



Асоціація
Фахівців
Землеустрою
України



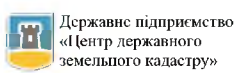
Асоціація
Сертифікованих
Геодезистів
України
ПРОФЕСІЙНА ОРГАНІЗАЦІЯ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Міжнародної конференції
"Land Unity Summit 2025"
11-12 вересня 2025 р.,
Івано-Франківськ



Міністерство
економіки, довкілля
та сільського
господарства
України



УДК 528+332:349
М-34

Матеріали Міжнародної конференції “Land Unity Summit 2025” 11–12 вересня 2025 р., Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2025.– Мова укр. і англ.

ISBN-978-966-694-497-2-2025

У збірнику матеріалів конференції представлені роботи, які відображають загальнотеоретичні, методологічні, практичні проблеми та результати досліджень у галузі геодезії, інженерної геодезії, картографії, аерофотогеодезії, фотограмметрії, геоінформатики, кадастру, просторового планування територій, правових відносин у галузі землекористування та раціонального природокористування. Рекомендується для науковців, викладачів, аспірантів, студентів та широкого кола громадськості.

Матеріали конференції подано в авторській редакції. Відповідальність за зміст поданих матеріалів та точність наведених даних несуть автори.

ISBN-978-966-694-497-2-2025

© ІФНТУНГ, 2025

Передмова

У складних воєнних реаліях, які вимагають від суспільства пристосування до нових умов життя та пошуку відповідей на численні виклики, особливого значення набуває єднання наукової спільноти, практиків і державних інституцій задля вироблення рішень, що сприятимуть розвитку країни. Саме у цьому контексті вперше організовано **Міжнародну конференцію *Land Unity Summit 2025***, яку ми сподіваємося зробити щорічною традицією та важливим майданчиком для професійного діалогу.

Захід організовано завдяки зусиллям **Національного університету біоресурсів і природокористування України, Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, Асоціації сертифікованих геодезистів України та Асоціації фахівців землеустрою України**. Важливо підкреслити, що у виробленні ефективних рішень надзвичайну роль відіграє співпраця з державними органами влади та залучення до дискусій високопосадовців, представників уряду і Держгеокадастру. Лише у взаємодії науки, практики, влади та громадянського суспільства можливо знайти відповіді на сучасні виклики та виробити стратегії сталого розвитку.

Метою конференції є створення єдиного майданчика для обміну досвідом і науковими думками між фахівцями з геодезії, землеустрою, геоінформаційних систем, будівельної та архітектурної галузей, представниками громад і державних інституцій. Така взаємодія дозволяє поєднати наукові напрацювання, практичні рішення та державну політику для формування ефективної системи управління земельними ресурсами.

Матеріали, подані у збірнику тез, відображають різноманіття сучасних досліджень і практичних пропозицій, спрямованих на вдосконалення земельних відносин, цифровізацію кадастру, розвиток просторового планування та забезпечення прозорості управлінських процесів.

Переконані, що *Land Unity Summit 2025* стане вагомим внеском у розвиток професійної спільноти, посилення міжнародної співпраці та інтеграцію України у світовий науковий простір.

Оргкомітет висловлює щирю вдячність усім учасникам, авторам тез, партнерам, державним установам, а також спонсорам, підтримка яких стала важливим чинником у реалізації цього наукового заходу. Бажаємо плідної дискусії, конструктивної співпраці та нових професійних досягнень!

Оргкомітет **Land Unity Summit 2025**

50 років досягнень. Кафедра геодезії та землеустрою ІФНТУНГ

4

Приходько Микола¹, Ільків Євген^{2}*

^{1-2*} Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: yevhen.ilkiv@nung.edu.ua

Анотація. Ця стаття присвячена 50-річному ювілею кафедри геодезії та землеустрою Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ). У ній детально проаналізовано історію кафедри від її заснування до сьогодення, висвітлено ключові досягнення викладачів та студентів, а також окреслено перспективи подальшого розвитку. Особливу увагу приділено значному внеску кафедри у підготовку висококваліфікованих фахівців, які є рушійною силою розвитку геодезичної та землепорядної галузі.

Ключові слова: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; ІФНТУНГ; кафедра геодезії; землеустрою; геодезія; ювілей; історія кафедри; наукові дослідження; підготовка кадрів.

Цього року кафедра геодезії та землеустрою Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ) відзначає свою 50-річницю.

За півстоліття кафедра еволюціонувала від новоствореного підрозділу до одного з провідних осередків геодезичної та землепорядної освіти в Україні, випустивши понад дві тисячі висококваліфікованих фахівців.

Історія кафедри розпочалася в 1975 році зі створення кафедри інженерної геодезії та першого набору на спеціальність «Прикладна геодезія», 50 студентів.



1988 рік. Зліва направо: перший ряд – Данчевська В. В., Феношин М. І., Лісевич Д. Є., Федоришин Н. Г.; другий ряд – Мельниченко Г. Г., Врублевський Р. М., Пилип'юк Р. Г., Сайдаковський Л. Я., Ільків Є. Ю., Бурак К. О., Ткаченко Ю. Ф.; третій ряд – Благий С. П., Марків В. М., Лісевич М. П., Рудий Р. М., Гудзій Р. М., Мороз І. І.

1975-1989 роки. Під керівництвом д. г-м. н., проф. Сайдаковського Л. Я. кафедра активно формувала колектив, залучаючи талановитих аспірантів та кандидатів наук. У цей період



кафедра стала відомим геодезичним закладом, активно виконуючи госпдоговірні роботи, зокрема геодезичний контроль інженерних споруд газокompресорних станцій та моніторинг стану магістральних газопроводів.

Наступні роки ознаменувалися зміною керівників та розширенням наукових напрямків. 1989-1993 рр. Кафедрою керував к. т. н., доц. Пилип'юк Р. Г., досвідчений педагог.

1993-1994 рр. Кафедру очолив д. т. н., проф. Перович Л. М., який розвивав дослідження з підвищення безпеки магістральних газопроводів. У 1990 році він захистив докторську дисертацію, а Ільків Є. Ю. — першу кандидатську дисертацію серед випускників кафедри.

1994-2000 рр. Завідувачем був к. т. н., доц. Лісевич М. П., який приділяв значну увагу впровадженню новітніх методів навчання.

У період 2000-2004 рр. кафедрою керував д. т. н., проф. Рудий Р. М., який розвинув науковий напрямок – дослідження рельєфу земної поверхні. Показово, що у різні періоди кафедру інженерної геодезії називали «деканською», оскільки її викладачі (доц. Василенко Г. Т., доц. Пилип'юк Р. Г., проф. Перович Л. М., проф. Рудий Р. М.) обіймали посади деканів.

У 2004 році на базі кафедри інженерної геодезії були створені дві окремі кафедри: інженерної геодезії (зав. каф. Бурак К. О.) та землевпорядкування та кадастру (зав. каф. Рудий Р. М.).

Кафедра інженерної геодезії продовжила виконувати важливі науково-дослідні роботи, зокрема, щодо геодезичного контролю інженерних споруд Рівненської АЕС.

2006-2011 рр. Кафедру землевпорядкування та кадастру очолював доц. Ільків Є. Ю. У цей період працівники кафедри здійснили вагомий науковий внесок у вирішення проблем геодезичного забезпечення експлуатації газотранспортної системи, інвентаризації земель населених пунктів та досліджень щодо державної геодезичної мережі.

Завдяки відкриттю підготовки фахівців із землеустрою та кадастру, набір студентів на спеціальність «Геодезія, картографія та землеустрій» у 2006-2010 роках на очну форму навчання сягав близько 100 осіб, що було одним з найвищих показників в університеті.

З 2010 року розпочато підготовку магістрів із землеустрою та кадастру, а з 2014 року – зі спеціальності «Оцінка землі та нерухомого майна».

2012-2014 рр. Кафедрою керував досвідчений педагог та методист Лісевич М. П.

2014-2018 рр. Кафедру землеустрою та кадастру очолював проф. Приходько М. М., чий наукові дослідження були пов'язані з екологічною безпекою, землевпорядним проектуванням, ГІС-технологіями та моніторингом довкілля.

За період з 2004 до 2018 рік штат кафедри поповнили д. т. н. Перович І. Л. та к. т. н.: Грицюк Т. Ю., Лісевич М. П., Лудчак О. Є., Перович Л. Л. У 2016-2025 роках успішно захистили кандидатські дисертації Кухтар Д. В., Олеськів Р. Є., Лиско Б. О., Дорош Л. І. У 2023 році до кафедри приєдналися викладачі кафедри геотехногенної безпеки та геоінформатики, що значно розширило її кадровий потенціал.

З 2023 року кафедрою геодезії та землеустрою керує проф. Приходько М. М.

Сьогодні кафедра є невід'ємною частиною Інституту архітектури, будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА». Її колектив налічує 25 викладачів: 3 доктори наук та 17 кандидатів наук, більшість з яких здобули наукові ступені в НУ «Львівська політехніка». Кафедра забезпечує викладання кількох десятків дисциплін для бакалаврів та магістрів, а також навчає геодезії студентів інших кафедр університету. У навчальному процесі активно використовуються сучасні технології, такі як GNSS приймачі, квадрокоптери, лазерні сканери, електронні тахеометри, цифрові нівеліри, електронні рулетки, а також новітні програмні продукти.



2020 рік. Перший ряд, зліва направо: Романюк В. В., Біда І. В., Олеськів Р. Є., Дорош Л. І., Грицюк Т. Ю., Феношин М. І., Бурак К. О., Боднарук І. Л., Кравець О. Я., Гера О. В., Перович Л. Л., Денисюк Н. І., Галярник М. В., Маковійчук М. В. Другий ряд, зліва направо: Гринішак М. Я., Кухтар Д. В., Лиско Б. О., Матіщук А. В., Ільків Є. Ю., Приходько М. М., Пилип'юк Р. Г., Дутчин М. М., Ріпецький Є. Й., Мельниченко Г. Г., Михайлишин В. П., Благий С. П.

Кафедра активно проводить фундаментальні та прикладні дослідження в сферах інженерної геодезії, землеустрою та кадастру, оцінки землі та нерухомості, геоінформаційних систем та технологій. Зокрема, виконуються госпдоговірні роботи для геодезичного контролю інженерних споруд Рівненської АЕС, екологічного моніторингу стану довкілля та контролю зон просідань над колишніми рудниками Калуського району. Під керівництвом проф. Приходька М. М. успішно реалізовано міжнародний грантовий проєкт щодо популяризації історичної та культурної спадщини Румунії та України. За роки діяльності викладачі кафедри видали десятки монографій та підручників, сотні навчальних посібників та тисячі наукових статей.

Багато працівників відзначені нагородами державних установ та УТГК. За результатами педагогічної, навчальної та організаційної роботи за 2023-2024 н. р. кафедра зайняла перше місце в рейтинговому списку університету. Проф. Приходько М. М. неодноразово займав перше місце в загальному рейтингу викладачів університету.

Студенти кафедри мали унікальну можливість паралельно навчатись за магістерськими програмами в Краківській гірничо-металургійній академії. Незабутніми для випускників залишаються навчальні практики, що проходили в живописних куточках України – від Кримських гір до Прикарпаття. Студенти кафедри неодноразово ставали призерами Всеукраїнського конкурсу науково-дослідних робіт, стипендіатами Президента та Верховної Ради.

Найбільшою гордістю кафедри є її випускники. Серед них – ті, хто захистив докторські та кандидатські дисертації, очолює організації та успішно працює за спеціальністю як в Україні, так і за кордоном.

ФОТОГРАММЕТРІЯ ПРИКАРПАТТЯ: СТАНОВЛЕННЯ, РОЗВИТОК, ПЕРСПЕКТИВИ

Матіщук Андрій^{1}*

¹Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, e-mail: andrii.matishchuk@nuing.edu.ua

Анотація. У статті висвітлено історичні етапи становлення та розвитку фотограмметрії на Прикарпатті, зокрема в контексті 50-річної діяльності кафедри геодезії та землеустрою Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Окреслено ключові віхи у впровадженні фотограмметричних дисциплін у освітній процес, починаючи з оптико-механічних приладів першого покоління, аналітичних стереоплоттерів другого покоління до сучасних цифрових фотограмметричних станцій і технологій лідарного сканування. Розглянуто досвід участі університету в міжнародних проектах, зокрема українсько-канадському пілот-проекті, який став поштовхом до оновлення матеріально-технічної бази та впровадження цифрових технологій. Підкреслено важливість формування у студентів практичних компетентностей з використанням сучасного програмного забезпечення, геоінформаційних систем та безпілотних технологій.

Ключові слова: фотограмметрія, аналітичні прилади, цифрові фотограмметричні станції, кафедра геодезії та землеустрою, Прикарпаття, дистанційне зондування, лідар, геоінформаційні системи, хмарні технології, віртуальна присутність.

Стрімкий розвиток цифрової фотограмметрії та лідарних систем зумовлює потребу в оновленні підходів до підготовки фахівців у галузі геодезії, землеустрою та дистанційного зондування. В умовах цифрової трансформації надзвичайно важливо зберігати й аналізувати історичний досвід становлення галузі, щоб ефективно інтегрувати новітні технології в освітній процес. Особливу цінність має вивчення регіонального контексту – зокрема, розвитку фотограмметричних дисциплін на Прикарпатті, який відображає не лише еволюцію технічних засобів, але й поступ у підготовці кваліфікованих інженерів. Дослідження цього шляху є важливим внеском у формування науково-методичної бази сучасної фотограмметрії та визначення напрямів її подальшого розвитку.

Розглянемо основні історичні етапи становлення наукової дисципліни «Фотограмметрія та дистанційне зондування» у регіоні Прикарпаття у контексті 50-річного ювілею кафедри геодезії та землеустрою Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ).

Дисципліна «Фотограмметрія та дистанційне зондування» є важливою складовою освітньої програми бакалаврського рівня «Геодезія та землеустрій» ІФНТУНГ, метою вивчення якої є засвоєння студентами загальної теорії фотограмметрії та теоретичних положень, на яких базуються сучасні методи, алгоритми, апаратне та програмне забезпечення отримання та опрацювання фотознімків і даних дистанційного зондування. Вперше фотограмметрію розпочали вивчати студенти новоствореної у 1975 році кафедри інженерної геодезії у 3-му семестрі на спеціальності «Прикладна геодезія». Лекції та лабораторні заняття з дисципліни, яка на той час називалась «Прикладна

фотограмметрія» проводив К. О. Бурак, а з 1977 року Р. М. Рудий. Згодом до підготовки майбутніх спеціалістів доєднався Г. Г. Мельниченко. Науково-педагогічний персонал кафедри навчав студентів використовувати технології аерофото- та наземного фототопографічного знімання при виконанні топографо-геодезичних та картографічних робіт, а також забезпечувати надійну і ефективну експлуатацію та технічне обслуговування фотограмметричних приладів. Їм допомагали у різний час завідувачі лабораторій: спочатку Р. М. Врублевський, а потім С. П. Благий. Навчання проводилось на сучасній на той час матеріально-технічній базі, фотограмметричних оптико-механічних приладах першого покоління, а саме: мультиплексі, стереографі Дробишева (СД), стереопроекторі Романовського (СПР-2М) з універсальним координатографом, універсальному топографічному проекторі (УТП-2), фототеодоліті Photo 19/1318. Аналогова проекційна система стереофотограмметричних приладів формувала за фотознімками стереомодель місцевості, яку можна вимірювати та аналізувати. В результаті Р. М. Рудий започаткував науковий напрям – дослідження форм рельєфу земної поверхні. У 1991 році Р. М. Рудий видав навчальний посібник «Прикладна фотограмметрія», затверджений Міністерством вищої та середньої спеціальної освіти для студентів спеціальності «Прикладна геодезія».

Наступним етапом у розвитку фотограмметрії на Прикарпатті була реалізація у 1995 році спільного українсько-канадського пілот-проекту по створенню географічної інформаційної системи реєстрації земель в Косівському районі Івано-Франківської області (фірма «УМА інжиніринг», Канада, Альберта та Карпатське державне підприємство геодезії, картографії та кадастру, Україна, Івано-Франківськ). У рамках пілот-проекту у складі Карпатського ДП під керівництвом директора Б. Ф. Малюги був створений стереофотограмметричний цех у складі консультанта М. Кенні, з канадської сторони, та операторів стереоанаграфа: В. Б. Керкера, М. Р. Рудого, В. В. Тріщука, А. В. Матіщука, з української. Для реалізації пілот-проекту було придбано два аналітичні фотограмметричні прилади – стереоанаграфи АФП-4 – високоточні стереоплоттери, що використовуються для фотограмметричного згущення та створення/оновлення карт і планів стереотопографічним методом. Так на Прикарпатті з'явилися фотограмметричні прилади другого покоління - аналітичні прилади, що поєднують оптичні та електронно-обчислювальні компоненти. На відміну від оптико-механічних приладів першого покоління аналітичні системи реалізують фотограмметричні алгоритми через комп'ютерну обробку. За результатами реалізації спільного українсько-канадського пілот-проекту у населених пунктах Косівського району Івано-Франківської області були відкриті земельно-реєстраційні офіси, де мешканці могли отримати технічну документацію про свої земельні ділянки та через погодження з органами місцевого самоврядування реалізувати своє право власності на землю. Крім того, студенти ІФНТУНГ мали змогу навчатись на матеріально-технічній базі Карпатського державного підприємства геодезії, картографії та кадастру через відповідні угоди про співпрацю між закладом вищої освіти та підприємством.

Наступною віхою у становленні фотограмметрії у регіоні, яку слід відзначити, було проведення модернізації Карпатським державним підприємством геодезії, картографії та кадастру фотограмметричного обладнання, а саме заміну аналітичних фотограмметричних приладів АФП-4 на цифрові фотограмметричні станції «ДЕЛЬТА», виготовлені українським науково-виробничим підприємством «ГЕОСИСТЕМА», одна з яких поступила на баланс університету на початку 2000-их років. Цифрові фотограмметричні станції (ЦФС) відносяться до фотограмметричних приладів третього покоління, що призначені для обробки цифрових зображень з метою створення точних тривимірних моделей місцевості, ортофотопланів та іншої картографічної продукції. По



суті, це інтегрований програмно-апаратний комплекс, що дозволяє перетворювати фотознімки, зроблені з літаків, безпілотників або супутників, у високоточні геопросторові дані, при чому на відміну від приладів попереднього покоління працює виключно з цифровими зображеннями.

У цей період до науково-педагогічного персоналу кафедри інженерної геодезії доєднався провідний аерофотогеодезист Карпатського державного підприємства геодезії, картографії та кадастру А. В. Матішук, який на даний час проводить фотограмметричну підготовку здобувачів вищої освіти Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу із формуванням технологічних компетентностей. На сьогодні здобувачі вищої освіти за освітньою програмою «Геодезія та землеустрій» вивчають фотограмметричні дисципліни з використанням широкого спектру технічного обладнання, спеціалізованих програмних додатків, а також геоінформаційних систем. Також студенти бакалаврського або магістерського рівня усіх інших спеціальностей мають змогу пройти курс з вибіркового блоку дисциплін. Для прикладу дисципліна «Аерофотознімання БПЛА» передбачає засвоєння студентами технологій аерофотознімання за допомогою безпілотних літальних апаратів з камерами високої роздільної здатності, подальше фотограмметричне опрацювання результатів робіт та формування рішень для різних галузей економіки, виробництва та наукових досліджень, а дисципліна «Прикладні технології дистанційного зондування» опанування методами дистанційного зондування при проведенні спостережень за деформаційними процесами інженерних конструкцій та змінами в об'єктах природного середовища. Сьогодні, крім розглянутих вище трьох поколінь приладів, студенти мають можливість опанувати технології четвертого покоління. Мова йде про сучасні 3D-сканери, або дистанційне зондування місцевості з використанням лідарів, в результаті чого отримуємо хмару точок, яка використовується для побудови 3D-моделей, цифрових моделей рельєфу та аналізу об'єктів місцевості.

Перспективу розвитку фотограмметрії на Прикарпатті вбачаю у вдосконаленні підготовки здобувачів вищої освіти щодо умінь використовувати фотограмметричні методи при картографуванні та просторовому плануванні територій громад, інженерних вишукувань у будівництві та архітектурі, моніторингу стану трубопроводів, ліній електропередачі, інших інженерних конструкцій та комунікацій. Для підвищення ефективності просторового аналізу виникає потреба у подальших дослідженнях та вдосконаленні технологій існуючих методів автоматизованого дешифрування об'єктів місцевості із використанням ШІ. З огляду на стрімкий розвиток інформаційних технологій, можна прогнозувати подальший запит на хмарні сервіси для фотограмметричного опрацювання. На мою думку, у майбутньому такі платформи будуть удосконалюватись шляхом введення у їхні алгоритми елементів віртуальної присутності з можливістю інтерактивного впливу оператора на модель. Це сприятиме не лише підвищенню точності опрацювання, а й забезпечить нові рівні взаємодії з просторовими даними в режимі реального часу. Таким чином, фотограмметрія перебуває на межі переходу до нової парадигми – коли обробка, аналіз і візуалізація геоданих здійснюватимуться у віртуальному середовищі, що відкриває нові горизонти для науки, картографії, містобудування та інших галузей.

Щиро вітаю колектив кафедри геодезії та землеустрою з нагоди 50-річного ювілею! Ваш внесок у підготовку висококваліфікованих спеціалістів, розвиток геодезії, фотограмметрії та геоінформаційних технологій – неоціненний. Бажаю подальших творчих успіхів, наукових здобутків, нових проектів і натхнення у вихованні майбутніх поколінь інженерів!

ВИКОРИСТАННЯ GNSS-СПОСТЕРЕЖЕНЬ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ РЕФЕРЕНЦНОЮ І ГЛОБАЛЬНОЮ СИСТЕМАМИ КООРДИНАТ УКРАЇНИ

Пилип'юк Ростислав^{1}*

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: rostok1009@gmail.com

Анотація. У статті розглянуто основні підходи до вивчення фігури Землі та використання моделей для її опису. Пояснено різницю між загальним земним еліпсоїдом та референц-еліпсоїдом, їх значення для геодезичних та картографічних робіт. Зазначено, що глобальним стандартом є система WGS-84, створена на основі GRS-80, проте в Україні при реалізації системи координат УСК-2000 застосовується референц-еліпсоїд Красовського для збереження картографічної сумісності. Окрему увагу приділено системам просторових координат (геодезичним та геоцентричним) і залежності їхніх значень від параметрів вибраного еліпсоїда. Розглянуто роль глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) — GPS, ГЛОНАСС, GALILEO та COMPAS — у визначенні місцеположення точок та створенні геодезичних мереж. Наведено приклад організації перманентних станцій, зокрема роботи станції FRKV, встановленої у 2015 році на кафедрі «Інженерної геодезії» ІФНТУНГ, як елемента глобальної мережі компанії «Leica Geosystems».

Ключові слова: фігура Землі, загальний земний еліпсоїд, референц-еліпсоїд, WGS-84, УСК-2000, система координат, GNSS, GPS, перманентна станція, Leica Geosystems, FRKV.

Актуальність теми дослідження

Фігура нашої планети утворюється сушею і водною поверхнею.

Ця зовнішня поверхня є складною і не може бути описана математичними рівняннями.

Тому її вивчення здійснюють відносно її моделі, якими є загальний земний еліпсоїд або референц-еліпсоїд.

Загальний земний еліпсоїд, який тепер використовується у світовій практиці для вивчення фігури Землі був започаткований Міжнародним геодезичним та геофізичним союзом у 1979 році, отримав назву GRS-80 (геодезична референцна система), а на його основі створений загальний земний еліпсоїд WGS -84, який став основною координатною поверхнею для вивчення фігури Землі у більшості країн світу, в тому числі і в Україні.

Референц-еліпсоїд – це певним чином зорієнтований у тілі Землі загальний земний еліпсоїд.

Його використовують для детального вивчення і картографування окремих територій земної поверхні окремі країни або групи країн.

Параметри референц-еліпсоїда можуть відповідати параметрам земного еліпсоїда WGS -84, а можуть бути і іншими. В Україні при запровадженні системи координат УСК-2000 використовується референц-еліпсоїд Красовського, що має параметри, які відрізняються від параметрів загального земного еліпсоїда WGS -84.

Це зроблено для того щоб, по можливості, не оновлювати картографічні матеріали на територію нашої країни.

Методика

Для визначення положення точок на земній поверхні найчастіше використовуються дві системи координат, пов'язаних з Землею: система просторових геодезичних координат B, L, H і система просторових геоцентричних координат X, Y, Z .

Очевидно, що для різних еліпсоїдів ці координати будуть мати різне значення, оскільки значення координат залежать від параметрів прийнятих еліпсоїдів.

Таким чином, одна і та ж точка буде визначатися різними значеннями координат у випадку застосування різних еліпсоїдів, як координатних поверхонь.

Така властивість координат дозволяє використовувати їх різниці для встановлення взаємозв'язку між параметрами координатних систем.

Найбільш поширеним способом визначення місцеположення точки на земній поверхні є методики, що базуються на використанні штучних супутників Землі як носіїв просторових координат.

За допомогою таких супутників утворюються навігаційні системи GNSS (Global Navigation Satellite System), серед яких найбільше поширеними є системи GPS (США), ГЛОНАСС (Росія), GALILEO (Європейський союз), COMPAS (Китай).

Виклад основного матеріалу

За допомогою цих систем на поверхні Землі створюються геодезичні мережі, пункти яких називаються перманентними станціями, і саме вони є носіями просторових координат на земній поверхні.

Одну з таких опорних геодезичних мереж створила фірма «Leica Geosystems».

В 2015 році, одним із пунктів цієї мережі, стала перманентна станція кафедри «Інженерної геодезії» ІФНТУНГ, що отримала назву FRKV.

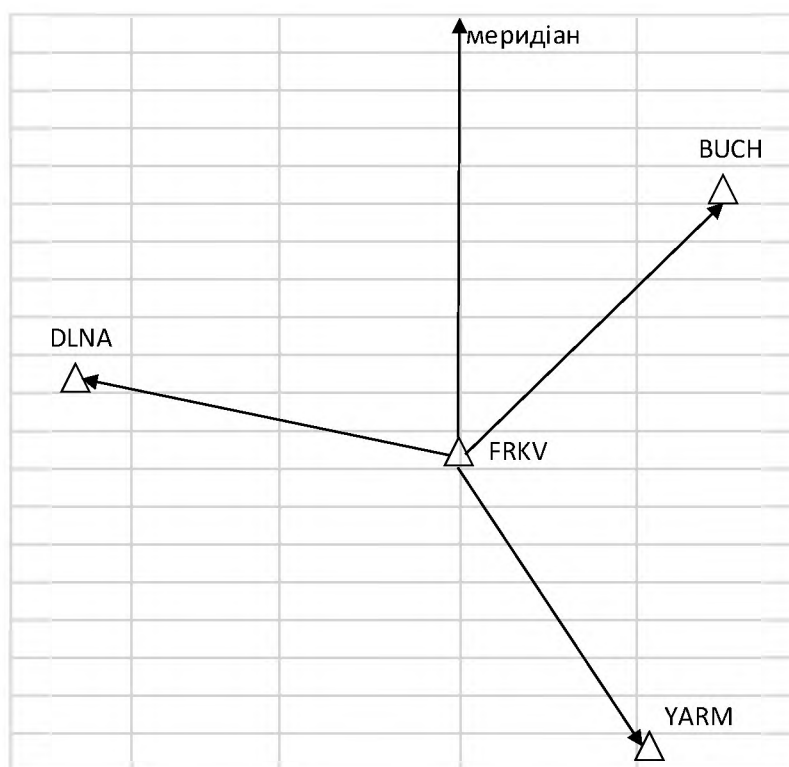


Рисунок 1. Схема розміщення перманентних станцій

За допомогою спеціальної апаратури на перманентних станціях ведуться регулярні спостереження штучних супутників Землі, що входять у навігаційні системи GPS і ГЛОНАСС.

Результати цих спостережень, після відповідного опрацювання, дозволяють обчислювати просторові координати пункту на певний момент часу в референційній системі координат WGS -84.

Метою даного дослідження є встановлення взаємного розміщення референц- еліпсоїда WGS -84 і референц- еліпсоїда Красовського а даними синхронних спостережень на чотирьох перманентних станцій: **BUCH** ((Бучач), **DLNA** (Долина), **FRKV** (Івано-Франківськ), **YARM** (Яремче).

Для всіх цих станцій, на один і той же момент часу, визначалися просторові геодезичні координати В, L, Н в системі координат WGS -84 , значення яких приведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Геодезичні координати пунктів (еліпсоїд WGS -84)

Назва пунктів	Геодезична широта	Геодезична довгота	Геодезична висота, м
BUCH	38,91348"	45,42823"	375,5860
DLNA	57,98916"	26,46176"	442,1208
YARM	51,99227"	51,69830"	581,5124
FRKV	47,02998"	40,33304"	305,7623

Для цих же пунктів розраховано значення просторових прямокутних координат X,Y,Z в системі координат УСК – 2000, які за відомим алгоритмом (Пилип'юк Р.Г., Пилип'юк Р.Р. 2013) переобчислені в просторові геодезичні координати В,L,Н на основі параметрів еліпсоїда Красовського.

Значення цих координат приведені в таблиці 2.

Таблиця2. Геодезичні координати пунктів (еліпсоїд Красовського)

Назва пунктів	Геодезична широта	Геодезична довгота	Геодезична висота, м
BUCH	39,70879"	51,30287"	343,1164
DLNA	58,84965"	32,37543"	407,8579
YARM	52,84801"	57,53901"	547,7345
FRKV	47,85772"	46,22642"	272,4060

Співставляючи дані таблиць №1 і №2, отримуємо різниці відповідних координат, значення яких приведені у таблиці 3.

Таблиця 3. Різниця просторових геодезичних координат

Назва пунктів	Різниця просторових координат		
	$\Delta B''$	$\Delta L''$	$\Delta H, м$
BUCH	-0,79531	-5,87465	32,4696
DLNA	-0,86049	-5,91367	34,2629
YARM	-0,85574	-5,84071	33,7779
FRKV	-0,82774	-5,89338	33,3563

Наявність різниць у просторових геодезичних координатах одних і тих же пунктів свідчить про не співпадання поверхонь референц – еліпсоїдів WGS -84 і Красовського.

Розраховані за приведеними в таблиці 3 даними зміщення по початковому меридіану становить $S_m = -25,57$ м, по паралелі – $S_p = -119,96$ м і за напрямком – азимутом $A = 257,^\circ 97$.

Схематично це зміщення можна характеризувати рисунком 2.

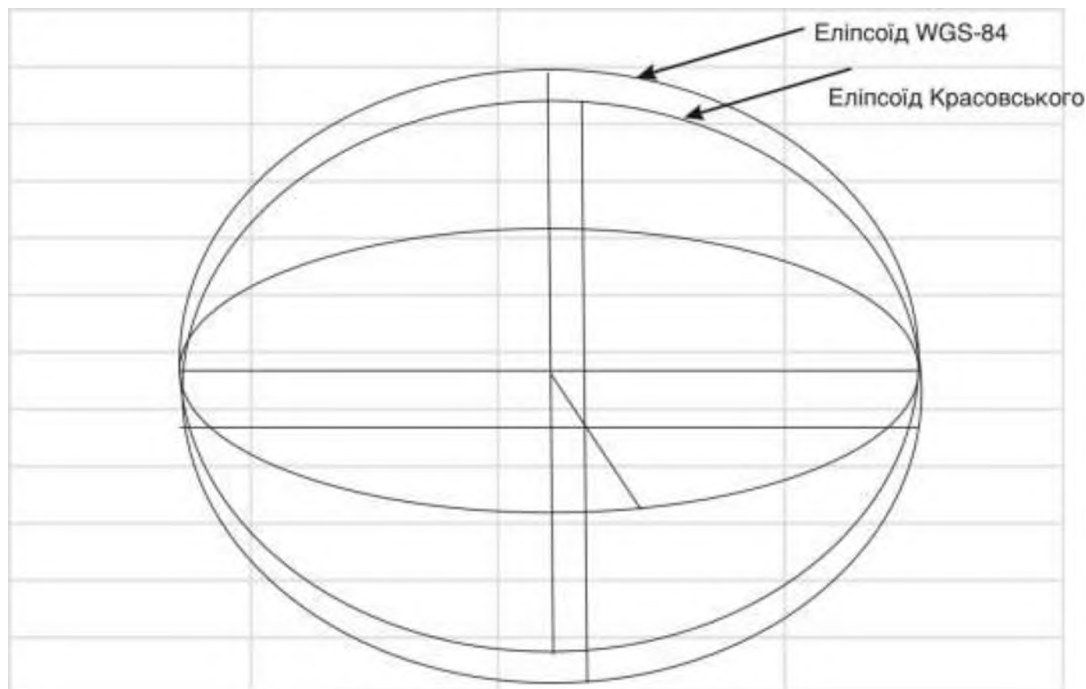


Рисунок 2. Взаємне схематичне розміщення референс-еліпсоїдів, що використовуються в Україні

Висновок

У статті підкреслено важливість правильного вибору моделі Землі та системи координат для точного виконання геодезичних і картографічних робіт. Продемонстровано, що використання сучасних глобальних та національних еліпсоїдів, а також GNSS-технологій забезпечує високоточне визначення місцеположення і ефективну інтеграцію в міжнародні геодезичні мережі. Наведений приклад роботи перманентної станції FRKV підтверджує практичну значущість цих підходів у створенні сучасної геодезичної інфраструктури.

Перелік літературних джерел

- Марченко О.М. (2013). Референсні системи в геодезії / О.М.Марченко, К.Р.Третяк, Н.П.Ярема.- Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013.- 216с.
- Савчук С.Г. Вища геодезія (Сфероїдна геодезія): Підручник.- Львів: Ліга-Прес, 2000.- 248с.
- Пилип'юк Р.Г., Пилип'юк Р.Р. (2013). Вища геодезія (Сфероїдна геодезія): Практикум,- Івано-Франківськ: Видавництво Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, 2013.- 188с.

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОЛОЖЕНЬ ВИСЯЧОГО ТРУБОПРОВОДУ З УТРИМУЮЧЕМ КАНАТОМ

Ріпецький Євгеній^{1}, Непеляк Олег¹, Ріпецький Роман²*

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: vevhenii.ripetskvi@nuing.edu.ua

² Кафедра фізико-математичних наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Анотація. Розроблено технологічну схему контролю положень висячих трубопроводів із утримуючим канатом на основі знімків, отриманих із безпілотних літальних апаратів. Для підвищення точності фотограмметричного знімання обрано оптимальний ракурс зйомки трубопроводу шляхом варіювання двома параметрами – відстані до об'єктів та висотою розміщення камери. Досягнуто зменшення розсіювання середньоквадратичної похибки знімка в межах 2,10 – 2,44 мм.

Ключові слова: геодезичний моніторинг, висячий трубопровід, фотограмметрія, несучий канат, точність вимірювань, середньоквадратична похибка, аерофотознімки.

Актуальність теми дослідження

До трубопровідних систем надземних переходів висуваються вимоги максимальної надійності, мінімальної металоємності та екологічної безпеки. Ці показники залежать як від якості проектування, так і від обслуговування в ході якого методами діагностики здійснюється оцінка технічного стану для прогнозування їх довговічності. Технологічний прогрес сформував методи та інструменти, здатні забезпечити моніторинг конструкцій з високою точністю (Чубін, 2025).

Важливим показником контролю конструкцій надземних переходів є деформації трубопроводу у просторі (Запыхляк, та ін. 2024). Величини прогинів реєструються технологіями геодезичним моніторингом із широким застосуванням електронних тахеометрів, лазерного сканування (LiDAR) та супутникових систем (GPS/GNSS) (Тревого, та ін. 2022). За їх значеннями розрахунковими методами визначають напружено-деформований стан (НДС) газопроводів (Чибіряков, та ін. 2016).

За аналогією з висячими мостами до трубопроводів може бути застосовано розрахунок за "існуючою схемою", який передбачає отримання зображень конструкції в різні часові періоди (Grigorieva, 2021). Початкові координати визначаються геодезичними методами, а наступні – як відхилення від початкового стану.

Конструкції висячих переходів є більш складніші ніж балкові. Їх ознакою є несучий канат, що потребує особливого підходу до моніторингу (Коробков, та ін. 2025). Тому технологією геодезичного моніторингу обрано аерофотознімання з БПЛА з наступною фотограмметричною обробкою аерофотознімків. При певних умовах точність зображень положень висячого трубопроводу з утримуючим канатом може бути досягнута за середньоквадратичним до значень $m_x=m_y=m_z=2\div3,5$ мм (Іванчук, та ін. 2023).

Отже, обґрунтування технології геодезичного моніторингу відкритих ділянок висячих трубопроводів з метою визначення реального НДС є актуальним науково-практичним завданням, що потребує нових підходів і інноваційних рішень.

Методика

Теоретичною базою методології досліджень слугувало положення про розподіл СКВ на фотограмметричному зображенні, що отримується БПЛА (Дорожинський, та ін. 2008). Технологічну схему знімання показано в умовній системі координат, яка орієнтується таким чином, щоб трубопровід – 1 і канат – 2 були в площині $\{OXZ\}$. Камера розміщується в площині, перпендикулярній до $\{OXZ\}$, у точці C (рис. 1).

Так як у висячих конструкціях довжина канату L перевищує довжину трубопроводу l ($L > l$), то його положення у просторі описується геометрією вагової нитки, яка впливає на силове навантаження. Тому в кадрі зображення мають бути як трубопровід, так і несучий канат зі своєю геометрією провисання.

Спостереження за характерними точками здійснюється з точки C під кутом α до горизонталі. При α_1 фіксується трубопровід, при α_2 – вузлові точки t_1, t_2, t_3 тощо на канаті. Камера займає своє положення в точках C_1, C_2 на відстані d , забезпечуючи потрібний ракурс для одночасної фіксації обох об'єктів. Якщо трубопровід знімається під кутом $\alpha_1=0$, то крайні вузлові точки несучого канату A і B будуть видимі під кутом $\alpha_2=50,2^\circ$.

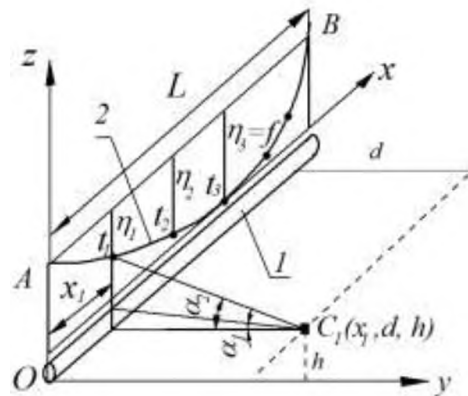


Рисунок 1. Технологічна схема фотограмметричного знімання положень висячого трубопроводу з утримуючим канатом.

Збільшення кута α підвищує СКВ через виражені перспективні ефекти та геометричні спотворення. Точність вимірювання η_i досягається шляхом вибору оптимального ракурсу зйомки, за якого значення СКВ для трубопроводу і канату є мінімальними.

Виклад основного матеріалу

Підвищення точності периферійної області знімку, де відображено канат, здійснювалося пошуком оптимального ракурсу шляхом варіювання параметрами розміщення камери: відстані польоту d від трубопроводу та висоти знімання h . Тому координати точки знімання записуються у вигляді $C(x_1, d, h)$.

Так, у варіанті 1 (базовому) трубопровід спостерігався під кутом $\alpha_1=0$, в той час кути спостереження канату знаходилися в діапазоні його крайніх точок $\alpha_2=8 - 50,2^\circ$. Розсіювання СКВ становило 2,10 – 3,28 мм (табл.1).

Варіанти 2 і 3 були проміжними та спрямованими на підвищення точності визначення координат верхньої точки канату. У варіанті 2 висоту камери збільшено до $h = 3$ м, у варіанті 3 – відстань до трубопроводу до $d = 15$ м. Розрахунки показали, що збільшення відстані (варіант 3) є ефективнішим. При цьому максимальний кут спостереження зменшився до $\alpha_2 = 42^\circ$, а розсіювання СКВ – до 2,10 – 2,68 мм.

Таблиця 1. Значення СКВ (мм) при варіюванні параметрами відстані до трубопроводу d і висоти польоту h

	Відстань d	Висота h	№ точки (вузла)				
			A	t_1	t_2	t_3	трубопровід
Варіант - 1	10	0	3,28	2,49	2,20	2,14	2,10
Варіант - 2	10	3	2,82	2,22	2,10	2,11	2,19
Варіант - 3	15	0	2,68	2,28	2,14	2,11	2,10
Варіант - 4	15	3	2,44	2,15	2,10	2,10	2,14

Варіант 4 (оптимальний) – логічне продовження попередніх. Параметри: відстань до трубопроводу $d = 15$ м, висота камери $h = 3$ м. Такий ракурс забезпечує мінімальне СКВ для канату при незначному зниженні точності для трубопроводу. Діапазон розсіювання становив 2,14–2,44 мм.

Висновки

Запропоновано методику геодезичного моніторингу, що забезпечує необхідну точність для аналізу деформацій висячих трубопроводів. Оптимізація параметрів розміщення реєструючої камери дозволила визначити ракурс зйомки, при якому досягнуто баланс в похибках вимірювань між деформаціями трубопроводу і переміщеннями точок несучого каната. Досягнуто зменшення розсіювання середньоквадратичної похибки знімка в межах 2,10 – 2,44 мм.

Перелік літературних джерел

- Grigorjeva T. Paeglitis A. (2021). The simplified analysis of the asymmetric single-pylon suspension bridge with rigid cables. *Engineering Structures and Technologies*. 12(2). 61-66. DOI: <https://doi.org/10.3846/est.2020.13737>
- Дорожинський О.Л., Тукай Р. (2008). Фотограмметрія: Підручник. –Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 332 с.
- Іванчук О., Ріпецький Є., Коробков О. (2023). Можливості цифрового знімання відкритих ділянок трубопроводів з БПЛА для визначення деформацій (прогинів). *Міжнародна науково-технічна конференція «ГЕОФОРУМ-2023»*. 15-16. https://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2023/04/ТЕЗИ_ГЕОФОРУМ_2023
- Запущляк В.Б., Мельниченко Ю.Г., Грудз В.Я., Побережний Л.Я., Дорошенко Я.В. (2020). Аналіз напружено-деформованого стану трубопроводів під час підсаджування. *Нафтогазова енергетика*. 2(34). С. 56-66. DOI: [10.31471/1993-9868-2020-2\(34\)-56-66](https://doi.org/10.31471/1993-9868-2020-2(34)-56-66)
- Коробков О. Ю., Ріпецький Є. Й., Ріпецький Р. Й. (2022). Особливості визначення напружено-деформованого стану висячих газопроводів з урахуванням похибок геодезичних вимірів. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. № 1(82). С. 52-60. DOI: [10.31471/1993-9973-2022-1\(82\)-52-60](https://doi.org/10.31471/1993-9973-2022-1(82)-52-60)
- Чибіряков В.К., Староверов В.С., Нікітенко К.О. (2016). Загальний підхід до моделювання напружено-деформованого стану магістрального газопроводу для визначення геодезичної точності вимірювання. *Інженерна геодезія*, Вип. 63. 14–19. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ig_2016_63_4
- Чубін А.І. (2025). Розробка і впровадження систем моніторингу технічного стану будівель та інфраструктурних об'єктів для своєчасного виявлення дефектів і прогнозування їхнього розвитку. *Комунальне господарство міст*. том 3, випуск 191. 305-313. DOI: [10.33042/2522-1809-2025-3-191-305-313](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2025-3-191-305-313)

КОМПЛЕКС ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ, ЩО ВИКОНУЮТЬСЯ ПІД ЧАС ПРОЄКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА МІНІ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Романюк Володимир^{1*}

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: volodymyromaniuk@gmail.com

Анотація. У статті висвітлено сучасні аспекти геодезичного забезпечення будівництва міні-гідроелектростанцій (міні-ГЕС) в Україні. В умовах енергетичної трансформації та прагнення до сталого розвитку геодезичні роботи набувають вирішального значення на всіх стадіях проєктування та реалізації таких об'єктів. Розглянуто послідовність виконання геодезичного супроводу — від початкового обстеження місцевості та створення цифрової моделі рельєфу до проведення виконавчих зйомок і подальшого моніторингу. Окремий акцент зроблено на впровадженні інноваційних технологій, зокрема GNSS, 3D-сканування, безпілотних літальних апаратів і цифрового моделювання. Подано блок-схему комплексу геодезичних робіт, що систематизує етапи технічного супроводу будівництва. Запропонований підхід спрямований на забезпечення високої точності, безпеки та відповідності нормативним вимогам під час реалізації проєктів міні-ГЕС в Україні.

Ключові слова: геодезичне забезпечення, міні-ГЕС, цифрова модель рельєфу, GNSS, 3D-сканування, виконавча зйомка, супровід будівництва.

Актуальність теми дослідження

Розвиток міні-гідроелектростанцій (міні-ГЕС) в Україні є важливим напрямом, спрямованим на зміцнення енергетичної незалежності та підтримку принципів сталого розвитку. Значний гідроенергетичний потенціал малих річок, особливо в Карпатському регіоні, створює сприятливі умови для широкого впровадження відновлюваних джерел енергії. (Вовчак та ін., 2018). Ряд міжнародних досліджень вказують на важливість виваженого підходу до побудови міні-ГЕС (Zhou, D. та ін., 2020, Korkovelos та ін., 2018). Розвиток міні-ГЕС в Україні є перспективним шляхом досягнення енергетичної незалежності та підвищення екологічної безпеки. Для успішного впровадження проєктів необхідно враховувати екологічні, соціальні та нормативно-правові аспекти, забезпечуючи оптимальний баланс між потребами енергетики та збереженням природного середовища.

Методика

Наукові дослідження підтверджують високу ефективність впровадження сучасних геодезичних технологій, зокрема GNSS (Romaniuk, 2018), лазерного сканування та геоінформаційних систем (ГІС), у практику будівництва міні-гідроелектростанцій. У роботі (Пелевін, 2018) акцентується увага на створенні нових геодезичних мереж для гідротехнічних об'єктів із застосуванням GNSS та автоматизованих тахеометрів для моніторингу деформацій, що забезпечує точне позиціонування та оперативний контроль технічного стану споруд.

У дослідженні (Григор'єва, 2021) розглянуто інструменти для планування ресурсів малих ГЕС, серед яких цифрове моделювання рельєфу та використання ГІС для оцінки гідроенергетичного потенціалу і вибору оптимального місця розташування.

Таким чином, як нормативні документи, так і наукові джерела свідчать про необхідність застосування сучасних геодезичних методів у проєктуванні та будівництві міні-гідроелектростанцій.

Виклад основного матеріалу

Комплекс геодезичних заходів охоплює повний цикл робіт забезпечуючи точність розміщення споруд, контроль їх будівництва та документальне підтвердження виконаних робіт. На рисунку 1 нижче представлено блок-схему, що візуалізує основні етапи комплексу геодезичних робіт при будівництві міні-ГЕС.



Рисунок 1. Блок-схема комплексу геодезичних робіт при будівництві

На підготовчому етапі виконується камеральна підготовка: збір і аналіз наявних картографічних матеріалів, ортофотопланів, гідрологічних та інженерно-геологічних даних.

Наступним етапом є інженерно-геодезичне обстеження території. Проводиться комплексна топографічна зйомка в масштабах 1:500–1:2000 з використанням GNSS-обладнання, електронних тахеометрів, у ряді випадків — мобільного лазерного сканування. Важливим компонентом є гідрографічна зйомка: визначення морфометричних характеристик річки (глибина, ширина, профіль дна), вимірювання витрат води та оцінка падіння рельєфу.

Створення геодезичної основи передбачає закладання система постійних реперів та тимчасових марок, створюється локальна геодезична мережа.

На основі зібраних даних створюється цифрова модель рельєфу (ЦМР) для проєктних розрахунків.

Геодезичний супровід будівництва включає винесення в натуру проєктних осей та контурів будівельних елементів. Здійснюється оперативний контроль за точністю виконання монтажу та земляних робіт.

Моніторинг та деформаційні спостереження це забезпечення безпеки експлуатації споруд впроваджується система моніторингу: проводяться періодичні зйомки для визначення осідань, зсувів, горизонтальних зміщень.

Після завершення будівництва виконується виконавча зйомка всіх об'єктів з відображенням фактичного розташування споруд.

Усі дані обробляються в спеціалізованих програмних комплексах для побудови цифрових моделей місцевості, об'ємних розрахунків і 3D-візуалізації проєктних рішень. Таким чином, геодезичні роботи є ключовим компонентом технічного супроводу будівництва міні-ГЕС, що забезпечує точність реалізації проєкту, гарантує безпеку об'єктів та формує документальну базу для подальшої експлуатації.

Висновки

Геодезичні роботи є ключовою складовою процесу будівництва міні-гідроелектростанцій. Застосування сучасного геодезичного обладнання — GNSS-приймачів, лазерних сканерів, безпілотних літальних апаратів — у поєднанні з цифровими моделями місцевості та BIM-технологіями суттєво підвищує ефективність інженерного супроводу. Розроблена блок-схема геодезичних робіт може бути використана як методична основа для планування та організації робіт у практичних умовах. Отже, комплексне геодезичне забезпечення виступає важливим чинником надійного та результативного впровадження міні-ГЕС, сприяючи переходу України до моделі сталої енергетики.

Перелік літературних джерел

- Korkovelos, A., Mentis, D., Siyal, S. H., Arderne, C., Rogner, H., Bazilian, M., Howells, M., Beck, H., & De Roo, A. (2018). A geospatial assessment of small-scale hydropower potential in Sub-Saharan Africa. *Energies*, 11(11), 3100. <https://doi.org/10.3390/en1113100>
- Вовчак, В., Тесленко, О., & Самченко, О. (2018). Мала гідроенергетика України. Том I: Аналітичний огляд. Інститут проблем екології та енергозбереження. <https://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES1.pdf>
- Пелевін, О. В. (2018). Обґрунтування доцільності встановлення малих ГЕС на малих річках України. *Відновлювана енергетика*, (3), 56–60. <https://ve.org.ua/index.php/journal/article/download/171/113>
- Григор'єва, Х. А. (2021). Мала гідроенергетика в Україні: юридичні проблеми розвитку (на матеріалах судової практики). *Часопис Київського університету права*, (2), 241–245. <https://chasprava.com.ua/index.php/journal/article/download/761/711/>
- Zhou, D., Li, Y., & Zhang, L. (2020). Small Hydropower Development in China: Practices and Perspectives. *Renewable Energy*, 158, 97–107
- Romaniuk V.V. (2018). The research of interrelation between seismic activity and modern vertical movements of the Europe and permanent GNSS-stations / K. R. Tretyak V.V. Romaniuk // *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 15(2), 2018, p. 143-164. DOI: 10.13168/AGG.2018.0010

ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗА ПРОЦЕСОМ ОСІДАННЯ ФУНДАМЕНТУ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ

Дорош Любов^{1}, Гринішак Микола²*

¹⁻² Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: liubov.dorosh@gmail.com

Анотація. Ці дослідження спрямовані на розв'язання питань геодезичного моніторингу висотних споруд, зокрема методи спостереження за деформаціями конструкцій. Проведено ґрунтовний аналіз сучасних підходів та обґрунтовано необхідність використання високоточного геометричного нівелювання короткими променями, що відповідає нормативним вимогам точності у фіксації величини осідань. Робочий алгоритм охоплював встановлення деформаційних марок у фундаменті, проведення геодезичних спостережень з використанням високоточного нівелювання, а також аналіз та інтерпретацію отриманих даних. Представлено результати вибору базових висотних пунктів і місць розміщення деформаційних марок. Виконано аналіз змін висот марок за результатами п'яти серій спостережень, які охоплювали період з вересня 2019 року до червня 2024 року. Зібрані дані вказують на нерівномірне осідання фундаменту по периметру будівлі, що стало причиною утворення тріщин на її конструкції. На основі досліджень пропонується здійснення додаткових геологічних, гідрогеологічних та механіко-будівельних робіт для визначення можливості подальшої експлуатації споруди. У перспективі важливо забезпечити регулярний геодезичний контроль стану фундаменту з метою своєчасного виявлення критичних змін.

Ключові слова: деформація будівлі; геометричне нівелювання коротким променем; програма спостережень за деформаціями; деформаційна марка, осідання.

Актуальність теми дослідження

Своєчасне спостереження за деформаціями споруд має велике значення для визначення міцності та стійкості останніх, для попередження їхнього руйнування або своєчасного оповіщення про настання аварійного стану. Спостереження ведуть з початку будівництва засобами дуже точних, ретельних і систематичних геодезичних вимірів, різноманітних за своїм характером. Геодезичні виміри повинні бути забезпечені високоточною і стабільною планово-висотною геодезичною мережею.

Результати періодичних спостережень дають можливість виявити не тільки значення деформацій, але і вжити профілактичних заходів для нормальної експлуатації інженерної споруди та технологічного обладнання. Геодезичні роботи на цьому етапі виконуються високоточними приладами за спеціально розробленою програмою.

Методика

У роботі (Мамаїонова, 2023) наведені правила застосування методу візуального контролю, метою якого є виявлення незначних видимих проявів деформацій на початковій стадії чи зміни положення елементів конструкцій об'єкта. Згадані методи базуються на досить типових наземних геодезичних вимірюваннях. Шляхом поєднання різних методів досягається комплексний результат досліджень.

У наступній статті (Shults, 2023) автором висвітлено підхід до вирішення задач моніторингу споруд із використанням інтегрованої GNSS-системи та неметричних камер з QR-кодованими цілями. Запропонована методика дозволяє визначити зміну

геометричних параметрів конструкції під впливом зовнішніх факторів або навантажень, на основі чого можна спрогнозувати величини деформацій в подальшому.

Цікавим є застосування методів лазерного сканування для моніторингу будівель та споруд (Śmielewski et al., 2023; Madimarova et al., 2022). За словами авторів, перевагою такого методу є швидке отримання великої кількості інформації, проте великий обсяг часу затрачається саме на опрацювання отриманих даних.

У праці фахівців з лазерного сканування (Zhou et al., 2022) представлено огляд методів та застосувань дослідження на основі візуалізації та лазерного моніторингу. Також пропонується застосування автоматичних безконтактних систем моніторингу і створення алгоритмів та програм для вирішення цих проблем.

У наступній статті (Kaartinen et al., 2022) розглядаються розробки для моніторингу стану конструкцій з використанням LiDAR, спрямовані на виявлення тріщин, деформацій, дефектів або змін у конструкціях з часом. Дослідження стосуються широкого спектру систем цивільної інфраструктури, включаючи мости, дороги та тротуари, тунелі та аркові конструкції, також оцінювання після катастроф тощо. Автори підкреслюють значний потенціал мобільних та стаціонарних пристроїв LiDAR (Light Detection and Ranging) для виявлення пошкоджень, оскільки сканування надає детальну геометричну інформацію про структури, що оцінюються

Виклад основного матеріалу

Для забезпечення проведення моніторингу будівлі у фундамент було закладено деформаційні марки загальною кількістю 63 знаки, що обумовлено доволі складною конфігурацією будівлі (рис.1). На об'єкті виконано 5 серій вимірів у період 09/2019 – 06/2024 рр. Виміри виконували високоточним електронним нівеліром DL-501 (серійний номер 560168) з автоматичним взяттям відліків за штрихковою рейкою. Перед початком кожної серії спостережень виконували дослідження нівеліра за програмою, вказано в інструкції з експлуатації приладу. Матеріали кожної серії спостережень зрівнювалися параметричним методом і виконувалась оцінка точності вимірів із використанням спеціально розробленого програмного комплексу, що базується на вирішенні оптимізаційної задачі нелінійного програмування.

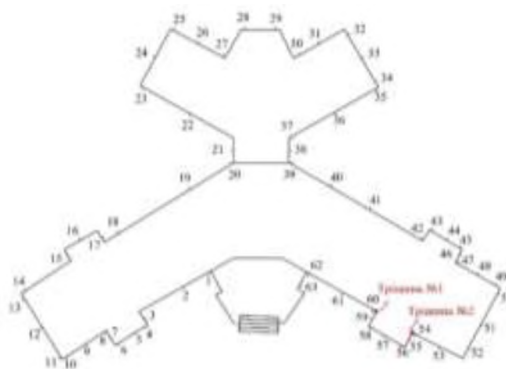


Рисунок 1. Схема розміщення деформаційних марок на будівлі.

Зафіксовані величини осідань на ділянках марок 43-47 та 55-59 в діапазоні від (- 2.5 мм) до (-7.6 мм) свідчать про те, що відбувається поступове осідання фундаментів відповідних сходових кліток відносно основного фундаменту будівлі, що видно і на графіку (рис. 2).

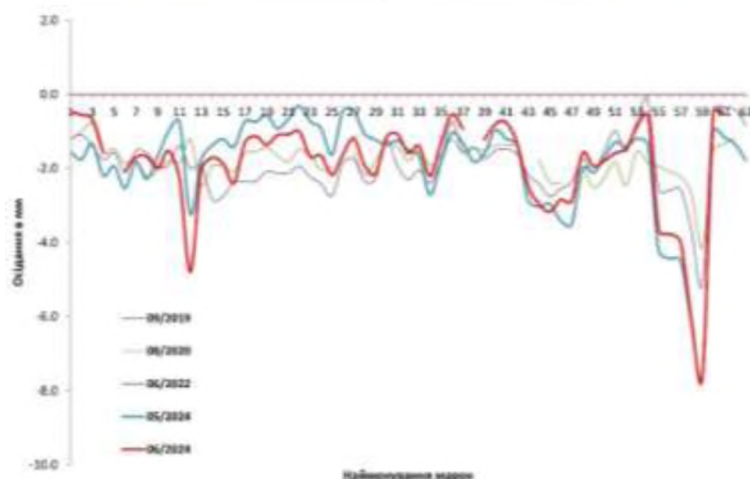


Рисунок 2. Графік осідань деформаційних марок фундаментів будівлі за результатами вимірів у період з 09/2019 р. по 06/2024р.

Висновки

Результати геодезичного моніторингу деформаційних фундаментних марок досліджуваної будівлі у період від 09/2019 р. до 06/2024 р. свідчать про наявність процесу осідання фундаментів сходових кліток правого крила будівлі відносно основного фундаменту (величини осідань від -2.5 мм до -7.6 мм). За досліджуваний період зафіксоване середнє осідання фундаментних деформаційних марок складає -1.9 мм. Проте найбільшу загрозу для будівлі становить саме нерівномірність осідань деформаційних марок (від -0.5 мм до -7.6 мм), що і призводить, на нашу думку, до утворення тріщин як на стінах (рис. 4), так і на фундаменті.

Перелік літературних джерел

- Mamajonova, N., & Mirzayev, B. (2023). Monitoring and analysis of geodetic visual deformation. *Theoretical aspects in the formation of pedagogical sciences*, 2(5), 139-141.
- Shults, R., Ormambekova, A., Medvedskij, Y., & Annenkov, A. (2023). GNSS-assisted low-cost vision-based observation system for deformation monitoring. *Applied Sciences*, 13(5), 2813. <https://doi.org/10.3390/app13052813>
- Ćmielewski, K., Karsznia, K., Gołuch, P., & Kuchmister, J. (2023). The concept of surveying set for geometrical dimensioning of difficultly accessible objects. *Archives of Civil Engineering*, 69(1). DOI: 10.24425/ace.2023.144192
- Madimarova, G., Suleimenova, D., Pentayev, T., Khalykov, Y., Baydauletova, G., Tumazhanova, S., Stankova, H. The geodetic monitoring of deformations of a high-rise building using ground-based laser scanning technology. *Journal of Applied Engineering Science*, 2022, 20 (4), pp. 1083-1092. <https://doi.org/10.5937/jaes0-37001>
- Zhou, H., Xu, C., Tang, X., Wang, S., & Zhang, Z. (2022). A review of vision-laser-based civil infrastructure inspection and monitoring. *Sensors*, 22(15), 5882. <https://doi.org/10.3390/s22155882>
- Kaartinen, E., Dunphy, K., & Sadhu, A. (2022). LiDAR-based structural health monitoring: Applications in civil infrastructure systems. *Sensors*, 22(12), 4610. <https://doi.org/10.3390/s22124610>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ SLAM СКАНУВАННЯ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Ковтун Віталій^{1*}

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: ridnev@gmail.com

Анотація. У статті проаналізовано проблеми, з якими стикаються фахівці в галузі геодезії в умовах воєнного стану. Розглянуто можливість впровадження мобільного 3D-сканування для фіксації руйнувань будівель та інфраструктури внаслідок військової агресії. Наведено приклад виконання SLAM-сканування на реальному об'єкті після ракетного атаки. Встановлено переваги мобільного лазерного сканування порівняно з іншими геодезичними методами збору просторової інформації, такими як тахеометричне та GNSS-знімання.

Ключові слова: лазерне 3D-сканування, SLAM, хмара точок, GNSS.

Актуальність теми дослідження

3D сканування (SLAM – Simultaneous Localization and Mapping) – одна із найсучасніших технологій геодезії, яка відкриває широкі можливості завдяки здатності точно та швидко збирати величезні обсяги даних про поверхні та об'єкти. Отримана 3D модель стає незамінним інструментом для проектування чи реконструкції об'єкту.

22 червня 2024 р. внаслідок російської атаки на Прикарпаття, були пошкоджені і частково зруйновані деякі корпуси Університету. Війна сягнула тилового Івано-Франківська й наробила багато лиха. Через підвищений ризик повторних обстрілів протягом найближчого часу після атаки, виникла гостра необхідність виконати дуже оперативно спостереження за руйнуваннями, а згодом опрацювати дані вже у безпечному місці. Уже наявний досвід виконання мобільного 3D сканування став у нагоді.

Представлені дослідження мають важливе значення для розуміння можливостей та обмежень SLAM сканування у геодезії в умовах активних воєнних дій на території держави.

Методика

За останні кілька років в геодезії спостерігається значний прогрес у використанні технологій, пов'язаних із лазерним 3D скануванням, особливо для визначення просторового положення об'єктів. Можливості мобільного 3D сканування розглядаються у ряді наукових публікацій (Panfilova et al., 2020; Kalvoda et al.; Puente I. et al., 2013), де автори зосередились на використанні даного методу для геодезичного супроводу будівництва. У роботах (Sigalov et al., 2017; Kang et al., 2015) пропонують алгоритм, що дозволяє аналізувати можливі помилки та попереджати про них учасників майбутнього проєкту.

Інтенсивні воєнні дії, які тривають понад два роки, зумовили зміни для фахівців у царині геодезії у двох напрямках. По-перше, напревеликий жаль, на порядку денному постали такі види практичної діяльності: фіксація руйнувань об'єктів житлової, громадської забудови та інфраструктури внаслідок повітряних атак; встановлення деформацій споруд та розрахунок їхньої стабільності; картографування забруднених шкідливими

речовинами, замінованих, затоплених, спалених чи змінених іншими чинниками впливу території.

По-друге, виникли певні обмеження у роботі спеціалістів, до яких необхідно пристосуватись, як-от обмежений доступ до деяких баз даних; проблеми із застосуванням GNSS-технологій; відсутність доступу до пунктів державної геодезичної мережі, закладених на територіях активних воєнних дій, тощо.

Метою наково-практичних досліджень є визначення можливостей SLAM сканування у реаліях воєнного стану країни.

Виклад основного матеріалу

Проведення експериментальних досліджень новітніх технологій є важливою передумовою для забезпечення їх надійного та ефективного використання в різних напрямках геодезії. Особливо критичним показником у геодезії є точність вимірювань та їх надійність; це зокрема стосується і використання мобільного 3D сканування із методом опрацювання даних SLAM, які почали широко використовуватись для визначення геометричних параметрів об'єктів.

Отже, повернемося до ракетної атаки 22 червня 2024 р. Протягом першої ж доби було виконано SLAM сканування приладом ALPHAGEO SLAM R100 території навчального закладу. Сесія сканування тривала 40 хв, тобто польові роботи на потенційно небезпечній території (на той момент часу) тривали менше однієї години. Результати знімання опрацювали у спеціалізованому програмному забезпеченні LIXEL STUDIO. Для локалізації отриманої хмари точок використали 9 опорних точок, розташованих на території сканування. Координати цих точок визначили RTK способом GNSS приймачем у місцевій системі координат. Кольоризація хмари точок виконана з допомогою цифрової камери Insta 360 ONE RS 1-Inch, прилаштування якої передбачено конструкцією SLAM.



Рисунок 1. Кольоризована хмара точок пошкоджених будівель ІФНТУНГ

Маючи у розпорядженні таку детальну просторову модель задоволеної території, яка зазнала ракетної атаки, можна камерально виконувати оцінку завданих збитків. Таким чином зменшується час фізичного перебування на ураженій території.

Отже, розглянемо переваги SLAM сканування в умовах воєнного стану. Очевидним плюсом даної технології є швидкість виконання польових робіт (у нашому випадку,

сканування зайняло менше однієї години та виконувалось одним інженером). На територіях активних бойових дій агресор застосовує тактику повторних ударів, тому важливо швидко покинути атаковану територію. Якщо мова йде про тилові регіони, то час теж важливий фактор. Адже жителі пошкоджених будівель зацікавлені якнайшвидше приступити до відновлення житла (прибрати уламки, відновити скління тощо), і фіксація матеріальних збитків не може тривати довго.

Наступною перевагою, наприклад у порівнянні з інструментальними методами, є те, що сканування – це метод дистанційного збору інформації. Тобто інженер отримує дані щодо просторового положення об'єктів не наближаючись впритул до них, не наражаючи себе на небезпеку завалу споруду чи вибуху.

SLAM сканування є автономним методом збору просторової інформації, яке не залежить від наявності тривалого безперебійного GNSS сигналу чи електроенергії у районі робіт. Працювати можна навіть в темну пору доби, у такому випадку отримаємо некольоровану хмару точок.

Висновки

У роботі досліджено можливість застосування методу мобільного 3D сканування в умовах воєнного стану. Для цього виконано SLAM сканування забудованої території навчального закладу з метою фіксування завданих збитків та руйнувань об'єктів унаслідок ракетної атаки. На основі кольорованої хмари точок можна виконувати оцінку стану стабільності об'єктів, розрахунки матеріальних збитків, складати план відновлювальних робіт. Перевагами технології SLAM сканування є короткий час польових робіт, за який можна отримати велику кількість просторових даних, дистанційний спосіб збору даних, а також автономний режим роботи.

Перелік літературних джерел

Kalvoda, P., Nosek, J., Kuruc, M., Volarik, T., & Kalvodova, P. (2020, December). Accuracy Evaluation and Comparison of Mobile Laser Scanning and Mobile Photogrammetry Data. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 609, No. 1, p. 012091). IOP Publishing. DOI: [10.1088/1755-1315/609/1/012091](https://doi.org/10.1088/1755-1315/609/1/012091)

Kang T. W., Hong C. H. A study on software architecture for effective BIM/GIS-based facility management data integration. *Automation in Construction*. 2015. №. 54. p. 25–38. DOI: [10.1016/j.autcon.2015.03.019](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.019)

Panfilova E.E., Malkin I.I. Risk management information system in the organizations of the construction industry as a tool for increasing business revenue. Relevant lines of scientific research: theory and practice. *TSNS Interaktiv Plus*. 2020. p. 132–137. DOI: [10.21661/r-530347](https://doi.org/10.21661/r-530347)

Sigalov K., Konig M. Recognition of process patterns for BIM-based construction schedules. *Advanced Engineering Informatics*. 2017. №. 33. p. 456–472. DOI: [10.1016/j.aei.2016.12.003](https://doi.org/10.1016/j.aei.2016.12.003)

Review of mobile mapping and surveying technologies. / Puente I., González-Jorge H., Martínez-Sánchez J., Arias P. *Measurement*, 2013. 46.7. p. 2127-2145. DOI: [10.1016/j.measurement.2013.03.006](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.03.006)

Ковтун В., Лиско Б., Куценко О., Пилип'юк Р. Дослідження точності визначення просторового положення об'єктів методом slam сканування. *Геофорум-2024*: зб. тез міжнар. наук.-техн. конф., м. Львів, 10-12 квітня 2024 р. Львів- Брюховичі, 2024. С. 27–29. URL: <https://surl.li/pmhlij>

ІНТЕГРАЦІЯ ДАНИХ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ В ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ БУДІВЕЛЬ (BIM)

Мельник Олександр^{1}, Олеськів Роксолана²*

¹ ст.гр. Б-23-3, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна,
*e-mail: oleksandr.melnik-b233@nung.edu.ua

² Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна.

Анотація. *Сучасне будівництво стикається з викликами, пов'язаними з контролем за станом будівельних об'єктів протягом усього їхнього життєвого циклу, що особливо актуально в умовах складних подій в Україні. Актуальність дослідження полягає у необхідності розробки ефективного підходу до моніторингу, який дозволив би інтегрувати дані про деформації та осідання безпосередньо в цифрову модель об'єкта. Методика дослідження базується на використанні високоточних геодезичних вимірювань, отриманих за допомогою електронних тахеометрів та GNSS-приймачів. Ці дані в реальному часі передаються в інформаційну модель будівлі (BIM). Застосований підхід дозволяє створити динамічну цифрову копію об'єкта, яка відображає його актуальний фізичний стан. Основними результатами дослідження є демонстрація того, як така інтеграція дозволяє автоматично оновлювати BIM-модель, надаючи можливість оцінювати вплив деформацій на конструкцію.*

Ключові слова: *геодезичний моніторинг; BIM-технології; деформації; управління життєвим циклом; цифровий двійник; інженерна геодезія; інформаційна модель будівлі.*

Актуальність теми дослідження

В умовах зростання висотності та складності будівельних об'єктів, а також підвищених вимог до їхньої безпеки та надійності, інтеграція даних геодезичного моніторингу в інформаційні моделі будівель (BIM) набуває особливої актуальності. Традиційні методи моніторингу є трудомісткими, схильними до помилок і не дозволяють отримувати дані в реальному часі, що створює суттєві обмеження для оперативного прийняття рішень щодо експлуатації та обслуговування об'єкта.

Дане дослідження спрямоване на розробку ефективної методики інтеграції даних високоточного геодезичного моніторингу в BIM-модель. Запропонований підхід дозволить створити цифровий двійник будівлі, який може стати не лише інструментом моніторингу, а повноцінною платформою для передбачення, аналізу та управління ризиками в будівельному проєкті (Савенков А.О., 2025). Наукова цінність дослідження полягає в розробці нових алгоритмів обробки та візуалізації геодезичних даних у середовищі BIM, що сприятиме підвищенню точності та достовірності інформації про об'єкт. Ці методи реалізуються на базі програмних продуктів Autodesk (Revit, Autodesk Point Layout, Navisworks, VERITY). Моніторинг полягає у порівнянні цифрової моделі з хмарою точок, отриманою після сканування деформованої конструкції. Практичне значення полягає в підвищенні безпеки експлуатації, оптимізації процесів обслуговування та зменшенні ризиків, пов'язаних з виявленими деформаціями будівельних конструкцій.

Питання геодезичного моніторингу деформацій є актуальними та нагальними водночас в сучасних реаліях (Kuttykadamov M. E., Rysbekov K. B., Milev I., Ystykul K. A., Bektur.,

2016). В умовах України, де значна кількість будівель зазнала руйнувань, зростає потреба в технічному обстеженні. Це призводить до підвищення трудомісткості робіт і скорочення термінів підготовки технічних звітів. Отже, виникає потреба в адаптації існуючих методик геодезичного контролю до нинішніх складних умов.

Методика

Стратегія дослідження базується на інтеграції геодезичного моніторингу з технологіями інформаційного моделювання будівель (BIM). Для створення «цифрового двійника» використовується поєднання таких методів:

1. Високоточний геодезичний моніторинг: Геодезичний моніторинг виконується геодезичними методами та приладами, або автоматизованими геодезичними комплексами (С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв, 2024). Вимірювання деформацій та осідань здійснюється за допомогою електронних тахеометрів з автоматичним наведенням та високоточних нівелірів. Це дозволяє фіксувати зміни положення конструкцій з точністю до міліметрів.
2. Інформаційне моделювання будівель (BIM): Користувачі програм BIM, як і в усіх інших програмах цієї технології, майже не малюють нічого вручну; їм потрібно лише заповнити графі документів, а саме малювання виконується програмою автоматично. Усі зв'язки між об'єктами моделюються за допомогою формул та відносин. (Халілов А., 2025)

Методи

1. На початковому етапі створюється геодезична моніторингова мережа з реперів та марок, прив'язаних до державної геодезичної мережі.
2. Для отримання даних застосовується автоматизований геодезичний моніторинг. Тахеометри Leica TS60 встановлюються на стабільних точках та запрограмовані на періодичне вимірювання положення контрольних марок.
3. Отримані дані обробляються та перетворюються у формат, сумісний з BIM-програмним забезпеченням (наприклад, Autodesk Revit). Розроблені спеціальні скрипти автоматизують імпорт та візуалізацію даних.
4. У BIM-середовищі дані про деформації та осідання відображаються у вигляді кольорових карт, графіків або анімованих моделей. Це дозволяє візуалізувати динаміку змін та виявляти критичні зони.

Виклад основного матеріалу

Експериментальне дослідження було проведено на об'єкті масового житлового будівництва (панельний будинок), що зазнав часткових руйнувань. Метою було визначити фактичні деформації та оперативно інтегрувати ці дані в цифрову модель для розробки проекту відновлення.

1. Експериментальна установка та збір даних

На об'єкті була розгорнута автоматизована моніторингова система з двох роботизованих тахеометрів Leica TS60 та 35 контрольних марок. Збір даних здійснювався автоматично з періодичністю 2 години протягом тижня, що дозволило відстежувати динаміку осідань та зсувів.

2. Обробка та інтеграція даних у BIM-модель

Дані з тахеометрів надходили до програмного комплексу Leica GeoMoS. Після первинної обробки інформація експортувалася у формат CSV. Спеціально розроблений плагін в Autodesk Revit автоматично імпортував ці дані в BIM-модель.

На BIM-моделі кожна марка була візуалізована як динамічний об'єкт, що змінював колір залежно від рівня деформації (**Рисунок 1**): зелений (норма), жовтий (посилений контроль) та червоний (критичні деформації).

3. Ключові результати

Аналіз інтегрованих даних дозволив отримати такі ключові результати (**Таблиця 1**):

- Нерівномірне осідання: максимальне зміщення фундаментної плити в пошкодженій зоні перевищило 30 мм, а в неушкоджених секціях воно становило близько 5-7 мм.
- Горизонтальні зсуви: горизонтальний зсув верхніх поверхів пошкодженої секції на 15-20 мм, що свідчить про серйозні пошкодження несучих стін.

Іноді роботи пов'язані з циклічним процесом моніторингу у зв'язку з появою тріщин на стінах будівлі. У 2019 р. було розроблено програму геодезичних спостережень та проведено рекогностування території об'єкту досліджень (Гера О. та інш., 2024). У кожному конкретному випадку вихідні знаки планової основи закладено поза зоною очікуваного впливу від можливих деформацій.

На прикладі проведених робіт по геодезичному моніторингу пошкоджених висотних будівель варто зосередити увагу на оптимізації цього процесу. Досвід проведених інструментальних робіт дозволяє отримати великий набір даних, інтерпретуючи які можна застосувати їх для просторової візуалізації об'єкта з усіма елементами. Приступивши до першого та найважливішого етапу моніторингу виникає завдання підбору методології і підбір матеріально-технічного забезпечення. Наступним, не менш важливим, етапом є встановлення спостережних станцій (Zorin, E., Yakovenko, M., & Ben, I., 2023).

Об'єднання даних геодезичного моніторингу з BIM-технологіями від Autodesk забезпечує значні переваги у процесі відновлення будівель. Основні з них:

- Динамічна візуалізація та створення цифрового двійника: Використання Revit дозволяє перетворити статичні дані з вимірювань у динамічні кольорові карти, накладені безпосередньо на 3D-модель будівлі. Це створює "цифровий двійник", що дозволяє фахівцям порівнювати проєктні дані з фактичним станом об'єкта в реальному часі, виявляючи навіть мінімальні відхилення.
- Ефективність та автоматизація: Програмне забезпечення від Autodesk, завдяки вбудованому API, дозволяє автоматизувати імпорт даних та оновлення моделі, значно скорочуючи час на аналіз і мінімізуючи ризик помилок.
- Координація та прийняття рішень: Такі програми, як Navisworks, об'єднують усі дані моніторингу в єдину достовірну інформаційну модель, що забезпечує злагоджену роботу всіх учасників проєкту. Наочна візуалізація критичних зон дозволяє швидко ухвалювати рішення щодо посилення конструкцій та планування відновлювальних робіт.

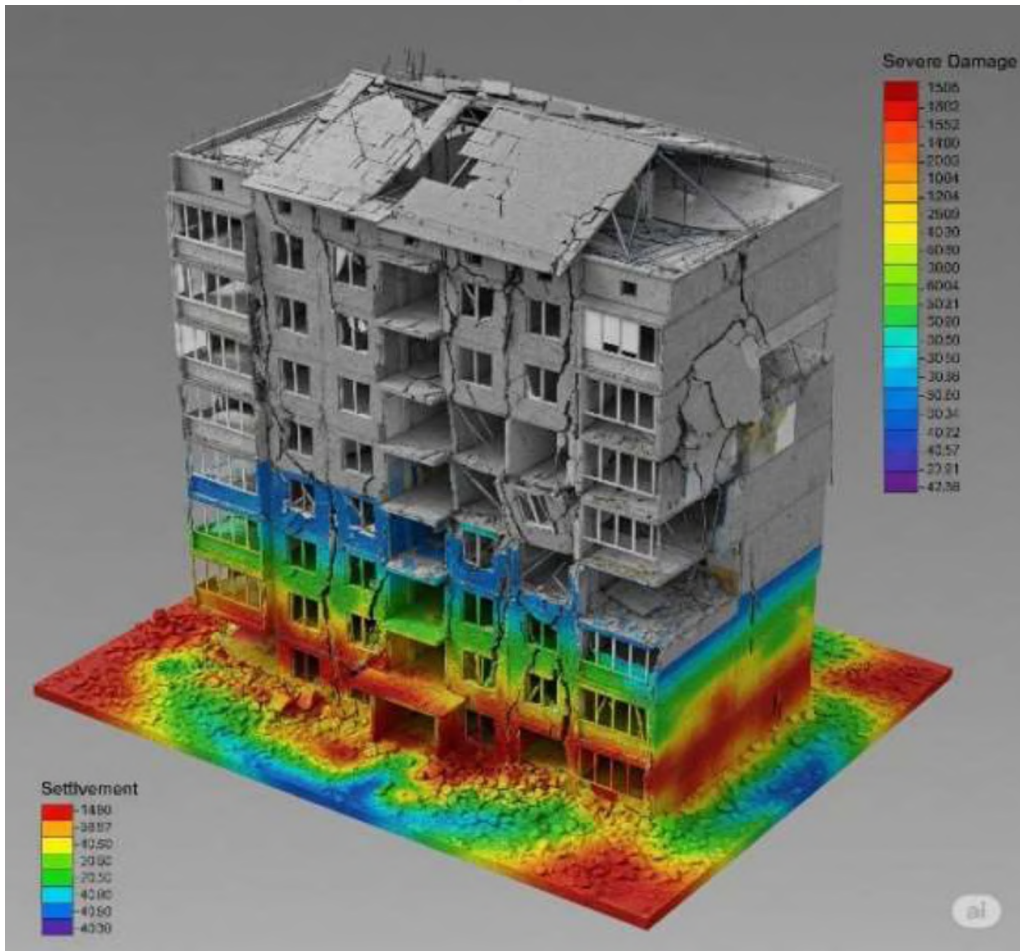


Рисунок 1. Прогнозована BIM-модель пошкодженої будівлі з візуалізацією деформацій у реальному часі

Ці результати демонструють, що використання інтегрованої системи геодезичного моніторингу та BIM-технологій дозволяє не лише отримати точні дані, а й значно прискорити процес їх аналізу та прийняття рішень, що є критично важливим в умовах відновлення країни.

Таблиця 1. Зведені результати моніторингу ключових точок

Точка моніторингу	Положення	Горизонтальний зсув (мм)	Вертикальне осідання (мм)	Стан
M01	Фундамент (пошкоджена зона)	8	32	Критичний
M12	Несуча стіна (пошкоджена зона)	16	15	Критичний
M25	Фундамент (неушкоджена зона)	1	6	Стабільний
M33	Верхній поверх (неушкоджена зона)	2	8	Стабільний

Висновки

Проведене дослідження демонструє ефективність інтеграції даних геодезичного моніторингу в BIM-модель для оцінки технічного стану будівельних об'єктів. Застосована методика, що поєднує високоточні автоматизовані вимірювання та динамічне оновлення цифрової моделі, дозволила не лише зафіксувати деформації, але й надати повну візуалізацію їхніх наслідків.

Система забезпечила збір даних із точністю до міліметрів, а їхня інтеграція в BIM-модель відбувалася в режимі, близькому до реального часу. Це дозволило скоротити час на аналіз стану об'єкта на 60-70% порівняно з традиційними методами.

Перелік літературних джерел

- Гера О., Гринішак М., Дорош Л., Олеськів Р., Михайлишин В. (2024). Особливості розроблення проекту спостережень за осіданнями фундаментів багатоповерхової будівлі. *Технічні науки та технології*, 2(24). 227-234. URL: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-2\(36\)-303-311](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-2(36)-303-311)
- Kuttykadamov M. E., Rysbekov K. B., Milev I., Ystykul K. A., Bektur. (2016). Geodetic monitoring methods of high-rise constructions deformations with B. K. modern technologies ap-plication / *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*.–2016.– Vol.93(1).–Pp.24-31. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84995544464&origin=scopusAI>.
- Нестеренко С. Г. Технології геодезичного моніторингу територій, будівель і споруд : конспект лекцій для здобувачів третього (освітньонаукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій / С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 87 с. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/66584>
- Савенков, А. (2025). Використання технології цифрового двійника для аналізу ризиків у будівельних проєктах. *Науково-практична конференція*, (с.53) Вінниця:ОДАБА,2025 URL: https://molodyivchenyi.ua/omp/index.php/conference/catalog/download/141/2152/44_98-1
- Халілов, А. (2024). Менеджмент будівельних проєктів з застосуванням BIM технологій та штучного інтелекту на цифровій платформі. *Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії* : КНУБА, 2024 URL: <https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/halilov-dysertacziva.pdf>
- Zorin, E., Yakovenko, M., & Ben, I. (2023). Геодезичний моніторинг часових змін деформованого стану під час відновлення будівлі/споруди, що постраждала від бойових дій внаслідок воєнної агресії рф. *Наука та будівництво*, (1), 45–56. URL: <https://journal-niisk.com/index.php/scienceandconstruction/article/view/218>

ПОЄДНАННЯ МЕТОДИК ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ОБСТЕЖЕННІ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

Олеськів Роксолана^{1*}

¹Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: roksolana.oleskiv@nung.edu.ua

Анотація. Розглянуто можливості застосування сучасних геодезичних методів для моніторингу технічного стану об'єктів нафтогазової інфраструктури. Обґрунтовано стратегічну значущість забезпечення безперебійного та безпечного функціонування зазначених об'єктів як ключового чинника стабільного соціально-економічного розвитку держави та підтримання її позитивного міжнародного іміджу. Основну увагу зосереджено на аналізі методів геодезичного контролю трубопровідних систем як ефективного інструменту технічного нагляду. Обґрунтовано можливість використання 3D-сканування для знімання надземних частин трубопроводів, сучасних трасошукачів для відстеження підземних ділянок та застосування стандартних інженерно-геодезичних вишукувань для побудови 3D-моделей об'єктів з великою кількістю технологічного оснащення та окремих елементів.

Ключові слова: геодезичний моніторинг, 3D-сканування, інженерно-геодезичні вишукування.

Актуальність теми дослідження

Дослідження присвячене застосуванню сучасних геодезичних методів і технологій для моніторингу технічного стану об'єктів нафтогазової галузі. Безпечна та стабільна робота інфраструктури, зокрема магістральних трубопроводів, компресорних станцій та інших об'єктів галузі, є ключовою темою для енергетичної безпеки та соціально-економічного розвитку.

Темі аналізу небезпеки аварій газопроводів та нафтогазопроводів, а також методикам картографування ризиків експлуатації присвячено велику увагу (Bariha N, Mishra IM, Srivastava VC, 2016; Ren, J., Zhao, Y., Sun, Z. et al., 2025). Запобігання небезпечних проявів сучасними геодезичними методами моніторингу такого типу об'єктів є ключовим завданням сьогодення в умовах енергетичної незалежності.

На території України розташовано значну кількість свердловин, що пов'язано з багатовіковою історією видобутку вуглеводнів. Особливої уваги заслуговує західна частина країни, що охоплює декілька нафтогазоносних областей: Львівську, Івано-Франківську, Чернівецьку та Закарпатську, на території яких виявлено 91 родовище. Нафта подекуди залягала в геологічних пластах на відносно незначних глибинах, переважно в межах кількох десятків метрів. Це зумовлювало використання примітивних способів як видобутку, так і транспортування. Здебільшого були прокладені наземні або заглиблені трубопроводи, виготовлені переважно зі сталевих або чавунних секцій, що з'єднувалися муфтами. Ці трубопроводи мали обмежений термін експлуатації через корозію та недостатній технічний нагляд.

На сьогодні нафтогазовидобувні підприємства ведуть систематичний облік діючих і законсервованих свердловин та систем трубопроводів. Однак через застарілість паперових носіїв спостерігається низька якість відображення геопросторових даних, що обмежує їхню актуальність для сучасних технічних потреб.

Методика

Описано кілька методик, які зручні для обстеження сучасного стану мереж об'єктів нафтогазового комплексу. Серед них: лазерне сканування, застосування сучасних трасошукачів з вбудованими системами навігації та геодезичні вишукування з метою відображення великої кількості елементів на технологічного устаткування на спеціалізованих вузлах.

Представлено результат наземного лазерного сканування ділянки нафтопроводу «Дружба» з використанням Leica ScanStation C10. Отримано 3D-модель об'єкта, що включає відкриті майданчики з рослинним покриттям та виходами підземних комунікацій (труби діаметром Ø200–400 мм) (Олеськів Р., Гера О., 2019). Методика забезпечує високу точність, скорочення часу польових робіт і придатна для моніторингу об'єктів нафто- та газопромислів. Методики проведення інженерно-геодезичних вишукувань є більш ресурснозатратними, проте результати застосування більш стандартних геодезичних приладів, таких як тахеометри, забезпечують даними для побудови графічного зображення для візуалізації об'єктів.

Виклад основного матеріалу

Геодезичні роботи при наземному лазерному скануванні полягають у відтворенні поверхні об'єктів у вигляді масиву точок. Задавши область сканування (так званий сектор повороту дзеркала) і крок сканування в кожному напрямку можна отримати детальну зйомку об'єкта.

На рис.1 (а) зображено модель по поверхні трубопроводу на ділянці магістрального трубопроводу «Дружба», що проходить територією Львівської області методом лазерного сканування. Застосований стаціонарний лазерний сканер LeicaScanStation C10. Інша проведена робота стосується результату створення 3D-моделі газорозподільної станції (ГРС) на території Івано-Франківської області (рис.1 (б)). Така модель площинного об'єкта, побудована на основі даних інженерно-геодезичних вишукувань з використанням тахеометра Sokkia SET630RK.

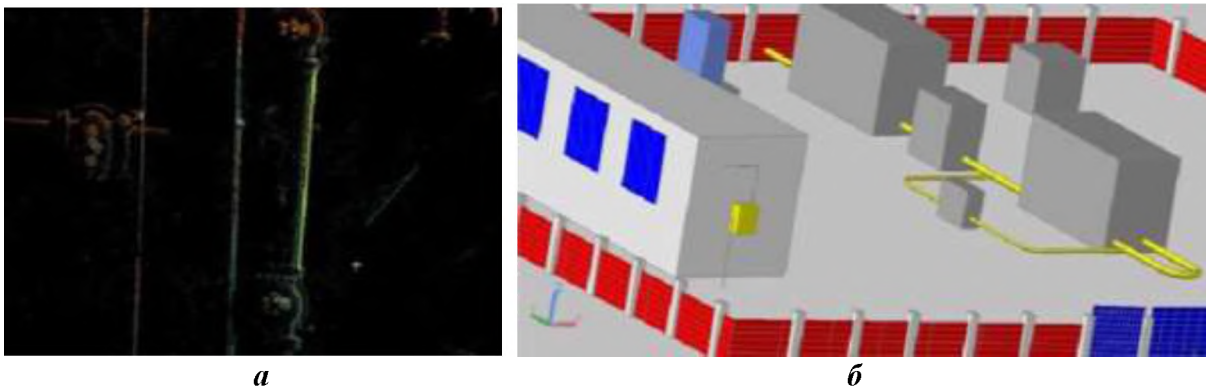


Рисунок 1. 3D моделі об'єктів нафтогазопромислу: а. трубопроводу; б. ГРС.

Використовуючи результати детальної геодезичної зйомки та відповідне програмне забезпечення, можливо створити тривимірну модель об'єкта. Цей метод потребує значно більше часу на проведення спостережень у порівнянні з лазерним скануванням, проте залишається ефективним. Його доцільно застосовувати на окремих об'єктах, де встановлено велике різноманіття технологічного устаткування.

Дані спостереження можна застосовувати на об'єктах як нафто-, так і газопромислах. Іноді для отримання просторових характеристик наземних трубопроводів, які розташовані на значній за площею та протяжністю території (фасадів споруд, проїздів,

під'їздів тощо) зручно використовувати мобільні лазерні сканери. В поєднанні з сучасними технологіями, точність знімання території, виконаного за допомогою наземного лазерного сканування (TLS), у багатьох аспектах відповідає результатам нормативних методів знімання. Порівняння SLAM сканування та наземного лазерного сканування представлено в праці Медведського Ю., Нестриги А., 2025. Метод SLAM сканування є простим у застосуванні, що вимагає мінімального рівня кваліфікації інженера, який виконує сканування. Перевагою також є коротка тривалість польових робіт (Ковтун В., Гера О., Дорош Л., 2025). Для відстеження підземних трубопроводів, де подекуди мережі є досить щільні, зручно застосовувати трасошукачі. Сучасні моделі трасошукачів дозволяють відстежувати трубопроводи на глибині 10 метрів, що в подальшому опрацюванні є основою для картографування мереж в просторовому форматі. Вдосконалені моделі трасошукачів поєднують точність RTK GNSS. Використання вбудованого модуля 4G LTE забезпечують геодезичну точність координат і даних про розташування комунікацій.

Висновки

Поєднання методів та різноманітного спеціалізованого обладнання дозволяє застосовувати зручні у використанні та в подальшому опрацюванні отриманих даних, багатофункціональні пристрої. Описано та розглянуто кілька методів геодезичного моніторингу об'єктів нафтогазопроводів, на основі яких є можливість складання графічних додатків з просторовим відображенням важливих елементів. Застосування лазерного сканування, проведення інженерно-геодезичних вишукувань, використання сучасних трасошукачів оптимізують роботу по відстеженні об'єктів дослідження. Відсутність актуальних картографічних даних ускладнює контроль технічного стану свердловин та обладнання для видобутку вуглеводнів. Їх оновлення й збереження у цифровому форматі підвищить ефективність управління та розвиток нафтогазової галузі регіону.

Перелік літературних джерел

- Bariha N, Mishra IM, Srivastava VC (2016) Hazard analysis of failure of natural gas and petroleum gas pipelines. *J Loss Prev Process Ind* 40:217–226. <https://doi.org/10.1016/j.jlpp.2015.12.025>
- Ковтун В., Гера О., Дорош Л. (2025). Практичний досвід використання SLAM для створення топографічних планів масштабу 1:500/ Practical experience of using SLAM for creating topographic maps at a scale of 1:500. *Матеріали 28-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2025»*, 09–11 квітня 2025, Львів, Україна. <https://surli.cc/jxkuki>.
- Медведський Ю., Нестрига А. Порівняння Slam сканування та наземного лазерного сканування. *Матеріали 28-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2025»*, 09–11 квітня 2025, Львів, Україна. <https://surli.cc/jxkuki>.
- Олеськів Р., Гера О. Сучасні геодезичні методи моніторингу технічного стану наземних об'єктів нафтогазової промисловості. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, серія «Технічні науки»*. – Київ, 2019. – Том 30 (69), № 6. – С. 221 – 225. <https://surli.li/tapmdx>
- Ren, J., Zhao, Y., Sun, Z. *et al.* Risk mapping for oil–gas pipeline under mining-induced subsidence through analytical methods. *Int J Coal Sci Technol* 12, 53 (2025). <https://doi.org/10.1007/s40789-025-00788-z>.

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ І ГІДРОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Тарнавський Вячеслав^{1*}

¹ Кафедра геодезії, землеустрою та інженерії безпілотних технологій, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна, *e-mail: viacheslav.tarnavskvi@btsau.edu.ua

Анотація. У дослідженні проаналізовано результати апробації інноваційної інтегрованої моделі топографо-геодезичних та гідрографічних досліджень, яка передбачає комплексне використання геодезичних і гідрографічних систем, методів та вимірювальних пристроїв для отримання високоточних геопросторових даних. Модель забезпечує можливість створення тривимірних (3D) і двовимірних (2D) картографічних моделей водного простору та пов'язаних з ним об'єктів, з урахуванням рельєфу дна, конфігурації берегової лінії та площинних характеристик водойми. Врахування зазначених факторів є критично важливим для раціонального господарського використання водних природних ресурсів.

Експериментальні дослідження виконані на прикладі ставка, розташованого у Київській області, Білоцерківському районі, Тетіївській територіальній громаді, с. Ріденьке (за межами населеного пункту), Україна. Збір даних здійснювався із застосуванням кількох взаємодоповнювальних методів: гідролокаційного зондування, GNSS-знімання та дистанційного аерофотознімання за допомогою безпілотного літального апарата. Це дозволило виконати геодезичну інвентаризацію гідротехнічних споруд та суміжної наземної інфраструктури.

У результаті обробки отриманих даних сформовано цифрову модель місцевості (ЦММ), тривимірні та двовимірні картографічні матеріали у масштабі 1:500, що забезпечують детальну візуалізацію рельєфу дна та навколишнього середовища об'єкта. Отримані матеріали можуть бути використані для інвентаризації та паспортизації гідротехнічних споруд, а також для завдань землепорядкування та просторового планування території.

Ключові слова: безпілотні технології, водний об'єкт, глибина, рельєф, гідрографічна зйомка, землеустрій, топографо-геодезичні вишукування, GNSS, ехолот.

Актуальність теми дослідження

Останнє десятиріччя ознаменувалося активним впровадженням інноваційних технологій у геодезію та гідрографію, зокрема безпілотних літальних апаратів (БПЛА) з фотограмметричними системами, GNSS RTK/PPK технологій, гідроакустичних приладів нового покоління, а також алгоритмів автоматизованої обробки даних із використанням штучного інтелекту (AI). Комплексне застосування цих технологій відкриває можливості для отримання високоточних, оперативних та багатовимірних геопросторових даних, необхідних для паспортизації, інвентаризації та екологічного моніторингу водних об'єктів.

Дослідження провідних вчених (Buzás, N., & Kovács, T., 2020; Schmidt, 2020) та наші дослідження (Тарнавський, Єрмилов, 2023) демонструють, що комбіноване застосування сучасних технологій відкриває нові горизонти для точного і економічного картографування водних об'єктів.

Сучасний етап розвитку геодезії та гідрографії характеризується швидким впровадженням високотехнологічних рішень, які докорінно змінюють підходи до вивчення, картографування та моніторингу водних об'єктів. Глобальні кліматичні зміни, інтенсифікація господарської діяльності в прибережних зонах, процеси ерозії та

замулення, підвищення екологічних ризиків — усі ці чинники зумовлюють потребу в оперативному отриманні високоточних даних про просторові та морфометричні характеристики акваторій.

Традиційні методи топографо-геодезичних та гідрографічних робіт, хоча й забезпечують належну точність, мають суттєві обмеження у швидкості виконання, масштабованості та вартості. У зв'язку з цим на перший план виходить використання інноваційних технологій, які дозволяють комплексно, швидко та економічно ефективно проводити дослідження водних об'єктів у різних природних і кліматичних умовах.

Методика

Дослідження виконано відповідно до норм чинного законодавства (Верховна Рада України, 1998) на основі інтегрованого підходу, який поєднує технології глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), безпілотних авіаційних платформ (БАП) та гідролокаційних вимірювальних комплексів. Така комбінація методів забезпечує високоточне отримання геопросторових даних та їх подальшу комплексну обробку з метою створення цифрових моделей місцевості (ЦММ) і водного дна. Визначення просторових координат виконувалося з використанням двочастотного GNSS-приймача ELNav I70, що працює в режимі RTK та підтримує глобальні супутникові системи GPS, GLONASS, Galileo і BeiDou.

Методика передбачала використання мережі референцних станцій в режимі «NRTK» — для контролю контурів угідь та об'єктів, та режим «Static» - для визначення та контролю висотних відміток, збереження даних у форматі RINEX для подальшої камеральної обробки (System Solution, 2025).

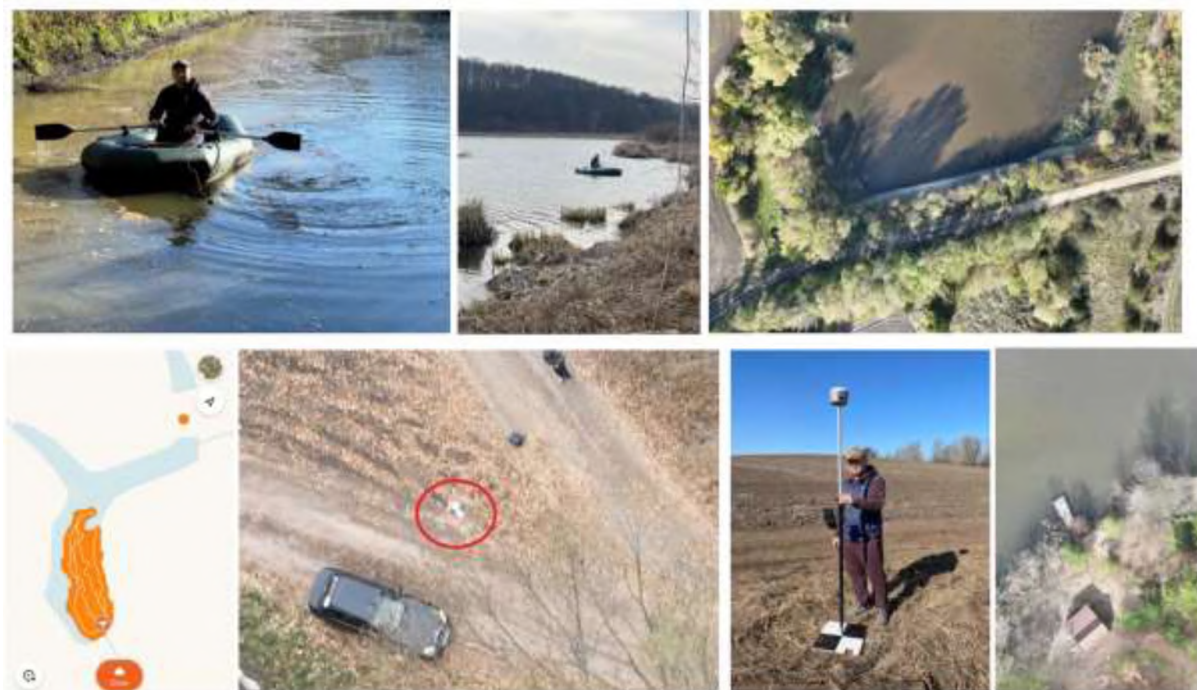


Рисунок 1. Фотофіксація проведення топографо-геодезичних та гідрографічних вишукувань

Розрахунок середньоквадратичної похибки проводився відповідно до вимог чинного законодавства щодо виконання знімання відповідного масштабу (Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2025), що дозволило забезпечити точність у межах $\pm 0,02$ м по плану та $\pm 0,03$ м по висоті.

Аерофотозйомка виконувалася безпілотним коптером DJI Mavic 3, обладнаним камерою з CMOS-матрицею 4/3" та роздільною здатністю 20 МП. Визначення оптимальної висоти польоту — 50 м для масштабів карт 1:500 та 1:1000. Встановлення наземних опорних точок розміром 50×50 см, координати яких визначалися за допомогою GNSS-приймача. Глибинні характеристики водного об'єкта визначалися за допомогою професійного ехолоту Deeper+ Sonar FLDP-13. За результатами гідрографічних вишукувань було сформовано CSV файли з експортом результатів у форматі XYZ для інтеграції з даними супутникових сесій та аерофотозйомки.

Виклад основного матеріалу

Об'єднання результатів трьох видів вимірювань здійснювалося у програмному комплексі Delta/Digitals XE, що дозволило:

- створити цифрову модель місцевості (ЦММ) у 3D-форматі;
- сформувати двовимірні картографічні матеріали у масштабі 1:500;
- провести просторовий аналіз рельєфу дна та берегової лінії.

Отримані матеріали стали основою для оцінки фактичного стану водного об'єкта, виявлення розбіжностей з даними Державного земельного кадастру (ДЗК) та підготовки рекомендацій щодо проведення інвентаризації і паспортизації водного об'єкта (Державна служба з питань геодезії картографії та кадастру, 2025).

Ключовими результатами такого підходу стали створення цифрової моделі місцевості, побудова карти висот та формування детальної хмари точок на основі матеріалів аерофотозйомки з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Особливу увагу у ході дослідження було приділено аналітичному порівнянню отриманих результатів із наявними матеріалами Державного земельного кадастру (ДЗК). Проведений аналіз виявив суттєві розбіжності між площами водного дзеркала, зафіксованими у кадастрових даних, та фактичними показниками, визначеними шляхом сучасних топографо-геодезичних та гідрографічних вимірювань. Зокрема, встановлено, що дані ДЗК, сформовані на підставі ортофотопланів 2004 року, не враховують сезонних і міжрічних змін рівня води, а також містять помилки, пов'язані з недосконалим дешифруванням зображень та відсутністю актуальної гідрологічної інформації.



Рисунок 2. Креслення водного об'єкту М 1:1000 та схема розбіжностей ДЗК та існуючого стану

Додатковим важливим аспектом є необхідність інтеграції отриманих результатів топографо-геодезичних та гідрографічних вишукувань у процес паспортизації водних об'єктів. Це дозволить мінімізувати типові проблеми, пов'язані з накладанням земельних ділянок на водні площі, помилками у визначенні категорій земель, а також іншими невідповідностями, що негативно впливають на ефективність управління земельними ресурсами та створюють ризики для збереження екологічної рівноваги у водних екосистемах.

Результати комплексного дослідження переконливо свідчать про нагальну необхідність проведення інвентаризації та актуалізації відомостей ДЗК із використанням сучасних технологій збору геопросторових даних — зокрема БПЛА, GNSS та спеціалізованого програмного забезпечення. Впровадження регулярного моніторингу стану водних об'єктів на основі інноваційних методів дистанційного зондування та високоточної геодезії створить умови для підвищення достовірності картографічних матеріалів, забезпечить належний рівень кадастрової інформації та сприятиме більш раціональному й екологічно збалансованому використанню водних та земельних ресурсів.

Висновки

Актуалізовані дані можуть стати основою для розробки проєктів землеустрою та заходів із відновлення екологічного стану водойм. Отримані результати доцільно використовувати для паспортизації та інвентаризації водних об'єктів, що дозволить усунути проблеми накладання земельних ділянок на акваторії та забезпечить правильне віднесення угідь до відповідних категорій земель. Використання інноваційних методів моніторингу варто включити у практику роботи територіальних громад та органів кадастрового адміністрування. Розробка алгоритмів інтеграції геопросторових даних у геоінформаційні системи (ГІС) з елементами штучного інтелекту для автоматизованої актуалізації кадастрової інформації.

Розширення досліджень у напрямку оцінки динаміки змін гідроморфологічних характеристик водойм для прогнозування впливу кліматичних змін та господарської діяльності на водні ресурси. Формулювання інтегральної моделі, що є узгодженою функціонально-стохастичною схемою спільного зрівнювання GNSS, БПЛА-фотограмметрії та ехолота з одночасною оцінкою рівня води й систематичних похибок. Вона має забезпечувати метрологічно контрольовану побудову єдиної топобатиметричної поверхні для задач інвентаризації, паспортизації та просторового планування.

Отже, проведені дослідження підтверджують високу ефективність інноваційних методів у сфері топографо-геодезичних та гідрографічних робіт. Систематичне застосування інтегрованих технологій дозволить суттєво підвищити точність та актуальність геопросторової інформації, що є необхідною умовою для раціонального використання та охорони водних і земельних ресурсів.

Перелік літературних джерел

- Верховна Рада України. (1998). Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність (Закон України № 353-XIV). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text>
- Міністерство аграрної політики та продовольства України. (2025). Про затвердження Порядку з топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (Наказ № 1675). Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 05 червня 2025 р. за № 868/44274. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0868-25#Text>

- Тарнавський, В. А., & Єрмилов, Д. А. (2023). Виконання комплексу аерознімальних робіт за допомогою безпілотних літальних апаратів методами RTK/PPK. У Землевпорядна галузь України: здобутки, виклики та перспективи: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (с. 75–77). Біла Церква: БНАУ.
- Тарнавський, В. А., & Єрмилов, Д. А. (2023). Переваги застосування безпілотних водних апаратів при проведенні гідрографічної зйомки. У Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (с. 74–76). Біла Церква: БНАУ.
- ТОВ «Аналітика». (2025). Delta\Digitals XE for Windows version Professional. Офіційний сайт. <http://www.vinmap.net>
- Buzás, N., & Kovács, T. (2020). Advanced GNSS methodologies for topographic surveys in urban environments. *Journal of Geodetic Science*, 10, 34–48. <https://doi.org/10.2478/jogs-2020-1234>
- Schmidt, V. (2020). Hydrographic survey with autonomous surface vessels: A best practices guide. *International Hydrographic Review*, P-1(24), 189–201. <https://doi.org/10.25607/OBP-1567>
- System Solution. (2025). Офіційний сайт. <https://systemnet.com.ua>
- Державна служба з питань геодезії картографії та кадастру (2025). Офіційний сайт.URL: <https://land.gov.ua>

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ МЕРЕЖЕВОГО УПРАВЛІННЯ В ПРОСТОРОВОМУ ПЛАНУВАННІ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ

Олексій Бойко^{1*}, Юлія Максимова²

¹ Кафедра регіоналістики і туризму, Київський національний економічний університет, Київ, Україна, *e-mail: contact@iuliesdata.com.

² Кафедра геоінформатики і фотограмметрії, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна *e-mail: office@iuliesdata.com

Анотація. В публікації розглянуто застосування моделі мережевого управління для вирішення задач публічного управління в сфері просторового планування України на прикладі ініціативи "Відкриті інструменти просторового планування для України". Визначено ключові характеристики моделі управління, що сприяли реалізації мети ініціативи, окреслено можливі шляхи інституціоналізації розглянутої моделі для її подальшого застосування в інших сферах публічного управління на місцевому рівні.

Ключові слова: просторове планування, публічне управління, openсorс, Network Governance

Актуальність теми дослідження

Сфера просторового планування в Україні стоїть перед низкою викликів, що стосуються як функціонування правових і адміністративних механізмів публічного управління сферою (Оболєнський та ін. 2023), так і матеріального та інформаційного забезпечення процесів просторового планування. Також існує проблема інтеграції європейського досвіду просторового планування та управління в специфічні для України умови взаємодії суб'єктів просторового планування (Маркіна, 2024). Відповідно, виникає потреба у дослідженнях публічного управління просторовим плануванням та пошуку шляхів вирішення окреслених проблем.

Методика

В дослідженні було проаналізовано наявні моделі управління в сфері просторового планування та використано наступні методи досліджень:

Порівняльний аналіз – для визначення спільних та відмінних рис досліджуваних моделей управління.

Морфологічний аналіз – для опису та визначення зв'язків між елементами моделей публічного управління.

Виклад основного матеріалу

Аналіз наукової літератури в галузі публічного управління просторовим плануванням дозволяє виокремити низку характерних проблем сфери. Серед них – надмірна політизація існуючої системи управління та використання представниками номенклатури владних повноважень у власних інтересах. Це призводить до непрозорого прийняття рішень, що не відповідають суспільним потребам, що в свою чергу підриває легітимність існуючих в державі інституцій. Надмірна бюрократизація механізмів управління сповільнює реакцію державного апарату на існуючі виклики та призводить до втрати актуальності управлінських рішень ще на етапі їх впровадження.

В такій ситуації доцільно звернутись до управлінських практик, що дозволяють швидко та з мінімальними ресурсами створювати рішення, актуальні управлінським викликам. Одною з таких практик є волонтерство (краудсорсинг), де учасники можуть добровільно долучитись до вирішення задачі своїм часом та експертизою.

Прикладом такої практики є ініціатива "Відкриті інструменти просторового планування для України" (Julie's Data, 2022), створена з метою розробки відкритих (open-source), безкоштовних інструментів просторового планування, доступних як для фахівців сфери, так і для широкого кола споживачів, що працюють з просторовими даними про територію України. Ініціатива об'єднала декілька десятків фахівців із галузей землеустрою, містобудування, геоінформаційних систем, науковців та інших.

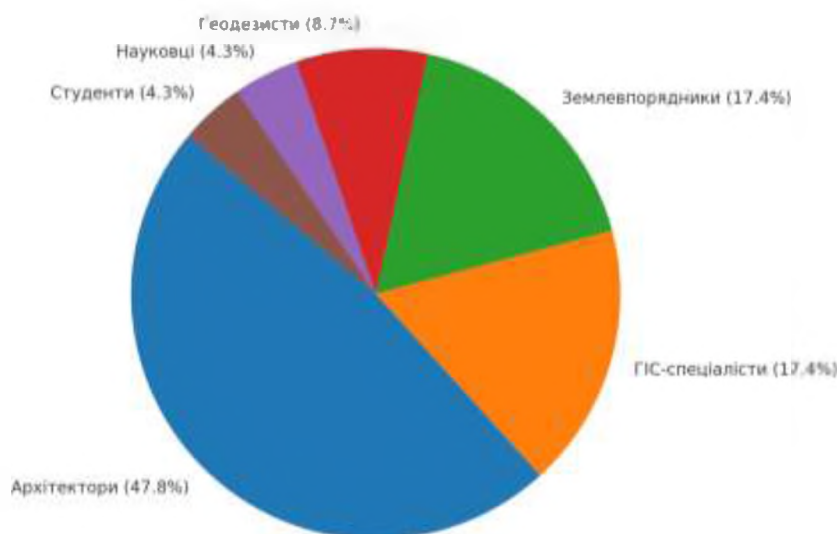


Рисунок 1. Фаховий склад учасників ініціативи.

Відправною точкою роботи ініціативи стало введення в дію наказу Міністерства розвитку громад та територій України від 22.02.2022 № 56 "Про затвердження структури Базі геоданих містобудівної документації на місцевому рівні", яке дало можливість чітко окреслити мету діяльності ініціативи. Протягом п'яти місяців від початку діяльності членами ініціативи було розроблено і презентовано тестову версію інструментів просторового планування, що включили в себе прикладні шаблони баз даних та інтерфейс взаємодії з базами даних у вигляді файлів проектів у середовищі ГІС QGIS, а через рік презентовано повноцінний набір цифрових інструментів, що дозволяє розробку і випуск містобудівної документації відповідно до чинних в Україні нормативів.

Створені цифрові інструменти поширюються за ліцензією Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 license (CC BY-SA), яка дозволяє їх вільне, безкоштовне використання та модифікацію. Використане в інструментах програмне забезпечення має відкритий код і поширюється за ліцензіями, що дозволяють безкоштовне використання та модифікацію ПЗ (Open source initiative, 2025).

Модель роботи ініціативи за своїми принципами є моделлю Мережевого управління (Network model of Governance)(Klijn & Koppenjan, 2016), прикладами застосування якої є розробка плану управління рікою Вааль в Нідерландах (Fliervoet & van den Born, 2016). Так, різноманітність та автономність суб'єктів ініціативи забезпечена інклюзивністю створених на початку діяльності публічних правил долучення нових учасників. Колаборацію та горизонтальну взаємодію було забезпечено за допомогою фреймінгу –

ітеративного процесу постановки проблеми – визначення напрямку дій – структурування задач – аналізу результатів, де рішення обговорюються зацікавленими учасниками та приймаються в результаті прямого голосування. Швидка ітерація розробки досягнута завдяки відсутності бюрократичних перепон – діяльність учасників регламентована лише одним установчим документом і календарним планом розробки. Рівний доступ до інформаційних ресурсів, потрібних для виконання задач забезпечено шляхом розміщення інформації на загальнодоступних веб-ресурсах.

Висновки

Проведене дослідження виявило переваги застосування мережевої моделі публічного управління, такі як інклюзивність та прозорість прийняття рішень, швидкість досягнення поставлених цілей та легітимність результатів, отриманих внаслідок спільної роботи. В той же час недоліками є інституційна слабкість моделі, викликана недостатньою формалізацією відносин як між учасниками ініціативи, так і між учасниками та споживачами створених цифрових інструментів просторового планування. Така інституціоналізація може бути проведена за допомогою впровадження міжнародного стандарту "цифрового суспільного блага" (digital public good, DPG), розробленого альянсом цифрових суспільних благ (DPGA) (The Digital Public Goods Alliance, 2025). Запропонована модель потребує емпіричної валідації на ширшій кількості репрезентативних кейсів, оскільки в дослідженні розглянуто лише один практичний приклад. Доцільним є тестування моделі мережевого управління для вирішення задач сфери стратегічного планування на місцевому рівні.

Перелік літературних джерел

- Пропозиція спільної розробки БГД. Правила для учасників (2022, червень 02). Консультаційна група Julie's Data. URL: https://juliesdata.com/data_base_conditions
- Klijn, Erik Hans & Koppenjan, Joop. (2016). Governance Networks in the Public Sector. <https://doi.org/10.4324/9781315887098>
- Fliervoet, J. M., & van den Born, R. J. G. (2016). From implementation towards maintenance: sustaining collaborative initiatives for integrated floodplain management in the Netherlands. *International Journal of Water Resources Development*, 33(4), 570–590.
- Governance. The Digital Public Goods Alliance, 2025. URL: <http://digitalpublicgoods.net/governance>
- OSI Approved Licenses. Open source initiative (2025). URL: <https://opensource.org/licenses>
- Особливості розвитку системи публічного управління в Україні / О. Оболенський, Л. Громоздова, М. Маркіна, А. Рвач, К. Юрченко. *Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку*. 2023. № 30. С. 14–22. URL: <https://nonproblem.net/wp-content/uploads/2023/08/BOOK-Innovation-30-site.pdf>.
- Маркіна М.І. Європейський контекст публічного управління у сфері просторового планування: аналіз та перспективи впровадження в Україні. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Сер. Публічне управління та адміністрування*. 2024. № 3. Т. 35(74). № 3. С. 45–52. URL: https://www.pubadm.vernadskyjournals.in.ua/journals/2024/3_2024/12.pdf.

РОЗРОБЛЕННЯ ВИМОГ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

Кравець Олена¹*, Незамай Борис², Гарматюк Віталій³

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: olena.kravets@nunge.edu.ua

²⁻³ Кафедра інформаційних технологій, Карпатського національного університету імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Анотація. Розроблено вимоги до програмного забезпечення та, на їх основі, веб-платформу для автоматизованого моніторингу та аналізу лісових ресурсів. Виявлено ключові недоліки існуючого програмного забезпечення, зокрема обмежену інтеграцію даних з різних джерел та недостатні аналітичні можливості. На основі аналізу сучасних методів (дистанційне зондування, ГІС, LiDAR) та особливостей лісових ресурсів було створено програмну систему. Розроблена платформа поєднує картографування, облік ресурсів, відстеження техніки та управління завданнями. Результати дослідження підтверджують, що створений веб-додаток є ефективним інструментом для сталого лісового господарства, який допомагає підвищити точність управління та оперативність прийняття рішень.

Ключові слова: лісові ресурси, ГІС, веб-платформа, програмне забезпечення.

Актуальність теми дослідження

Ефективне управління лісовими ресурсами є важливим завданням з огляду на екологічні виклики, такі як зміна клімату, вирубування лісів та природні катастрофи. Незважаючи на існування різних засобів для моніторингу та аналізу лісових ресурсів, багато з них мають суттєві недоліки, які ускладнюють їх використання в лісовому господарстві. Передусім, більшість сучасних систем не здатні ефективно об'єднувати дані з різних джерел, таких як супутникові знімки, дані наземних спостережень, БПЛА, архівні записи та бази даних. Існуюче програмне забезпечення часто пропонує лише базові аналітичні функції, не забезпечуючи глибокого аналізу даних. Такі можливості, як прогнозування тенденцій, моделювання сценаріїв або виявлення аномалій, зазвичай відсутні.

Таким чином, існуючі рішення для моніторингу та аналізу лісових ресурсів мають низку недоліків, а саме: недостатня інтеграція даних, обмежена аналітика, висока вартість, складність у використанні та відсутність підтримки мобільних пристроїв. Ці проблеми знижують їхню ефективність та доступність і виникає потреба в розробленні нової веб-платформи, яка зможе подолати ці обмеження, забезпечуючи комплексне, зручне та економічно вигідне рішення для ведення лісового господарства.

Методика

У дослідженні використано методи аналізу та синтезу. Проведено аналіз особливостей лісових ресурсів, методів їх моніторингу та існуючого програмного забезпечення в цій галузі. На основі виконаного аналізу розроблено стратегію створення нової веб-платформи для моніторингу лісових ресурсів.

Виклад основного матеріалу

Моніторинг та аналіз лісових ресурсів відіграють ключову роль у веденні сталого лісового господарства. Традиційні методи моніторингу лісових ресурсів базуються переважно на наземних дослідженнях, таких як лісова таксація та польові дослідження.

Завдяки швидкому розвитку технологій з'явилися нові методи моніторингу, які дозволяють охоплювати великі території з високою точністю та мінімальною участю людини. Дистанційне зондування передбачає використання супутникових знімків (Landsat, Sentinel, Planet) для аналізу стану лісового покриву (Goodbody, T., 2019). ГІС є потужним інструментом для обробки, інтеграції та аналізу просторових даних. Геоінформаційні системи дають змогу створювати детальні карти лісових масивів, моделювати їхній стан і прогнозувати зміни залежно від різних факторів (Chaskovskyy, O., 2020), (Horelyk, S., 2023), (Kulbanska, I., 2020). Технологія лазерного сканування (LiDAR) використовується для створення тривимірних моделей лісових масивів. Вона забезпечує високу точність у визначенні висоти дерев, щільності крон і структури підліску, що робить її незамінною для детального аналізу лісових ресурсів (Banskota, 2014). Зібрані дані потребують обробки та аналізу. Для цього застосовуються різні аналітичні підходи, зокрема: статистичні методи, машинне навчання, просторовий аналіз (Gavilán-Acuña, G., 2021).

Моніторинг та аналіз лісових ресурсів є багатогранним процесом, який потребує поєднання традиційних методів із сучасними технологіями. Кожен із цих підходів має свої сильні та слабкі сторони, але їх інтеграція в єдину систему дозволяє досягти максимальної ефективності. Така система забезпечить автоматизацію збору й обробки даних, високу точність аналізу, візуалізацію, а також оперативність у прийнятті рішень, що є критично важливим для збереження лісів і сталого розвитку лісового господарства. В процесі розробки веб-додатку для моніторингу лісових ресурсів важливим етапом є аналіз існуючих програмних рішень, що вже використовуються у цій галузі. Це дозволяє визначити наявні функціональні можливості, підходи до реалізації, а також виявити їх сильні сторони та недоліки. Було проаналізовано наступне програмне забезпечення: AFRY Smart Forestry Manager, FOVEA Forest Management System, Remsoft Operations, «Управління лісовим господарством». Кожен із згаданих продуктів має свої особливості, переваги та недоліки.

Розробка веб-платформи для автоматизованого моніторингу та аналізу лісових ресурсів вимагає глибокого розуміння їх особливостей, а також специфіки методів і підходів до моніторингу. Лісові ресурси мають унікальні властивості, які визначають підходи до управління ними та моніторингу. Ці характеристики впливають на дизайн і функціонал веб-платформи: просторова неоднорідність; динамічність; багатокomпонентність; вразливість до зовнішніх факторів; економічна та екологічна цінність.

Представлений веб-додаток являє собою інтегровану систему управління лісовим господарством, що забезпечує комплексний облік та планування лісгосподарської діяльності. Основним призначенням системи є автоматизація процесів обліку лісових ресурсів, управління ділянками лісу, планування робіт та контроль за виконанням завдань з використанням геоінформаційних технологій. Система спрямована на підвищення ефективності управління лісовими ресурсами шляхом централізованого збору, обробки та візуалізації даних про стан лісових ділянок, наявні ресурси та виробничі процеси. На відміну від аналогічних систем, розроблений веб-додаток має ряд суттєвих відмінностей:

- інтеграція геопросторових даних з управлінням ресурсами - система поєднує в собі функціонал картографування лісових ділянок з модулями обліку інвентарю та управління завданнями, забезпечуючи цілісний підхід до лісгосподарського планування;
- відстеження техніки у реальному часі - впроваджено функціонал моніторингу розташування лісгосподарської техніки на карті з можливістю візуального

розмежування ділянок та обладнання, що підвищує ефективність логістики та операційного планування;

- гнучка система обліку ресурсів - реалізовано детальний облік лісових ресурсів з прив'язкою до конкретних ділянок, що дозволяє проводити більш точний аналіз продуктивності та планування заготівельних робіт;
- інтегроване управління завданнями - система включає функціонал для призначення та контролю виконання робіт з прив'язкою до конкретних працівників та ділянок, забезпечуючи можливість відстеження виробничих процесів лісового господарства.

На рисунку 1 наведено головну сторінку розробленої веб-платформи, яка слугує центральним пунктом доступу, надаючи користувачу навігацію до всіх основних розділів: "Облік ресурсів", "Облік ділянок", "Облік працівників", "Завдання" та "Інспекції".

ID	Тип ресурсу	Кількість	Статус	Ділянка	Дата
1	Сік	100.00	ак	80.1234.24.5678	2025-04-05
2	Дерева сік	200.00	ак	80.1234.24.5678	2025-04-01
3	Дерева сік	300.75	ак	80.2345.24.6789	2025-03-28
4	Дерева сік	150.20	ак	80.3456.24.7890	2025-03-25
5	Дерева сік	400.00	ак	80.4567.24.8901	2025-01-15

Рисунок 1. Головна сторінка платформи з таблицею ресурсів

Висновки

Результатом виконаних досліджень є реалізоване програмне забезпечення, яке включає функції обліку ресурсів, планування завдань, контролю інспекцій, управління персоналом, і може бути використане при веденні моніторингу лісових ресурсів.

Перелік літературних джерел

- Banskota, A., Kayastha, N., Falkowski, M. J., Wulder, M. A., Froese, R. E., & White, J. C. (2014). Forest Monitoring Using Landsat Time Series Data: A Review. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 40(5), 362–384. <https://doi.org/10.1080/07038992.2014.987376>
- Chaskovskyy, O. H., & Hrynyk, H. H. (2020). Estimation of losses of forest cover of the Ukrainian Carpathians by remote methods based on the materials of open sources of satellite information. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(1), 66–73. <https://doi.org/10.36930/40300111>
- Gavilán-Acuña, G., Olmedo, G. F., Mena-Quijada, P., Guevara, M., Barria-Knopf, B., & Watt, M. S. (2021). Reducing the Uncertainty of Radiata Pine Site Index Maps Using an Spatial Ensemble of Machine Learning Models. *Forests*, 12(1), 77. <https://doi.org/10.3390/f12010077>
- Goodbody, T. R., Coops, N. C., & White, J. C. (2019). Digital aerial photogrammetry for updating area-based forest inventories: A review of opportunities, challenges, and future directions. *Current Forestry Reports*, 5, 55–75. <https://doi.org/10.1007/s40725-019-00087-2>
- Horelyk, S., Saul-Hoze, D., & Sych, R. (2023). Methodology for determining forest losses using GIS technologies. *Ukrainian journal of remote sensing*, 10(2), 19–26. <https://doi.org/10.36023/uirs.2023.10.2.237>
- Kulbanska, I. M. (2024). Monitoring of changes in the forest cover area of the Pokuttia-Bukovyna Carpathians using geoinformation technologies. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(5), 23-28. <https://doi.org/10.36930/40340503>

КОРИГУВАННЯ НОРМАТИВНОЇ ГРОШОВОЇ ОЦІНКИ РІЛЛІ ПІВДЕННИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ З УРАХУВАННЯМ НАСЛІДКІВ ЗМІН КЛІМАТУ ТА РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОГО ГІДРОВУЗЛА

Мартин Андрій^{1}, Синєуцький Андрій²*

¹⁻² Кафедра землевпорядного проектування, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: martyn@nubip.edu.ua

Анотація. Обґрунтовано необхідність внесення змін до Методики нормативної грошової оцінки (НГО) земельних ділянок, зокрема ріллі, відповідно до вимог Закону України № 4015-IX (2024). Запропоновано підхід до коригування показників НГО для природно-сільськогосподарських районів південних областей України на основі довгострокових змін гідротермічного коефіцієнта Селянинова (ГТК) та втрати зрошення після руйнування Каховського гідровузла (червень 2023 р.). Методика спирається на порівняння двох репрезентативних періодів (1963–1994 та 1995–2024 рр.) за даними метеостанцій, зі встановленням для кожного району коефіцієнта зміни ГТК і окремого «водного» понижувального множника там, де полив було втрачено. Показано, що найбільші кліматичні зсуви і втрати зрошення притаманні Одеській, Миколаївській, Запорізькій та Херсонській областям; для північних і центральних регіонів підстав для зниження НГО немає. Наведено розрахункові відкориговані коефіцієнти Кпсгр для вибірових районів і алгоритм їх отримання.

Ключові слова: нормативна грошова оцінка, гідротермічний коефіцієнт Селянинова, зрошення, Каховська ГЕС, природно-сільськогосподарський район, рілля, кліматичні зміни, податкове навантаження.

Актуальність теми дослідження

Відповідно до пункту 6 Закону України від 10 жовтня 2024 р. № 4015-IX «Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень у період дії воєнного стану» Кабінет Міністрів України зобов’язаний у тримісячний строк внести коригування до методики нормативної грошової оцінки (НГО) земель сільськогосподарського призначення. Метою є врахувати падіння рентного доходу внаслідок кліматичних змін (зокрема — стійкого зменшення гідротермічного коефіцієнта зволоження), а також втрати зрошення після руйнації греблі Каховської ГЕС (червень 2023 р.). Ці зміни мають бути інтегровані до результатів загальнонаціональної НГО та набути чинності 1 січня 2025 року.

Гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) – найпростіший, але й досі один із найнадійніших індикаторів того, наскільки клімат конкретного сезону придатний для польових культур. Він визначається як відношення суми опадів за період активної вегетації (травень–вересень) до суми активних температур ($> 10^{\circ}\text{C}$), помноженої на 0,1. Чим більше тепла й менше вологи – тим нижче ГТК. Для зернових і більшості технічних культур значення 1,0-1,2 означає оптимальне зволоження; інтервал 0,8-1,0 – зона підвищеного ризику втрати вологи; все, що нижче 0,8, уже вважається посушливими умовами, коли без зрошення врожайність істотно падає. Таким чином ГТК одразу «показує» інтегральний баланс клімату: якщо температури зростають швидше, ніж кількість опадів, коефіцієнт неминуче знижується, і ця цифра прямо корелює з фактичними втратами урожайності.

Користь ГТК у тому, що він спирається на довгу, репрезентативну метеорологічну статистику – українські метеостанції ведуть єдині щоденні спостереження понад

шістдесят років (див. додаток 1). Така історія спостережень дозволяє відстежити тривалі тренди. Як показує аналіз 1963-2024 рр., у степових областях середній ГТК знизився з $\approx 0,86$ до $\approx 0,76$, тобто майже на 12 % – і це падіння вже стало новою кліматичною «нормою». Водночас у Поліссі й Лісостепу навіть після зменшення показник залишається біля 1,25, тобто в межах прийнятного водозабезпечення, тому виробничі ризики там зросли набагато менше.

Методика

Базовою величиною для коригування обрано коефіцієнт, який враховує розташування території територіальної громади в межах природно-сільськогосподарського району (Кпсгр) для ріллі й перелогів (КМУ, 2021). Використано два часові зрізи метеоданих: 1963–1994 рр. (період, що лежить в основі матеріалів бонітування ґрунтів 1993 р.) та 1995–2024 рр. Для кожної метеостанції обчислено середній ГТК за травень–вересень; якщо в межах ПСГР наявні кілька станцій, використано середнє арифметичне; за відсутності станції — найближчу(і) з подібним рельєфом і ґрунтами. Для приморських районів пріоритет надано прибережним станціям. ГТК визначено за класичною формулою Селянинова:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{0.1 \times \sum T_{>10^{\circ}\text{C}}}, \quad (1)$$

де $\sum P$ — сума опадів за травень–вересень,

$\sum T_{>10^{\circ}\text{C}}$ — сума активних температур (Селянинов, 1928).

Для кожного ПСГР розраховано коефіцієнт зміни ГТК як відношення середніх 1995–2024 рр. до 1963–1994 рр. Додатково введено «водний» коефіцієнт, що враховує втрату зрошення після руйнування Каховського гідровузла (за PDNA): Херсонська — 0,85; Запорізька — 0,93; Миколаївська — 0,96; Одеська — 1,00. Підсумкову відкориговану величину обчислено множенням:

$$K_{\text{псгр.кор}} = K_{\text{псгр.баз}} \times K_{\Delta\text{ГТК}} \times K_{\text{зрош}}, \quad (2)$$

де $K_{\text{псгр.баз}}$ — базовий Кпсгр за Методикою,

$K_{\Delta\text{ГТК}}$ — коефіцієнт зміни ГТК,

$K_{\text{зрош}}$ — коефіцієнт наслідків руйнування гідровузла.

Коригування застосовано виключно до ріллі (та перелогів), оскільки пряма залежність урожайності від ГТК характерна саме для однорічних культур; для багаторічних насаджень, сіножатей і пасовищ — не застосовується. Джерела даних: ряди метеоспостережень Укргідрометцентру (1961/1963–2024), офіційна статистика площ ріллі, PDNA (Укргідрометцентр, 2024; Держстат України, 2023; PDNA, 2023).

Виклад основного матеріалу

Порівняння багаторічних даних двох інтервалів – 1963-1994 рр. (саме ці середні значення брали за основу нинішньої нормативної грошової оцінки, сформованої на матеріалах бонітування ґрунтів 1993 р.) та 1995-2024 рр. – чітко показує, що найбільші кліматичні зміни відбулися в чотирьох південних областях. В Одеській області середній ГТК упав з 0,904 до 0,790 (-0,114, тобто майже на 12 %), у Миколаївській – з 0,808 до 0,740 (-0,068, -8 %), у Запорізькій – з 0,783 до 0,737 (-0,046, -6 %). Для Херсонщини середнє значення коливається біля 0,68 і формально майже не змінилося, але й раніше

воно було нижчим за критичний поріг, а тепер область втратила ще й більшу частину штучного зрошення, тож фактичний водний баланс погіршився.

На рівні окремих метеостанцій зміни ще контрастніші: наприклад, Ізмаїл (природно-сільськогосподарський район № 7 Одещини) мав 0,82 у 1963 - 1994 рр., а зараз лише 0,64 (-0,18), Кирилівка (ПСГР № 7 Запорізької) впала з 1,03 до 0,90, Арциз (ПСГР № 6 Одещини) – з 0,90 до 0,78. Ці цифри означають, що накопичена кількість доступної для культур вологи зменшилася в середньому на 10-25 %, а ризик недобору врожаю без поливу зріс у півтора-два рази.

У поліських регіонах (Волинь, Рівненщина, Житомирщина, частково Київщина) і західному Лісостепу (Львівська, Тернопільська, Хмельницька): попри зниження ГТК з $\approx 1,7$ до $\approx 1,4$, продуктивність сільськогосподарських земель залишається стабільною. Перехід до класу «рівномірне зволоження» не ставить під сумнів поточний рівень нормативної грошової оцінки земель. У Чернігівській, Сумській, Черкаській, Вінницькій областях зменшення ГТК компенсується теплішим кліматом (довший вегетаційний період) і відсутністю втрат зрошення. Рентабельність ключових культур (кукурудза, соя) практично не впала. Отже, для цих регіонів коригування нормативної грошової оцінки не має об'єктивних підстав, а тому недоцільне, оскільки призведе до необґрунтованого зменшення дохідної бази місцевих бюджетів і створить штучні «податкові канікули».

За PDNA, зрошення втрачено на 306,5 тис. га; для Херсонської обл. близько 426 тис. га ріллі залежали від Каховського водосховища (≈ 22 % фонду ріллі 1 778 тис. га), що дає усереднений провал виробництва ≈ 15 % і обґрунтовує застосування понижувального коефіцієнта 0,85 до НГО ріллі. Для Запорізької — ≈ 200 тис. га (9–10 % фонду; коефіцієнт 0,93), Миколаївської — ≈ 100 тис. га (5 %; 0,96), Одеської — статистично незначуща частка (1,00).

Вибіркові приклади підсумкових відкоригованих значень Кпсгр для ріллі (за (2)) подано у Табл. 1; вони демонструють як зниження оцінки в зонах сталого дефіциту вологи/втрати поливу, так і стабільність/зростання там, де водно-тепловий баланс не погіршився критично.

Таблиця 1. Фрагмент розрахунку відкоригованих коефіцієнтів Кпсгр для ріллі

Область	ПСГР (шифр)	Базовий Кпсгр	Коеф. Зміни ГТК	«Водний» коеф.	Відкоригований Кпсгр
Запорізька	В'язівський (3)	0,944	0,905	0,930	0,794
Запорізька	Приморський (2)	0,791	0,970	0,930	0,713
Миколаївська	Новоодеський (5)	0,862	0,834	0,960	0,690
Миколаївська	Кривоозерський (1)	1,255	0,869	0,960	1,047
Одеська	Ізмаїльський (7)	0,971	0,775	1,000	0,752
Одеська	Балтський (1)	1,318	0,867	1,000	1,143
Херсонська	Олешківський (4)	0,678	0,979	0,850	0,564
Херсонська	Скадовський (5)	0,756	1,110	0,850	0,713

Висновки

Законодавчі вимоги (Закон № 4015-IX) та довготривалий кліматичний тренд зниження ГТК у південному степу зумовлюють необхідність перегляду НГО ріллі для ПСГР Одеської, Миколаївської, Запорізької та Херсонської областей. Коректним інструментом є пропорційна поправка до Кпсгр за відносною зміною ГТК (1995–2024 рр. проти 1963–1994 рр.) з додатковим понижувальним «водним» коефіцієнтом у зонах втрати поливу (0,85 — Херсонська; 0,93 — Запорізька; 0,96 — Миколаївська; 1,00 — Одеська). У Поліссі та більшості Лісостепу ($\text{ГТК} \geq \sim 1,2$) зниження НГО недоцільне, щоб не створювати штучного падіння дохідної бази громад. Коригування поширюється лише на ріллю/перелог; для багаторічних насаджень, пасовищ і сіножатей підстав для змін немає. Запропонований підхід узгоджує НГО з реальним водно-тепловим балансом і сучасною продуктивністю ґрунтів, роблячи податкову базу адресною та справедливою в умовах кліматичних зсувів і втрати зрошення.

Перелік літературних джерел

- Верховна Рада України. (2024). Закон України № 4015-IX «Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень у період дії воєнного стану». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4015-20#Text>
- Державна служба статистики України. (2023). Сільське господарство України 2022: статистичний збірник. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/02/zb_S_gos_22.pdf
- Держкомзем України. (1993). Матеріали бонітування ґрунтів України. Київ: Держкомзем.
- Кабінет Міністрів України. (2021). Постанова № 1147 «Про затвердження Методики нормативної грошової оцінки земельних ділянок». <https://zakon.rada.gov.ua/go/1147-2021-n>
- Український гідрометеорологічний центр. (Переглянуто 29 серпня 2025 р.). <https://meteo.gov.ua/>
- Government of Ukraine, & United Nations. (2023, October 16). Post-Disaster Needs Assessment: 2023 Kakhovka Dam Disaster, Ukraine. <https://ukraine.un.org/sites/default/files/2023-10/PDNA%20Final%20and%20Cleared%20-%2016Oct.pdf>

УДК 502.3

49

ВИКОРИСТАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ У МЕЖАХ ПРИРОДНО- ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

Гуменяк Роман^{1*}, Євсюков Тарас²

¹⁻² Кафедра геодезії та картографії, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: r.gumenvak@gmail.com

Анотація. Національна інфраструктура геопросторових даних (далі - НІГД) є ключовим інструментом для сталого природокористування на території природно-заповідного фонду України. Він передбачає стандартизовані способи збору даних та обміну ними, інтеграції їх у геоінформаційні системи (далі - ГІС), а потім централізованого доступу через геопортал. Використання НІГД дозволяє здійснювати моніторинг стану екосистем, моделювання екологічних ризиків і описує стан екосистем на додаток до підтримки управлінських рішень для менеджерів усіх рівнів. Відкритість даних веде до прозорості, підзвітності та громадського контролю в цій сфері. Розвиток НІГД створює підґрунтя для ефективного управління природоохоронними територіями та збереження біорізноманіття.

Ключові слова: національна інфраструктура геопросторових даних, зміна клімату, біорізноманіття, геоінформаційні системи, раціональне природокористування.

Актуальність теми дослідження

Управління природоохоронними територіями є одним із ключових завдань для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку країни. В умовах глобальних викликів, таких як зміна клімату та деградація екосистем, важливим стає збереження біорізноманіття та раціональне використання природних ресурсів. В Україні значна частина природних територій охороняється державою, що потребує сучасних методів управління, таких як інтеграція ГІС. Геоінформаційні системи дозволяють здійснювати аналіз просторових даних, моніторити стан ресурсів та прогнозувати наслідки управлінських рішень. НІГД відіграє ключову роль в управлінні природоохоронними територіями, забезпечуючи доступ до необхідних даних та створюючи єдину інформаційну основу для всіх учасників процесу. Однак, важливо аби законодавство завжди було прогресивним і йшло в ногу з часом та розвивалось. Це дозволить уникнути неправомірного використання природо-заповідних територій.

Методика

Інтеграція геоінформаційних систем у процес управління природоохоронними територіями є однією з актуальних тем сучасної геоінформатики та екологічного менеджменту. Використання ГІС для моніторингу, аналізу та планування діяльності на природоохоронних територіях ґрунтується на багатьох дослідженнях та розробках. Зокрема, дослідження О. Коваленко та С. Кравченко (2020) зосереджені на використанні ГІС для аналізу просторових даних природоохоронних територій та підтримки прийняття управлінських рішень. У роботах Т. Смірної та В. Білого (2022)

розглядається застосування ГІС для оцінки ефективності природоохоронних заходів та створення моделей екологічного прогнозування.

50

Виклад основного матеріалу

Природо-заповідний фонд України – це безцінний скарб української природи, фонд у якому зібрані найунікальніші природні ландшафти: ліси, степи, болота, гори, річки, заплави і навіть пустелі. Ці природні території відіграють ключову роль у збереженні біорізноманіття та рівноваги екосистеми держави. Відповідно до статті 7 закону України «Про природно-заповідний фонд України» землі природно-заповідного фонду - це ділянки суші і водного простору з природними комплексами та об'єктами, що мають особливу природоохоронну, екологічну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність, яким відповідно до закону надано статус територій та об'єктів природно-заповідного фонду (Верховна Рада України. (1992, 16 червня)).

НІГД визначається як сукупність технологічних, організаційних і нормативних зв'язків, які забезпечують створення, зберігання та розповсюдження геопросторових даних. НІГД в Україні запроваджено для визначення пріоритетів стратегії через надання єдиної платформи для забезпечення інтеграції даних, що надходять із різних джерел. Всі дані оброблюються та стають основоположними для прийняття рішень у різних секторах економіки та управлінні природоохоронними територіями.

НІГД відіграє ключову роль у впровадженні геоінформаційних систем у процес управління природоохоронними територіями. Завдяки цьому можлива комплексна діагностика стану екосистем, моделювання екологічних ризиків, планування природоохоронних заходів, прозорість і підзвітність управління заповідними територіями.

Хоча в розробці НІГД було досягнуто успіху, існує ряд проблем, які постають перед нею. Так для забезпечення стабільного функціонування національної інфраструктури геопросторових даних потрібно інвестувати в оновлення серверного обладнання та розвиток програмного забезпечення, підвищувати кваліфікацію кадрів, вдосконалювати закони та нормативні акти, що регулюють діяльність НІГД.

Геопортал значно полегшує управління природоохоронними територіями. Через геопортал можна здійснювати регулярний моніторинг екологічного стану, виявляти зміни у довкіллі, що дозволяє своєчасно реагувати на потенційні загрози.

На рисунку 1 можна побачити як відбувається дослідження та моніторинг стану природоохоронної території.



Рисунок 1. Використання геопорталу НІГД для моніторингу стану природоохоронних територій

Основною функцією геопорталу є прозорість процесу прийняття рішень на всіх рівнях разом із громадським контролем. Такі дані є у відкритому доступі для державних громадських організацій, активістів та громадян, які можуть контролювати наскільки установи та бізнес дотримуються екологічних норм і правил на заповідних територіях. За допомогою геопорталу громадяни можуть зафіксувати порушення, які вони помітили, і направити вимогу про усунення цих порушень до відповідних органів влади. Геопортал НІГД постійно поповнюється новими даними та функціями. Основними напрямками його подальшого розвитку є розширення бази даних за рахунок включення додаткових джерел інформації та надання більшої кількості аналітичних інструментів, що дозволяють правильно прогнозувати та оцінювати ризики.

Висновки

Розвиток національної інфраструктури геопросторових даних створює міцну основу довіри для прийняття сучасних технологій в управлінні екологічними системами на такому рівні, коли дані є доступними, прозорими та повними. Подальший розвиток НІГД, удосконалення геопорталу та розширення законодавчої бази однаково ефективно інтегрували б ГІС у діяльність із захисту довкілля. Це забезпечить якісне управління природними ресурсами, збереження біорізноманіття, а також екологічну безпеку в Україні в довгостроковій перспективі. Таким чином, сучасні геоінформаційні технології та національна інфраструктура геопросторових даних фактично є передумовами для створення нової практики культурного менеджменту в природоохоронних територіях, спрямованої на сталість та захист навколишнього середовища.

Перелік літературних джерел:

- Верховна Рада України. (1992, 16 червня). Закон України «Про природно-заповідний фонд України» № 2456-ХІІ. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>
- Верховна Рада України. (2020, 13 квітня). Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» № 554-ІХ. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text>
- Євсюков, Т. О. (2015). Класифікація та екобезпечне використання особливо цінних земель. Львів: ТзОВ "Ліга-Прес".
- Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. (б.р.). Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду. https://data.gov.ua/dataset/mepr_05
- Національний університет біоресурсів і природокористування України. (б.р.). Конспект лекцій із дисципліни «Екологічна мережа». https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u341/ekologichna_merezha_kurs_lekciy_1.pdf
- Постанова Кабінету Міністрів України. (2012, 17 жовтня). Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру № 1051. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF#Text>

ТРАНСФОРМАЦІЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Перович Леся¹, Чорнокоза Юлія²*

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: lesia.perovvch@nung.edu.ua

² Студентка ОПП «Геодезія та землеустрій», Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: yuliia.chornokoza-hz221@nung.edu.ua

Анотація. У роботі досліджуються особливості трансформації землевпорядних відносин в Україні в контексті інтеграції до Європейського Союзу. Розглядаються основні напрями адаптації національного законодавства до європейських стандартів, зокрема щодо відкриття ринку земель, функціонування Державного аграрного реєстру, удосконалення кадастрової системи та впровадження інструментів прозорого управління земельними ресурсами. Аналізуються виклики, що постають у процесі реформ, та перспективи подальшого розвитку системи землевпорядкування відповідно до євроінтеграційних зобов'язань України. Акцентовано на необхідності впровадження європейських практик просторового планування, моніторингу землекористування та забезпечення сталого розвитку територій.

Ключові слова: європейська інтеграція; землевпорядні відносини; земельне законодавство; кадастр; ринок землі; аграрна політика.

Актуальність теми дослідження

Актуальність дослідження зумовлена стратегічним курсом України на євроінтеграцію, що передбачає всебічну адаптацію національного законодавства та інституцій до правової системи Європейського Союзу. Землевпорядні відносини є однією з ключових сфер, які безпосередньо впливають на соціально-економічний розвиток, інвестиційний клімат, продовольчу безпеку та екологічну стійкість держави.

На сучасному етапі реформування земельних відносин в Україні супроводжується відкриттям ринку сільськогосподарських земель, цифровою трансформацією кадастрових процесів, гармонізацією механізмів оцінки та реєстрації прав власності, що відповідає практикам країн ЄС. Разом з тим, зберігається низка системних проблем — фрагментарність земельного обліку, нерівномірний розвиток громад у сфері управління землею, правова невизначеність у сфері моніторингу землекористування, що потребують наукового осмислення та обґрунтованих пропозицій.

Дослідження процесів трансформації землевпорядних відносин у контексті європейської інтеграції дозволяє не лише глибше зрозуміти механізми взаємодії національної та європейської правових систем, але й сформувати ефективні підходи до реалізації земельної політики на засадах відкритості, правової визначеності та сталого розвитку.

Методика

Дослідження ґрунтується на аналізі процесів реформування землевпорядних відносин в Україні у світлі євроінтеграційних процесів. Робота спрямована на виявлення відповідності чинного національного законодавства вимогам та практикам Європейського Союзу.

Теоретичну основу дослідження становлять наукові праці українських та зарубіжних дослідників у галузі земельного права, європейської інтеграції, державного управління, економіки землекористування та просторового планування. Це, зокрема, дослідження виконані Ю. Шемшученком, В. Носіком, В. Кравцем, С. Максименком. Наукові праці І. Кирилюка, О. Мостового, Т. Калиновської стосуються **інституційного реформування земельної політики**. Значну увагу приділено вивченню наукових підходів до розуміння сутності, структури та функцій землевпорядних відносин, а також механізмів їх трансформації в умовах інтеграції до правового простору Європейського Союзу. Звернення до наукових положень провідних фахівців дозволяє глибше проаналізувати проблематику, виокремити тенденції розвитку та обґрунтувати пропозиції щодо адаптації правової системи України до стандартів Європейського Союзу в земельній сфері.

Виклад основного матеріалу

У контексті євроінтеграційного курсу України трансформація землевпорядних відносин набуває особливої актуальності. Європейський Союз висуває високі стандарти у сфері земельного управління, прозорості кадастрової інформації, захисту прав власності та сталого землекористування. Україна повинна адаптувати національну нормативно-правову базу до вимог європейського законодавства, забезпечити прозорий обіг земель, ефективне функціонування державного земельного кадастру та гармонізацію інституційних структур. Успішна імплементація європейських стандартів у сфері землевпорядкування сприятиме економічному розвитку, підвищенню інвестиційної привабливості аграрного сектору та зміцненню правової державності в Україні.

Європейська інтеграція України вимагає не тільки політичних та економічних трансформацій, але й суттєвих змін у сфері землевпорядних відносин. Землевпорядкування є одним із ключових елементів сталого розвитку агропромислового комплексу, просторового планування та екологічної безпеки, тому гармонізація цієї сфери з європейськими стандартами є невід'ємною складовою підготовки до членства в ЄС (Nosik, 2020).

На сьогодні Україна вже здійснила низку важливих реформ, зокрема у 2024–2025 роках в Україні ухвалено низку важливих законодавчих актів, що істотно наближають національне правове поле до європейського. Зокрема, з 1 січня 2024 року відкрито можливість купівлі сільськогосподарських земель українськими юридичними особами за умови, що їх засновники є громадянами України. Це – важливий крок у напрямку ринкової ефективності й інвестиційної привабливості. 19 вересня 2024 року введено в дію Закон № 3980-IX «Про Державний аграрний реєстр» (SAR), який є обов'язковою умовою для отримання державної підтримки аграріями. SAR формує прозорий онлайн-реєстр агровиробників і бенефіціарів з метою захисту прав та інтересів фізичних і юридичних осіб під час створення, зберігання, оброблення та використання реєстрової інформації у публічних електронних реєстрах. (Verkhovna Rada of Ukraine, 2025). Постанова КМУ № 394 від 8 квітня 2025 р. спрощує подачу історичних землевпорядних документів (до 2013 року) без кваліфікованого підпису, що полегшує врегулювання меж і спірних питань з боку власників, користувачів та спадкоємців (Postanova No. 394). Зареєстровано новий законопроект (реєстраційний № 13435 від 27.06.2025) про перехід до європейських стандартів оцінки земель і нерухомості: уніфікація прав оцінювачів, електронні сертифікати вартості, доступність результатів для публічного користування важливі для прозорості ринку та оподаткування за ринковими цінами (Verkhovna Rada of Ukraine, 2025).

Додаткові зміни також спрямовані і на підтримку агросектору та земельного менеджменту. Декрет щодо зміни цільового призначення земель (лютий 2024) спрощує процедури для інвестиційного розвитку, зокрема реконструкції інфраструктури та агровиробництва в зонах без детального планування (Verkhovna Rada of Ukraine, 2024). Продовжує діяти низка ініціатив, передбачених Доктриною «Моніторинг ринку землі», що ліцензують автоматизований публічний збір і публікацію даних про площі, ціни договорів, обсяги угод – відповідно до директиви INSPIRE ЄС (Cabinet of Ministers of Ukraine, 2024).

Серед пріоритетів наступного періоду — запуск автоматизованого land-моніторингу, переведення оподаткування на ринкову оцінку земель, впровадження сертифікації земельних оцінювачів тощо

Досвід країн ЄС свідчить, що ефективне землекористування базується на відкритості даних, участі громад у плануванні, повазі до прав власників і орендарів, а також сталому підході до управління природними ресурсами. (Shemshuchenko, Y. 2022). Тому, Україні необхідно адаптувати законодавство відповідно до вимог ЄС, розвивати інституційну спроможність державних органів, сприяти децентралізації управління земельними ресурсами та запроваджувати найкращі практики просторового планування.

Таким чином, модернізація землевпорядних відносин не лише наблизить Україну до стандартів Європейського Союзу, а й забезпечить ефективне управління землею, сприятиме розвитку місцевих громад, зростанню інвестицій та збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Висновки

У процесі європейської інтеграції землевпорядні відносини в Україні зазнають суттєвих трансформацій, що обумовлюються необхідністю гармонізації з правовими нормами та практиками Європейського Союзу.

Протягом останніх років в Україні реалізовано низку ключових реформ: відкриття ринку сільськогосподарських земель, удосконалення земельного кадастру, створення Державного аграрного реєстру, запуск механізмів прозорого управління землею та просторового планування. Ці заходи відповідають європейським принципам правової визначеності, доступності інформації та сталого землекористування.

Незважаючи на досягнення, зберігаються проблеми: фрагментарність законодавства, недостатня прозорість у сфері моніторингу земель, обмежений електронний обіг документів у територіальних громадах, нестача кваліфікованих кадрів у сфері землевпорядкування. Для їх подолання необхідне комплексне оновлення нормативно-правової бази, розвиток людського капіталу, цифрова інтеграція та запровадження єдиної стратегії просторового розвитку.

Перспективним напрямом є подальша адаптація національного законодавства до директив ЄС, зокрема у частині екологічного моніторингу, ринкової оцінки землі, забезпечення прав користувачів земельних ділянок та ефективного управління природними ресурсами. Отже, ефективна модернізація системи землевпорядних відносин в Україні є передумовою не лише для виконання зобов'язань перед Європейським Союзом, а й для забезпечення сталого розвитку, підвищення якості публічного управління та соціально-економічної стабільності в державі.

Перелік літературних джерел

- Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024, July 23). *Pro zatverdzhennia Poriadku provedennia monitoringu zemel i gruntiv* [Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель і ґрунтів] (Postanova No. 848). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-2024-%D0%BF>
- Cabinet of Ministers of Ukraine. (2025, April 8). *Deiaki pytannia zakhystu interesiv vlasnykiv zemelnykh dilianok ta zastosuvannia administratyvnoi protsedury u sferi zemelnykh vidnosyn* [Деякі питання захисту інтересів власників земельних ділянок та застосування адміністративної процедури у сфері земельних відносин] (Postanova No. 394). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/394-2025-%D0%BF>
- Nosik, V. V. (2020). Pravovi problemy ahrarnykh ta zemelnykh vidnosyn v Ukraini v umovakh hlobalizatsii [Правові проблеми аграрних та земельних відносин в Україні в умовах глобалізації]. *Pravo Ukrainy*, (5), 76–90. https://pravoua.com.ua/uk/store/pravoukr/pravo_2020_5/pravo_2020_5_s5
- Shemshuchenko, Y. S. (2022). *Yurydychna nauka i osvita v Ukraini* [Юридична наука і освіта в Україні]. Kyiv.
- Verkhovna Rada of Ukraine. (2024). *Zakon Ukrainy "Pro vnesennia zmin do deiakyykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo sproshchennia poriadku zminy tsilovoho pryznachennia zemelnykh dilianok dlia zaluchennia inwestysii z metoiu shvydkoi vidbudovy Ukrainy"* [Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо спрощення порядку зміни цільового призначення земельних ділянок для залучення інвестицій з метою швидкої відбудови України»]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 2024(12), Art. 59. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3568-IX>
- Verkhovna Rada of Ukraine. (2025). *Zakon Ukrainy "Pro informatsiino-komunikatsiinu systemu 'Derzhavnyi ahrarnyi reiestr'"* [Закон України «Про інформаційно-комунікаційну систему "Державний аграрний реєстр"»]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 2025(6), Art. 12. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3980-IX>
- Verkhovna Rada of Ukraine. (2025, June 27). *Proekt Zakonu pro otsinku maina* [Проект Закону про оцінку майна] (No. 13435). <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/44172>

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД КОНСОЛІДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Сільченко Владислава^{1*}, Гунько Людмила^{2*}

¹ Магістр 2-го року навчання, кафедра землевпорядного проектування, факультет землевпорядкування, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: vlada.silchenko@gmail.com

² доц., д.е.н., кафедра землевпорядного проектування, факультет землевпорядкування, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: gunko_l@nubip.edu.ua

Анотація. Консолідація земель є важливим інструментом раціонального використання земельних ресурсів, підвищення ефективності агровиробництва та розвитку сільських територій. Зокрема, практика Нідерландів підкреслює значення комплексного підходу, що охоплює економічні, екологічні та соціальні цілі, та акцентує на добровільності участі землевласників. Метою роботи є аналіз правових, організаційних та фінансових механізмів консолідації земель у Нідерландах та визначення можливостей їх застосування в українських умовах. Застосовано методи аналізу нормативно-правової бази, порівняльного аналізу та систематизації інституційних підходів. Сформульовано висновки щодо потенційної адаптації елементів голландської моделі в українське правове поле. У результаті дослідження виокремлено ключові елементи, що можуть бути імplementовані в Україні: багатофункціональний підхід, стимулювання добровільної консолідації, створення координаційних органів за участі місцевих громад. Водночас наголошено на обмеженнях, зокрема соціальних ризиках примусової консолідації та загрозі надмірного бюрократичного втручання.

Ключові слова: консолідація земель, добровільна консолідація, просторове планування, аграрна політика.

Актуальність теми дослідження

Консолідація земель в Україні набуває особливої актуальності в умовах необхідності підвищення конкурентоспроможності агросектору, раціоналізації структури землекористування та забезпечення сталого розвитку сільських територій. Досвід країн ЄС, зокрема Нідерландів, свідчить про ефективність поєднання земельної реформи з розвитком інфраструктури, охороною довкілля та інтеграцією інтересів громади. Фрагментація землеволодінь знижує ефективність агровиробництва та ускладнює розвиток інфраструктури. Нідерланди, попри компактні розміри та високу щільність населення, досягли збалансованого поєднання інтересів агросектору, містобудування й екології завдяки інтеграції консолідації земель у систему просторового планування та кадастрового адміністрування. Наявні українські практики консолідації часто обмежуються фрагментарними рішеннями без комплексного підходу, що знижує ефективність використання земельних ресурсів. Для України, яка перебуває на етапі впровадження земельної реформи та створення комплексної системи управління територіями, досвід Нідерландів може стати дієвим інструментом для подолання існуючих проблем (Попов, 2024).

Методика

Дослідження базується на порівняльному аналізі законодавчих актів Нідерландів, зокрема Закону про розвиток сільських територій (2006) та Закону про кадастр, з українським земельним законодавством. Використано методи аналізу нормативних

документів, системного підходу до оцінки інституційних механізмів та оцінювання можливостей адаптації зарубіжного досвіду. Окрему увагу приділено аналізу практик добровільної та примусової консолідації, їх соціально-економічним та екологічним наслідкам.

Виклад основного матеріалу

Система консолідації земель у Нідерландах функціонує в межах комплексного правового середовища, яке сформувалося протягом більш ніж століття розвитку (Таблиця 1). Перший закон у цій сфері був ухвалений у 1924 році, а сучасна модель закріплена у низці ключових нормативних актів (FAO, 2020).

Таблиця 1. Основні елементи системи консолідації земель у Нідерландах

Компонент	Характеристика
Правова база	<i>Spatial Planning Act</i> (2006), <i>Environment and Planning Act</i> (2016), <i>Cadastre Act</i> (1989) та ін.
Інституції	Кадастр, муніципалітети, провінційні уряди, водні спілки
Ключові принципи	Інтеграція з просторовим плануванням; публічний інтерес; добровільність; комплексність заходів
Результати	Оптимізація землекористування, розвиток інфраструктури, підвищення екологічної стійкості

Закон про розвиток сільських територій (*Spatial Planning Act*) (2006) інтегрує управління земельними, водними та природними ресурсами, визначає порядок розроблення планів землекористування на різних рівнях та інтеграцію заходів консолідації у просторове планування (FAOLEX, n.d.).

Environment and Planning Act (2016) поєднує норми містобудування, земельного та природоохоронного законодавства в єдину процедуру ухвалення рішень, забезпечуючи комплексність підходу. *Cadastre Act* (1989) регламентує ведення кадастру, реєстрацію прав та надання даних для проєктів консолідації. Закон про розвиток сільських територій історично визначав правові механізми розвитку сільських територій, включно з об'єднанням земельних ділянок, розвитком інфраструктури та реалізацією природоохоронних заходів (FAOLEX, n.d.).

Закон про розвиток сільських територій передбачає два основних підходи до консолідації земель:

- Примусова консолідація – застосовується у випадках, коли добровільні заходи не призводять до бажаних результатів. Рішення про примусову консолідацію приймається урядом після консультацій з місцевими органами влади та зацікавленими сторонами.
- Добровільна консолідація – базується на ініціативі землевласників і спрямована на спрощення процесу обміну та перерозподілу земельних ділянок для підвищення ефективності їх використання. (Holovko & Vashchenko, 2023).

Ключову інституційну роль відіграє державна служба кадастру, картографії та реєстрації прав власності. Вона забезпечує достовірні кадастрові дані, координує технічні аспекти проєктів та фіксує зміни у структурі землеволодіння. Важливими учасниками процесу є муніципалітети, провінційні уряди, комітети з розвитку земель та водні спілки, що взаємодіють для досягнення узгоджених цілей. Процес зазвичай починається з ініціативи землевласників або органів місцевого самоврядування. Проводиться інвентаризація земель, визначаються потреби в інфраструктурі, екологічних заходах та змінах меж

ділянок. Створений план проходить громадське обговорення та затверджується уповноваженими органами. На етапі реалізації здійснюється облаштування нових доріг, каналів, зелених зон, модернізація меліоративних систем і оновлення кадастрових карт. Результати таких проєктів включають оптимізацію землекористування, розвиток інженерної та транспортної інфраструктури, підвищення екологічної стійкості та конкурентоспроможності аграрного виробництва. (Bashlyk, 2020)

Україна може запозичити наступні елементи нідерландської моделі консолідації земель:

- 1) Багатофункціональний підхід – інтеграція сільськогосподарських, екологічних та інфраструктурних аспектів у процесі консолідації земель, яка сприятиме сталому розвитку сільських територій.

- 2) Державна підтримка добровільної консолідації – створення стимулів для землевласників до участі у добровільних проєктах консолідації може підвищити ефективність використання земельних ресурсів.

- 3) Інституційна координація – впровадження спеціалізованих комітетів для управління процесом консолідації забезпечить ефективну співпрацю між державою, місцевими громадами та приватними особами.

Варто враховувати, що деякі аспекти нідерландської моделі можуть не відповідати українським реаліям:

- 1) Примусова консолідація – в умовах України примусова консолідація може викликати соціальне напруження та опір з боку землевласників. Тому доцільніше зосередитися на добровільних підходах.

- 2) Високий рівень державного втручання – надмірна роль держави у процесі консолідації може бути неефективною в українських умовах через бюрократичні перепони та корупційні ризики.

Висновки

Досвід Нідерландів демонструє, що успішна консолідація земель потребує комплексного підходу, який охоплює правові, інституційні та фінансові механізми. Інтеграція багатофункціонального підходу, підтримка добровільної консолідації та створення ефективних інституційних механізмів можуть сприяти раціональному використанню земельних ресурсів та сталому розвитку сільських територій в Україні. Водночас необхідно враховувати національні особливості та уникати практик, які можуть бути неприйнятними або неефективними в українському контексті.

Перелік літературних джерел

Попов А. С. Консолідація земель: навч. посіб. / Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв: МНАУ, 2024. – 368 с.

Bashlyk, D. (2020). Land Consolidation in the International Paradigm: Studying the EU Countries' Experience. *Ukrainian Agribusiness Club*. URL: https://ucab.ua/ua/pres_sluzhba/blog/denis_bashlik/konsolidatsiya_zemel_u_mizhnarodniy_paradigmi_vivchennya_dosvidu_krain_es

FAOLEX. (n.d.). *Netherlands (Kingdom of the) – Country Profiles*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/faolex/country-profiles/general-profile/en/?iso3=NLD>

FAOLEX. (n.d.). *Act containing rules regarding the development of rural areas (Rural Area Planning Act)*. URL: <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC110758/>

- Holovko, L., & Vashchenko, Y. (2023). Foreign Experience in the Legal Regulation of Land Consolidation. *Problems of Modern Transformations. Series: Law, Public Administration, and Governance*. URL: <https://reicst.com.ua/pmtl/article/view/2023-9-01-01/2023-9-01-01>
- FAO. (2020). *Legal guide on land consolidation*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6af8f082-7482-4c1c-b6c4-f21ba0d735dd/content>

УДК 332.64:338.244

60

ОФОРМЛЕННЯ ПРАВА ВЛАСНОСТІ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ЗЕМЛІ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ

Шнік Наталія^{1}*

¹ Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, м. Львів, Україна,
e-mail: natashpik1969@gmail.com

Анотація. У поданій статті розкриваються земельнокадастрові роботи, які актуальні на даний час. А саме інвентаризація державних земель і їх реєстрація. Згідно нормативно-правових документів висвітлено покрокову передачу земель з державної форми власності у комунальну. Зроблено аналіз, щодо інвентаризації земель сільськогосподарського призначення у Львівській області. Приведено статистичні дані децентралізації, де було утворено нові ОТГ.

Ключові слова: інвентаризація, децентралізація, реєстрація земель, цільове призначення.

Актуальність теми дослідження

Враховуючи децентралізацію територій та утворення ОТГ, які володіють цінними сільськогосподарськими землями, дослідження набуває ще більшої ваги. Військові дії негативно впливають на ґрунти, спричиняючи втрату родючості, хімічне забруднення та ерозію. Тому дані дослідження не лише розкривають теоретичні аспекти власності на територіях новоутворених ОТГ, але й пропонують практичні рішення щодо збереження та ефективного використання земельних ресурсів в умовах воєнного часу та повоєнної відбудови.

Методика

У даній статті використано методи емпіричного дослідження це спостереження, порівняння, а також методи на теоретичному рівні дослідження: це аналіз, системний підхід до дослідження даної проблеми. Метою нашого дослідження є визначення проблем та викликів, які пов'язані з передачею земель державної власності об'єднаним територіальним громадам, та запропонувати ефективні механізми їх вирішення (на прикладі Львівської області).

Виклад основного матеріалу

Право на володіння землею регламентується чинним законодавством і може бути отримане громадянами, юридичними особами та державою. Одним із ключових документів у цій сфері є Земельний кодекс України та Закон про децентралізацію [1]. Земельна реформа в Україні прагне оновити чинні земельні відносини та дані державного земельного кадастру, ґрунтуючись на визнанні прав та інтересів людини, принципах вільного вибору та трансформації земельних відносин.

Спочатку земельна реформа не передбачала запровадження інституту приватної власності на землю. Її завданням було лише поділити землю, надавши громадянам ділянки у довічне спадкове користування (з правом передачі у спадок), а колективним та державним господарствам – землю у постійне користування. Але згодом Україна зрозуміла, що приватна власність на землю є ключовою для її успіху.

Важливим аспектом реформи є передача сільськогосподарських земель державної власності у розпорядження територіальних громад. Цей процес розпочався з децентралізацією влади та з формуванням об'єднаних територіальних громад (ОТГ). В Україні з 2018 року активно ведеться робота з інвентаризації державних земель. У ході дослідження було проведено опис та реєстрацію земельних ділянок, які належать державі. Інформація про ці ділянки внесена до Державного земельного кадастру. До 31 січня 2018 року Держгеокадастр мав монополію на розпорядження сільськогосподарськими землями. У 2018 році уряд прийняв розпорядження № 476, яке передбачало інвентаризацію та передачу сільськогосподарських земель ОТГ [3]. Проте, Держгеокадастр зберіг за собою виключне право на передачу цих земель, й робив це лише за погодженням з ОТГ. Держгеокадастр, керуючись положеннями статті 117 Земельного кодексу України, здійснив передачу у комунальну власність ОТГ окремих проінвентаризованих земельних ділянок сільськогосподарського призначення (рис.1). Нижче подано детальні кроки передачі.



Рисунок 1. Покрокова інструкція щодо передачі земель з державної форми власності у комунальну

Якщо покроково описати, то передача земель в ОТГ відбувалася наступним чином: - об'єднана територіальна громада (ОТГ) подавала клопотання до Держгеокадастру про проведення інвентаризації земель, які не були передані в користування; - управління Держгеокадастру проводив інвентаризацію зазначених земель; - за результатами інвентаризації, всі ділянки реєструвалися в Державному земельному кадастрі, а після завершення реєстрації, землі перейшли у власність ОТГ [2].

У відповідності до розпорядження Кабміну щодо передачі держземель сільськогосподарського призначення у власність ОТГ та наказом Держгеокадастру про інвентаризацію таких земель у Львівській області проведено відповідні роботи:

- обстежено 200 земельних ділянок сільськогосподарського призначення;
- створено 28 технічних звітів з інвентаризації земель;
- оновлено 85 кадастрових відомостей про земельні ділянки.
- передано 308 земельних ділянок сільськогосподарського призначення у власність 10 ОТГ;
- оформлено 54 актів приймання-передачі земельних ділянок;
- зареєстровано 104 права власності ОТГ на земельні ділянки.
- проведено безліч консультацій та роз'яснення законодавства.

Результатом проведеної роботи, 73 ОТГ отримали у власність 254 га земельних ділянок сільськогосподарського призначення, що дасть можливість громадянам розвивати сільське господарство, створювати робочі місця, збільшувати надходження до бюджету.

Завдяки адміністративно-територіальній реформі, 27.05.2020 р. рішенням № 624-р на Урядовому порталі опубліковано розпорядження Кабінету міністрів України «Про затвердження перспективного плану формування територій громад Львівської області» [4].

Мета реформи децентралізації - формування ефективного місцевого самоврядування та територіальної організації влади для створення і підтримки повноцінного життєвого середовища для громадян, надання високоякісних та доступних публічних послуг, становлення інститутів прямого народовладдя, узгодження інтересів держави та територіальних громад.

Реформа передбачає відповідальність органів місцевого самоврядування перед жителями – за ефективність своєї роботи, а перед державою – за її законність [5].

З 2020 року, в рамках реформи децентралізації, адміністративно-територіальний устрій Львівської області було оновлено. Замість 20 районів, область тепер поділена на 7 укрупнених районів: Дрогобицький, Золочівський, Львівський, Самбірський, Стрийський, Червоноградський та Яворівський.

У громаді 23767 га – це землі сільськогосподарського призначення, серед яких 4154 га пасовища, 858 га багаторічні насадження, 18755 га рілля, ліси займають площу 3411 га, під водоймами 1258 га, забудована територія складає 2844 га і найменше земель промисловості – 363 га.

Висновки

Конституція України гарантує право власності, проте в земельній сфері це право дещо обмежене. Впровадження децентралізації в Україні дає чіткі позитивні результати, що підтверджує правильність обраного курсу реформ. Об'єднання територіальних громад - це шлях до кращого життя для жителів сіл, селищ та міст, які об'єдналися. Створення спільної ради та інших органів самоврядування дає громаді більше контролю над своїм життям та розвитком. Громади повинні зробити активне впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій ключовим напрямком своєї діяльності. Визначення цільового призначення земельних ділянок сприятиме їх ефективному використанню, залученню інвесторів у громаду.

Перелік літературних джерел

Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 року № 2768-III URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text/>

Закон України Про добровільне об'єднання територіальних громад (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015, № 13, ст.91) URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/157-19#Text>.

Порядок проведення інвентаризації земель : Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019 р. № 476. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2019-%D0%BF#Text/>

Про затвердження перспективного плану формування територій громад Львівської області : Затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 травня 2020 р. № 624-р URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/624-2020-%D1%80#Text>

Реформа децентралізації. URL : <https://www.kmu.gov.ua/reformi/efektivne-vryaduvannya/reforma-decentralizaciyi>

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕМЕЛЬНОГО БАНКІНГУ ЯК ІНСТРУМЕНТУ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ

Щербак Інна^{1}, Кустовська Оксана^{2*}*

¹ Магістр 2-го року навчання, кафедра землевпорядного проектування, факультет землевпорядкування, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: ishcherbak1802@gmail.com

² доц., к.е.н., кафедра землевпорядного проектування, факультет землевпорядкування, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: kustovska_o@nubip.edu.ua

Анотація. Земельний банкінг розглядається як сучасний механізм регулювання землекористування, який дозволяє акумулювати земельні ділянки та перерозподіляти їх відповідно до потреб аграрного виробництва та розвитку територій. Метою дослідження є аналіз ефективності земельного банкінгу в Україні як інструменту раціонального використання сільськогосподарських угідь, а також визначення його ролі у підвищенні конкурентоспроможності аграрного сектору.

Ключові слова: земельний банкінг, раціональне землекористування, аграрний розвиток, земельні ресурси, сталий розвиток.

Актуальність теми дослідження

Актуальність теми зумовлена реформуванням земельних відносин в Україні та запровадженням ринку сільськогосподарських земель. В умовах високої фрагментації ділянок та проблем з ефективним їх використанням земельний банкінг виступає інструментом, що дозволяє консолідувати земельні ресурси, оптимізувати їх структуру та забезпечити економічну й екологічну доцільність використання.

Методика

Дослідження ґрунтується на аналізі міжнародного досвіду земельного банкінгу (Німеччина, Нідерланди, Польща), вивченні нормативно-правової бази України, порівняльному аналізі ефективності різних моделей управління землями та оцінці можливостей їх адаптації до українських реалій.

Виклад основного матеріалу

Земельний банкінг - це інструмент управління земельними ресурсами, який ґрунтується на акумулюванні сільськогосподарських земель у спеціалізованих установах (земельних банках чи агентствах) з подальшим їх перерозподілом для забезпечення раціонального та ефективного використання. Його ключовим завданням є зменшення фрагментації земель, оптимізація просторової структури угідь та формування сприятливих умов для розвитку фермерських господарств і аграрного виробництва загалом.

У міжнародній практиці земельний банкінг показав високу ефективність у країнах Європейського Союзу. Наприклад, у Нідерландах він застосовується для перерозподілу земель між дрібними та середніми сільськогосподарськими виробниками, що дозволяє уникнути надмірної концентрації угідь у великих корпорацій і забезпечити розвиток сімейного фермерства. У Німеччині земельний банкінг тісно пов'язаний із процесом консолідації земель (Flurbereinigung), де він використовується для поліпшення просторової конфігурації полів, розвитку інфраструктури та одночасного врахування

екологічних аспектів. Польща, у свою чергу, демонструє приклад ефективного поєднання земельного банкінгу з програмами державної підтримки фермерів, що сприяє підвищенню зайнятості сільського населення та покращенню конкурентоспроможності аграрного сектору.

В умовах України актуальність земельного банкінгу визначається низкою чинників: високою роздробленістю земельних ділянок, наявністю значної кількості невитребуваних паїв, недосконалістю ринку оренди землі та потребою у збереженні родючості ґрунтів. Наявні земельні відносини часто супроводжуються низькою ефективністю агровиробництва, значними транзакційними витратами та обмеженими можливостями для залучення інвестицій. Запровадження механізмів земельного банкінгу дозволить акумулювати малопродуктивні чи неефективно використовувані земельні ділянки, надавати їх у довгострокову оренду або продаж тим суб'єктам, які здатні забезпечити вищий рівень господарювання.

Окрім економічного ефекту, земельний банкінг має суттєве соціальне та екологічне значення. Соціальний ефект полягає у створенні можливостей для розвитку малих та середніх фермерських господарств, підвищенні рівня зайнятості населення у сільських регіонах і зменшенні соціальної нерівності у доступі до земельних ресурсів. Екологічний аспект проявляється у можливості здійснювати планування використання земель з урахуванням вимог охорони довкілля, захисту ґрунтів від деградації, а також у збереженні природних ландшафтів.

Важливим чинником ефективності земельного банкінгу є наявність належної нормативно-правової та інституційної бази. Для України ключовими завданнями є: створення державних або комунальних земельних банків, розробка прозорих механізмів купівлі-продажу й оренди земельних ділянок, забезпечення доступу громадян і фермерських господарств до інформації про земельні ресурси через електронні кадастрові системи. Значну роль відіграватиме й державний контроль, спрямований на запобігання надмірній концентрації земель у власності окремих суб'єктів та на збереження екологічної рівноваги.

Висновки

Земельний банкінг є перспективним інструментом раціонального використання сільськогосподарських земель в Україні. Його впровадження сприятиме консолідації земель, підвищенню ефективності агровиробництва та забезпеченню балансу між економічними й екологічними інтересами. Для досягнення позитивних результатів необхідним є комплексний підхід, що включає правові, інституційні та економічні механізми.

Перелік літературних джерел

- Попов А. С. Консолідація земель: навч. посіб. — Миколаїв: МНАУ, 2024. — 368 с.
- Dobryak D.S., Martyn A.G. (2006) Land management - the scientific basis of rational use and protection of land resources. Land management and cadastre, no. 1, p.
- Kasperevich L.V. (2018) Peculiarities of the evaluation of agricultural land in the conditions of market relations. Agrosvit, no. 19, p. 3-10
- Ivanyuk T. (2021) Formation of conditions for rational use of agricultural lands. Innovative economy, no. 1-2, p. 74-80
- Horlachuk V.V., Peschanska I.M., Skorokhodov V.A. (2006) Land Management: A Study Guide. Kyiv: Professional.

ФОРМУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНОГО КАПІТАЛУ В АГРАРНІЙ СФЕРІ І ПРАВА ЛЮДИНИ

Заводяна Марія^{1,2}, Сакаль Оксана^{2,3}*

¹ Кафедра земельного кадастру, НУБІП України, м. Київ, Україна;

² Відділ експериментального проектування землекористування «Інноваційний центр», Інститут землекористування НААН, м. Київ, Україна;

³ Institute of Rural and Agricultural Development, Polish Academy of Sciences (IRWiR PAN), Warsaw, Poland.

*e-mail: mbr4119@gmail.com

Анотація. Дослідження присвячене питанню формування вартості земельного капіталу в умовах повоєнного відновлення України, на основі концепції інтегрованого підходу до сільського розвитку, продовольчої безпеки та земельної політики, заснованого на правах людини. Запропоновано модель розрахунку вартості земельного капіталу, що враховує втрати від забруднення, витрати на розмінування, державну підтримку в досліджуваній сфері та ризики. Основні результати демонструють варіативність вартості земельного капіталу залежно від обраного сценарію розвитку, що підтверджує чутливість аграрної сфери до факторів безпеки, екології та державної політики.

Ключові слова: земельний капітал, продовольча безпека, права людини, управління земельними ресурсами, земельна рента, справедлива вартість, чиста теперішня вартість.

Актуальність теми дослідження

Концепція інтегрованого підходу до сільського розвитку, продовольчої безпеки та земельної політики, заснованого на правах людини, набуває особливої актуальності в умовах глобальних викликів, пов'язаних із зростанням соціальної нерівності, деградацією природних ресурсів та зміною клімату. Особливої актуальності вона набирає в умовах війни в Україні. Упровадження підходу, заснованого на правах людини, у відкритий та інклюзивний спосіб (ReliefWeb, 2023) свідчить про необхідність інтеграції принципів прав людини у стале управління земельними ресурсами, а отже, відіграє значущу роль у формування вартості земельного капіталу.

Методика

У межах концепції інтегрованого підходу до сільського розвитку, продовольчої безпеки та земельної політики, заснованого на правах людини ключовими правами людини є: право на інформацію (про землю), право на землю та інші природні ресурси, право на насіння, право на виробництво продовольства, право на біорізноманіття, право на роботу, право на безпеку та захист, право на участь (місцеве самоврядування) (FAO, 2025). Право на землю постає як наслідок реалізації низки прав, зокрема права на харчування, житло та засоби до існування (Branco, 2016). У країнах з аграрною економікою земля є не лише економічним активом, а й основним засобом виробництва та важливим політичним ресурсом, який залишається нерівномірно розподіленим (Aggarwal & Elbow, 2006). Відтак, забезпечення прав власності, впровадження дієвої системи обліку земель і раціональне використання земельних ресурсів гарантують правову визначеність для громадян, створюють сприятливі умови для інвестування у земельний капітал і сприяють ефективному управлінню земельними активами (Tuck & Zakout, 2019).

Земельний капітал, як процес трансформації земельних активів у капітал, безпосередньо пов'язаний із поняттям капіталізації. У широкому розумінні капіталізація землі – це процес поступового зростання вартості земельного капіталу: перетворення земельних ресурсів на капітал через розвиток ринку землі та його інфраструктури, підвищення інвестиційної привабливості земель регіону (зонування, оподаткування, розвиток інженерно-транспортної інфраструктури, забезпечення екологічної безпеки тощо) (Дорош et al., 2024). У вузькому сенсі – означає фінансовий інструмент для визначення її вартості через дисконтування майбутніх грошових потоків (доходів) (Ібатуллін, 2007). Отже, вартість є характеристикою ключової економічної категорії нашого дослідження – земельного капіталу і його формування.

Теоретичну і методичну основу наукових пошуків становлять фундаментальні положення сучасної економічної теорії, економіки природокористування, а також сукупність загальнонаукових і спеціальних методів, зокрема: системного підходу – дослідження земельного капіталу; аналізу і синтезу, дедукції та індукції – для обґрунтування парадигми формування земельного капіталу та його вартості, а також сценарне моделювання – для розроблення прогностичних сценаріїв розвитку вартості земельного капіталу.

Виклад основного матеріалу

Вартість землі не формується через виробничі витрати, як у випадку традиційних товарів і послуг, а через економічну ренту, тобто дохід, який отримується від володіння та користування землею завдяки її обмеженості та продуктивності. Тому формування земельного капіталу в аграрній сфері доцільно вивчати також на основі концепції справедливої вартості, виходячи із земельної ренти. Розрахунок справедливої вартості включає аналіз норми прибутку (рентабельності), майбутніх темпів зростання та факторів ризику (Corporate Finance Institute, 2025). Щодо визначення майбутніх темпів зростання капіталу, то показник чистої теперішньої вартості (*Net Present Value*, далі – *NPV*) є актуальним. Однак, у контексті нових викликів, спричинених війною в Україні, постає необхідність розрахунку вартості земельного капіталу на новій концептуальній основі (формула 1, запропоновано М. Заводяною):

$$NPV_m = S \times \sum_{t=0}^n \frac{(1-d) \times (R-L+C)}{(1+i+r)^t} \quad (1)$$

де NPV_m – модифікована вартість земельного капіталу; S – площа землекористування; n – номер року; t – кількість років; d – частка площі вилючених земельних ділянок; R – чистий операційний або рентний дохід за рік; L – втрати через розмінування та забруднення ґрунту (витрати або втрачений дохід); C – державні компенсації; i – ставка дисконтування; r – премія за ризик.

Шляхом сценарного моделювання досліджено чотири різні сценарії динаміки значення модифікованої вартості земельного капіталу: оптимістичний, песимістичний, прагматичний і сценарій без врахування впливу війни (рис. 1).

Запропонована модель вартості земельного капіталу (формула 1) дає можливість оцінити динаміку вартості земельного капіталу не лише у межах окремого суб'єкта господарювання, а й в масштабах регіону чи країни, вказуючи на необхідність застосування відповідного інструментарію зниження або запобігання соціальної нерівності, деградації природних ресурсів, насамперед, земельних, забезпечення продовольчої безпеки, загалом – усього спектру прав людини, у т. ч. прав на землю.



Рисунок 1. NPV_t земельного капіталу відповідно різних сценаріїв розвитку на 10 років (млн грн). *Примітка: власна розробка М. Заводяної

Висновки

Належна оцінка вартості земельного капіталу в аграрній сфері в умовах повоєнного відновлення України є не лише економічним викликом, а й питанням реалізації складових прав людини на землю. Ці права безпосередньо залежать від здатності держави та землевласників забезпечити очищення територій від мін, забруднень і фізичних пошкоджень. У цьому контексті справедлива вартість землі, її NPV , має враховувати не лише потоки потенційних прибутків землевласника/землекористувача, а й витрати на відновлення, екологічну реабілітацію та державну підтримку діяльності.

Дослідження Сакаль О. фінансовані 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" (проект "rUAR: Rebuild Rural Ukraine").

Перелік літературних джерел

- Aggarwal, S., & Elbow, K. (2006). *The role of property rights in natural resource management, good governance and empowerment of the rural poor*. Washington, DC: United States Agency for International Development, 36.
- Branco, M. C. (2016). Human rights based approach to land reform. *International Journal of Latest Trends in Finance and Economic Sciences*, 6, 1222–1230.
- Corporate Finance Institute. (2025, Aug 05). *Fair Value*. URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/about-cfi/>
- FAO. (2025, Aug 01). *Right to food*. URL: <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/right-to-food/en>
- ReliefWeb. (2023). *Human rights are key to ensuring no one is left behind*. URL: <https://reliefweb.int/report/world/human-rights-are-key-ensuring-no-one-left-behind>
- Tuck, L., & Zakout, W. (2022). Seven reasons for land and property rights to be at the top of the global agenda. *Voices*. URL: <https://blogs.worldbank.org/voices/7-reasons-for-land-and-property-rights-to-be-at-the-top-of-the-global-agenda>
- Дорош, Й. М., Братінова, М. В., & Миронов, О. В. (2024). Становлення земельного капіталу в економічній науці: уроки для України. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*, (2), 6–17. <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2024.02.01>
- Ібатуллін, Ш. І. (2007). *Капіталізація земель приміських зон великих міст: теорія, методологія, практика*: монографія. Київ: НАУ. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.11.13>

LADM-ПРОФІЛЬ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ КАДАСТРОВИХ І ПРАВОВИХ ДАНИХ З ПІДТРИМКОЮ GEOJSON В УКРАЇНІ

Миронов Олександр^{1*}

¹ Кафедра кадастру територій, Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, Львів, Україна, 79013, ел. пошта: oleksandr.v.myronov@lpnu.ua, a.myronow@gmail.com

Анотація. Система земельного кадастру України залишається фрагментованою, що ускладнює облік прав, просторових характеристик та оціночних показників земельних ділянок. Розмежованість даних між Державним земельним кадастром, Державним реєстром речових прав та єдиною базою оцінок ФДМУ обмежує інтеоперабельність і знижує ефективність управління земельними ресурсами. У роботі проведено аналіз чинних реєстрів з точки зору відповідності стандарту ISO 19152:2012 (LADM) та вимог систем масової оцінки. Запропоновано LADM-профіль для інтеграції кадастрових і правових даних з можливістю експорту у формат GeoJSON відповідно до RFC 7946. Профіль забезпечує узгодженість правових, просторових і оціночних даних та оптимізований для роботи у відкритих ГІС, зокрема QGIS. Технологічна реалізація базується на відкритих інструментах PostgreSQL/PostGIS і Python, що знижує витрати та полегшує адаптацію. Представлений підхід може стати основою для пілотних проєктів, спрямованих на підвищення прозорості та ефективності земельного адміністрування в Україні.

Ключові слова: LADM, кадастр, GeoJSON, інтеоперабельність, PostgreSQL, Python, QGIS, просторові дані, масова оцінка, земельне адміністрування.

Актуальність теми дослідження

Ефективне управління земельними ресурсами в Україні ускладнене фрагментацією даних між Державним земельним кадастром, Державним реєстром речових прав та єдиною базою оцінок ФДМУ. Така роз'єднаність призводить до дублювання інформації, суперечностей у даних та обмежує можливості для автоматизованої звірки, просторового планування і справедливого оподаткування. Світовий досвід підтверджує, що впровадження національних профілів міжнародного стандарту ISO 19152:2012 (LADM) забезпечує єдину логічну модель для інтеграції правових, просторових та економічних даних (Kalogianni et al., 2021; Jahani Chehrehbargh et al., 2025). При цьому практичні реалізації, зокрема LADM-сумісні інструменти збору польових даних для кадастрових зйомок, підтверджують можливість ефективної інтеграції та обміну даними між різними системами (Aditya et al., 2021). Запропонований у цій роботі LADM-профіль відповідає сучасним потребам цифрової трансформації земельних відносин, покращує узгодженість та взаємодію і зменшує витрати завдяки використанню відкритих технологій (PostgreSQL/PostGIS, Python, QGIS). Це створює передумови для створення комплексних інформаційних ресурсів, придатних для масової оцінки, візуалізації та моніторингу земельних ресурсів у громадах.

Методика

Дослідження ґрунтується на аналізі чинних державних кадастрових та реєстраційних систем, а також на співставленні їх інформаційного наповнення з вимогами ISO 19152:2012 (LADM) та систем автоматизованої масової оцінки (Popov et al., 2023; Kuryltsiv & Myronov, 2024). Розроблений LADM-профіль у вигляді UML-моделі інтегрує

правові (LA_Party, LA_RRR), просторові (LA_SpatialUnit) та адміністративні (LA_BAUnit) компоненти у єдину базу PostgreSQL/PostGIS. Експорт у GeoJSON здійснюється через ETL-процес на Python (pandas, SQLAlchemy) з перевіркою топологічної та семантичної коректності відповідно до RFC 7946, що робить дані готовими даних до використання у відкритих ГІС.

Виклад основного матеріалу

У межах дослідження виконано структурне зіставлення полів державних кадастрових та реєстраційних ресурсів із класами LADM, що дало змогу виявити ключові прогалини для інтеграції правових, просторових та оціночних даних. На основі цього аналізу сформовано LADM-профіль, який підтримує зв'язок з оціночними показниками (VM_*). Розроблено мінімальний GeoJSON-профіль, узгоджений із RFC 7946, що забезпечує базову інтероперабельність між кадастрово-реєстраційним контуром і системами масової оцінки.

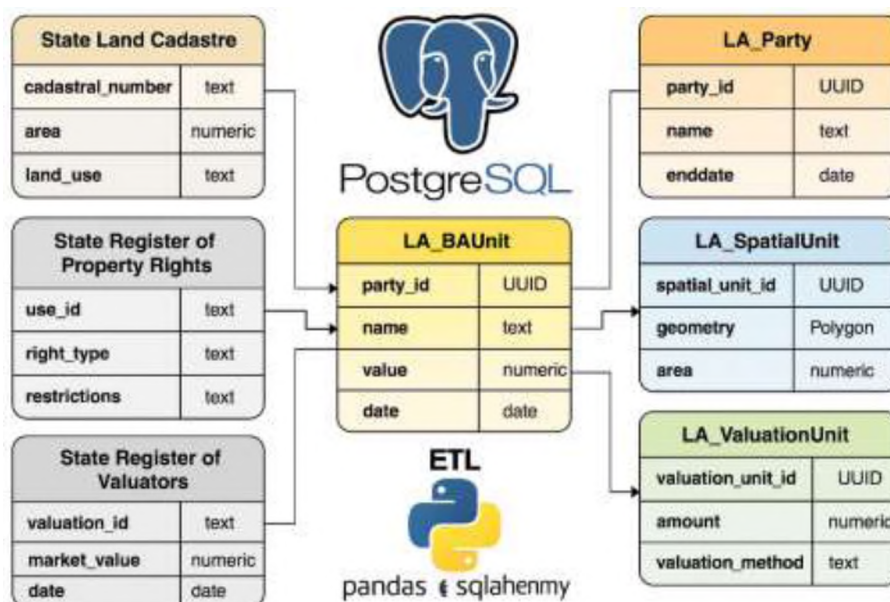


Рисунок 1. Концептуальна схема інтеграції LADM-компонентів та експортних GeoJSON-представлень для масової оцінки і візуалізації в QGIS.

Як показано на Рисунку 1, чинні державні кадастрові та реєстраційні ресурси можуть бути співвіднесені з окремими класами моделі LADM. Таблиця 1 конкретизує ці відповідності, демонструючи, з яких саме джерел походять дані для заповнення атрибутів кожного класу та де існують інформаційні прогалини.

Таблиця 1. Відповідність державних джерел даних класам LADM та основні прогалини

Джерело	Відповідні класи LADM	Ключові прогалини для масової оцінки
Державний земельний кадастр (ДЗК)	LA_SpatialUnit, LA_BAUnit	Несталі ключі для зшивки з правовим реєстром; обмежені історичні стани; відсутність уніфікованих код-листів цільового призначення у розрізі LADM
Державний реєстр речових прав (ДРРП)	LA_Party, LA_RRR	Обмежена інтероперабельність із ДЗК (кадастровий номер $\neq$ унікальний ключ у всіх випадках); відсутність відкритих структурованих даних для автоматизованої звірки
Єдина база оцінок ФДМУ	VM_* (оцінка), зв'язок із LA_SpatialUnit	Дані здебільшого агреговані, немає повного складу атрибутів угод та геометрії; неоднорідні підходи до валідації джерел

Реалізація LADM-профілю включає створення уніфікованих подань (SQL views), нормалізацію код-листів і присвоєння UUID для зшивки між реєстрами. Експорт у GeoJSON виконується пакетами через Python з автоматичною перевіркою геометричної та семантичної коректності. Проведений аналіз показав, що існуючі реєстри мають достатню семантичну базу для відображення LA_SpatialUnit і базових атрибутів прав, але для промислової інтеграції необхідні стабільні ключі, регламентовані словники та розширені оціночні атрибути.

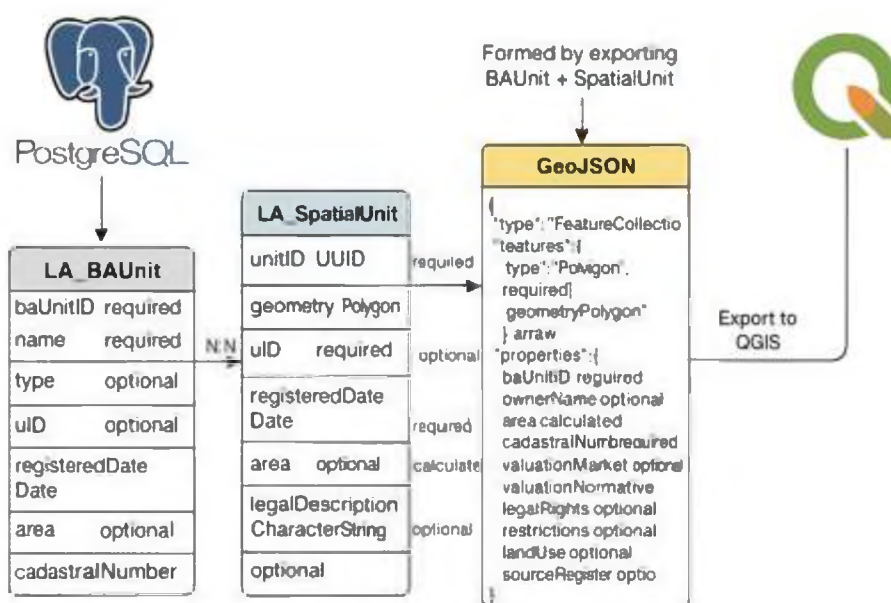


Рисунок 2. Схема трансформації компонентів LADM (LA_BAUnit, LA_SpatialUnit) з бази PostgreSQL у GeoJSON-представлення для подальшої візуалізації в QGIS

Таблиця 2. Мінімальний профіль GeoJSON для публікації ділянок у термінах LADM

Поле GeoJSON	Походження/ зв'язок у LADM	Призначення
<code>type = "Feature"</code>	–	Узгодженість із RFC 7946
<code>geometry</code>	<code>LA_SpatialUnit.geometry</code>	Геометрія ділянки (Polygon/MultiPolygon)
<code>id</code>	<code>LA_BAUnit/внутрішній UUID</code>	Стабільний ідентифікатор об'єкта обміну
<code>properties.cadastral_number</code>	<code>LA_SpatialUnit.extID</code>	Посилання на кадастровий номер
<code>properties.land_use</code>	Код-лист (узгоджений із LADM)	Нормалізоване цільове призначення
<code>properties.area</code>	<code>LA_SpatialUnit.area</code>	Площа (SI)
<code>properties.rrr_type</code>	<code>LA_RRR.type</code>	Тип речового права
<code>properties.party_type</code>	<code>LA_Party.role</code>	Тип суб'єкта права
<code>properties.valuation_basis</code>	<code>VM_*</code> (за наявності)	База/джерело оціночного показника
<code>properties.source</code>	Metadata	Джерело/версія набору
<code>properties.updated_at</code>	Metadata	Дата/час оновлення

Висновки

Запропоновано LADM-профіль для інтеграції кадастрових і правових даних України з можливістю експорту у GeoJSON відповідно до RFC 7946. Реалізований на базі PostgreSQL/PostGIS та Python підхід дозволяє уніфікувати код-листів, присвоєння UUID і перевірку топологічної та семантичної коректності, що покращує узгодженість та взаємодію даних і готовність до використання у відкритих ГІС. Проведений аналіз показав, що державні кадастрові та реєстраційні системи мають достатню семантичну основу для відображення базових LADM-компонентів, але потребують стабільних ключів, регламентованих словників та повних оціночних атрибутів для промислової інтеграції. Перспективи можуть включати масштабуванні підходу до національного рівня, інтеграції з іншими державними ГІС, розширенні моделі до LADM Edition II з підтримкою 3D/4D, створенні публічних словників та відкритих API для автоматизованої масової оцінки.

Перелік літературних джерел

- Aditya, T., Sucaya, I. K. G. A., & Adi, F. N. (2021). LADM-compliant field data collector for cadastral surveyors. *Land Use Policy*, 104, 105356. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105356>
- Jahani Chehrehbargh, F., Rajabifard, A., Atazadeh, B., Steudler, D., Shahidinejad, J., & Nugraha, B. W. (2025). A feasibility assessment of an extended LADM: Enhancing land administration systems through object-relational database management. *Transactions in GIS*, 29(4), e70083. <https://doi.org/10.1111/tgis.70083>
- Kalogianni, E., Janečka, K., Kalantari, M., Dimopoulou, E., Bydłosz, J., Radulović, A., Vučić, N., Sladić, D., Govedarica, M., Lemmen, C., & van Oosterom, P. (2021). Methodology for the development of LADM country profiles. *Land Use Policy*, 105, 105380. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105380>

- 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. <https://doi.org/10.23939/istcgcap2024.99.038>
- Popov, A., Kolodiy, P., & Zadorogniy, Y. (2023). An evaluation framework of the current cadastral system in Ukraine – A case study. *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*, 22(4), 537–560. <https://doi.org/10.31648/aspal.9044>
- RFC 7946. (2016). The GeoJSON format. IETF. <https://doi.org/10.17487/RFC7946>

ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАХИСТУ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

Митяєв Микола¹, Новаковська Ірина^{2*}

¹⁻² Кафедра земельного кадастру, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: novakovska@nubip.edu.ua

Анотація. У статті розглядаються детальні плани території (ДПТ) як ключові інструменти забезпечення сталого розвитку населених пунктів. Відзначено, що ДПТ дозволяють комплексно враховувати просторові, екологічні, соціальні та економічні аспекти, що є важливими для збереження природних ресурсів, культурної спадщини та гармонійного розвитку територій. Особлива увага приділяється інтеграції ризик-орієнтованого планування в урбаністичні та регіональні стратегії сталого розвитку. Основна увага приділяється питанням врахування ризиків природних катастроф у процесі просторового планування, особливо для урбанізованих територій. Отже, ДПТ розглядаються як важливий інструмент досягнення цілей сталого розвитку, забезпечення безпеки і добробуту населення, а також збереження навколишнього середовища в умовах сучасних викликів.

Ключові слова: просторове планування, сталий розвиток, землекористування, управління природними ризиками, детальний план території, захист навколишнього середовища, стратегічна екологічна оцінка, урбаністика

Актуальність теми дослідження

Сучасні умови розвитку суспільства характеризуються зростанням населення, посиленням економічної активності, зміною кліматичних умов та наявністю конфліктних загроз, що створює додатковий тиск на природне середовище та соціально-економічну стабільність. Це зумовлює необхідність формування ефективних підходів до просторового планування, адже саме воно виступає ключовим інструментом збалансованого розвитку територій.

Однією з актуальних проблем є недостатня інтеграція природоохоронних та ризик-менеджмент стратегій у процеси просторового розвитку. У результаті міські та сільські території залишаються вразливими до природних катастроф, екологічної деградації та зниження якості життя населення. У цьому контексті значний потенціал має детальний план території, який поєднує функції містобудівної та землевпорядної документації, формуючи планувальну організацію та перспективи розвитку територій.

Аналіз наукових досліджень свідчить, що у світовій практиці просторове планування реалізується на різних рівнях – від місцевого до міжнародного, а його форми та підходи змінюються відповідно до соціально-економічних і політичних умов. В Україні проблематику формування якісного міського простору та містобудівних рішень досліджували М. Бевз, Ю. Дехтяренко, О. Драпіковський, І. Іванова, М. Дьомін, А. Мартин, В. Нудельман, Ю. Палеха та інші, однак питання інтеграції природоохоронного ризик-менеджменту у детальні плани територій залишаються недостатньо опрацьованими.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки ефективних підходів до удосконалення територіального планування з урахуванням екологічних

ризиків, сталого використання природних ресурсів та підвищення стійкості територій до глобальних і локальних викликів.

74

Методика

Методологічна база дослідження сформована на поєднанні теоретичних засад сталого розвитку, концепції інтегрованого управління природними ресурсами та сучасних інструментів просторового планування. Вибір саме такої стратегії зумовлений необхідністю комплексного підходу, що поєднує економічні розрахунки, екологічну оцінку та просторове моделювання для забезпечення збалансованого розвитку територій. У дослідженні детально розроблено низку інноваційних методичних рішень. Насамперед, це застосування **ПІС-моделювання з елементами багатокритеріального аналізу (МСЕ)**, що дозволяє визначати оптимальні сценарії землекористування з урахуванням одночасно екологічних, економічних та соціальних факторів. Важливим доповненням є використання **протоколу просторового екологічного аудиту**, за допомогою якого здійснюється системна оцінка територій на предмет стійкості та потенційної деградації природних ресурсів. Для забезпечення об'єктивності та перевірки отриманих результатів залучено усталені підходи, серед яких **балансовий метод оцінки землекористування** (Бриндзя, 2014; Детальний план, 2022; Черевко, 2015), а також традиційні моніторингові процедури, що охоплюють геоботанічні, ґрунтові та гідрологічні дослідження. Застосування таких різноспрямованих методик дозволяє інтегрувати кількісні та якісні показники, створюючи цілісну основу для аналізу й прогнозування розвитку територій.

Отже, методика дослідження орієнтована на поєднання інноваційних і класичних інструментів, що забезпечує комплексний характер оцінки та сприяє виробленню науково обґрунтованих рішень у сфері просторового планування як дієвого механізму захисту природних ресурсів.

Виклад основного матеріалу

Сучасне містобудування стикається зі значними викликами, пов'язаними зі зростанням населення, урбанізацією та посиленням економічної активності, що створює тиск на природні ресурси. У таких умовах сталий розвиток територій стає ключовою метою державної політики, а просторове планування виступає ефективним інструментом інтеграції соціально-економічного розвитку та охорони природного середовища. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» визначає сталий розвиток території як комплексний процес, спрямований на забезпечення економічного потенціалу та комфортного життєвого середовища для сучасних і майбутніх поколінь через раціональне використання ресурсів, технологічне переоснащення підприємств та розвиток інфраструктури (Закон України, 2011).

Детальний план території (ДПТ) є ключовим механізмом реалізації цих принципів. Він деталізує генеральний план населеного пункту, визначає функціональне призначення територій, параметри забудови, містобудівні умови та обмеження, потреби в інженерній та транспортній інфраструктурі, а також комплексний благоустрій і озеленення територій (Новаковська та ін., 2024). Однією з основних переваг ДПТ є інтеграція оцінки природних ризиків, таких як повені, зсуви чи землетруси, що дозволяє підвищити стійкість населених пунктів і мінімізувати економічні витрати на ліквідацію наслідків катастроф.

Просторове планування сприяє збереженню природних ресурсів через створення екологічних коридорів, зелених зон та рекреаційних територій, що одночасно підтримує

біорізноманіття та покращує якість життя населення. Компактна та змішана забудова дозволяє ефективніше використовувати землі, інтегруючи житлові, комерційні та рекреаційні зони, зменшуючи потребу у транспорті та підвищуючи соціальну взаємодію мешканців (Новаковська та ін., 2024). Особливу увагу в ДПТ приділяють транспортній інфраструктурі та енергозбереженню. (Рис.1)

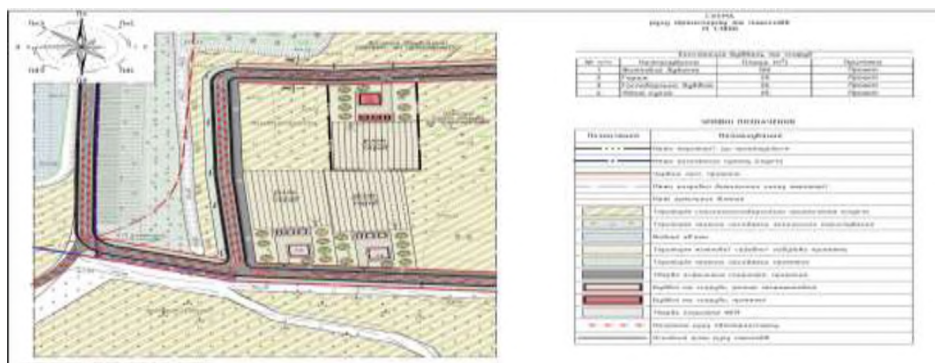


Рисунок 1. Схема руху транспорту та пішоходів М 1:1000 (Детальний план, 2022)

Розвиток громадського транспорту, велосипедних та пішохідних маршрутів сприяє зниженню використання приватних автомобілів і скороченню викидів парникових газів, тоді як інтеграція енергоефективних технологій та відновлюваних джерел енергії підтримує перехід до зеленої економіки. Соціальна інклюзивність планування проявляється у забезпеченні доступності інфраструктури для всіх верств населення та участі громади у прийнятті рішень через громадські слухання, що підвищує соціальну згуртованість та відповідальність за збереження природних ресурсів.

Отже, просторове планування через детальні плани території є ефективним засобом захисту природних ресурсів. Воно дозволяє поєднувати екологічну безпеку, раціональне землекористування, енергоефективність та соціальну інклюзивність, створюючи збалансоване, безпечне та комфортне середовище для сучасних і майбутніх поколінь. Використання ДПТ забезпечує стійкий розвиток територій та сприяє досягненню стратегічних цілей сталого розвитку на локальному рівні.

Висновки

Просторове планування, реалізоване через детальні плани територій, є ефективним інструментом захисту природних ресурсів. Воно дозволяє поєднати екологічну безпеку, раціональне землекористування, енергоефективність та соціальну інклюзивність. Використання ДПТ сприяє створенню збалансованого, безпечного та комфортного середовища для сучасних та майбутніх поколінь, забезпечуючи стійкий розвиток територій.

Перелік літературних джерел

- Бриндзя, О.З. (2014). Методичні положення еколого-економічного оцінювання сільськогосподарського землекористування на ландшафтній основі. *Галицький економічний вісник*, 45(2), 5–9.
- Детальний план території земельної ділянки площею 0,2500 га, с. Федорівка, Житомирська обл., для будівництва і обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд. (2022). Малин, 70 с.

- Нормативна грошова оцінка землі на 2020 рік — вже на сайті ДПС. URL: <https://news.dtkr.ua/taxation/other/60054-normativna-grosova-ocinka-zemli-na-2020-rik-vze-na-saiti-dps>
- Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»: № 3038-VI, від 17 лютого 2011 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
- Новаковська, І.О. Байрачний, О.Л., & Митяєв, М.М. (2024). Детальний план території як інструмент сталого розвитку. *Наукові інновації та передові технології*, 7(35), 666–676. [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-7\(35\)-666-676](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-7(35)-666-676)
- Черевко, І.В. (2015). Застосування оцінки земельних ресурсів сільськогосподарських підприємств. *Економіка та управління національним господарством*, 4, 90. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/6445>

РОЛЬ ТА ВАЖЛИВІСТЬ САМОРЕГУЛЯЦІЇ У СФЕРІ ЗЕМЛЕУСТРОЮ В КОНТЕКСТІ НАБУТТЯ УКРАЇНОЮ ЧЛЕНСТВА В ЄС

Полтавець Анатолій^{1}*

¹ доктор економічних наук, доцент кафедри геоінформатики і аерокосмічних досліджень Землі НУБіП України, Голова Правління Всеукраїнської громадської організації «Асоціація фахівців землеустрою України». *e-mail: afzv@ukr.net

Анотація. Дослідження обґрунтовує, що ефективна саморегуляція професії інженера-землевпорядника є ключовою передумовою адаптації України до норм ЄС у сфері управління земельними ресурсами. Європейський нормативний каркас задають, зокрема, INSPIRE (просторова інтеоперабельність і метадані), Директива (ЄС) 2019/1024 щодо відкритих даних та «Better Regulation Toolbox», яке прямо визнає доречність механізмів само- й співрегулювання за умов надійного моніторингу та підзвітності (European Parliament and Council, 2007; European Union, 2019; European Commission, 2023). У країнах ЄС професійні палати/колегії забезпечують етичний нагляд, безперервний професійний розвиток і верифікацію компетентності (наприклад, земельні та інженерні палати Німеччини; професійні колегії геодезистів Іспанії; інженерні ордени Португалії), що підвищує довіру та якість послуг (Ingenieurkammer-Bau NRW, 2019; COIGT, 2014/2024; Ordem dos Engenheiros, 2024). Гармонізація з актуальними технічними стандартами (оновлений ISO 19152 – LADM) і впровадження відкритих кадастрових сервісів на кшталт нідерландського PDOK ідентифіковані як найкращі практики, релевантні для української СРО (ISO, 2024–2025; EuroGeographics, 2024). Роль АФЗУ постає центральною для перенесення цих практик у національний контекст.

Ключові слова: саморегуляція, землеустрій, INSPIRE, відкриті дані, професійні стандарти, безперервний професійний розвиток, етика, LADM, інтеграція до ЄС.

Актуальність теми дослідження

Євроінтеграційний курс України висуває підвищені вимоги до прозорості даних, етичної відповідальності та відтворюваності результатів у землеустрої. В ЄС ці засади спираються на інтеоперабельність просторової інформації (INSPIRE) та політику повторного використання публічних даних, що прискорює науковий обіг знань і впровадження інновацій у практиці кадастру та планування територій (European Parliament and Council, 2007; European Union, 2019). Водночас, європейська методологія «кращого регулювання» визнає цінність саморегуляції як гнучкого механізму, здатного оперативно підтримувати якість послуг і зменшувати адміністративні витрати за наявності чітких правил контролю (European Commission, 2023). У країнах ЄС усталені інститути професійного самоврядування підтверджують життєздатність цієї моделі: у Німеччині інженерні палати законодавчо закріплюють обов'язковість підвищення кваліфікації; в Іспанії професійні колегії інженерів-геодезистів підтримують етичні кодекси й процедури розгляду скарг; у Португалії орден інженерів формалізує регулярні курси з етики та деонтології (Ingenieurkammer-Bau NRW, 2019; COIGT, 2014/2024; Ordem dos Engenheiros, 2024). Паралельно актуалізовано технічні стандарти управління земельними даними – оновлене сімейство ISO 19152 (LADM), що задає спільну предметну модель для реєстрації прав, обмежень і відповідальностей (ISO, 2024–2025). Досвід Нідерландів із порталом PDOK і якісним маркуванням відкритих кадастрових

наборів ілюструє, як поєднання відкритих даних і стандартизації підсилює ринкову довіру (EuroGeographics, 2024). У вітчизняній науковій дискусії потреба трансформації закону «Про землеустрій» і стратегічного оновлення земельної політики до 2030 року вже окреслена; саморегуляція може стати дієвим інструментом реалізації таких змін.

Методика

Застосовано порівняльно-правовий і контент-аналіз актів ЄС (INSPIRE; Директива про відкриті дані; інструменти «кращого регулювання»), огляд технічних стандартів (ISO 19152 – LADM) та кейс-аналіз інституційних практик професійного самоврядування (Німеччина, Іспанія, Португалія, Нідерланди). Національний контекст оцінено через аналіз чинних наукових публікацій і практик АФЗУ. Результати інтерпретовано з позицій відповідності acquis ЄС та життєздатності впровадження через СРО. (European Parliament and Council, 2007; European Union, 2019; European Commission, 2023; ISO, 2024–2025; Ingenieurkammer-Bau NRW, 2019; COIGT, 2014/2024; EuroGeographics, 2024).

Виклад основного матеріалу

Підготовка сфери землеустрою до членства в ЄС вимагає синхронізації регуляторних і технічних засад. INSPIRE задає зобов'язання щодо структури метаданих, сервісів доступу й гармонізації тематичних шарів, що прямо стосується кадастрових і планувальних даних; на практиці це створює спільний «лексикон» для обміну між інституціями та юрисдикціями (European Parliament and Council, 2007; EuroGeographics, 2021). Відкрите надання даних і їх повторне використання відповідно до Директиви (ЄС) 2019/1024 формує базу для інноваційних послуг, підзвітності та конкуренції на ринку геоінформаційних робіт (European Union, 2019). У Нідерландах національний портал PDOK забезпечує доступність понад 150 наборів просторових даних, включно з кадастровою картою; запровадження якісних індикаторів для відкритого кадастрового шару додатково підвищує передбачуваність використання даних замовниками (OGC, 2024; EuroGeographics, 2024).

Саморегуляція як інструмент «м'якого» регулювання посідає в ЄС визнане місце поруч із державним наглядом: «Better Regulation Toolbox» визначає умови доречності само- й співрегулювання – чіткі цілі, прозорі процедури, незалежний моніторинг та ефективні механізми розв'язання спорів (European Commission, 2023). Така модель ефективно працює у професіях, де якість і безпека значною мірою забезпечуються етикою, розвитком компетентностей і стандартизацією. Німецькі земельні інженерні палати запровадили обов'язкову систему безперервного професійного розвитку з кількісно визначеними вимогами (наприклад, щорічні мінімальні одиниці навчання; правові підстави – Baukammergesetz і Fort- und Weiterbildungsordnung), із перевіркою виконання та визнанням курсів (Ingenieurkammer-Bau NRW, 2019; Land NRW, 2024). В Іспанії Колегіум інженерів у галузі геоматики і топографії (COIGT) має коди деонтології, постійний комітет з етики та оновлені процедури розгляду скарг; у 2025 р. колегіум уклав угоду з Радою Нотаріату про електронну взаємодію й верифікацію повноважень фахівців під час виправлення кадастрових розбіжностей, що посилює юридичну визначеність та оперативність процедур (COIGT, 2014/2024; Cinco Días – El País, 2025). У Португалії Орден інженерів оновив у 2024 р. регламенти кваліфікації та закріпив регулярні курси з етики/деонтології в регіональних відділеннях, забезпечуючи дисциплінарну підзвітність і підтримку компетентності (Ordem dos Engenheiros, 2024).

Технічним ребром гармонізації є стандарти. Актуалізація LADM у 2024–2025 рр. (серія ISO 19152-1/-3/-5 та ін.) надає сучасну предметну модель для реєстрації об'єктів, прав,

обмежень і відповідальностей, що важливо для інтероперабельності кадастрових і земельно-реєстраційних даних та інтеграції сервісів (ISO, 2024–2025; JRC, 2021). Вирівнювання національної практики з LADM і INSPIRE зменшує транзакційні витрати, пришвидшує обмін даними з екологічними й інфраструктурними реєстрами та полегшує трансграничні сервіси.

У цьому контексті СРО у сфері землеустрою в Україні – зокрема АФЗУ – можуть виконувати роль провайдера етичних правил, дисциплінарних процедур, CPD-механізмів і технічних стандартів, адаптованих до acquis ЄС, а також майданчика для координації з державними органами щодо відкритості даних і цифрових сервісів (АФЗУ; Третяк та ін., 2024). Європейські приклади вказують на практичні кроки: ухвалення кодексу етики, обов’язкові CPD-вимоги з вимірними мінімумами, реєстр компетенцій, електронна верифікація повноважень фахівців, публікація якісно маркованих наборів кадастрових даних і відповідність LADM/INSPIRE.

Саморегульвні організації (СРО) у сфері землеустрою в Україні поступово стають не лише представницькими інституціями, а й носіями професійної відповідальності та якості. Їхня унікальна позиція між ринком, державою та академічним середовищем дозволяє поєднувати оперативність професійних спільнот із вимогами публічної підзвітності. Однак, аби розкрити цей потенціал, потрібне цілеспрямоване оновлення організаційної архітектури, інструментів забезпечення якості та взаємодії зі стейкхолдерами.



Рисунок 1. Схема ролі саморегуляції у сфері землеустрою України в контексті євроінтеграції

По-перше, варто посилити інституційний дизайн СРО через збалансоване врядування. Потрібні постійні комісії (з дисципліни, методології та стандартів, справедливих практик конкуренції, розгляду скарг), що мають працювати на засадах чітких процесуальних правил і запобіжників конфлікту інтересів (декларації, відводи, незалежний аудит рішень).

По-друге, СРО доцільно вибудувати цілісну «інфраструктуру якості» професійної діяльності. Її ядро – компетентнісні профілі для основних видів робіт у землеустрої та багаторівневі траєкторії професійного зростання (від молодшого фахівця до провідного

експерта). Інструментами мають стати: стандартизовані вимоги до портфоліо проєктів, наставництво (менторинг) з фіксацією навчальних результатів, обов'язкові протоколи рецензування (в тому числі науково-технічне) для складних чи ризикових робіт, а також ризик-орієнтований моніторинг якості, що фокусується на об'єктах з підвищеною невизначеністю (щільна забудова, території після інженерних втручань, зони можливих правових колізій). Зворотний зв'язок від страхових компаній (зокрема, щодо причин страхових випадків) має регулярно трансформуватися у навчальні модулі та методичні оновлення.

По-третє, необхідне інституційне забезпечення доброчесності та прозорості. Публічні реєстри членів, дисциплінарних рішень і методичних документів – базовий мінімум. Далі – відкриті «панелі якості» з агрегованими показниками (частка проєктів, що пройшли рецензування; середня тривалість виконання; частота виправлень; показники задоволеності замовників), регулярні «доповіді про стан професії» та відкриті консультації щодо оновлення стандартів. Важливими є механізми повідомлення про порушення (захищені канали, гарантії від репресій) та інститут омбудсмена, який розглядає конфлікти між фахівцем і замовником або між членами СРО.

По-четверте, СРО мають стати центрами розвитку ринку послуг. Йдеться про еталонні форми договорів і технічних завдань, типові вимоги до результатів робіт, методичні настанови з управління проєктними ризиками, каталоги рекомендованих метрологічних процедур та інструкції з ведення цифрових «аудит-трейлів» польових і камеральних операцій. На перетині «ринку – інновації» корисними є пілотні полігони випробування інструментів, де випрацьовують практики використання нових сенсорів, обмінних форматів, алгоритмів узгодження меж чи верифікації джерел даних.

По-п'яте, важливо системно поєднати освіту і практику. Позитивний ефект дає впровадження мікрокваліфікацій (micro-credentials) для вузьких компетенцій – від правового аналізу земельних правовідносин до управління даними про обмеження у використанні земель; «клінік землеустрою» на базі університетів для реальних кейсів громад; програми наставництва для молодих фахівців у громадах, де кадровий дефіцит особливо відчутний. Учасники таких програм мають отримувати прозорі критерії атестації та доступ до відкритих навчальних ресурсів.

По-шосте, СРО спроможні бути ключовими гравцями міждержавної та міжсекторної взаємодії. На практиці це означає створення спільних робочих груп із органами влади, кадастровими й реєстраційними установами, громадами, а також із суміжними професіями (архітектори, інженери-будівельники, екологи). Особлива увага – потребам післявоєнного відновлення: інвентаризації земель, відновленню документації, землепорядним рішенням у процесах розмінування, відселення, відновлення інфраструктури та землекористування, а також конфліктно-чутливим медіаційним процедурам.

Висновки

Європейський досвід доводить, що саморегуляція в сумі з відкритими даними та стандартизацією формує екосистему довіри, підзвітності й інновацій у землеустрої. Для України пріоритетними є: (1) нормативне закріплення ролі СРО у забезпеченні етики та CPD; (2) узгодження технічних моделей даних з LADM і повна імплементація INSPIRE/Open Data для кадастрово-планувальних наборів; (3) розвиток електронних сервісів з верифікацією повноважень фахівців і якісним маркуванням відкритих шарів; (4) інституційне партнерство СРО–держава–ринку за принципами «кращого регулювання». АФЗУ може бути центральним актором цієї трансформації, спираючись на перевірені практики країн ЄС.

Перелік літературних джерел

- Всеукраїнська громадська організація «Асоціація фахівців землеустрою України». Офіційний сайт: <https://afz.com.ua/>
- Третяк А.М., Третяк В.М., Прядка Т.М., Гунько Л.А., Третяк Н.А. (2024). Трансформація закону України «Про землеустрій»: проблеми і перспективи. Ефективна економіка, №4. URL: <https://www.navka.com.ua/index.php/ee/article/view/3489>
- Третяк А.М., Третяк В.М., Прядка Т.М., Капінос Н.О., Третяк Н.А. (2021). Стратегічні напрями земельної політики в Україні до 2030 року. Економіка та держава, №8, 28–36. URL: <https://www.economy.in.ua/?i=4&op=1&z=4989>
- European Parliament and Council. (2007). Directive 2007/2/EC (INSPIRE). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj/eng>
- European Union. (2019). Directive (EU) 2019/1024 on open data and the re-use of public sector information. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1024/oj/eng>
- European Commission. (2023). Better Regulation Toolbox (Toolbox PDF). URL: <https://commission.europa.eu/system/files/2023-09/BR%20toolbox%20-%20Jul%202023%20-%20FINAL.pdf>
- ISO. (2024). ISO 19152-1:2024 – Land Administration Domain Model (LADM) – Part 1: Generic conceptual model. URL: <https://www.iso.org/standard/81263.html>
- ISO. (2024). ISO 19152-3:2024 – Geographic information – LADM – Part 3: Marine georegulation. URL: <https://www.iso.org/standard/81265.html>
- ISO. (2025). ISO 19152-5:2025 – Geographic information – LADM – Part 5: Spatial plan information. URL: <https://www.iso.org/standard/81267.html>
- Joint Research Centre (JRC). (2021). European Union Location Framework Blueprint, ver. 5.0. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC126653>
- Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen. Fort- und Weiterbildungsordnung (чинна ред. з 01.01.2019) – PDF: https://ikbaunrw.de/kammer-wAssets/docs/Fortbildung/Fort-und-Weiterbildungsordnung_Lesefassung_01.01.19.pdf; Роз'яснення щодо обов'язку підвищення кваліфікації: <https://ikbaunrw.de/kammer/ingenieur-info/meldungen/Fort-und-Weiterbildung.php>
- COIGT – Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica. Deontología / Reclamaciones (нормативи деонтології, оновлення Комітету деонтології 2024). URL: <https://www.coigt.com/deontologia>
- Cinco Días (El País). (2025, 22 квітня). Notarios e ingenieros en geomática y topografía sellan una alianza para subsanar discrepancias catastrales. URL: <https://cincodias.elpais.com/legal/2025-04-22/notarios-e-ingenieros-en-geomatica-y-topografia-sellan-una-alianza-para-subsanar-discrepancias-catastrales.html>
- EuroGeographics. (2024). Defining quality for users of Cadastral Map open data in the Netherlands (PDOK). URL: <https://eurogeographics.org/news/defining-quality-for-users-of-cadastral-map-open-data-in-the-netherlands/>
- Ordem dos Engenheiros (Португалія). Регламенти, опубліковані в Diário da República: № 531/2024 (Regulamento das Especializações) – PDF: <https://files.diariodarepublica.pt/2s/2024/05/094000000/0021300225.pdf>; № 532/2024 (Regulamento do Primeiro Ano como Membro Efetivo; курси з етики та деонтології) – PDF: <https://files.diariodarepublica.pt/2s/2024/05/094000000/0022600231.pdf>; картка акту № 532/2024: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/regulamento/532-2024-864845923>; Стопінка «Regulamentos e Códigos»: <https://www.ordemdosengenheiros.pt/pt/a-ordem/regulamentos-e-codigos/>

НОРМАТИВНО-ГРОШОВА ОЦІНКА ЗЕМЕЛЬ У РЕГІОНАХ ЗІ СКЛАДНИМИ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ (НА ПРИКЛАДІ КОСІВСЬКОГО РАЙОНУ)

Мельник Тетяна^{1}, Боднарук Ірина², Касіянчук Дмитро³*

** Студентка групи ГЗ-24-1, ¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: tetiana.melnvk-hz241@nuing.edu.ua*

Анотація. Дослідження присвячене оцінці земельних ресурсів із застосуванням нормативної грошової оцінки (НГО) з урахуванням геоінформаційних технологій у гірському регіоні Івано-Франківської області, зокрема Косівського району. В умовах ринкової економіки та розвитку земельного ринку актуальність точного визначення вартості земель зростає, особливо з урахуванням природних ризиків, таких як зсувна небезпека. Для підвищення точності оцінки було розроблено методику, що інтегрує базову НГО, площу земельних ділянок, індексацію на рівень споживчих цін, а також коефіцієнт зменшення вартості через зсувну небезпеку. Використання ГІС-програмного забезпечення QGIS дозволило автоматизувати розрахунки та створити просторові карти вартості земель з урахуванням ризиків. Отримані результати демонструють можливість точнішої оцінки функціональної цінності земель у складних орографічних та агрокліматичних умовах, що є важливим для планування сталого розвитку аграрного сектору та управління земельними ресурсами на місцевому рівні. Інтеграція просторових даних та ризик-аналізу відкриває перспективи для підвищення ефективності управління земельними ресурсами в регіонах з підвищеними геодинамічними ризиками.

Ключові слова: нормативна грошова оцінка, земельні ресурси, геоінформаційні системи, зсувна небезпека, просторовий аналіз, управління земельними ресурсами

Вступ

Оцінка земельних ресурсів є важливою складовою ефективного управління територією, агропромисловим виробництвом і земельними відносинами (Даниленко, 2020; Третяк, 2017). В умовах ринкової економіки нормативна грошова оцінка (НГО) земель виступає не лише інструментом оподаткування, а й критерієм визначення економічної ефективності землекористування (Гуржій, 2021). Згідно із Законом України «Про оцінку земель», НГО є основою для визначення плати за землю, орендної плати, втрат сільськогосподарського та лісгосподарського виробництва, а також розрахунків у процесі купівлі-продажу, дарування, спадкування земельних ділянок. Система НГО зазнала суттєвих змін за останні роки у зв'язку з переходом до ринку землі та актуалізацією методичних підходів (Держгеокадастр, 2020). Зокрема, було переглянуто підходи до визначення капіталізованого рентного доходу, структуру коефіцієнтів, що враховують якісні характеристики ґрунтів, кліматичні умови, розміщення, меліоративний стан тощо (Ільченко, 2019). У 2021 році оновлена методика затверджена постановою Кабінету Міністрів України № 1147. Вона враховує сучасні вимоги до просторового аналізу та дозволяє використовувати геоінформаційні технології при обчисленні вартості земель.

Актуальність теми дослідження

Особливої актуальності набуває оцінка земель у гірських регіонах, зокрема в межах Івано-Франківської області, де спостерігається високий ступінь агрокліматичної,

орографічної та соціально-економічної диференціації (Кравчук, 2022; Петруня, 2020). Для прикордонних та гірських районів, таких як Косівський, ці чинники набувають особливого значення, оскільки визначають потенціал сталого розвитку аграрного сектору та можливості залучення інвестицій. Інтеграція геоінформаційних систем дозволяє деталізувати розрахунки та проводити просторово-часовий аналіз динаміки змін грошової оцінки. У цьому контексті НГО виступає не лише фінансово-економічним індикатором, а й інструментом стратегічного планування на локальному рівні.

Методика

У межах дослідження було реалізовано комплекс заходів із попередньої підготовки вихідних векторних шарів, що містять кадастрову інформацію, а також атрибутивних таблиць, зокрема – з розрахованими показниками вартості за гектарами, даними площ ділянок тощо.

Для зведення результатів та присвоєння кожній ділянці показника нормативної грошової оцінки було використано загальну формулу, яка враховує базову вартість НГО за 1 га, площу ділянки, а також індексацію на рівень споживчих цін (1):

$$\text{НГОділянки} = \text{Площа (га)} \times \text{Базова НГО (грн за га)} \times \text{Коефіцієнт індексації} \quad (1)$$

У ході просторового аналізу результати було інтегровано в окрему карту з візуалізацією класифікованої вартості земель (рис.1). Результати дозволили виділити ділянки з найвищими ризиками або потенційною стратегічною важливістю для сільськогосподарського розвитку. При цьому було враховано попередньо виконане зонування зсувонебезпечних територій за даними з (Kasiyanchuk, 2023), що забезпечило міждисциплінарне поєднання інженерно-геологічного ризик-аналізу з оцінкою агровартісного потенціалу територій.

Для оцінки ризику застосовано формулу (2):

$$K_{зсув} = 1 - \alpha \cdot R_{зсув} \quad (2)$$

де:

- 1) $R_{зсув}$ – нормалізований індекс зсувної небезпеки для конкретної ділянки (0–1);
- 2) α – ваговий коефіцієнт, що враховує чутливість типу землекористування до геодинамічних впливів. Для земель сільськогосподарського призначення взято $\alpha=0.25$, що відповідає їхній середній соціально-економічній чутливості до втрати продуктивного потенціалу;
- 3) $K_{зсув}$ – коефіцієнт потенційного зменшення функціональної цінності ділянки через зсувну небезпеку.

Використання геоінформаційного продукту QGIS дозволило автоматизувати розрахункові та аналітичні процедури, значно скоротити час на обробку великої кількості ділянок, а також забезпечити візуально зрозумілу картографічну подачу результатів оцінки, придатну для ухвалення управлінських рішень.

ГІС-забезпечення оцінки та просторовий аналіз

В умовах децентралізації та посилення ролі місцевого самоврядування особливої актуальності набуває просторово обґрунтоване управління земельними ресурсами, що потребує використання сучасних інструментів геоінформаційного моделювання. У цьому контексті ГІС-технології відіграють ключову роль у візуалізації, інтеграції та аналізі просторових і табличних даних, зокрема у межах нормативної грошової оцінки (НГО) земель.

Нормативно-грошова оцінка (НГО) землі сільськогосподарських угідь для Івано-Франківської області станом на 01.01.2021 р. становила 26 087 грн. за га, що було

використано як базовий показник для обрахунку економічного ризику. Для земель сільськогосподарського призначення в Івано-Франківській області станом на 01.01.2021 року базову НГО коригують за допомогою щорічних коефіцієнтів індексації, затверджених Держгеокадастром у відповідності до індексу споживчих цін Держстату. Значення коефіцієнтів становили: 2021 – 1,00; 2022 – 1,00; 2023 – 1,051; 2024 – 1,12. Для 2025 року індекс споживчих цін за перше півріччя показав зростання на 6,5 %, що еквівалентно коефіцієнту індексації 1,065.

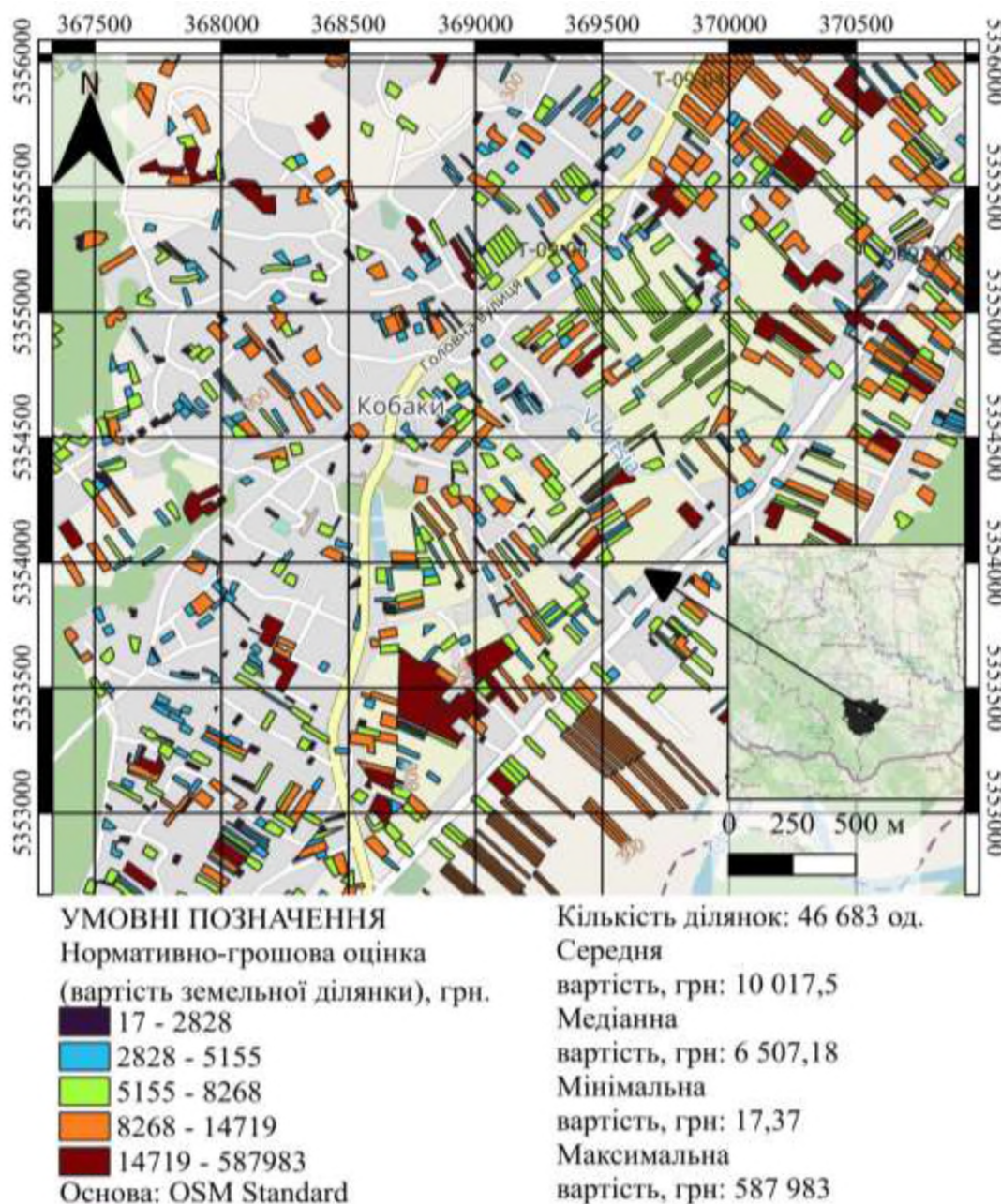


Рисунок 1. Карта НГО земель с/г призначення (на прикладі Косівського району)

Усі ділянки мають сільськогосподарське призначення, зокрема – для ведення особистого селянського господарства. Рівень зсувного ризику для цих ділянок варіюється від приблизно 41 до 57, що відповідає середньому рівню небезпеки. Це означає, що

територія не є найбільш критичною, але вже вимагає уваги з боку землекористувачів і планувальників.

Нормативно-грошова оцінка (НГО) становить у середньому понад 23 000 грн/га, причому коливання цього показника між ділянками незначне. Це свідчить про відносно однорідну економічну оцінку земель, яка, ймовірно, не враховує фактор зсувного ризику. Інакше кажучи, навіть на територіях з підвищеним ризиком зсуву, вартість землі оцінюється за стандартними підходами, без зниження коефіцієнта.

Площа окремих ділянок є невеликою (переважно менше одного гектара), а вартість кожної з них коливається в межах 10–30 тис. грн, залежно від розміру. Загальна економічна вартість усіх облікованих у вибірці ділянок на території зсувів становить кількасот тисяч гривень.

Висновки

Проведене дослідження підтвердило важливість використання нормативної грошової оцінки земель з урахуванням геоінформаційних технологій для точнішого аналізу вартості і ризиків використання територій. Врахування зсувної небезпеки та її інтеграція у розрахунки НГО дозволяє більш об'єктивно оцінити потенціал і ризики землекористування в гірських регіонах, зокрема у Косівському районі. Застосування ГІС інструментів забезпечує ефективну візуалізацію та просторовий аналіз, що сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень на місцевому рівні. Отримані результати можуть бути корисними для планування сталого розвитку аграрного сектору та оптимізації використання земельних ресурсів.

Перелік літературних джерел

- Даниленко, А. І. (2020). *Земельні ресурси та управління їх використанням в умовах децентралізації*. Київ: НААН.
- Держгеокадастр. (2020). *Наказ «Про затвердження методичних підходів до проведення нормативної грошової оцінки земель»*. Retrieved from <https://land.gov.ua>
- Гуржій, І. М. (2021). Оцінка економічної ефективності землекористування в контексті земельної реформи. *Економіка АПК*, 28(6), 71–76. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202106071>
- Ільченко, Т. Л. (2019). Методичні основи нормативної грошової оцінки земель: сучасний стан та перспективи. *Землевпорядний вісник*, 3, 34–39.
- Кабінет Міністрів України. (2021). *Постанова №1147 «Про затвердження Порядку нормативної грошової оцінки земельних ділянок» від 03.11.2021*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1147-2021-p>
- Кравчук, І. Я. (2022). Особливості землеоцінювальних робіт у гірських територіях Карпат. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка*, 3(68), 123–127.
- Петруня, Ю. Є. (2020). Геоінформаційне забезпечення нормативної грошової оцінки земель. *Землевпорядкування, кадастр і моніторинг земель*, 3, 45–52.
- Третьяк, А. М. (2017). Земельні ресурси: економічна оцінка та ефективність використання. *Збірник наукових праць НУБіП України*, 290(2), 14–21.
- Kasiyanchuk, D., Shtohryn, I. (2023) Assessment of landslide hazard risks on the example of the land cadastre of Kosiv district. *ISTCGCAP*. 98: 50-62. DOI: <https://doi.org/10.23939/istcgcap2023.98.050>

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ГІС-РІШЕНЬ ДЛЯ КОНСОЛІДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД

Солонуха Юлія^{1*}, Гунько Людмила^{2*}

¹ Магістр 2-го року навчання, кафедра землевпорядного проектування факультет землевпорядкування, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: ysolonukha@gmail.com

² доц., д.е.н, кафедра землевпорядного проектування факультет землевпорядкування, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: gunko_l@nubip.edu.ua

Анотація. Консолідація земель у Німеччині (*Flurbereinigung*) поєднує правові, інституційні та технологічні механізми, спрямовані на подолання фрагментації та забезпечення сталого розвитку сільських територій. Геоінформаційні системи (ГІС) є ключовим інструментом цього процесу, адже забезпечують точність просторових даних, можливість моделювання сценаріїв перерозподілу та прозорість для учасників (FAO, 2020; FIG, 2016). Метою дослідження є аналіз досвіду Німеччини щодо впровадження ГІС-рішень у сфері консолідації земель та оцінка можливостей його адаптації в Україні (APD, 2021).

Ключові слова: консолідація земель, геоінформаційні системи, просторове планування, міжнародний досвід.

Актуальність теми дослідження

Актуальність дослідження полягає в тому, що консолідація земель в Україні стає все більш важливою з огляду на земельну реформу та потребу в раціональному використанні земельних ресурсів. Геоінформаційні технології є ефективним інструментом для вирішення проблем нераціонального землекористування, а також можуть сприяти оптимізації процесів управління земельними ділянками. Використання ГІС дозволяє забезпечити точний аналіз земельних масивів, полегшити процес консолідації та зменшити витрати часу і ресурсів.

Німецький досвід доводить, що використання ГІС забезпечує точність визначення меж, прозорість процесів і комплексне врахування екологічних та соціально-економічних факторів. Для України це особливо важливо, оскільки наявні практики консолідації потребують більшої системності та цифрової підтримки (Попов, 2024).

Німецького-український агрополітичний діалог у своїх рекомендаціях наголошує, що ГІС є необхідним для адаптації європейського досвіду в українському інституційному та законодавчому середовищі (APD, 2021).

Методика

Дослідження ґрунтується на порівняльному аналізі законодавчої та інституційної бази Німеччини у сфері *Flurbereinigung*, узагальненні міжнародних рекомендацій FAO та FIG щодо організації консолідації земель (FAO, 2020; FIG, 2016), вивченні європейських технічних стандартів LPIS (JRC, 2018), а також на висновках німецьких експертів, наданих у рамках проєкту APD (2021).

Виклад основного матеріалу

Консолідація земель сільськогосподарського призначення – це процес об'єднання розділених сільськогосподарських земельних ділянок або агроформувань з метою

усунення недоліків у їх конфігурації, площі, структурі, розміщенні та межах полів або земельних ділянок (Попов, 2024)

Німецька модель консолідації земельних ділянок ґрунтується на інтеграції просторового планування, кадастрового адміністрування й участі громад, що робить її багатофункціональним інструментом (FIG, 2016)

ГІС-рішення у Німеччині активно застосовуються на всіх етапах консолідації. На початковій стадії вони використовуються для інвентаризації та аналізу існуючої структури землекористування, що дозволяє визначити рівень фрагментації та виявити проблемні ділянки (Hartvigsen, 2015). За допомогою цифрових кадастрових карт здійснюється моделювання різних сценаріїв укрупнення земель і розробка альтернативних планів землекористування. Це дає змогу врахувати не лише сільськогосподарські потреби, але й екологічні обмеження, інфраструктурні проекти та інтереси місцевих громад (FAO, 2020).

Важливим завданням є інтеграція кадастрових даних із європейськими стандартами LPIS, що забезпечує високу точність просторових моделей та уніфікацію інформації в межах ЄС (JRC, 2018). Це дозволяє застосовувати єдині методики контролю якості земельного адміністрування та робить німецьку систему сумісною з іншими європейськими практиками. Як підкреслює FIG (2016), саме багатофункціональний підхід до консолідації, який поєднує аграрний розвиток, просторове планування, охорону довкілля та розвиток інфраструктури, робить німецький досвід унікальним і надзвичайно цінним для адаптації в Україні.

Андрій Попов зазначає, що українська практика досі часто має фрагментарний характер, тоді як приклад Німеччини демонструє, як використання сучасних ГІС-рішень у поєднанні з комплексним правовим регулюванням дозволяє підвищити ефективність землекористування, знизити транзакційні витрати та забезпечити сталий розвиток сільських територій.

Таким чином, досвід Німеччини підтверджує, що ГІС у процесі консолідації земель є не лише технічним інструментом, а й ключовим чинником, що забезпечує прозорість, інтегроване планування та довіру учасників до процесу.

Досвід Німеччини у консолідації земель (Flurbereinigung) показує ефективність поєднання правових механізмів, просторового планування та сучасних геоінформаційних технологій. Згідно з дослідженнями FAO (2020) та FIG (2016), інтеграція кадастрових даних із системами просторового планування дозволяє досягти високої точності, прозорості та врахування екологічних і соціально-економічних факторів.

Для України цінним є досвід Німеччини у кількох напрямках:

- використання європейських стандартів LPIS (JRC, 2018) для уніфікації та підвищення якості кадастрових даних;
- застосування ГІС-технологій на всіх етапах консолідації – від аналізу структури землекористування до моделювання сценаріїв укрупнення (Hartvigsen, 2015);
- багатофункціональний підхід, який поєднує аграрний розвиток із просторовим плануванням, охороною довкілля та розвитком інфраструктури (FIG, 2016).

У своїх рекомендаціях Німецько-український агрополітичний діалог (APD, 2021) наголошує, що для адаптації європейського досвіду в українських умовах необхідно впроваджувати цифрові інструменти управління земельними ресурсами, створювати інтерактивні геопортали, забезпечувати стандартизацію кадастрових даних і прозорість усіх процесів.

Висновки

Зарубіжний досвід доводить, що консолідація земельних ділянок неможлива без застосування сучасних ГІС- рішень, які забезпечують інтеграцію кадастрових даних, просторове планування та екологічний моніторинг. Для України актуальним є використання цього підходу, включно зі створенням інтерактивних карт, запровадженням геопорталів та стандартизація кадастрових даних. Лише комплексний підхід із поєднанням правових, технологічних та інституційних механізмів може забезпечити сталий розвиток земельних відносин.

Перелік літературних джерел

- Попов А. С. Консолідація земель: навч. посіб. — Миколаїв: МНАУ, 2024. — 368 с.
- FAO. Legal guide on land consolidation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.
- FIG. Land Consolidation – The Fundamentals to Guide Practice. FIG Publication No.79, 2016.
- Hartvigsen, M. Experiences with land consolidation and land banking in CEE countries. FAO, 2015.
- JRC. LPIS Core Conceptual Model (LCCM) – Technical guidelines. European Commission, 2018.
- APD. Сучасне управління земельними ресурсами – німецький досвід і можливості для України. Київ: Німецько-український агрополітичний діалог, 2021. URL: https://www.apd-ukraine.de/fileadmin/user_upload/Bericht_APD_FDB_Mod_Flaechenmanagement_UA.pdf?utm_source=chatgpt.com

ОЦІНКА ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ НА ТЕРИТОРІЇ РОДОВИЩ КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

**Багрій Сергій^{1*}, Кузьменко Едуард¹, Мандрик Олег², Гринішак Микола¹,
Ковтун Віталій¹, Новосільський Мар'ян³**

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: serhii.bahrii@nuing.edu.ua

² Кафедра екології, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: mandryk68@gmail.com

³ Кафедра нафтогазової геофізики, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: mar.novos.ua@gmail.com

Анотація. У доповіді наведено аналіз осідань на відпрацьованих родовищах калійної солі. Визначені можливі причини осідань, у тому числі деформаційні, гідрогеологічні та видобувні. Зазначено, як можна було в постексплуатаційний період позбутися небажаних наслідків видобутку сировини. Проведено аналіз режимних геодезичних спостережень за осіданням земної поверхні по реперним профілям, розташованим на території видобутку. Виконано просторове моделювання осідання земної поверхні та визначені практичні зміни динаміки деформації. Доведено високу ефективність геодезичних спостережень та встановлено основні фактори, які спричиняють різку ступінь осідання та провалів земної поверхні. Зазначені реальні мульди просідань та значних провалів, які несуть загрозу подальшому використанню господарських земель та експлуатаційних промислових об'єктів.

Ключові слова: осідання земної поверхні, просторові моделі, моніторинг, калійні родовища.

Актуальність теми дослідження

Одним із наслідків підземного видобутку корисних копалин є просідання та провали земної поверхні як в експлуатаційний так і в постексплуатаційний період. Найбільш виразні процеси осідання та провали спостерігаються на Стебницькому родовищі калійної солі, Калуш-Голинському родовищі калійної солі та Солотвинському родовищі кам'яної солі. Для запобігання провалів та просідань застосовуються такі методи: закладення виробленого простору продуктами видобутку некерована інфільтрація поверхневих вод у шахтні виробки, заливка відроблених пустот розсолами, насичених до концентрації, що не розчиняють шатні цілики, відбір насичених розсолів для переробки сировини.

Методи дослідження

Метою представленої доповіді є кількісна оцінка деформацій земної поверхні на території Калуш-Голинського та Стебницького родовища та аналіз змін на земній поверхні в часі.

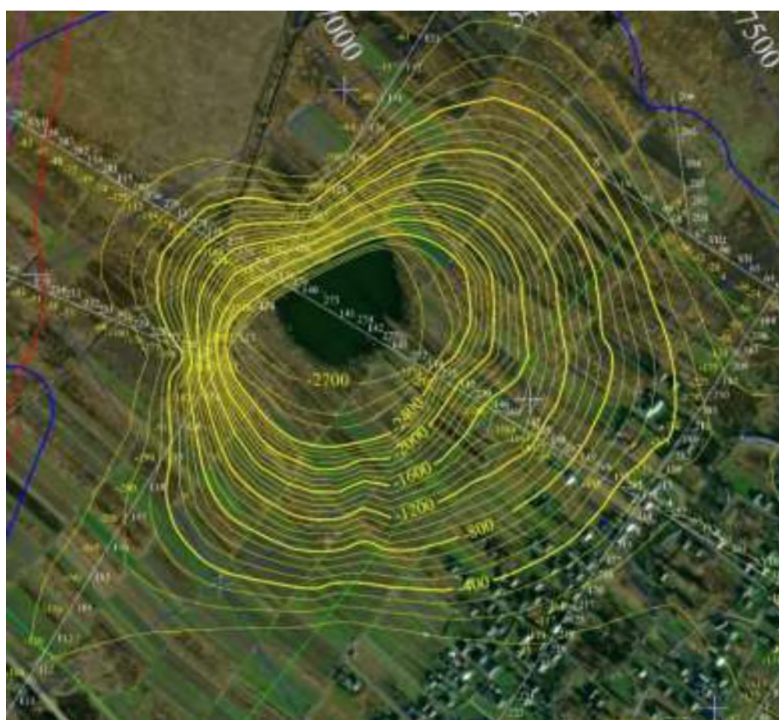
Калуш-Голинське родовище складається із рудників "Калуш", "Ново-Голин", "Голин". Рудник «Калуш» налічує 6279,5 тис. м³ відпрацьованого гірничого простору із яких 4032 тис. м³ закладені сухими відходами залиті розсолами Домбровського кар'єру та хвостосховища №2. Рудник «Ново-Голин» налічує 12158 тис. м³ пустот та заповнений розсолами Домбровського кар'єру та хвостосховища №2. Рудник «Голин» не заповнювався та має об'єм 1700 тис. м³ пустот.

Стебницьке родовище калійної солі складається із двох рудників. Рудник №1 підтримується в сухому стані. Розглядається питання його подальшої експлуатації. Рудник №2 виведений із експлуатації шляхом «мокрої консервації», тобто залитий розсолами загальним об'ємом 14667195 м³.

Результати досліджень

Геодезичні спостереження за осіданнями земної поверхні в межах рудника «Нова Голинь» виконувалися для 15 профільних ліній, закладених у період 1968-1979 рр. Ґрунтові репери профільних ліній закладені на віддалі 20÷50 м один від одного таким чином, щоб кінцеві пункти були за межами впливу мульди осідання.

Аналіз отриманих результатів дозволяє стверджувати, що розширення мульди осідання буде відбуватись у напрямку с. Кропивник (рис. 1). Так прогнозована сумарна величина осідання земної поверхні станом на VIII.2024 р. на краю озера становить понад 3.3 м. В той же час обчислена прогнозована величина осідання за період 2024-2025 рр. на краю озера становить близько 400 мм тоді як в районі Рп 267, розташованого в районі найближчого до озера господарського двору, прогнозована величина осідання складає близько 72 мм за той же період.



- Умовні позначення:
- мульда нульових осідань
 - мульда осідань, висота прерізу 100мм
 - границя населеного пункту
 - границя небезпечних ґрунтів
 - границя первинного відводу
 - осідання на 2024 р.
 - репери профільних ліній
 - номери реперів профільних ліній

Рисунок 1. Фрагмент мульди осідання земної поверхні в районі новоутвореного озера станом на VIII.2024 р.

На Стебницькому родовищі методом контролю деформацій земної поверхні були режимні спостереження які виконувались по 9 реперним лініям починаючи 1970 року. Такі спостереження щорічно виконувало Стебницьким державним гірничо-хімічним підприємством «Полімінерал», яке є власником рудника №1. Для з'ясування причин значного осідання земної поверхні у межах рудника №2 проведено просторові співставлення та накладання наступних картографічних матеріалів: космознімки території дослідження, відпрацьовані гірничі виробки видобувних горизонтів, схема розташування топогеодезичних профільних ліній і реперів, результати топогеодезичних вимірів, геологічні карти та розрізи, зокрема підшви гіпсо-глинистої шапки та гідрогеологічні спостереження по свердловинах.

Аналіз графіків свідчить про планове незначне осідання земної поверхні з 2003 по 2013 роки, збільшення швидкості осідання після 2013 року та значні зміни після 2016 року, а саме в період з 2016 по 2019 рік (рис.2). Пояснення цьому наступне. Починаючи з 2014 року почалось затоплення першого (від поверхні) горизонту рудника №2, камери якого не були закладені згідно комплексного проекту консервації рудника №2. Крім того спостерігалось значне поступлення дренажних (інфільтраційних) вод у гірничі виробки рудника – 12,15 млн. м³ до загальної 14,67 млн. м³ (тобто 83 % загального об'єму), тобто значно більше за планові об'єми.



Рисунок 2. Графіки осідання земної поверхні по профільній лінії I-I, Стебницьке родовище.

Висновки

1. Проведено аналіз топогеодезичних спостережень по роках. Розроблено базу даних в яку увійшли дані за всі роки спостереження.
2. Побудовано графіки осідання земної поверхні по окремих профільних лініях в динаміці.
3. Отримані просторові моделі розподілу осідання земної поверхні. Встановлені зони які приурочені до провалів земної поверхні.

Перелік літературних джерел

- Gaidin, A. M., & Rudko, G. I. (2016). Technogenic karst. Kyiv-Chernivtsi : Bukrek. 200 p.
- Gaidin, A. M., Diakiv, V. O., & Chikova, I. V. (2014). Deformation of the Earth's surface in the area of activity of the potash mines in Stebnik. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, 2 (10), 112-120.
- Pavliuk, V. I. (2016). Natural factors of activation the exogenous processes at technogenically modified sites of the salt deposits of the Precarpathians. *Geodynamics*, (1), 94-105.

ГІС-МОДЕЛЮВАННЯ КЛЮЧОВИХ МОРФОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАСЕЙНУ РІЧКИ ТЕРЕСВИ ДЛЯ ОЦІНКИ СЕЛЕВОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Чепурна Тетяна^{1*}, Чепурний Ігор¹, Федик Ярослав¹

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: tetti.chepurna@gmail.com

Анотація. Селеві процеси є поширеним природним явищем, що загрожує територіям з гірським рельєфом та значними опадами. В Україні вони особливо активні в Карпатському регіоні, де 70% водозборів схильні до селів. Кліматичні зміни сприяють активізації селевих процесів через зростання інтенсивності опадів та танення снігу, що підвищує ризик гідрологічних катастроф. Для аналізу та прогнозування використовуються методи ГІС-моделювання та морфометричного аналізу. Водозбірні басейни були ідентифіковані за допомогою GRASS GIS, після чого отримані результати конвертовані у векторні шари для подальшого аналізу. Для кожного виділеного водозбору визначено ключові морфометричні характеристики: площу, середню висоту, мінімальну та максимальну висотні відмітки, середній кут нахилу схилів.

Ключові слова: геоінформаційне моделювання, річкові басейни, селеві процеси, Закарпаття, моніторинг, цифрова модель рельєфу.

Актуальність теми дослідження

За даними світової статистики, селі є поширеним природним явищем, що з високою частотою виникає на різних континентах, переважно в регіонах із гірським рельєфом, значною кількістю атмосферних опадів та активною антропогенною діяльністю, яка сприяє їх виникненню (Mamadjanova et al., 2018). В Україні значна частина селенебезпечних територій зосереджена в межах Карпатського регіону (Інформаційний щорічник..., 2021). Оскільки сходження селевих потоків переважно приурочене до певних ділянок річкових водозборів, використання методів гідрологічного геоінформаційного моделювання для визначення їх просторових меж є актуальною науковою задачею (Morway et al., 2016; Snitynskyi et al., 2020). Актуальність досліджень підтверджується і сучасними прикладами: у 2024 році на території Закарпаття зафіксовано низку інтенсивних селевих потоків, зокрема 11 червня на ділянці залізниці Солянське – Великий Березний, де відбулося пошкодження колії, а також у липні в селах Колочава (Рахівський район) та Свобода (Хустський район), де селі спричинили замулення та часткове руйнування автомобільних доріг.

Методика

Сучасні методи геоінформаційного моделювання та морфометричного аналізу застосовуються для визначення річкової мережі й вододілів (Hazir, 2022; Lindsay, Yang & Hornby, 2019). Чітке окреслення басейнів є основою для досліджень природних ресурсів, зокрема оцінки повеневих ризиків, охорони водозборів, збереження екосистем і управління водними ресурсами. Використання ГІС, зокрема QGIS, дало змогу суттєво підвищити якість ідентифікації річкової мережі (Selehieiev, Ovcharuk & Hryb, 2023). Моделювання басейнів має ключове значення для моніторингу селевих процесів,

прогнозування яких враховує тектоніко-геоморфологічні та геологічні умови, гідрологію, сучасні екзогенні процеси, ґрунтово-рослинний покрив і антропогенний вплив. Зміни, спричинені людською діяльністю, часто активізують ерозійні та гравітаційні процеси. Оскільки основним тригером селів є опади, їхній розвиток розглядають у межах водозбірних басейнів, що підтверджено у попередніх дослідженнях (Cherpurna et al., 2023).

Загальну послідовність дослідження можна представити у вигляді своєрідної «дорожньої карти», яка окреслює основні етапи роботи. Збір та підготовка даних передбачав отримання ЦМР (FABDEM 30 м) та історичних записів про селі з подальшою попередньою обробкою. Гідрологічне моделювання виконувалося у GRASS GIS для виділення водозборів, напрямків стоку та річкових мереж. На етапі морфометричного та просторового аналізу було розраховано параметри рельєфу та визначено ділянки, потенційно схильні до розвитку селевих процесів. Завершальним кроком стала інтерпретація та візуалізація результатів у вигляді карт загрози, інтегрованих у середовище ГІС для подальшого екологічного моніторингу.

Виклад основного матеріалу

Для гідрологічного та морфометричного моделювання обрано територію східного Закарпаття, де фіксуються селеві процеси, зокрема басейни річок Тересва, Тересва (рис.1), Чорна й Біла Тиса, Апшиця, Тячівець і Шопурка. Основою слугувала цифрова модель рельєфу FABDEM (Forest And Buildings removed DEM), розроблена на базі Copernicus DEM, яка має глобальне покриття та просторову роздільну здатність 30 м, що забезпечує високу точність для гідрологічного моделювання. Роботи виконано у середовищі QGIS із використанням модулів GRASS GIS та SAGA GIS. Попередня обробка DEM включала виправлення понижених ділянок та згладжування локальних нерівностей, щоб уникнути помилок у розрахунку поверхневого стоку. Для аналізу просторового розподілу стоку застосовано функцію Flow Accumulation, що дало змогу побудувати карту накопичення води; кожен піксель на ній відображає кількість площ, з яких формується стік. Водозбірні басейни виділялися за допомогою інструменту r.watershed (GRASS GIS), після чого результати було конвертовано у векторні шари.



Рисунок 1. Картограма виділених річкових басейнів та водотоків у межах басейну р. Тересва за результатами геоінформаційного моделювання

Виділення басейнів здійснено для кількох рівнів. Спочатку визначено басейни першого порядку відносно головного водотоку – р. Тиси. Отримані басейни, із нанесеними селевими проявами, були накладені на ЦМР та растровий шар водотоків. Оцінка показала, що інтенсивність селевих процесів варіює від 0,1 селів/км² у басейні Білої Тиси до 0,8–0,9 у басейнах Тячівця та Апшиці. Детальніший аналіз проведено для басейну р. Тересва, де виділено басейни вищого порядку та нанесено точки прояву селевих потоків. Саме дрібні водозбори найвищого порядку є ключовими для розвитку селевих процесів, тому для них рекомендовано визначати прогностичний рівень селенебезпеки. Подальший аналіз у QGIS передбачав розрахунок середніх кутів нахилу та абсолютних висот. Використання цих показників разом із багаторічними даними про опади, просторовим розподілом їх інтенсивності та матеріалами гідрологічних постів у поєднанні з методами гідрологічного моделювання дозволяє будувати прогностичні моделі просторово-часового розвитку селевих процесів.

Висновки

Запропонована методика виділення річкових басейнів та їх морфометричного аналізу є сучасним підходом до оцінки селенебезпеки територій. Використання цифрової моделі рельєфу FABDEM у поєднанні з інструментами гідрологічного моделювання в QGIS забезпечує високу точність просторового аналізу. Інтеграція даних про рельєф, опади та гідрологічні характеристики дозволяє створювати прогностичні моделі розвитку селевих процесів. Методика демонструє зв'язок між морфометрією водозборів і частотою селів, відкриваючи можливості для управління ризиками. Її практичне впровадження передбачає використання у системах раннього оповіщення, регулюванні господарської діяльності в гірських районах та вдосконаленні захисних споруд.

Перелік літературних джерел

- Chepurna, T., Haydeychuk, A., Chepurnyi, I., Fedyk, Y., & Rushchak, V. (2023, October). Geoinformation Analysis of Mudflow Danger and Threat Assessment for Bridge Structures within the Territory of Transcarpathia. *In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023»*. Vol. 2023, No. 1, pp. 1-5. European Association of Geoscientists & Engineers. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510017>.
- Hazir S. Çadraku (2022). Analyzing Morphometric Parameters and Designing of Thematic Maps Using Raster Geoprocessing Tool. *Civil Engineering Journal*, 8(9), 1835-1845. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2022-08-09-06>.
- Lindsay, J. B, Yang, W, & Hornby, D. D. (2019). Drainage Network Analysis and Structuring of Topologically Noisy Vector Stream Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(9): 422. <https://doi.org/10.3390/ijgi809042>.
- Mamadjanova, Gavkhar & Wild, Simon & Walz, Michael & Leckebusch, G.C.. (2018). Statistical Characteristics of Mudflows in the Piedmont Areas of Uzbekistan and the Role of Synoptic Processes for their Formation. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*. 1-42. 10.5194/nhess-2018-128.
- Morway, Eric & Niswonger, R. & Triana, Enrique. (2016). Toward improved simulation of river operations through integration with a hydrologic model. *Environmental Modelling and Software*. 82. 255-274. 10.1016/j.envsoft.2016.04.018.
- Snitynskyi, V., Khirivskyi, P., Hnativ, I. & Hnativ, R. (2020). LANDSLIDES AND EROSION PHENOMENA IN THE FOOTHILLS OF THE CARPATHIAN REGION RIVERS. *Theory and Building Practice*. 2020. 9-15. 10.23939/jtbp2020.01.009.

ГЕОПРОСТОРОВА ОЦІНКА ЗМІН ТЕПЛОВОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІЇ ЗА ДАНИМИ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ

Давибіда Лідія^{1}, Нагірний Володимир¹*

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: lidia.davybida@nuing.edu.ua

Анотація. У роботі розглядається проблема моніторингу змін міського середовища під впливом антропогенних факторів та кліматичних тенденцій. Дослідження спрямоване на аналіз просторово-часової динаміки температури поверхні та стану рослинного і забудованого покриття на прикладі міста Івано-Франківськ. Для досягнення мети використано супутникові знімки Landsat за літній період 1985 та 2025 років. На основі цих даних розраховано індекси, що відображають стан рослинності, щільність забудови, рівень урбанізації та розподіл температури поверхні, дозволяють оцінити просторові закономірності поширення температурних аномалій. Результати дослідження демонструють високу ефективність супутникового моніторингу для виявлення локальних зон перегріву та потенційних екологічних ризиків у межах міських територій. Запропонований підхід може бути адаптований для регулярного спостереження за станом довкілля інших населених пунктів.

Ключові слова: урбанізація, дистанційне зондування Землі, спектральні індекси, LST, Google Earth Engine.

Актуальність теми дослідження

Зміни у структурі міського середовища, зумовлені інтенсивною урбанізацією, кліматичними чинниками та антропогенним тиском, все більше привертають увагу наукової спільноти. Однією з ключових екологічних проблем є формування міських островів тепла та зменшення площ із природним рослинним покривом, що призводить до зростання локальних температур, зниження якості повітря, підвищення енергоспоживання і загрози здоров'ю населення (Arulbalaji, Padmalal, & Maya, 2020; Yan et al., 2023). Застосування даних дистанційного зондування Землі та геоінформаційних технологій надає можливість здійснювати комплексну оцінку просторово-часових змін у межах міських територій. Методи аналізу дистанційного зондування, зокрема розрахунок вегетаційних, забудовних і теплових індексів, дозволяють виявити закономірності деградації довкілля та запропонувати інструменти для планування сталого розвитку (Goldblatt et al., 2021). Попри велику кількість досліджень, присвячених аналізу окремих індексів, бракує комплексних робіт, що поєднують багаторічний порівняльний аналіз показників NDVI, NDBI, BUI та температури земної поверхні для середніх міст Східної Європи. Зокрема, Івано-Франківськ як приклад швидко зростаючого міста з неоднорідною забудовою та зростаючим антропогенним навантаженням є недостатньо вивченим. Мета даного дослідження – продемонструвати можливість супутникового моніторингу як ефективного інструменту для діагностики екологічного стану урбанізованих територій і підтримки прийняття рішень у сфері просторового планування.

Методика

Дослідження базується на використанні супутникових даних Landsat для порівняння та геопросторової оцінки змін екологічного та теплового стану території м. Івано-Франківськ протягом літнього періоду 1985 та 2025 років. Для аналізу було обрано знімки з найменшою хмарністю (<20%).

Для отримання індикаторів екологічного стану використовували такі індекси:

- 1) NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – показник вегетаційної активності, розрахований як різниця між ближнім інфрачервоним (NIR) та червоним (RED) каналами, нормалізована на їхню суму (Ju et al., 2024);
- 2) NDBI (Normalized Difference Built-up Index) – індекс забудови, що базується на різниці між середньоінфрачервоним (SWIR) та NIR каналами (He et al., 2010);
- 3) BUI (Built-up Index) – побудований як різниця між NDBI та NDVI, що дозволяє краще диференціювати урбанізовані площі (Zha, Gao, & Ni, 2003);
- 4) LST (Land Surface Temperature) – температура поверхні, обчислена на основі термального каналу (Band 10 для Landsat 8/9, Band 6 для Landsat 5) із використанням коефіцієнтів калібрування (Thammaboribal, 2024).

Обробку супутникових зображень і розрахунок індексів здійснено у середовищі Google Earth Engine (GEE), що забезпечило доступ до хмарних архівів супутникових даних та обчислювальних потужностей для аналізу великих масивів інформації. Для кожного року створено усереднене композитне зображення, на основі якого будувалися тематичні карти індексів NDVI, NDBI, BUI та LST.

Виклад основного матеріалу

Отримані результати свідчать про суттєві просторово-часові зміни в екологічному та теплому стані міської території Івано-Франківська протягом 40-річного періоду. Аналіз супутникових індексів NDVI, NDBI, BUI та LST за літні сезони 1985 та 2025 років виявив характерні тенденції урбанізаційних змін (Рисунок 1).

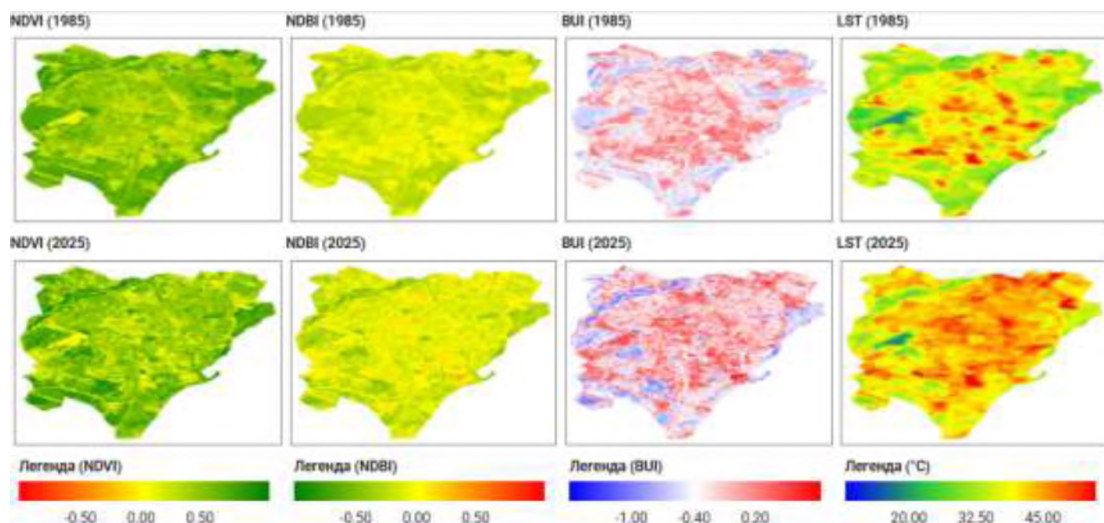


Рисунок 1. Зміни рослинного покриву, урбанізованих територій та поверхневої температури в м. Івано-Франківську відповідно до супутникових даних Landsat 5 (червень – серпень, 1985) та Landsat 8 (червень – серпень, 2025).

Показники NDVI, що відображають стан рослинного покриву, у 1985 році мали переважно високі значення, характерні для зелених насаджень. У 2025 році спостерігається зменшення значень NDVI, особливо в центральних та південних районах міста, що вказує на скорочення площ із природною або культурною рослинністю.

Натомість індекси NDBI та BUI, які використовуються для виявлення забудованих територій, продемонстрували зростання впродовж досліджуваного періоду. Зміщення балансу між рослинністю та урбанізованими структурами свідчить про інтенсивний розвиток міської інфраструктури та ущільнення забудови. Особливу увагу заслуговують зміни температури поверхні землі (LST). Якщо у 1985 році значення LST були відносно рівномірними і знаходились у межах 20–32,5 °C, то у 2025 році зафіксовано суттєве підвищення температури в центральній частині міста, що є характерною ознакою формування теплового острова.

Висновки

Результати дослідження свідчать про суттєві трансформації екологічного стану міського середовища Івано-Франківська впродовж 1985–2025 років. Аналіз супутникових знімків Landsat виявив зменшення значень NDVI та зростання середніх значень NDBI та BUI, що свідчить про інтенсивне розширення урбанізованих ділянок та зниження екологічного балансу міського ландшафту. Температура поверхні (LST) демонструє чітку тенденцію до підвищення, що підтверджує ефект «острова тепла». Отримані дані можуть бути використані міськими адміністраціями, екологічними службами та урбаністами для ухвалення рішень щодо просторового планування, оптимізації зелених зон і кліматоадаптаційних заходів. Перспективою дослідження є подальше виявлення причинно-наслідкових зв'язків між змінами ландшафту й мікрокліматичними умовами міста шляхом застосування методів машинного навчання.

Перелік літературних джерел

- Arulbalaji, P., Padmalal, D. & Maya, K. (2020). Impact of urbanization and land surface temperature changes in a coastal town in Kerala, India. *Environ Earth Sci*, 79, 400. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09120-1>
- Goldblatt, R., Addas, A., Crull, D., Maghrabi, A., Levin, G. G., & Rubinyi, S. (2021). Remotely Sensed Derived Land Surface Temperature (LST) as a Proxy for Air Temperature and Thermal Comfort at a Small Geographical Scale. *Land*, 10(4), 410. <https://doi.org/10.3390/land10040410>
- Yan, Z., Li, Z., Li, P., Zhao, C., Xu, Y., Cui, Z., & Sun, H. (2023). Spatial and temporal variation of NDVI and its driving factors based on geographical detector: A case study of Guanzhong plain urban agglomeration. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 32, 101030. <https://doi.org/10.1016/J.RSASE.2023.101030>
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583–594. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>
- Ju, Y., Dronova, I., Ma, Q., Lin, J., Moran, M. R., Gouveia, N., Hu, H., Yin, H., & Shang, H. (2024). Assessing Normalized Difference Vegetation Index as a proxy of urban greenspace exposure. *Urban Forestry & Urban Greening*, 99, 128454. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2024.128454>
- He, C., Shi, P., Xie, D., & Zhao, Y. (2010). Improving the normalized difference built-up index to map urban built-up areas using a semiautomatic segmentation approach. *Remote Sensing Letters*, 1(4), 213–221. <https://doi.org/10.1080/01431161.2010.481681>
- Thammaboribal, P. (2024). Investigating Land Surface Temperature Variation and Land Use Land Cover Changes in Pathumthani, Thailand (1997-2023) using Landsat Satellite Imagery: A Comprehensive Analysis of LST and Urban Hot Spots (UHS). *International Journal of Geoinformatics*, 20(2), 27–41. <https://doi.org/10.52939/ijg.v20i2.3063>

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ПОХОВАНЬ ТВАРИН, ЯКІ ЗАГИНУЛИ ВІД СИБІРКИ, НА ПРИЛЕГЛІ ТЕРИТОРІЇ

Євсюков Тарас¹, Москаленко Антоніна^{2}*

¹ Кафедра геодезії та картографії, ² Кафедра геоінформатики і аерокосмічних досліджень Землі, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: moskalenko_a@nubip.edu.ua

Анотація. В дослідженні запропоновано авторський підхід до розроблення концептуальної моделі геоінформаційного моделювання небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки, на прилеглі території. Модель відображає просторові і непросторові об'єкти, вхідні дані, ключові фактори впливу та їх взаємозв'язки, а також визначає головні процеси моделювання й очікувані результати. Запропонований підхід дозволяє систематизувати фактори ризику, окреслити перелік необхідних даних для збору, накопичення й аналізу, забезпечити їхнє подальше моделювання та візуалізацію. Укладання картографічних результатів здійснено із використанням програмного середовища ArcGIS Pro. Представлена концептуальна модель може стати основою для подальшої розробки інструментів оцінювання і прогнозування екологічних ризиків, пов'язаних із небезпечними похованнями тварин.

Ключові слова: геоінформаційне моделювання, ГІС, сибірка, концептуальна модель.

Актуальність теми дослідження

Сибірка є одним із найбільш небезпечних зоонозних інфекційних захворювань, що становить загрозу як для людей, так і для тварин. Незважаючи на досягнення сучасної науки, поховання тварин, загинувших від сибірки навіть понад століття тому, й сьогодні залишаються потенційними осередками інфекції і можуть спричиняти нові спалахи хвороби (Бондаренко, 2024; Яненко & Кос'янчук, 2018). У різних країнах світу проводяться дослідження, спрямовані на моделювання факторів поширення сибірки. Зокрема, вивчалось моделювання впливу зміни клімату на просторовий розподіл захворювання у Зімбабве (Learnmore et al, 2024), моделювання просторового поширення сибірки на півдні Кенії (Otieno et al, 2021). Ці та інші приклади підтверджують, що застосування методів геоінформаційного аналізу є ефективним інструментом для прогнозування та управління ризиками, пов'язаними з такими інфекціями. Для України проблема небезпечних поховань тварин, інфікованих сибіркою, має особливе значення. При плануванні територій і забезпеченні екологічної безпеки важливо враховувати їхній потенційний вплив на довкілля та населення. Це практично неможливо здійснити без науково обґрунтованої моделі, здатної відображати та оцінювати ризики, пов'язані з такими об'єктами. Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю розроблення концептуальної моделі геоінформаційного моделювання впливу небезпечних поховань тварин, що загинули від сибірки, на прилеглі території. Це дозволить створити надійну основу для подальшого картографування ризиків, підтримки прийняття управлінських рішень та підвищення рівня екологічної безпеки.

Методика

У дослідженні застосовано підходи концептуального моделювання, геоінформаційного картографування, геоінформаційного аналізу і моделювання. Концептуальна модель геоінформаційного моделювання впливу небезпечних поховань тварин, які загинули від

сибірки на прилеглий території розроблена з використанням уніфікованої мови моделювання (UML). Геозображення розроблено з використанням ArcGIS Pro.

Виклад основного матеріалу

Концептуальна модель дозволяє визначити об'єкти, що мають ключове значення для подальшого моделювання; їхні головні характеристики і взаємодію цих об'єктів (Ляшенко & Копер, 2023). При розробленні концептуальної моделі геоінформаційного моделювання впливу небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки на прилеглий території нами застосовано UML-діаграму діяльності (рис.1).

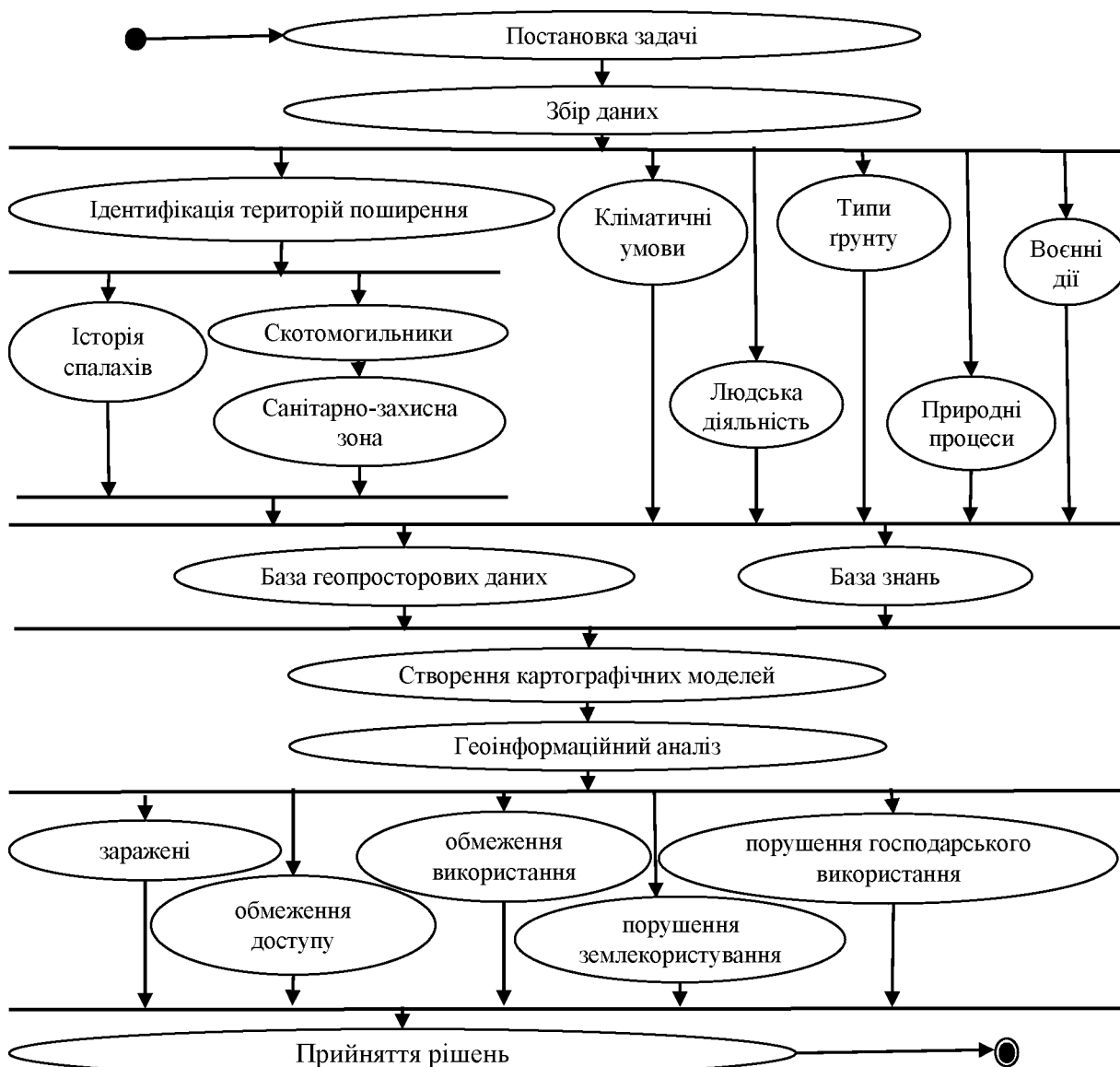


Рисунок 1. Концептуальна модель геоінформаційного моделювання впливу небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки на прилеглий території

На початкових етапах визначаються завдання, що стоять перед геоінформаційним моделюванням та територія дослідження, а далі здійснюється збір інформації з різноманітних джерел (Moskalenko & Ievsiukov, 2025). На наступному етапі паралельно здійснюється ідентифікація територій поширення та факторів, що впливають на поширення сибірки, що накопичуються в базі геопросторових даних. В результаті

геоінформаційного аналізу визначаються наявність порушень у землекористуванні, недодержання вимог господарського використання. Заключним етапом є прийняття рішень, що забезпечать раціональне використання та охорону земель, а також запобігатиме негативному впливу небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки на прилеглі території через розроблення документації, що встановлюватиме обмеження на використання земель, де є ризик виникнення сибірки.

100

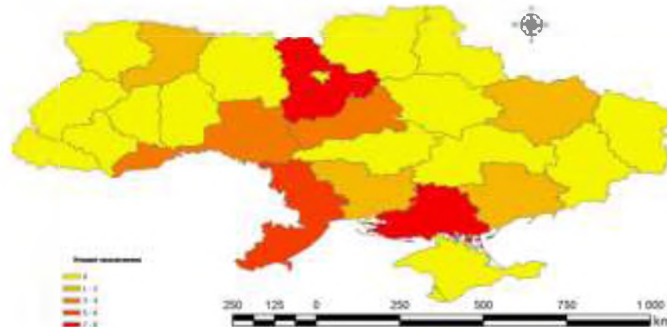


Рисунок 2. Картографічне подання зафіксованих випадків сибірки серед людей в період з 1999 по 2022 рік (джерело даних (Шаповал та ін., 2022))

Висновки

В дослідження представлено концептуальну модель геоінформаційного моделювання, що дозволяє систематизувати дані про небезпечні поховання тварин, інфікованих сибіркою, визначати ключові фактори поширення захворювання та етапи здійснення геоінформаційного моделювання для визначення впливу небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки на прилеглі території.

Перспективи подальших досліджень полягають у вдосконаленні та автоматизації моделі, розробленні алгоритмів прогнозування нових випадків захворювання, зокрема в умовах стихійних лих чи інших факторів. Реалізація таких підходів сприятиме підвищенню ефективності управління ризиками та забезпеченню екологічної безпеки територій.

Перелік літературних джерел

- Бондаренко, А. М. (2024). Сибірка як біологічна зброя: можливості застосування під час війни. *Інфекційні хвороби*. №2. 63–71. DOI: <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2024.2.14614>
- Ляшенко, Д. О., & Копер, Н. Є. (2023). Концептуальне моделювання для завдань геоінформаційного забезпечення екологічного туризму. *Український географічний журнал*, (1), 67–73. <https://doi.org/10.15407/ugz2023.01.067>
- Шаповал В.Ф., Пивовар С.М., Руденко Л.М., Маційчук П.В. (2022.07.28) Профілактика сибірки – все, що потрібно знати. КНП «Центр ПМСД» Градиської селищної ради. URL: <https://globin.pmsd.net.ua/novyny/profilaktyka-sybirky/>
- Яненко У. М., & Кос'янчук Н. І. (2018). Небезпека виникнення сибірської язви на неконтрольованих територіях України. *World Science*, (11(39), 43-45. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30112018/6233
- Learnmore, J., Shekede, M. D., Gwitira, I., Mazhindu, A. N., Pfukenyi, D. M., & Chikerema, S. (2024). Modelling climate change impacts on the spatial distribution of anthrax in Zimbabwe. *BMC Public Health*, 24, A. 632. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-17856-9>
- Moskalenko A., Ievsiukov T. (2025) Development of a Geospatial Database Model for Registration and Monitoring of Detected Cases of a Dangerous Anthrax Disease.

International Conference “Synergy in Terra – 2025” 12-13 June 2025, Lviv, Ukraine.
URL: <https://drive.google.com/file/d/1iIFBgU6vsQsulMkc-2wLTm3REJ4nlLCL/view>
Otieno, F. T., Gachohi, J., Gikuma-Njuru, P., Kariuki, P., Oyas, H., Canfield, S. A., Blackburn, J. K., Njenga, M. K., & Bett, B. (2021). Modeling the spatial distribution of anthrax in southern Kenya. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 15(3), e0009301.
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009301>

ІНТЕГРАЦІЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОДНО-БОЛОТНОГО УГІДДЯ

Калинич Іван¹, Ничвид Марія^{1*}, Проданець Іван²

¹Кафедра геодезії, землеустрою та геоінформатики, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 14, м. Ужгород, Україна, *e-mail: mariva.nvchvvd@uzhnu.edu.ua

²Закарпатська регіональна філія ДП «УкрДАГП», вул. Грушевського, 39, м. Мукачево, 89600, Україна, e-mail: geodezcentre@gmail.com

Анотація. Робота присвячена формуванню високоточної топографічної основи для озера Синевир — одного з ключових водно-болотних угідь міжнародного значення у Карпатському регіоні. Для цього застосовано сучасні методи дистанційного зондування земної поверхні. Отримані результати стали базою для створення картографічного підґрунтя, необхідного для організації довготривалого геоекологічного моніторингу та аналізу просторово-часових змін стану озерної системи в умовах посилення антропогенного навантаження й кліматичних трансформацій. Польові роботи виконано шляхом комплексного обстеження території з використанням БПЛА, обладнаного системою LiDAR, та фотограмметричної обробки високоякісних цифрових знімків. Вперше на озері Синевир реалізовано масштабний цикл інструментальних картографічних робіт із високим рівнем точності.

Ключові слова: водно-болотне угіддя; цифрове аерознімання; дистанційне зондування; ортофотоплан; геоекологічний моніторинг

Актуальність теми дослідження

Озеро Синевир, розташоване у верхів'ї басейну річки Тересля в межах Національного природного парку «Синевир» (Національний..., 2019), є найбільшим у межах українських Карпат і має об'єм води 350–460 тис. м³ (Паспорт..., 2021). Разом із прилеглими болотними угіддями воно займає площу 29 га та входить до буферної зони об'єкта Світової спадщини ЮНЕСКО «Букові праліси і давні ліси Карпат та інших регіонів Європи». Завдяки унікальним природним, ландшафтним та культурним особливостям Синевир є одним із головних туристично-рекреаційних центрів регіону. Водночас зростання рекреаційного навантаження, кліматичні зміни та деградація водно-болотних екосистем зумовлюють потребу у впровадженні сучасного комплексного геоекологічного моніторингу (Karabiniuk et al., 2022).

Методика

Картографування та інструментальні дослідження озера Синевир, спрямовані на створення матеріалів для довгострокового моніторингу, проведено із застосуванням безпілотного літального апарата (БПЛА) з системою LiDAR та подальшою фотограмметричною обробкою цифрових зображень. Нині дистанційне зондування активно розвивається у світі й широко використовуються для дослідження та моніторингу гірських озер у контексті природної еволюції та антропогенних впливів (Necsoiu et al., 2016). Уперше такий комплекс робіт реалізовано для водно-болотних угідь Українських Карпат, що зумовлює потребу у визначенні загального алгоритму дослідження.

Виклад основного матеріалу

Для забезпечення території дослідження вихідними даними було проведено комплекс геодезичних робіт, у які увійшли роботи з лідарного знімання (Abdullah, 2016), цифрового аерознімання (Hlotov et al., 2023) та виготовлення відповідного картографічного матеріалу.

Лідарне знімання озера Синевир та прибережної території водно-болотного угіддя було виконано у вересні 2023 року із використанням мультикоптера DJI Matrice 300 RTK set. Подальша обробка та опрацювання отриманих даних проводилося у програмному забезпеченні Terrasolid у версії UAV: TerraScan+TerraModeler+TerraMatch. На території досліджуваного об'єкта озера Синевир було запроєктовано та реалізовано лідарне знімання загальною площею 16 га на висоті 90 метрів при швидкості 3 м/с з перекриттям 60 %. БПЛА працював в режимі RTK з сантиметровою точністю. Дослідження проводилося в ясну антициклональну погоду та в умовах високої прозорості атмосфери. Після польових робіт одержані вихідні дані було опрацьовано в програмному середовищі LiGeoreference та TERRASOLID. Було проведено налаштування характеристик проекту (сканера, камери, системи координат тощо), POS опрацювання для отримання даних POS з високою точністю, а також виконано географічну прив'язку хмари точок, класифікацію хмар точок та їх колоризацію. При цьому середня квадратична помилка після обробки хмари точок склала менше 0,015 м. У результаті виконаних інструментальних досліджень було отримано хмару точок, які лягли в основу подальшої розробки цифрової моделі рельєфу та топографічного плану озера Синевир включно з прибережною територією (рис. 1).

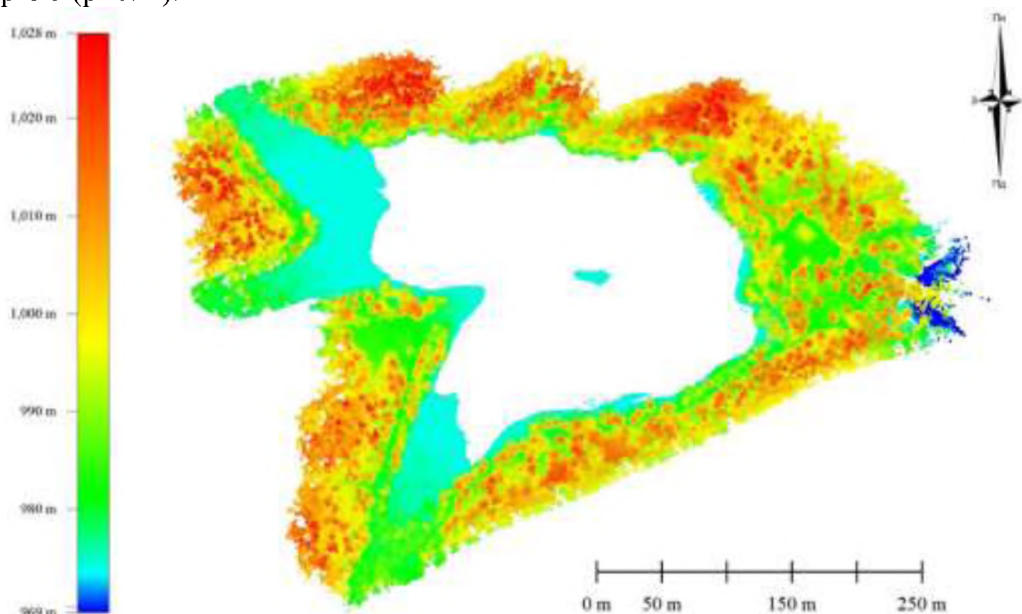


Рисунок 1. Цифрова модель місцевості прибережної території озера Синевир

Під час цифрового аерознімання одержано 378 знімків. Масштаб аерознімання склав 1:1000. На основі їх опрацювання створено ортофотоплан (рис. 2) з просторовою розрізняювальною здатністю 5,9 см/пікс. Такий рівень деталізації є необхідним для організації геоecологічного моніторингу, а також дослідження акваторії, прибережної зони та водозбору озера. Отриманий ортофотоплан дає змогу ідентифікувати типи та структуру рослинності (лісової, лучної й водно-болотної), а також визначити актуальні межі та площу водного дзеркала на момент знімання.

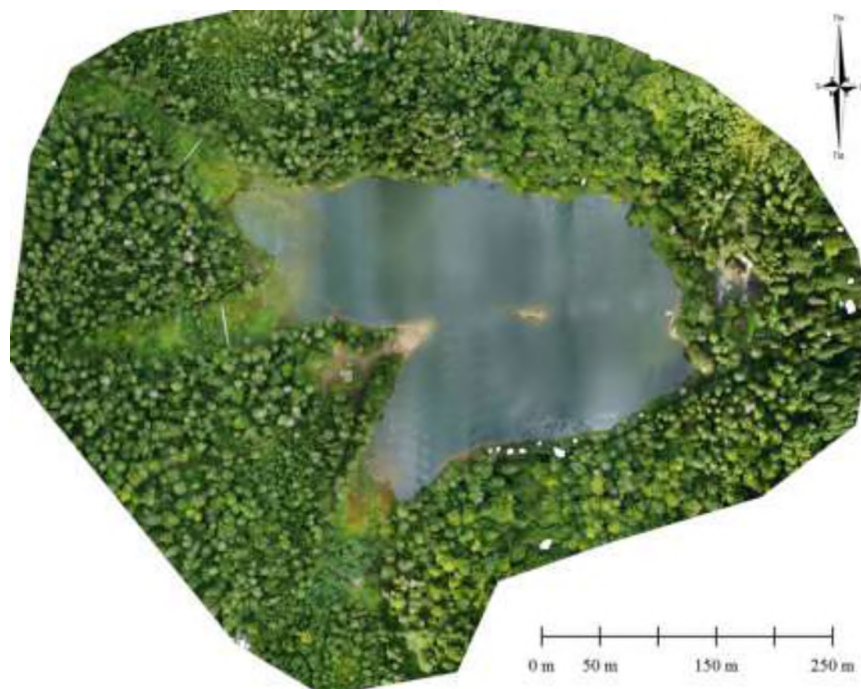


Рисунок 2. Ортофотоплан озера Синевир

Висновки

Дослідження підтвердило результативність сучасних інструментальних та геоінформаційних методів для аналізу гірських водно-болотних угідь на прикладі озера Синевир – найбільшого в Українських Карпатах. Дистанційне зондування території виконано з використанням БПЛА з LiDAR та фотограмметричною обробкою даних, що дозволило створити цифрову модель місцевості й ортофотоплан. Отримані результати дають змогу визначати межі геокомплексів, морфологічні особливості території, моделювати зміни водних запасів під впливом кліматичних чинників і виконувати точні морфометричні розрахунки. Зібрані дані застосовуються для наукових завдань міжнародного проекту **WeVaRe** у межах програми транскордонного співробітництва *Interreg VI-A NEXT Hungary-Slovakia-Romania-Ukraine*.

Перелік літературних джерел

- Національний природний парк «Синевир». Історія та сьогодення / за ред. О. Б. Колесника, О. Г. Радченка. Ужгород: ТДВ «Патент», 2019. 440 с.
- Паспорт водно-болотного угіддя міжнародного значення «Озеро Синевир» / Національний природний парк «Синевир». Львів, 2021. 20 с.
- Abdullah, Q. A. (2016). A star is born: The state of new lidar technologies. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 82(5), 307–312.
- Hlotov, V., Shylo, Y., Yatskivskyi, Y., Kablak, N., & Nychvyd, M. (2023). Study of karst manifestations in Solotvyno based on aerial photography from a UAV. *Reports on Geodesy and Geoinformatics*, 115, 27–34. <https://doi.org/10.2478/rgg-2023-0004>
- Karabiniuk, M., Kalynych, I., Leta, V., Mykyta, M., & Melnychuk, V. (2022). Geological conditions of development and landscape differentiation of modern geological and geomorphological processes in the highlands of the Chornohora massif (Ukrainian Carpathians). *Geodynamics*, 1(32), 64–79. <https://doi.org/10.23939/jgd2022.02.064>
- Necsoiu, M., Mîndrescu, M., Onaca, A., & Wigginton, S. (2016). Recent morphodynamics of alpine lakes in Southern Carpathian Mountains using high-resolution optical imagery. *Quaternary International*, 415, 164–174. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.032>

ГРОШОВА ОЦІНКА ЗБИТКІВ У РЕЗУЛЬТАТІ НЕСАНКЦІОНОВАНИХ РУБОК НА ОСНОВІ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Касіянчук Дмитро^{1}, Пилип'юк Юліана², Боднарук Ірина¹*

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: dmvtro.kasianchuk@nunge.edu.ua

² ст.гр. ГЗ-24-1, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Анотація. Представлено методику виявлення потенційних незаконних вирубок лісів на території Національного природного парку «Гуцульщина» шляхом аналізу супутникових знімків Sentinel-2 за 2021 та 2023 роки. Для виявлення змін у рослинному покриві застосовано спектральні індекси NBR, EVI та Forest Degradation Index (FDI), з використанням порогових значень: $dNBR < -0,35$, $dEVI < -0,35$, $FDI (RBR) > 0,35$. Встановлено, що за цей період потенційна площа вирубок становить 4,1 га, що відповідає приблизно 1600–2000 деревам. Оцінка втраченої біомаси складає 820 тонн, а прямі економічні збитки, за ринковою вартістю деревини (2023 р), оцінюються у понад 3,4 млн грн. Порівняння з офіційними даними прокуратури, де вказується на вирубку понад 1700 дерев і збитки на суму понад 257 млн грн, свідчить про істотну різницю між ринковими та екологічними втратами. Отримані результати підтверджують ефективність використання дистанційного зондування Землі для попереднього моніторингу лісокористування у природоохоронних зонах та підсилення доказової бази в розслідуваннях екологічних правопорушень.

Ключові слова: незаконні вирубки, дистанційне зондування Землі, Sentinel-2, спектральні індекси, Гуцульщина, оцінка

Вступ

Контроль за незаконними рубками в лісових масивах в умовах недостатнього фінансування та складного рельєфу залишається значною проблемою для більшості природоохоронних територій України, зокрема Карпатського регіону. Для нашого дослідження обрано територію Національного природного парку «Гуцульщина» (Івано-Франківська область, Косівський район), зокрема околиці урочища біля сіл Город і Вербовець, де, за повідомленнями ЗМІ та екоактивістів, протягом 2021–2023 рр. було зафіксовано факти незаконних рубок. Національний природний парк охоплює території з різноманітною орографією та типами лісових угідь – від букових та ялицевих до змішаних смерекових лісів, які є особливо вразливими до інтенсивного втручання.

Актуальність теми дослідження

У результаті з березня 2022 по березень 2023 року незаконно вирубано понад 1,7 тисячі дерев різних порід (Environmental Rights Action., 2023). Під виглядом вибіркового санітарних рубок на заповідній території масово знищили дерева. За повідомленням Івано-Франківської обласної прокуратури цим заподіяли шкоду навколишньому природному середовищу на суму понад 257 мільйонів гривень.

Методика

Оцінка економічних втрат від незаконного спалювання лісів здійснювалася на основі поєднання методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), геоінформаційного аналізу та

грошової оцінки втраченої лісової біомаси (Hansen et al., 2016; Mujetahid et al., 2023; Valbuena et al., 2023).

Методика полягає у порівнянні космічних знімків Sentinel-2 за допомогою індексів NBR та EVI для виявлення потенційних вирубок, з додатковою фільтрацією за Forest Degradation Index (FDI), що враховує деградацію лісу на основі зміни індексу NBR. Для оцінки вегетаційних умов також аналізується зміна евапотранспірації за даними MODIS. Втрати біомаси (в тоннах сухої речовини) обчислювалися за допомогою усереднених нормативів лісової продуктивності (т/га), які залежать від типу насадження та вікової структури. Для цього використовувалися показники, рекомендовані FAO та національними лісовими кадастрами.

Формула для розрахунку втраченої біомаси (1):

$$B_{\text{loss}} = A \cdot Y \quad (1)$$

де, B_{loss} – втрачена біомаса, т, A – площа пошкодженого лісу, га, Y – середня врожайність деревини, т/га (залежно від породи та регіону).

Економічні втрати розраховувалися як добуток втраченої деревини на середню ринкову вартість 1 тонни деревини відповідного типу (2):

$$L = B_{\text{loss}} \cdot P \quad (2)$$

де, L – грошові втрати, грн, P – ціна 1 тонни деревини (ринкова або нормативна).

Просторовий аналіз засобами Google Earth Engine та грошова оцінка

Для виявлення потенційних вирубок лісу на досліджуваній території були використані супутникові знімки Sentinel-2 за червень 2021 та липень 2023 років (рис. 1) у середовищі Google Earth Engine (GEE).

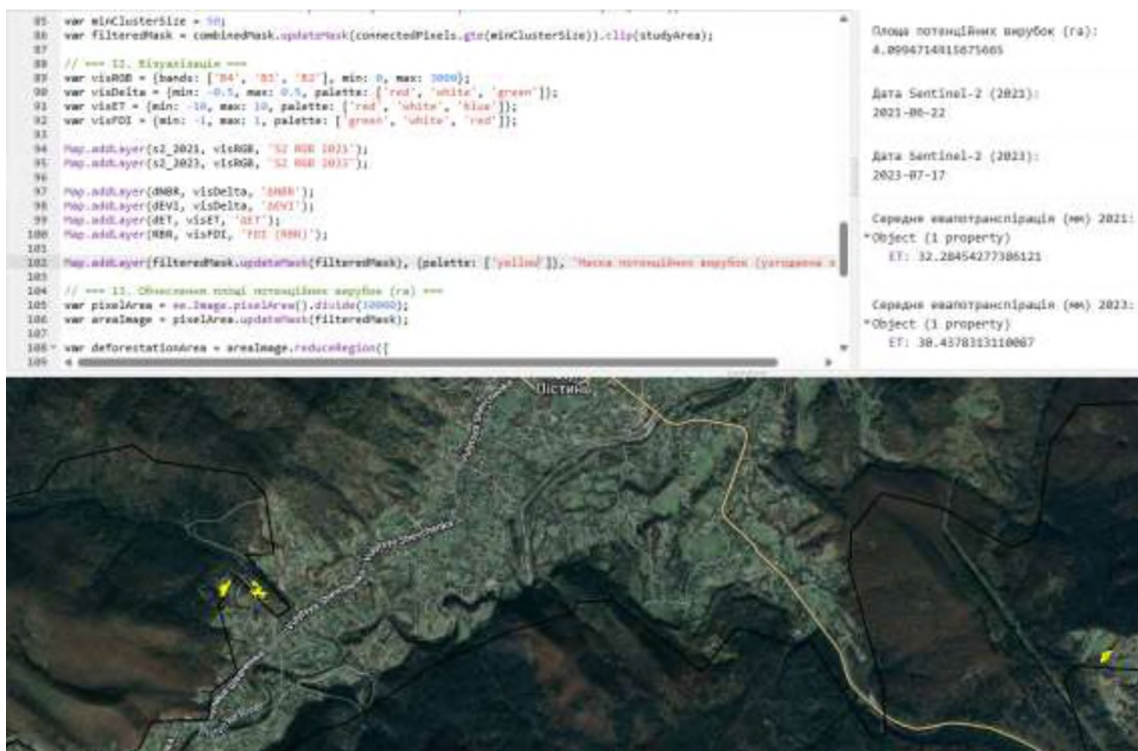


Рисунок 1. Скрин вікна GEE з результатами (на прикладі НПП «Гуцульщина»)

Аналіз ґрунтувався на порівнянні змін двох вегетаційних індексів – NBR та EVI. Індекс NBR, чутливий до деградації лісів, виявив суттєві зміни з порогом -0,35. Індекс EVI, стійкий до атмосферних перешкод і точніший для густої рослинності, застосовувався з

порогом -0,3. Для підвищення достовірності також розраховано Forest Degradation Index (FDI), або Relative Burn Ratio, з порогом 0,35 – як додатковий фільтр, що зменшив кількість хибних результатів.

Індекс NDVI, через слабку чутливість до змін лісового покриття на цій території, до аналізу не включався. З метою підтвердження змін в рослинному покритті було проаналізовано середні значення евапотранспірації (ET) за даними MODIS. Її зниження з 32,3 мм у 2021 році до 30,4 мм у 2023 році вказує на певний стрес рослинності, що узгоджується з іншими індикаторами деградації.

У результаті аналізу виявлено потенційно вирубану ділянку площею 4,1 га. З огляду на середню щільність деревостанів у Карпатах (500–600 дерев на гектар), це відповідає знищенню близько 1700 дерев, що корелює з офіційними повідомленнями. Використання кількох індексів із погодженими порогоми забезпечило побудову надійної карти вирубок.

Для оцінки втрати біомаси взято середню врожайність деревини для листяних порід – 200 тонн з гектара. Таким чином, втрати біомаси становлять приблизно 820 тонн. За середньою ринковою вартістю 2023 року – 4189,8 грн/т, економічні збитки оцінюються у близько 3,4 млн грн. Хоча ці розрахунки є орієнтовними, вони дають уявлення про масштаб екологічних та економічних втрат у межах досліджуваної ділянки.

Висновки

Використання комбінації індексів ΔNBR , ΔEVI та Forest Degradation Index (FDI) з відповідними порогоми дає обґрунтований інструмент для картування потенційних вирубок. Аналіз евапотранспірації підтримує отримані висновки, підтверджуючи зміни в стані рослинності. Результати узгоджуються з офіційними статистичними даними про обсяги вирубок. Запропонований підхід дозволяє не лише оперативно виявляти ділянки деградації, але й кількісно оцінювати екологічні та економічні наслідки вирубок. У грошовому еквіваленті оцінені збитки у понад 3,4 мільйона гривень свідчать про значні втрати, які можуть бути використані для обґрунтування компенсацій або екологічного податку. Отримані результати можуть лягти в основу системи моніторингу та прийняття управлінських рішень на рівні лісової політики, спрямованих на попередження незаконних рубок та раціональне використання лісових ресурсів.

Перелік літературних джерел

- Mujetahid, A., Nursaputra, M., & Soma, A. S. (2023). Monitoring illegal logging using Google Earth engine in Sulawesi Selatan Tropical Forest, Indonesia. *Forests*, 14(3), 652. <https://doi.org/10.3390/f14030652>
- Yordanov, V., & Brovelli, M. A. (2021). Deforestation mapping using Sentinel-1 and object-based random forest classification on Google Earth Engine. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B3-2021, 865–872. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xliii-b3-2021-865-2021>
- Environmental Rights Action. (2023). *Моніторинговий звіт про незаконні рубки в НПП «Гуцульщина»*. <https://epl.org.ua/>
- Valbuena Gaona, M. P., Ferrucho Parra, C. C., Prieto Arenas, M. A., & Muñoz Bravo, G. A. (2023). Tool to generate deforestation and illegal mining alerts with remote sensing. *Environmental Sciences Proceedings*, 28(1), 27. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2023028027>
- European Space Agency. (n.d.). *Copernicus Open Access Hub*. Retrieved July 20, 2025, from <https://scihub.copernicus.eu>

INNOVATIVE METHODS OF LAND MANAGEMENT TASKS BASED ON GEOINFORMATION DATABASES

Rafikov Timur^{1*}, Zhildikbaeva Aizhan¹, Mukaliev Zhandos²

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, ² al-Farabi Kazakh National University, *e-mail: zziks5677@gmail.com

Abstract. *This study explores innovative methods for managing land resources through the use of geospatial databases. It highlights the critical role of Geographic Information Systems (GIS) in analyzing, modeling, and visualizing spatial data, thereby facilitating well-informed decision-making in land use, agriculture, and environmental management. The primary objective of the research is to design a structured geodatabase encompassing administrative, hydrographic, agricultural, and transportation features. Publicly available datasets from platforms such as QGIS and OpenStreetMap (OSM) were integrated into vector-based models to enable in-depth analysis of land resources. As a result, a geospatial database for the East Kazakhstan region was developed, serving as a comprehensive tool for assessing land resources, promoting sustainable regional development, and optimizing land use practices. The authors underline the significance of employing advanced geospatial technologies—particularly ArcGIS and QGIS – to enhance data accuracy and reliability, thereby strengthening decision-making processes in land resource management.*

Keywords: GIS, land resources, geospatial database, QGIS, East Kazakhstan region

Introduction

The growing anthropogenic pressure on the environment and the need for sustainable territorial development have made effective land resource management increasingly important. Modern geospatial technologies provide unparalleled opportunities for analyzing, modeling, and visualizing spatial data, enabling informed decisions in land use, agriculture, and ecology. These technologies also integrate heterogeneous datasets and account for both natural and socio-economic factors, which is especially relevant for intensively used regions such as East Kazakhstan.

Methodology

To develop the geodatabase, data from open sources such as QGIS and OpenStreetMap were collected, processed, and integrated into vector models. The methodology included multilingual data preparation (Russian, Kazakh, English), data standardization (coordinate systems, scales, symbology), process automation, staff training, and workflow optimization. The final database structure consists of thematic layers covering administrative boundaries, hydrography, protected areas, agricultural land, and transportation infrastructure (Figure 1).

 Agricultural_land	File Geodatabase Feature Dataset
 Administrative_boundaries	File Geodatabase Feature Dataset
 Hydrography	File Geodatabase Feature Dataset
 Infrastructure	File Geodatabase Feature Dataset
 Transport_network	File Geodatabase Feature Dataset

Figure 1. Database of the East Kazakhstan Region in ArcGIS (Compiled by the authors)

Results and Discussion

The developed geodatabase enables comprehensive analysis and efficient management of land resources. Its multi-level structure allows for the organization of spatial objects into thematic categories, facilitating targeted analysis in areas such as environmental protection, agricultural optimization, and infrastructure planning. Attribute information was created for each layer following a standardized workflow, ensuring high data reliability.

In creating the geospatial database (GIS) for the East Kazakhstan region, a multi-level structure of catalogs and classes of spatial objects was applied, which allowed for the effective organization of data for various thematic layers. The catalog structure includes numerous subsections, each corresponding to a specific type of spatial data, such as administrative objects, hydrography, protected areas, agricultural land, and transport networks. An extended database with subsections has been compiled (Figure 2).

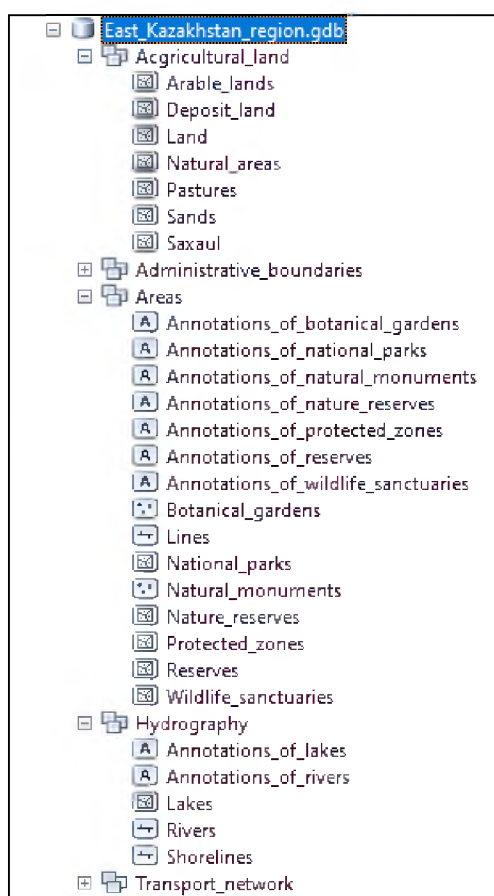


Figure 2. Subsections of the Geospatial Database of the East Kazakhstan Region

The subsections are classified into more detailed categories, ensuring convenient access and data management. For example, the "Administrative Objects" section includes classes such as regions, districts, and rural districts, organized hierarchically from larger to smaller units. The "Hydrography" section contains data on rivers, water bodies, and other aquatic features, enabling spatial analysis of the region's water resources. The "Protected Areas" category includes information on national parks, reserves, and recreational zones, which is crucial for managing environmental conservation activities.

Conclusions

The integration of QGIS and OSM data allowed for the creation of an up-to-date, accurate, and structured geodatabase for the East Kazakhstan region. The database supports sustainable land use planning, enables monitoring of land use changes, and provides a solid foundation for future regional development strategies.

References

- Baghdadi, N. (2018). Remote Sensing for Agricultural Applications: A Meta-Review. *Remote Sensing of Environment*, 217, 1-20.
- Beržonskis, A. (2022). Changes in Forest Cover and Forest Spatial Structure of Vilkaviškis District Municipality and Afforestation Opportunities. *19th Conference of Young Scientists Proceedings*, ISSN 2335-7940 (print), ISSN 1822-9913 (online).
- Biekša, K. (2016). The Evaluation of Cereal Farms Using Ecological Footprint Method. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 38(3), 207–218. DOI: 10.15544/mts.2016.16.
- Braškytė, L. (2020). Gamtos paveldo objektų išsidėstymo gamtinio karkaso ir teritorijų naudojimo intensyvumo atžvilgiu analizė. *Žmogaus ir gamtos sauga*. VDU ŽŪA. <https://doi.org/10.7220/2538-9122.2020> (in Lithuanian).
- Goodchild, M. F. (2019). GIS and Spatial Analysis: Challenges and Opportunities. *Annals of GIS*, 25(1), 1-10.
- Haklay, M., Weber, P. (2008). OpenStreetMap: User-Generated Street Maps. *IEEE Pervasive Computing*, 7(4), 12-18.
- Kazakevičius, Z. (2011). Žemės išteklių naudojimo Lietuvos žkininkų žkiuose vertinimas. *Management Theory & Studies for Rural Business & Infrastructure Development*, 27(3), 94-103.

ГІС В ПЛАНУВАННІ ТА УПРАВЛІННІ ТЕРИТОРІЯМИ З РОЗВИТКОМ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ

Касіянчук Дмитро^{1}, Стельмах Олег², Штогрин Людмила¹*

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: dmvtro.kasianchuk@nunge.edu.ua

² ст.гр. ГЗ-23-1, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Анотація. Зсув ґрунту, що стався 26 січня 2024 року в межах Краснянського лісництва (Закарпатська область), охопив понад 10,5 га і спричинив значні порушення деревостанів та загрози інфраструктурі. Цей випадок актуалізував потребу у впровадженні оперативних та надійних методів виявлення та оцінки зсувних явищ у реальному часі, особливо в умовах обмеженої польової доступності та снігового покриву. У статті представлено результати використання мультисенсорного підходу, що поєднує дані супутникової радарної інтерферометрії (Sentinel-1, SAR) та оптичних знімків (Sentinel-2, NDVI), для виявлення потенційних зсувів у гірських лісних районах. У межах буферної зони навколо дорожньої інфраструктури було проведено виявлення ділянок із суттєвим спадом зворотного радарного сигналу та індексу вегетації, що є індикаторами порушення ґрунтового-рослинного покриву. Основну увагу приділено схилам із нахилом понад 5°, де найвірогідніша активація зсувних процесів. Отримано маску потенційно активного зсуву площею понад 2,5 га, який співвідноситься з реально зафіксованим зсувом у січні 2024 року. Методика включала морфологічну обробку, фільтрацію артефактів, обчислення площ по похилій поверхні та векторизацію. Результати підтверджують ефективність поєднання SAR-аналізу й NDVI у виявленні геодинамічних змін навіть за умов сезонного снігового покриву. Запропонований підхід може бути використаний як елемент локальної системи раннього попередження у зсувонебезпечних регіонах Карпат.

Ключові слова: зсуви, супутниковий моніторинг, Sentinel-1, NDVI, ГІС-моделювання, Карпати

Актуальність теми дослідження

Зсув ґрунту, що стався 26 січня 2024 року в межах Краснянського лісництва (Закарпатська область), охопив площу понад 10,5 га, спричинив масове повалення деревостанів і створив ризики для інфраструктури та населених пунктів (ДП "Ліси України"), (Державна служба України з надзвичайних ситуацій, 2024). Цей випадок ілюструє зростаючу інтенсивність зсувних процесів в Українських Карпатах – регіоні, що вирізняється складними геолого-геоморфологічними умовами та зростаючим антропогенним навантаженням (Ivanik et al., 2022, Shtohryn et al., 2024).

З огляду на високу вартість відновлення пошкоджених екосистем і об'єктів, необхідним є запровадження оперативних методів виявлення та оцінки зсувних явищ. Інтеграція супутникових даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), таких як SAR Sentinel-1, із вегетаційними та вологісними індексами дозволяє виявляти ранні ознаки деструктивних змін навіть за умов снігового покриву (Lin et al., 2022, Bianchi et al., 2022, Hadiatska et al., 2025).

Актуальність теми дослідження

Події січня 2024 року стали черговим підтвердженням зростання частоти зсувних явищ в умовах кліматичних змін та локального перезволоження ґрунтів у зимовий період. Це вимагає переосмислення стратегій спостереження та реагування на геодинамічні

процеси в лісистих гірських територіях (Hadiatska et al., 2025). Водночас, Українські Карпати залишаються одним із найменш моніторингово забезпечених регіонів у частині систем раннього попередження зсувів.

Актуальність дослідження полягає у впровадженні мультисенсорного підходу до виявлення активізації зсувів, який враховує супутникові спостереження SAR Sentinel-1 (Copernicus Browser, 2025), оптичні індекси вегетації та геоінформаційне моделювання. Особлива увага приділяється можливості виявлення змін під сніговим покривом, що дозволяє фіксувати процеси деградації в осінньо-зимовий сезон (Bianchi et al., 2022). Інтеграція таких методик із локальними геоданими дозволяє покращити просторову деталізацію та підвищити ефективність реагування з боку лісових господарств, громад і служб надзвичайних ситуацій. Це відкриває нові можливості для формування бази зсувної небезпеки в умовах змін клімату та зростаючого природно-техногенного навантаження.

Методика

У дослідженні було застосовано комплексну ГІС-методику для виявлення потенційних зсувів у буферній зоні доріг на схилах $>5^\circ$ в межах Дубівської ОТГ. Використано знімки Sentinel-1 (SAR) для виявлення змін радарного зворотного розсіювання (VV та VH) до і після зсуву, та Sentinel-2 для обчислення змін NDVI як індикатора деградації рослинності. Потенційні зсуви визначалися за комбінацією зниження SAR-відбиття та NDVI в межах зони аналізу. Додатково виконано морфологічну обробку маски, фільтрацію дрібних об'єктів, векторизацію та обчислення площ. Для кожного полігона оцінено площу з урахуванням похилої поверхні (на основі DEM) і похибку планарних вимірів.

Виклад основного матеріалу

У межах зони дослідження було ідентифіковано кілька потенційних зсувів площею понад 1 га, які супроводжувалися значними змінами як SAR-сигналу, так і NDVI. (рис. 1).

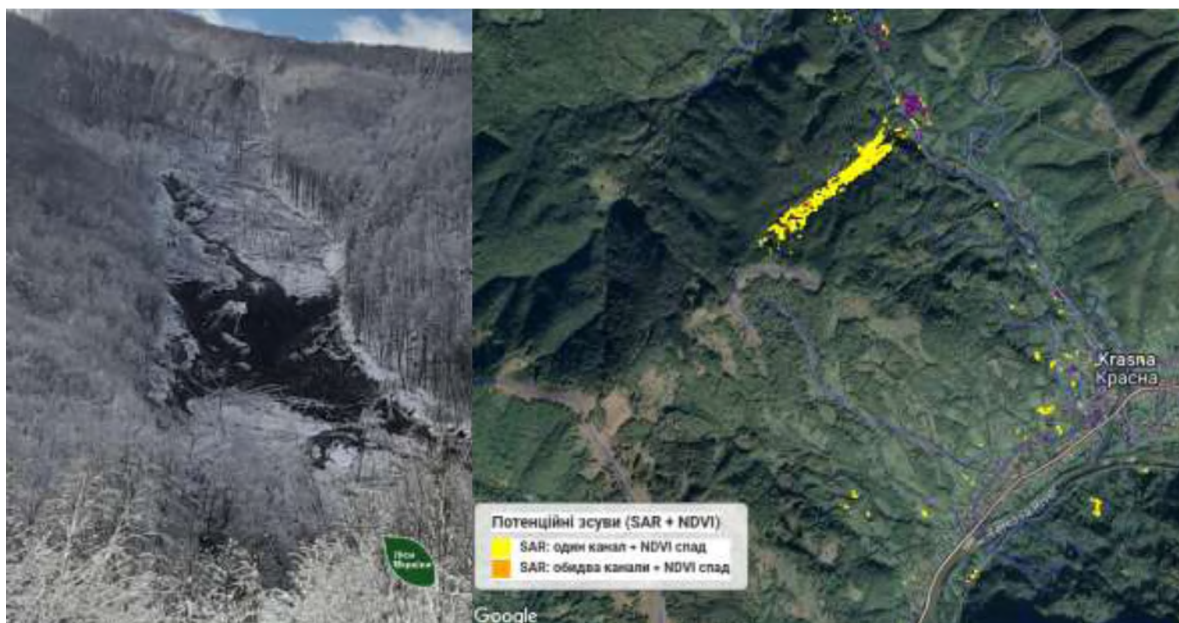


Рисунок 1. Зсув ґрунту 26.01.2024 у Дубівській громаді Тячівського району в межах території лісового фонду Краснянського лісництва ДП «Мокрянське лісомисливське господарство» та класифіковане зображення.

Найбільша площа зсуву (по похилій поверхні) становила близько 2,67 га, а максимальна різниця між горизонтальною та нахиленою площами сягала 15,4%, що вказує на значну похибку при планарних оцінках у гірських умовах.

У результаті комбінованого аналізу супутникових знімків Sentinel-1 (SAR) та Sentinel-2 (NDVI) було виявлено активний зсув на північ від с. Красна, площа якого (з урахуванням похилу) перевищує 2,5 га. Ділянка характеризується синхронним спадом SAR-відбиття (VV/VH) та індексу NDVI у період між 2023 та 2024 роками, що вказує на деградацію рослинності та зміну структури поверхні.

Висновки

За результатами інтегрованого аналізу супутникових даних Sentinel-1 (SAR) та Sentinel-2 (NDVI) було виявлено активний зсув північніше села Красна, площа якого перевищує 2,5 га. Просторова конфігурація виявленої ділянки, її морфологія та сигнальні характеристики підтверджують наявність деградаційних процесів, що могли бути активізовані внаслідок сезонного перезволоження схилів. Цей комплекс ілюструє ефективність мультисенсорного підходу до раннього виявлення зсувів у складних ландшафтних умовах, зокрема за умов зимового покриття, й підтверджує необхідність впровадження таких рішень для моніторингу небезпечних геодинамічних процесів у Карпатському регіоні.

Перелік літературних джерел

- Bianchi, F. M., Grahn, J. (2025). Monitoring snow avalanches from SAR data with deep learning. *ArXiv preprint*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.18157> arxiv.org
- Copernicus Browser (2025, July 20). *Satellite database* URL: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>
- Hadiatska, K., Ivanik, O., Petrenko M., Kravchenko, D. (2025). Geospatial assessment of landslide susceptibility using overlay analysis: A case study of Transcarpathian region (Volovets District). *18th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*, Apr 2025, Volume 2025, 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2025510038>
- Ivanik, O., Fonseca, J., Shabatura, O., Khomenko, R., Hadiatska, K., & Kravchenko, D. (2022). An integrated approach for landslide hazard assessment: A case study of the Middle Dnieper Basin, Ukraine. *Journal of Water and Land Development*, 81–86. DOI: <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.139947>
- Lin, Y. N., Chen, Y.-C., Kuo, Y.-T., & Chao, W.-A. (2022). Performance Study of Landslide Detection Using Multi-Temporal SAR Images. *Remote Sensing*, 14(10), 2444. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14102444>
- Shtohryn, L. V., & Kasiynchuk, D. V. (2024). Analysis of natural and man-made factors of landslide development in the Carpathian region using GIS. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 5, 93–98. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-5/093>
- Державна служба України з надзвичайних ситуацій. (2024, січень 29). *Довідка про основні надзвичайні ситуації техногенного, природного та іншого характеру на території Закарпатської області станом на 7:00 29 січня 2024 року*. <https://zk.dsns.gov.ua/uk/pres-centr/news/operational-information/dovidka-zadobu/dovidka-pro-osnovni-nadzvicaini-situaciyi-texnogennogo-prirodnogo-ta-insogo-xarakteru-na-teritoriyi-zakarpatskovi-oblasti-stanom-na-700-29-sicnia-2024-roku>

ПЕРЕВАГИ ТА РИЗИКИ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ АЕРОПОРТУ

Гера Оксана^{1}, Фреюк Анастасія²*

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: oksana.hera@nung.edu.ua

² Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, студентка гр. ГЗ-24-1

Анотація. Метою дослідження є визначення, ґрунтуючись на іноземних наукових здобутках, видів перевірок в аеропортах, які можуть проводитися з використанням безпілотних літальних апаратів; а також потенційних загроз безпеці аеропорту та методів їх запобігання. БПЛА дозволяють швидко контролювати стан об'єкта і, як правило, не вимагають повного припинення роботи аеропорту. Встановлено, що вони допомагають контролювати стан покриття аеродрому, проводити перевірки освітлення, виявлення сторонніх предметів та управління ризиками, пов'язаними з дикими тваринами. З іншого боку, неконтрольоване використання БПЛА може призвести до ризику зіткнення літаків у повітряному просторі аеропорту. Тому важливим питанням є впровадження платформи управління рухом для контролю безпеки польотів. Ці досягнення можуть бути впроваджені в процес інспектування українських аеропортів після скасування заборони на цивільні польоти.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат (БПЛА), утримання аеропорту, аерофотограмметрія, оцінка експлуатаційної безпеки, індекс стану аеродромного покриття.

Актуальність теми дослідження

Очікується, що після припинення активних бойових дій, відновлення повітряного сполучення буде одним із пріоритетних завдань. Реконструкція аеропортів розпочнеться з проведення інженерних обстежень для визначення поточного стану об'єктів, доцільності, вартості та термінів їх відновлення, а також розробки необхідної проектної документації (Гера, 2024).

Через обмеження польотів українські вчені можуть проводити лише теоретичні дослідження можливостей безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для інспектування аеропортів. Метою дослідження є визначення, на основі зарубіжних наукових джерел, видів перевірок в аеропортах, які повинні проводитися з використанням БПЛА, а також потенційних загроз безпеці аеропортів, які можуть виникнути в цій ситуації, та методів їх запобігання.

Методика

Аеропорти потребують періодичного технічного обслуговування для забезпечення безпечної експлуатації повітряного руху під час зльоту, посадки та рулювання, а також належного стану всієї інфраструктури. Державна авіаційна адміністрація відповідає за управління процесом інспектування аеропортів. Інспектори відвідують аеропорт або злітно-посадкову смугу, щоб оглянути ситуацію, оцінюючи такі аспекти, як загальний стан покриття, перешкоди на підхідних траєкторіях та проблеми з проектуванням навколо злітно-посадкової смуги. Загальний візуальний огляд проводиться за допомогою ручного обладнання, такого як далекоміри, інклінометри та вимірні колеса (Kim et al., 2019).

Очевидним недоліком цього методу є те, що він обмежується прямим оглядом інспекторів об'єктів на рівні землі, і вимагає значної кількості робочих годин та обмеження роботи аеропорту. Сьогодні БПЛА можуть забезпечити ефективніший огляд для прийняття рішень на основі даних для програм інспектування, а також сприяти значній економії часу та коштів.

У дослідженні (Congress et al., 2022) зроблено спробу використовувати безпілотний літальний апарат, оснащений оптичною камерою, для інспекції та оцінки стану різних об'єктів аеропорту. Виконано порівняння значень індексу стану дорожнього покриття (PCI), отримані під час традиційних та повітряних інспекцій. Загалом, БПЛА визнано як інструмент збору даних, що має великий потенціал і доповнює існуючі практики.

Виклад основного матеріалу

Важливою перевагою для інспекції інфраструктури аеропорту є здатність БПЛА нести різноманітні датчики та вимірювальне обладнання, що покращують традиційні методи. Це передбачає візуальну інспекцію за допомогою камер з високою роздільною здатністю, інфрачервону термографію та ультразвукову інспекцію конструкцій. Метою цих інспекцій є моніторинг стану конструкцій та виявлення дефектів у матеріалах і компонентах, таких як тріщини, пори, розшарування, вм'ятини, корозія, розшарування матеріалів, спричинені факторами навколишнього середовища та механічним навантаженням.

Залежно від використаного обладнання, обстеження за допомогою БПЛА може надати такі результати: хмари точок, текстуровані моделі, 3D-об'єкти, ортомозаїки, цифрові моделі поверхні (DSM), цифрові моделі рельєфу (DEM) та цифрові моделі місцевості (DTM). Вхідні дані для створення 3D-моделей включають геореференсні фотографії або файли даних, згенеровані лазерним LIDAR. Візуалізації LIDAR не є візуально привабливими, але вони є більш точними, ніж моделі, отримані з фотографій (Rodríguez et al., 2024).

Така велика кількість різноманітних вихідних даних дозволяє планувати та контролювати різні види діяльності з утримання території аеропорту. Завдяки інформації, що передається БПЛА в режимі реального часу, можна виконувати такі операції (рис. 1):

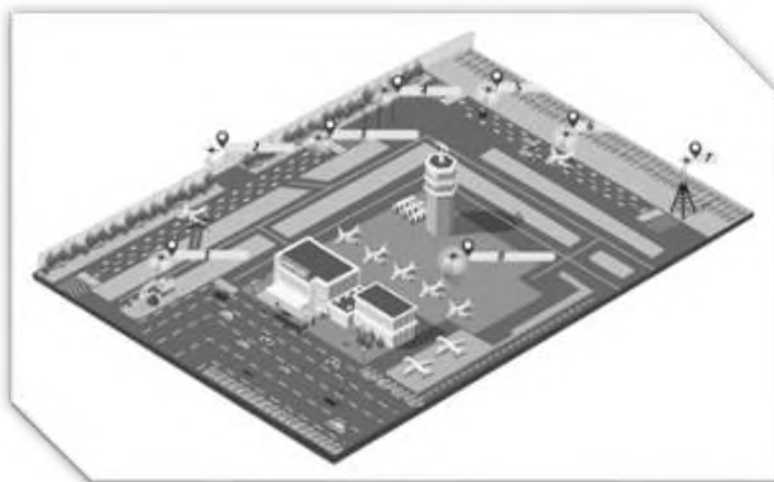


Рисунок 1. Візуалізація потенційних напрямків застосування малих безпілотних літальних апаратів в аеропортах

(Джерело: https://www.faa.gov/airports/new_entrants/on_airport_operations)

1 – моніторинг етапів будівництва; 2 – спостереження за безпекою на території; 3 – перевірка покриття аеродрому; 4 – перевірка освітлення; 5 – виявлення сторонніх предметів; 6 – ситуаційна поінформованість (пожежна та рятувальна служба аеропорту); 7 – обстеження перешкод; 8 – управління ризиками, пов'язаними з дикими тваринами.

Однак, окрім численних покращень в управлінні інфраструктурою, присутність БПЛА в повітряному просторі аеропорту може становити ризик. Дослідження показують, що тверді та щільні матеріали, з яких виготовлені БПЛА, можуть становити набагато більший ризик зіткнення, ніж птахи, навіть при однаковій швидкості та вазі. Затримки рейсів, зміна маршрутів і навіть закриття злітно-посадкових смуг стають вимушеними заходами безпеки під час несанкціонованого вторгнення БПЛА. Розроблена платформа (Zhang, Liu, & Low, 2023) може бути використана для динамічного генерування 3D-траєкторій зіткнення та оцінки ризику його виникнення. У той час як стаття (Luca et al., 2025) містить детальний опис архітектури та робочого процесу платформи управління рухом БПЛА (UTM), розробленої для створення передумов для збільшення, поліпшення та підвищення безпеки експлуатації БПЛА у цивільному повітряному просторі.

Висновки

Перелік сфер застосування безпілотних літальних апаратів постійно розширюється. Велика кількість надійних практичних експериментів демонструє доцільність їх використання для моніторингу стану та належного обслуговування всіх об'єктів інфраструктури аеропорту. БПЛА дозволяють швидко контролювати стан об'єкта і, як правило, не вимагають повного припинення роботи аеропорту. Дрони допомагають контролювати стан покриття аеродрому, проводити перевірки освітлення, виявлення сторонніх предметів та управління ризиками, пов'язаними з дикими тваринами. З іншого боку, неконтрольоване використання БПЛА може призвести до ризику зіткнення літаків у повітряному просторі аеропорту. Тому важливим питанням є впровадження платформи управління рухом для контролю безпеки польотів.

Перелік літературних джерел

- Congress, S. S. C., Puppala, A. J., Treybig, C., Gurganus, C., & Halley, J. (2023). Application of Unmanned Aerial Vehicles for Monitoring Airport Asset Surfaces. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2677(3), 458–473. <https://doi.org/10.1177/03611981221115729>
- Kim, S., Paes, D., Lee, K., Irizarry, J., & Johnson, E. N. (2019). UAS-Based Airport Maintenance Inspections: Lessons Learned from Pilot Study Implementation. *Computing in Civil Engineering 2019*, 382–389. <https://doi.org/10.1061/9780784482445.049>
- Luca, V. D., Pascarelli, C., Colucci, M., Afrune, P., Corallo, A., & Avanzini, G. (2025). A Platform for Safe Operations of Unmanned Aircraft Systems in Critical Areas. *Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2025.02.004>
- Rodríguez, D. A., Lozano Tafur, C., Melo Daza, P. F., Villalba Vidales, J. A., & Daza Rincón, J. C. (2024). Inspection of aircrafts and airports using UAS: A review. *Results in Engineering*, 22, 102330. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102330>
- Zhang, N., Liu, H., & Low, K. H. (2023, January 23). UAV Collision Risk Assessment in Terminal Restricted Area by Heatmap Representation. *AIAA SCITECH 2023 Forum*. AIAA SCITECH 2023 Forum, National Harbor, MD & Online. <https://doi.org/10.2514/6.2023-0737>
- Гера, О. В. (2024). Перспективи використання БПЛА для спостережень за станом об'єктів інфраструктури аеропортів. *Airport Planning, Construction and Maintenance Journal*, 3, 30–35. <https://doi.org/10.32782/apcmj.2024.3.4>

ГЕОПОРТАЛ: ВІД ІДЕЇ ДО РЕАЛІЗАЦІЇ

**Заячківська Богданна¹, Москаленко Антоніна¹, Бондарчук Вероніка^{2*},
Арнаута Євгенія², Михайлик Катерина³**

¹Кафедра геоінформатики і аерокосмічних досліджень Землі, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

²Студенти 3 курсу факультету землевпорядкування, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *email: hiz23-v.bondarchuk@nubip.edu.ua

³ТОВ "ГеоТема", Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Анотація. У роботі розглянуто процес створення геопорталу на прикладі пошуку загублених тварин з використанням QGIS та PostGIS для формування бази даних і шарів, а також застосування Leaflet.js, HTML, CSS і Python для відображення та обробки інформації. Геопортал реалізує функції пошуку, фільтрації та сповіщення користувачів

Ключові слова: геопортал, пошук тварин, QGIS, база просторових даних, PostGIS.

Актуальність теми дослідження

Майже кожен з нас не може уявити життя без свого домашнього улюбленця, і на жаль, на разі в умовах війни все більше і більше тварин губляться. Завдяки дослідженням (Save Pets of Ukraine, 2023) маємо наступну статистику: у тилиових областях кількість тварин у притулках зросла на 20-30%, зооволонтери утримують на 60% більше тварин, ніж до війни, у прифронтових областях кількість тварин у притулках зросла на 100% і більше. З кожним днем зростає потреба суспільства в оперативному пошуку та поверненні загублених тварин за допомогою геопорталу. Використання новітніх цифрових технологій, зокрема QGIS та PostGIS, забезпечує створення інтерактивного геопорталу, здатного обробляти просторові дані та швидко виходити на зв'язок з іншими користувачами.

Методика

Наукова робота базується на застосуванні геоінформаційних технологій, зокрема створення геоінформаційної системи і бази геопросторових даних. Застосовані методи створення веб застосунку, фронтенду та бекенду, які забезпечують візуалізацію та взаємодію з базою даних зацікавлених користувачів.

Виклад основного матеріалу

Геопортал зі шарами з QGIS – це як зробити «живу карту», де дані можна переглядати онлайн. На шляху від ідеї до реалізації є розуміння програмних компонентів, поетапного створення та їх взаємодії. QGIS – професійний програмний засіб, який постійно розвивається та є безкоштовним засобом створення цифрових проєктів. Книга (Menke et al, 2016) дає можливість дізнатися про особливості користування QGIS. За допомогою інтеграції з PostGIS (PostgreSQL + GIS-розширення) ці дві геоінформаційні технології дають можливість створення геопорталів: як стаціонарних для демонстрації даних, так і динамічних з можливістю авторизації та наповнення користувачами даними, відслідковування за атрибутивними та просторовими критеріями та налаштування сповіщення на месенджери про об'єкти, які відповідають потрібним критеріям.

У QGIS Desktop створюється і редагується проект .qgs або .qgz. Створені шейп-файли та залучені таблиці до проекту мають відповідати цілям функціонування геопорталу. Користуючись статтею (Bondarchuk et al, 2025), розглянемо на прикладі геопорталу загублених тварин необхідні атрибути. Для тварин характеристикою будуть id тварини (ключ), вид тварини, порода, стать, вік, розмір, кличка, фото, геолокація, статус загублена/знайдена, тощо. Окремо інформація про користувача: ПІБ, контактний номер телефону, тощо. Інформація про тварину і власника мають в базі даних розподілятися, оскільки взаємодіяти можуть і власники притулків, зоозахисники, волонтери, лікарі ветлікарень тощо. Таким чином в просторовій базі даних іде накопичення даних, а на карті на веб сторінці – мітки різних типів загублені/знайдені.

Для реалізації геопорталу необхідний сервер, адже демонстрація/пошук інформації та взаємодія через вебзастосунок має бути безперервними. Оптимальним рішенням буде ОС Linux (Ubuntu/Debian) із захищеним доступ по SSH, у разі відсутності сервера, GitHub дає можливість безкоштовно розмістити статичний сайт.

Згідно з книгою (Samuel, 2023) відомо, що Leaflet.js – дуже проста бібліотека JavaScript, один із способів створення власної простої вебсторінки, де карти відображаються за допомогою шарів, які експортуються з QGIS в PostGIS. Це спосіб візуалізації з підкладками з вільним доступом (такими як OpenStreetMap, Leaflet), простіше і працює без доступу до ОС.

Користуючись книгою (Longley et al, 2015) ми знаємо, що формат .shp (shapefile) не підтримується браузером, тому для вебпорталу дані як правило конвертуються у GeoJSON. Також стилі з QGIS (.qml) не переносяться у браузер і їх треба відтворити у коді (кольори, товщина ліній, підписи).

Для реалізації сторінки потрібно передбачити її розмітку – відповідний структурований файл .html (сама карта) та оформлення веб-сторінки – файл .css (стилізація). Розмітка передбачить основні складові сторінки, надписи, відступи, розміри елементів тощо, а стилізація забезпечить кольорове оформлення, розміри шрифтів, товщини ліній, рамки. Leaflet.js, HTML та CSS – все що потрібно для зовнішнього вигляду геопорталу. Але для забезпечення функціонування потрібен backend. Логіку геопорталу можна реалізувати за допомогою Python. .py взаємодіє з PostGIS через віртуальний хост, атрибутивні та просторові запити, та «віддає» через налаштовані кнопки в файлі .js, та демонструє користувачу (рис. 1). PostGIS дозволить робити просторові фільтри (пошук у радіусі, по населеному пункту).

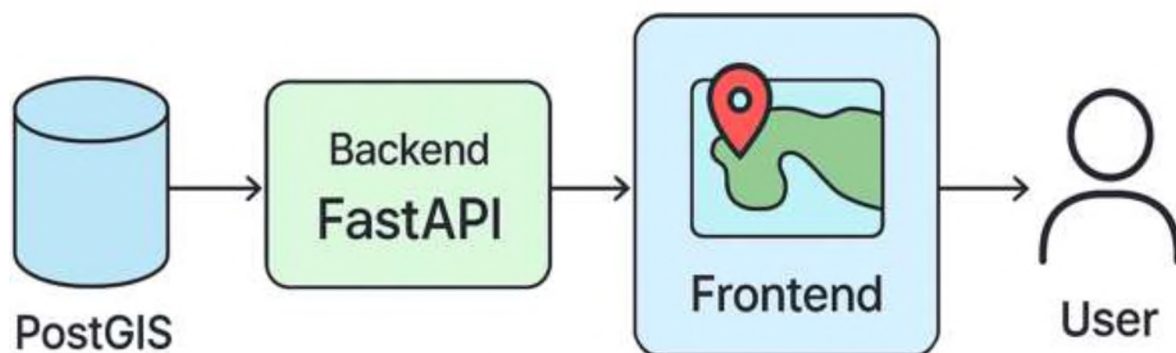


Рисунок 1. Схема архітектури геопорталу

API (REST/GraphQL) забезпечить:

- створення/редагування/деактивації заявки,
- пошук та фільтрацію за параметрами,
- отримання останніх 5 «загублених» заявок,

- авторизації (JWT-токени або Django auth).

Файли (фото) – можуть зберігатися або на сервері, або в хмарному сховищі (AWS S3, Google Cloud). Експорт заявки в PDF/Word з надсиланням на email можна виконати бібліотекою (ReportLab / WeasyPrint). Сповіщення користувачам (наприклад, у Viber) реалізовується через Viber Bot API.

Користуючись досвідом сайту PawBoost, можна забезпечити наступний функціонал геопорталу: кожна тварина буде відображатися міткою (загублені – червона лапа, знайдені – зелена лапа), клікнувши по мітці відобразиться картка з фото і даними (для авторизованих – розширені дані власника), демонстрація 5 останніх загублених тварин завдяки боковій панелі, фільтри: атрибутивні (тип, вік, стать, порода), просторові (радіус, населений пункт), кнопка «Знайшовся» щоб власник деактивував заявку. Додаткові сервіси: Email розсилка (для підтвердження заявки, експорту PDF), Viber/Telegram бот для: сповіщень («у вашому районі додали нову заявку»), або швидкої публікації («я загубив собаку, ось фото й точка на карті»).

Висновки

Геопортал для пошуку тварин – це повноцінна веб-ГІС система яка завжди доступна онлайн, має авторизацію та базу даних, підтримує геопросторові пошуки й фільтрацію, надсилає сповіщення. Аналогічно запропонованому геопорталу можна забезпечити демонстрацію та взаємодію з комплексними планами територій.

Перелік літературних джерел

- Bondarchuk V. Zayachkivska B. Horodnych A. (2025). Geoportal for Lost Animal Search. *International Conference “Synergy in Terra – 2025”*, Lviv, Ukraine. https://drive.google.com/file/d/1LcnxUcxM1Y68E9_vCp_KBtlBuvHabD0l/view
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2021). *Geographic information systems and science* (4th ed.). Wiley. <https://archive.org/details/geographicinform0000long/page/n1/mode/1up>
- Lost & found pets. *PawBoost*. <https://www.pawboost.com/>
- Menke K., Smith Jr. R., Pirelli L., & Van Hoesen J. (2016). *Mastering QGIS* (2nd ed.). Packt Publishing. https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=jYdcDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=qgis+&ots=FQhDrZjYHf&sig=RZ37rNsZ0IUISJsf8s_vu9QA-IE&redir_esc=y#v=onepage&q=qgis&f=false
- Samuel G. (2023). *Leaflet in Practice: Create webmaps using the JavaScript Leaflet library*. <https://bookdown.org/sammigachuhi/book-leaflet/#usage>
- Дослідження: як війна вплинула на притулки для тварин. (2023, February 01) *Save Pets of Ukraine*. <https://savepetsofukraine.kormotech.com/post/дослідження-як-війна-вплинула-на-притулки-для-тварин>

ВИЯВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ЗА ДАНИМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Лещенко Вікторія^{1*}

студентка 1 курсу ОС Магістр факультету землевпорядкування, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: Leshchenko.v.18@gmail.com

Анотація. Дослідження присвячене виявленню порушених земель за допомогою дистанційного зондування, що є актуальним у воєнний час, коли традиційні обстеження небезпечні. Використано керовану й некеровану класифікацію супутникових знімків та індекси NDVI і NDWI. На прикладі села Демидів показано, що спектральні індекси точніше визначають окремі порушення, а класифікація підходить для загальної оцінки. Результати підтвердили ефективність ДЗЗ для швидкого моніторингу й підготовки до відновлення земель.

Ключові слова: дистанційне зондування, порушені землі, класифікація, NDVI, NDWI, супутникові знімки, моніторинг.

Актуальність теми дослідження

В умовах війни особливої уваги набуває виявлення порушених земель за допомогою даних дистанційного зондування. Бойові дії призводять до утворення воронки, руйнування сільськогосподарських угідь, забруднення ґрунтів важкими металами та вибухонебезпечними речовинами. Польові обстеження у таких умовах є небезпечними, тоді як дистанційні технології забезпечують безпечний та оперативний моніторинг. Багатоспектральні знімки дозволяють фіксувати деградацію ґрунтів, зниження врожайності, розвиток ерозійних процесів і забруднення, що важливо для обліку воєнних втрат та підготовки до подальшої рекультиваци. (Global Investigative Journalism Network, 2023).

Дослідження (Горелик та ін., 2023) представляє аналіз доступних контактних та дистанційних методів фіксації порушень, обґрунтування доцільності комплексного підходу, що поєднує супутникові знімки Sentinel-2, відкриті реєстри дозвільних документів і програмне забезпечення ArcGIS. Запропонована методика базується на використанні індексу NDVI для дешифрування зон знеліснення з подальшою перевіркою їх законності. У інших роботах є зосередженість на ідентифікації засолення ґрунтів за допомогою індексів солонцювання та Landsat 5 (Gad et al, 2021), тоді як наступна стаття підкреслює роль індексів вегетації та різних супутників (MODIS, IRS LISS-III, Landsat 8, RADARSAT) для картографування сільськогосподарських культур та управління зрошенням (Rathore et al, 1993). Узагальнивши, можна підкреслити, що використання таких методів є вагомим внеском у виявленні порушених земель.

Методика

Для дослідження використано супутникові знімки середньої роздільної здатності Sentinel-2. Застосовано керовану класифікацію (методи найближчих сусідів і паралелепіпедів) з формуванням еталонних полігонів та некеровану класифікацію для автоматичного групування пікселів. Додатково були розраховані індекси NDVI та NDWI для оцінки стану рослинності та виявлення водних об'єктів. Поєднання класифікації та аналізу індексів дозволило отримати картину змін і визначити порушені землі.

Виклад основного матеріалу

Виявлення порушених (затоплених) земель досліджувалось з використанням методів: керованої класифікації, некерованої класифікації, вегетаційного індексу NDVI та водного індексу NDWI. Керована класифікація полягає у створенні спектральних сигнатур для еталонних полігонів і подальшому порівнянні з ними кожного пікселя зображення, щоб віднести його до певного класу покриття. Під час порівнювання результатів керованої класифікації застосовано методи k-найближчого сусіда (рисунк 1, а) та паралелепіпедів (рисунк 1, б) (Довгий та ін., 2020).

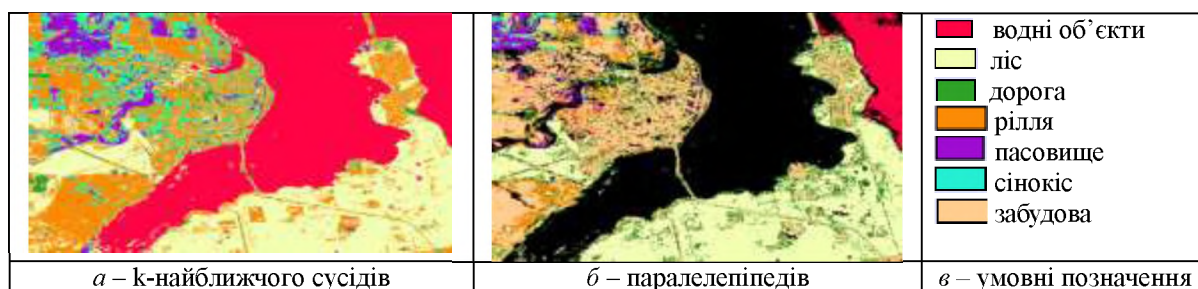


Рисунок 1. Результати керованої класифікації після підриву дамби поблизу села Демидів

Некерована класифікація об'єднує дані за подібністю спектрального відбиття, а далі кластери розпізнаються як об'єкти. Дана класифікація відображена на рис. 2 .

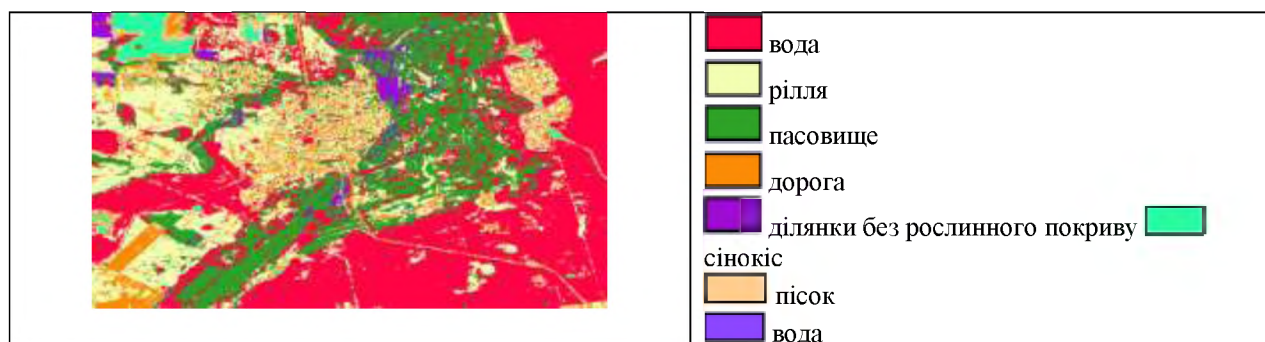


Рисунок 2. Результати некерованої класифікації після підриву дамби поблизу села Демидів

Правильний вибір індексів дає змогу об'єктивно оцінити стан досліджуваної території. Оскільки досліджувалась територія поблизу села Демидів, що є сільськогосподарськими землями, але після підриву дамби стала фактично річкою тому обрано NDVI (нормалізований відносний індекс рослинності) – визначення відсутності рослинності та NDWI (нормалізований відносний індекс води) – наявність води (WEAGRO, 2025). На рис. 3 можна побачити результат зі шкалою відповідно до індексу. Рис. 3 а, якщо територія має рослинність, то шкала буде наближатись до 1, чим здоровіша рослинність – тим вищий коефіцієнт, а якщо навпаки, то рослинності взагалі немає. Якщо територія має водні об'єкти (рис. 3 б), то коефіцієнт буде наближатись до 1, а якщо територія немає ніякої вологості – до -1.

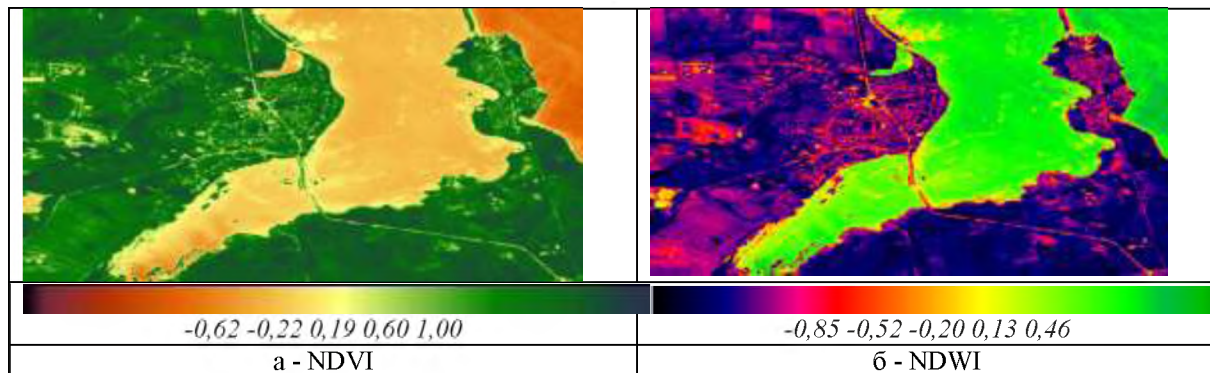


Рисунок 3. Результати коефіцієнтів після підризу дамби поблизу села Демидів

Порівнюючи три методи, чітко представлено, що під час виявлення порушених земель можна використовувати всі три методи. Найбільш точним результатом, була композиція із використання індексом, тому що це математичні дії між спектральними каналами, які в результаті дають чіткість лише на визначенні певного порушення. Якщо нам потрібно проаналізувати загалом всю територію без конкретної цілі, то можна використовувати як керовану, так і некеровану класифікацію.

Висновки

Отже, методи дистанційного зондування, зокрема класифікація та спектральні індекси, є ефективними для виявлення порушених земель. Це особливо важливо в умовах війни, коли значні території зазнають руйнувань, і потрібен швидкий та безпечний моніторинг для обліку втрат і планування відновлення земельних ресурсів.

Перелік літературних джерел

- Горелик, С. І., Саул-Гозе, Д. К., & Сич, Р. С. (2023). Методика визначення втрат лісу з використанням ГІС-технологій. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 10 (2), 19–26. DOI: <https://doi.org/10.36023/ujrs.2023.10.2.237>
- Довгий, С. О., Бабійчук, С. М., Кучма, Т. Л., та ін. (2020). Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах: навчально-методичний посібник. Київ: Національний центр «Мала академія наук України». URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/082d1566-cfc8-4b76-b619-c698992848a1/content>
- Gad, M. M. E.-S., Mohamed, M. H. A., & Mohamed, M. R. (2021). Soil salinity mapping using remote sensing and GIS. *Geomatica*. DOI: <https://doi.org/10.1139/geomat-2021-0015>
- Global Investigative Journalism Network. (2023, 26 жовтня). Ресурси для пошуку та використання супутникових зображень. Global Investigative Journalism Network (GIJN). URL: <https://gijn.org/ua/resurs-ua/resursi-dla-posuku-ta-vikoristanna-suputnikovih-zobrazen/>
- Rathore, D. S., & Sc, F. (1993). Remote sensing and GIS applications in crop mapping. Remote Sensing Note. Japan Association on Remote Sensing. URL: <https://nihroorkee.gov.in/sites/default/files/uploadfiles/Remote-sensing-mapping022016.pdf>
- WEAGRO. (2025, 7 березня). Вегетаційні індекси в сільському господарстві: NDVI, NDRE, MSAVI, NDMI. WEAGRO. URL: <https://weagro.ua/blog/vegetacijni-indeksy-v-sil'skomu-gospodarstvi-ndvi-ndre-msavi-ndmi/>

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ОБЛІКУ ТА ОЦІНКИ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ НА ОСНОВІ SLAM-ТЕХНОЛОГІЇ (НА ПРИКЛАДІ БОТАНІЧНОГО САДУ НУБІП УКРАЇНИ)

Євсюков Тарас¹, Куценко Олексій^{2*}

¹ Кафедра геодезії та картографії, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: kutsenkijob@gmail.com

Анотація. У роботі розглянуто інноваційні підходи до обліку та оцінки лісових ресурсів із використанням сучасних технологій. Дослідження спрямоване на забезпечення збалансованого розвитку земель лісогосподарського призначення шляхом посилення їхніх екологічних, соціальних та економічних функцій, а також охорони, раціонального використання і відтворення лісів. Особливу увагу приділено застосуванню технології мобільного 3D-сканування на основі SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) для збору просторових даних, що можуть бути інтегровані у лісовий кадастр та використані для таксації та інвентаризації лісів. На прикладі модельного об'єкта – Ботанічного саду НУБіП України площею 47,5 га – продемонстровано можливості SLAM-сканування для формування високоточної хмари точок і побудови тривимірних моделей лісових насаджень. Отримані результати підтвердили ефективність та точність мобільного лазерного сканування, що відкриває нові перспективи для удосконалення системи обліку та моніторингу лісових ресурсів в Україні.

Ключові слова: 3D сканування, SLAM, хмара точок, лісовий кадастр, інвентаризація лісів.

Актуальність теми дослідження

Важливою складовою підвищення екологічного та ресурсного потенціалу лісів і ведення лісового господарства є формування достовірної, повної і своєчасної інформації про лісовий фонд України. Сучасні виклики, пов'язані з інтенсивною антропогенною діяльністю, кліматичними змінами та воєнними діями, зумовлюють необхідність переходу від традиційних методів таксації та обліку лісів до використання новітніх технологій. Зокрема, надзвичайно важливим є впровадження інноваційних рішень у сфері кадастрових робіт, що дозволяють не лише визначати чіткі межі лісових ділянок, а й формувати їх тривимірні просторові моделі. У цьому контексті перспективним напрямом є застосування технології мобільного 3D-сканування на основі SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), що забезпечує швидкий і точний збір просторових даних навіть у складних умовах лісових територій. Використання цієї технології сприятиме удосконаленню процесів інвентаризації та моніторингу лісів, інтеграції даних у геоінформаційні системи, а також створенню лісового кадастру, що відповідає міжнародним стандартам сталого управління природними ресурсами.

Методика

Сучасні супутникові та геоінформаційні технології істотно трансформували систему збору й опрацювання кадастрових даних. Використання матеріалів дистанційного зондування Землі високої роздільної здатності забезпечує детальний рівень просторової інформації, що може слугувати основою для створення кадастрових карт та

картографування лісових територій. Поєднання ГІС і GPS відіграє ключову роль у розробленні методів інвентаризації, визначенні меж лісових масивів і складанні лісових карт (Vogiatzis, 2014). Аналіз останніх наукових праць свідчить про активний розвиток підходів до збалансованого використання та реформування лісового господарства, зокрема щодо організації територій та впровадження ГІС-технологій (Barba et al., 2019; Lendel, Zhulkanych, 2018; Kozka, 2020a, b). У дослідженні Hong (2016) було запропоновано комплексний метод поєднання даних БПЛА та ГІС для підвищення ефективності виділення меж лісових ділянок, який набув широкого поширення у сфері просторового аналізу.

З інтенсивним розвитком технологій тривимірного моделювання та геодезичного обладнання перспективним напрямом стала технологія мобільного 3D-сканування на основі SLAM. Вона дає змогу швидко й точно збирати дані про рельєф, будівлі та елементи інфраструктури в режимі реального часу завдяки використанню високопродуктивних лазерних сканерів (Kovtun et al., 2024).

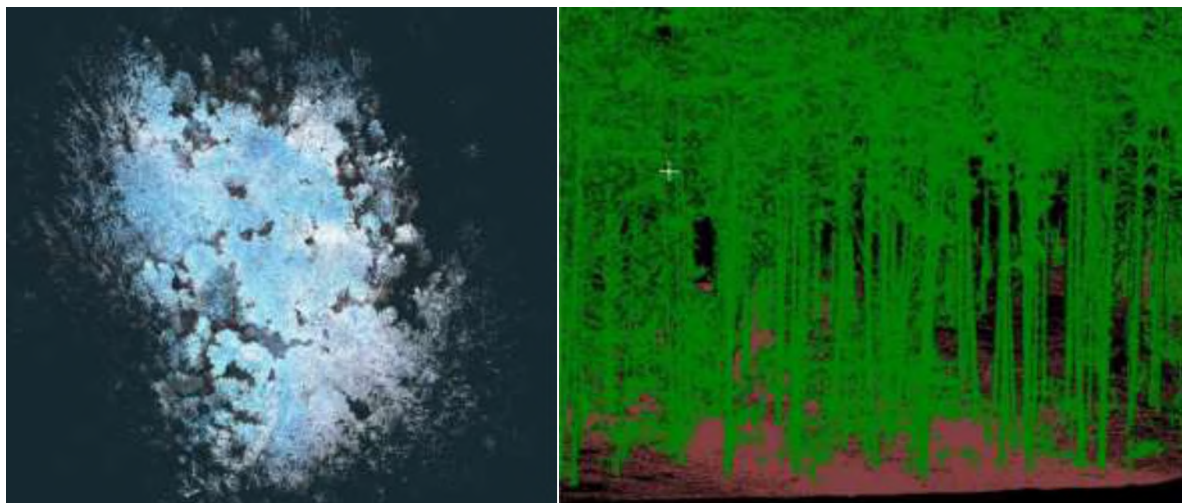
Отримані геопросторові дані забезпечують можливість ідентифікації місця розташування, властивостей та меж природних і антропогенних об'єктів на поверхні Землі. Основною перевагою використання інноваційних методів, зокрема SLAM-технологій, є можливість підтримувати інформацію про стан лісового фонду в актуальному вигляді, що значно підвищує ефективність обліку та моніторингу лісових ресурсів.

Виклад основного матеріалу

Об'єктом дослідження обрано територію Ботанічного саду Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), що розташований у м. Києві. Це структурний підрозділ університету, у складі якого функціонує шість наукових лабораторій: дендрології та лісової селекції, плодово-овочевих культур, квітникарства, екології рослин, зоології та зеленого будівництва.

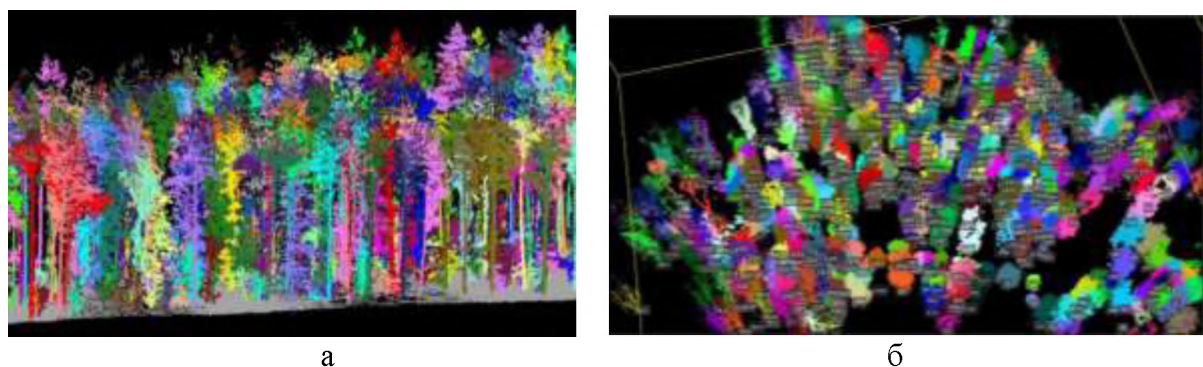
З огляду на значну площу території Ботанічного саду було прийнято рішення використати мобільний лазерний сканер ALPHAGEO SLAM 100 для отримання просторових даних. Однією з ключових переваг застосування приладу ALPHAGEO SLAM R100 стало суттєве скорочення тривалості польових робіт: процес сканування всієї території тривав близько 50 хвилин, що на порядок швидше за виконання аналогічного обсягу робіт традиційними методами із залученням геодезистів, електронного тахеометра, GNSS-приймача та лазерної рулетки.

Пост опрацювання отриманих даних здійснювалася у програмному середовищі LixelStudio, де виконувалися такі операції: очищення хмари точок від шумів; прив'язка даних до системи координат; видалення «мувів» (усіх рухомих об'єктів – людей, тварин, рухомих механізмів тощо); кольоризування хмари точок (рис. 1а).



*Рисунок 1. а) Кольоризована хмара точок; б) Відкласифікована хмара точок
(відокремнено землю + рослинність).*

На наступному етапі опрацювання отриманих даних виконувалося у програмному застосунку TerraSolid, який має широкий функціонал для роботи з великими масивами геопросторової інформації. За допомогою макросів було виконано: класифікацію хмари точок; побудову горизонталей; відокремлення рослинності та дерев (рис. 1б); подеревне знімання з визначенням координат та діаметрів стовбурів (рис. 2а, б).



*Рисунок 2. а) Подеревна класифікація дерев хмари точок; б) Обрахунок кількості
дерев.*

Отримані результати підтвердили ефективність використання технології SLAM для високоточного збору інформації про лісові насадження, що відкриває нові перспективи у сфері інвентаризації та кадастрового обліку лісових ресурсів.

Висновки

Інтеграція технології SLAM у геоінформаційні системи кадастрів є одним із найперспективніших напрямів модернізації сучасних кадастрових процесів. Проведені випробування на модельному об'єкті – території Ботанічного саду НУБіП України як цінної природної території (віднесеної до особливо цінних земель) – підтвердили високу ефективність цієї технології для створення детальних тривимірних моделей як нерухомих об'єктів, так і природних комплексів.

Застосування приладу ALPHAGEO SLAM 100 дозволило отримати високоточні і детальні хмари точок із мінімальними часовими витратами. Це значно оптимізувало процес збору даних у порівнянні з традиційними геодезичними методами, які

потребують більше часу та ресурсів. Порівняльний аналіз показав, що технологія SLAM має суттєві переваги у складних умовах зйомки: на ділянках із густою рослинністю, нерівним рельєфом та у зонах з обмеженим доступом до супутникових сигналів. Таким чином, SLAM відкриває нові можливості для проведення інвентаризації та оцінки лісових ресурсів, а також для вдосконалення кадастрового обліку.

Разом з тим, широке впровадження SLAM у практику стримується недостатнім нормативно-правовим забезпеченням, що потребує доопрацювання та адаптації відповідних стандартів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку методичних рекомендацій, створення єдиних технічних регламентів та інтеграцію SLAM у систему державного земельного та лісового кадастру.

Перелік літературних джерел

- Barba, S., Barbarella, M., Di Benedetto, A., Fiani, M., Gujski, L., & Limongiello, M. (2019). Accuracy assessment of 3D photogrammetric models from an unmanned aerial vehicle. *Drones*, 3(4), 79. <https://doi.org/10.3390/drones3040079>
- Kozka, O. V. (2020a). Forest management. As it is conducted in Ukraine and in Poland. <https://www.lisproekt.gov.ua/post/5627>.
- Lendyel, M. O., & Zhulkanych, V. O. (2018). Peculiarities of sustainable management of development of the timber industry complex of Zakarpattia region. *Nauk. Visnyk Mukachivskoho derzhavnoho un-tu*, 1 (9), 105-110. [https://doi.org/10.31339/2313-8114-2018-1\(9\)-105-110](https://doi.org/10.31339/2313-8114-2018-1(9)-105-110)
- Vogiatzis, M. (2014). A forest lands information system in support of sustainable management and use of forests. In *IUFRO World Congress, Salt Lake City, Utah, USA*.
- Kovtun V., Gera O., Dorosh L. & Pylypiuk R. (2024, October). Possibilities of SLAM scanning implementation in martial law conditions. In *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2024»* (Vol. 2024, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers.
- Hong, S. E. (2016). Boundary Line Extraction of Forest Land for Cadastral Resurvey Using UAV and GIS. *Indian J. Sci. Technol*, 9. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i41/103952

КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

Степаненко Денис^{1}, Ковальчук Іван¹*

¹ Кафедра геодезії та картографії, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна, *e-mail: hiz24-d.stepanenko@nubip.edu.ua

Анотація. Розглянуто можливості використання картографічного моделювання як ефективного інструменту дослідження стану земельних ресурсів територіальних громад. Роботу виконано із застосуванням геоінформаційного підходу, який забезпечив інтеграцію статистичних та геопросторових даних. На прикладі Підгороднянської громади укладено карту, яка відображає структуру її земельного фонду та рівень розораності земель. Отримані результати підтвердили доцільність картографічного моделювання для оцінки стану земельних ресурсів та виявлення диспропорцій у землекористуванні. Практичне значення роботи полягає у можливості використання розроблених моделей для вдосконалення управління земельними ресурсами. Перспективи подальших досліджень вбачаємо у поєднанні екологічних, соціально-економічних та правових аспектів при створенні комплексних картографічних моделей стану земельних ресурсів та обґрунтуванні моделей оптимізації землекористування.

Ключові слова: земельні ресурси, територіальна громада, картографічне моделювання.

Актуальність теми дослідження

Якісні земельні ресурси є основою розвитку будь-якого регіону, а ефективність їхнього господарського використання значною мірою залежить від якості інформаційно-аналітичного забезпечення. В сучасних умовах особливої ваги набуває формування такої системи моніторингу земельних ресурсів територіальних громад (далі ТГ), яка б дозволяла своєчасно виявляти негативні тенденції, запобігати деградації земель та забезпечувати їх раціональне використання. Картографічне моделювання (далі КМ), як одна з провідних технологій геоінформаційного аналізу, виступає ефективним інструментом візуалізації просторових даних, оцінки структури та динаміки землекористування, а також прогнозування можливих сценаріїв його розвитку. В Україні питання КМ стану і використання земельних та інших ресурсів досліджується вже давно. На сьогодні є приклади успішного використання КМ для оцінки агроландшафтів з деградованими ґрунтами (Ласло & Чувпило, 2023), оцінки вмісту поживних елементів у ґрунтах (Остапчук та ін., 2024), створення великомасштабного електронного атласу земельних ресурсів адміністративного району (Рожко, 2018). Разом з тим, недостатньо опрацьованими залишаються питання розробки моделей, які одночасно відображають як екологічні, так і соціально-економічні аспекти стану й використання земельних ресурсів на рівні ТГ.

Методика

Методи дослідження обрані з урахуванням сутності вирішуваних проблем, визначеної мети роботи та специфіки аналізованого об'єкта. У процесі дослідження використовувалися методи аналізу, синтезу та узагальнення статистичної і картографічної інформації. Важливою складовою методології стало застосування геоінформаційного підходу, який забезпечив інтеграцію різних даних в єдину систему та

дозволив виконати КМ стану і використання земельних ресурсів на рівні ТГ. Інформаційною базою даного дослідження виступили дані ДЗК на досліджувану територію; статистична інформація; літературні джерела інформації; фундаментальні праці в галузі КМ землекористування; приклади тематичних карт й атласів.

Виклад основного матеріалу

Процедура КМ включає три основні етапи, в результаті виконання яких створюються надійні картографічні моделі. В якості об'єкту для КМ нами було обрано земельні ресурси Підгороднянської ТГ Тернопільського району Тернопільської області.

Першим етапом КМ є збір вихідної інформації. Наявність чи відсутність необхідної інформації прямо впливає на можливість створення тих чи інших картографічних моделей. В межах даного дослідження джерелами даних при укладанні картографічних моделей виступали відомості різних статистичних збірників, онлайн карт, відкритих наборів геопросторової інформації, інших наукових досліджень з даної теми. Зокрема, фундаментальною інформаційною базою для нашого дослідження є монографія, в якій вченими охарактеризовано стан земельних ресурсів Підгороднянської та інших громад, а також розроблено оптимізаційні моделі їх землекористування (Царик & Кузик, 2024).

Наступним етапом процесу створення карт стану і використання земельних ресурсів є вибір картографованих показників. Показники картографування – це ознаки, риси, критерії, за якими на карті відображається об'єкт картографування або його складові (Ковальчук & Ковальчук, 2019). Виходячи із наявної інформації, мети й цілей дослідження, нами було вирішено створити карти, які б відображали показники структури земельного фонду ТГ та екологічного стану земель.

Третім етапом створення картографічних моделей є вибір ефективного програмного забезпечення для укладання задуманих карт. Для відображення обраних нами показників та створення відповідних карт було вирішено обрати ArcGIS. Дане ПЗ довело свою ефективність при вирішенні подібних завдань. Наприклад, в межах двохтомної монографії «Оцінка земель і картографічне забезпечення функціонування територіальних громад» було створено геопортал, що отримав назву «Бонітетна і нормативно-грошова оцінка земель України» (Ковальчук, Шевченко та ін., 2021).

В результаті опрацювання зібраних даних, з метою відображення структури земельного фонду Підгороднянської ТГ нами була створена карта «Існуюча структура земельного фонду» (рисунок 1).

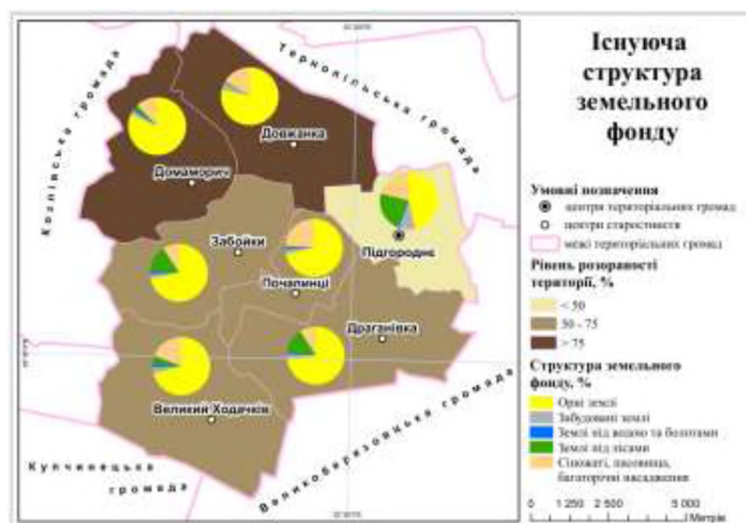


Рисунок 1. Існуюча структура земельного фонду Підгороднянської ТГ

Укладена карта дає змогу отримати значну кількість інформації про земельні ресурси Підгороднянської ТГ. Зокрема, шляхом аналізу кругових діаграм можна встановити структуру земельних ресурсів громади. Також легко визначити рівень розораності кожного старостинського округу. Карта свідчить, що існуючий розподіл земельних угідь у Підгороднянській громаді суттєво відрізняється від науково-обґрунтованих норм. Так, аналіз існуючої структури землекористування громади вказує на низьку частку природних угідь, яка становить 25% (при нормі 50-60%). Така диспропорція погіршує екологічну ситуацію та вимагає заходів з оптимізації структури земельного фонду.

Висновки

Дослідження підтвердило ефективність КМ для оцінки стану і рівня використання земельних ресурсів територіальних громад. На прикладі Підгороднянської ТГ створено карту, що відображає структуру земельного фонду та рівень розораності земель, що дозволило виявити диспропорції у землекористуванні та потенційні загрози деградації. У процесі КМ було укладено й інші картографічні моделі земельно-ресурсної тематики. Практичне значення роботи полягає у можливості використання результатів дослідження для формування системи моніторингу земельних ресурсів ТГ, розробки стратегій сталого розвитку, а також удосконалення інструментарію просторового планування. Картографічні моделі можуть бути інтегровані у геопортالي громад для забезпечення відкритості інформації та підвищення рівня управлінської прозорості. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці комплексних моделей, що поєднуюватимуть екологічні, соціально-економічні та правові аспекти використання земельних ресурсів та обґрунтуванні комплексу заходів з оптимізації землекористування.

Перелік літературних джерел

- Ковальчук, І. П., & Ковальчук, А. І. (2019). Геоінформаційно-картографічне забезпечення функціонування об'єднаних територіальних громад. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.*, (Серія: Географія. № 2.), 4–12. <https://doi.org/10.25128/2519-4577/2519-4577.19.3.1>
- Ковальчук, І. П., Шевченко, О. В., Тихенко, Р. В., Опенько, І. А., Тихенко, О. В., Жук, О. П., Андрейчук, Ю. М., Ковальчук, А. І., & Степчук, Я. А. (2021). Оцінка земель і картографічне забезпечення функціонування територіальних громад: монографія. (Т. 2). Компрінт.
- Ласло, О. О., & Чувпило, В. В. (2023). Картографічне моделювання агроландшафтів Полтавщини з деградованим ґрунтовим покривом за даними агрегованих та інтегрованих складових. *Таврійський науковий вісник*, (129), 292–299. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.38>
- Остапчук, С. М., Остапчук, О. П., & Кушнірук, Н. В. (2024). Картографічне моделювання вмісту калію у ґрунтах Здолбунівщини Рівненської області. *Український журнал природничих наук*, (8), 111–118. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.12>
- Рожко, О. В. (2018). Науково-методичні засади укладання великомасштабного електронного атласу земельних ресурсів адміністративного району [дис. канд. геогр. наук]. Нац. ун-т ім. Т.Шевченка.
- Царик, Л. П., & Кузик, І. Р. (2024). Геооекологічні засади землекористування, емісії парникових газів та охорони природи (на матеріалах територіальних громад). ФОП Осадца Ю.В.

ЛІТОЛОГІЧНЕ РОЗЧЛЕНУВАННЯ ТОНКОШАРУВАТИХ НЕОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ БІЛЬЧЕ-ВОЛИЦЬКОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЯДЕРНО- ФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ

**Федоришин Вікторія¹*, Трубенко Андрій¹, Трубенко Олександр¹,
Федоришин Сергій¹**

¹, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: fedorvshnviکتoria@gmail.com

Анотація. Розглянуто особливості інтерпретації результатів геофізичних досліджень неогенових відкладів складної будови у межах газоконденсатних родовищ Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину. На основі аналізу та узагальнення даних лабораторних і свердловинних експериментальних досліджень визначено петрофізичні та геофізичні параметри продуктивних пластів. Удосконалено підхід до оцінювання причин аномально високої радіоактивності пісковиків баденського, гельветського та сарматського ярусів..

Ключові слова: відклади, природна радіоактивність, матриця породи, пісковик.

Актуальність теми дослідження

Складна геологічна будова газових і газоконденсатних родовищ Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину ускладнює застосування результатів геофізичних досліджень свердловин, зокрема гамма-каротажу, для літолого-стратиграфічного розчленування тонкошаруватих порід (Крупський, 2020). Одним із перспективних напрямів дослідження порід із підвищеною радіоактивністю є використання гамма-спектрометричних вимірювань. Аналіз енергетичних спектрів природного гамма-випромінювання, радіаційного захоплення теплових нейтронів та наведеної радіоактивності у свердловинах дає змогу розв'язати низку важливих задач, пов'язаних із пошуком і розробкою нафтогазових родовищ (Федоришин та інші, 2024).

Методика

Гірські породи, що складають геологічні комплекси, суттєво різняться між собою як за умовами осадонакопичення, так і за гідродинамічними властивостями та фільтраційно-ємнісними характеристиками (Куровець та інші, 2025). Це особливо чітко простежується на прикладі розрізу неогенової системи Летнянського, Вижомлянського та інших газових родовищ Крукенецької западини (Грицишин, 2012). Мінералогічний склад порід-колекторів гельветського, баденського та сарматського ярусів, насичених вуглеводнями, переважно зумовлений умовами їхнього генезису та належністю до певної генетичної групи, які характеризуються низькою міжзерною та вторинною пористістю, а також обмеженою ефективною пористістю. Для цих порід, зокрема дрібнозернистих пісковиків з гідрослюдисто-глинистим цементом (наприклад, св. №5-Летня, інтервал 1570,2-1607,3 м), характерна наявність клиноподібних і напівзаокруглених уламків, більшість з яких мають хвильове згасання, сліди стискування та свідчать про виніс із метаморфізованих джерел (Рис. 1). Серед мінералів зустрічаються циркон, мусковіт, гідрослюди (до 0,1 мм), а також дрібні уламки ілліту.

Виклад основного матеріалу

Складність геологічної будови нафтогазоносних родовищ часто ускладнює або навіть унеможливорює ефективне застосування стандартного набору геофізичних методів для розчленування геологічного розрізу, а також ємнісних і фільтраційних характеристик. Особливо це стосується свердловин із тонкошаруватою структурою та мінералогічно неоднорідними породами, де ускладнюється фіксація фізичних параметрів і знижується результативність традиційних методів геофізичних досліджень свердловин. У процесі вивчення структурної будови порід-колекторів неогенової системи встановлено, що пісковики з хлорито-глауконітовим та хлорито-кальцитовим цементом за складом наближені до алевритистих різновидів. Для таких порід характерне краще сортування уламкового матеріалу в окремих літотипах, проте в більшості випадків вони мають низькі колекторські властивості (Вижва та інші, 2025). На відміну від них, пісковики з кальцито-глинистим цементом демонструють значно кращі фільтраційно-ємнісні характеристики. Вони мають добре розвинену систему тріщин та міжзернову пористість, яка варіюється в межах від 8 % до 27 %. У мінералогічному складі таких порід трапляються уламки циркону, альбіту, піриту та глауконіту. Іноді виявляються незначні скупчення (0,6–1,5 %) яскраво-зеленого хлориту, що також впливає на забарвлення породи. За результатами геофізичних досліджень, зокрема радіоактивних методів, ці пісковики відзначаються підвищеною інтенсивністю природного гамма-випромінювання ($J_\gamma = 18\text{--}22$ мкР/год), що зумовлено вмістом глауконіту та циркону. За даними електричних методів, для них характерне зниження питомого електричного опору ($\rho_p = 1,0\text{--}1,7$ Ом·м), що пояснюється наявністю мінералів-провідників, таких як пірит, халькопірит та глауконіт.

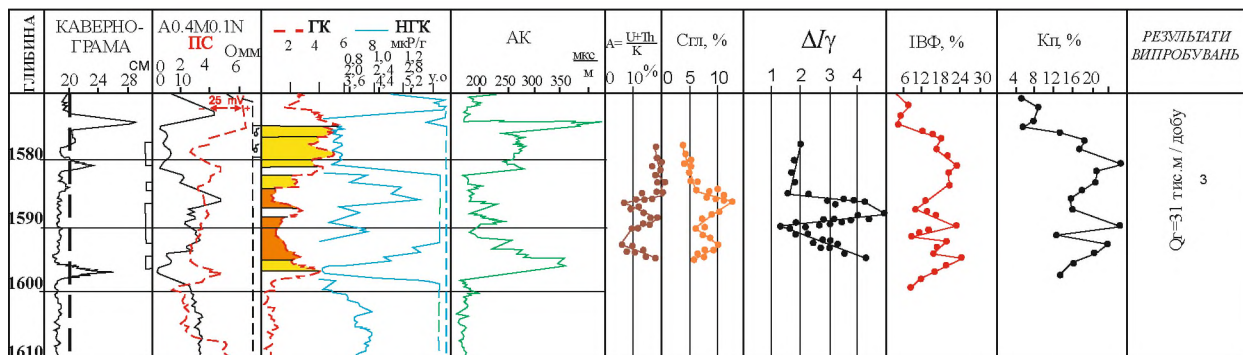


Рисунок 1. Ефективність ядерно-фізичних методів при виділенні пластів-колекторів у гелветських відкладах у свердловині 5-Летнянська

1 - інтервали відбору керну; 2 - пісковики-колектори з низькою гама-активністю;
3 - пісковики-колектори з підвищеним вмістом урану і торію

З огляду на те, що потенційними породами-колекторами вуглеводнів у неогенових відкладах можуть бути також алевроліти, було проведено дослідження їхньої структури, мінералогічного складу та визначено петрофізичні параметри (Коваль та Федак, 2022). Результати аналізу показали, що цемент алевролітів переважно має кварцово-глинисту природу й складається з добре відсортованих уламків кварцу розміром від 0,1 до 0,5 мм. У складі матриці алевролітів із покращеними фільтраційно-ємнісними характеристиками виявлено розсіяні згустки глауконіту, піриту, ставроліту, циркону, а також поодинокі вклучення бурштину. У глинистому цементі часто зустрічаються залишки форамініфер.

Окрім вищезгаданих алевролітів, у геологічному розрізі неогенової системи також виявлено гравійно-піщанисті алевроліти з нерівномірно розподіленим кальцитовим і гравійно-гідрослюдисто-глинистим цементом, що містить залишки фауни. Петрографічні дослідження показали, що ці породи містять велику кількість уламків глинистого вапняку розміром 0,1–0,5 мм, а також мергелю, піщанистого вапняку, решток фауни та черепашок невизначеного таксономічного походження. У межах окремих специфічних органогенних структур спостерігається скупчення піриту в кількості від 1 % до 5 %. Рідко у цементі трапляються поодинокі виділення хлориту, навколо яких формується перекристалізований кальцит. Це свідчить про епігенетичне накладення рудної мінералізації на стадії слабого метаморфізму в процесі формування породи.

Висновки

Таким чином, вказані літотипи, з урахуванням їхнього мінералогічного складу та текстурно-структурних особливостей, сформувалися в умовах консидентаційного підняття у мілководних морських і лагунних басейнах. Генетичні ознаки породи свідчать про її формування в прибережних умовах або в зоні консидентаційного підняття. Величина пористості таких вапняків змінюється в межах від 8 % до 19 %. За результатами комплексних експериментальних досліджень встановлено, що сарматські відклади неогенової системи характеризуються наявністю порід-колекторів з різним рівнем пористості — від високопористих до середньо- та низькопористих різновидів. Ці породи демонструють значну літолого-фаціальну та петрофізичну неоднорідність. Подібна різнотипність геологічної будови неогенового розрізу суттєво ускладнює інтерпретацію результатів геофізичних досліджень свердловин, особливо гамма-каротажу. У ряді випадків це призводить до утрудненого виділення продуктивних пластів або навіть їх пропуску під час проведення пошуково-розвідувальних робіт.

Перелік літературних джерел

- Вижва, С., Гожик, А., Шабатура, О., Онищук, В., Онищук, Д., & Онищук, І. (2025). Практичний зміст елементів петрофізичної моделі теригенних пісковиків — нафтогазових колекторів у нейронних мережах, методах глибокого навчання та регресії. *Геофізичний журнал*, 47 (3). <https://doi.org/10.24028/gj.v47i3.309312>
- Грицишин В.І. (2012) Петрофізична характеристика колекторів нафтових і газових родовищ Карпатського регіону і Дніпровсько-Донецької западини: монографія. — Івано-Франківськ: НТШ Івано-Франківський осередок.
- Коваль, Ю.М., та Федак, І.О. (2022). Розподіл поліміктових пісковиків у складному геологічному розрізі нафтогазових свердловин Дніпровсько-Донецької западини. *Нафтогазова енергетика*, (1(37), 7–14. [https://doi.org/10.31471/1993-9868-2022-1\(37\)-7-14](https://doi.org/10.31471/1993-9868-2022-1(37)-7-14)
- Крупський Ю. З. (2020) Геологія і нафтогазоносність Західного регіону України: монографія. — Львів : СПОЛОМ. <https://salo.li/CdD113E/>
- Куровець, І., Кучер, Р.-Д., Лисак, Ю., Мельничук, С., Михальчук, С., та Чепусенко, П. (2025). Основні типи порід-колекторів та їх петрофізичні властивості західного нафтогазоносного регіону України. *Геофізичний журнал*, 47 (2). <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322544>
- Федоришин, Д. Д., Трубенко, О. М., Федоришин, С. Д., Михайловський, І. З., & Сулима, О. Д. (2024). Нарощування видобутку вуглеводнів у межах Крукеницької западини Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину. *Мінеральні ресурси України*, (2), 50–55. <https://doi.org/10.31996/mru.2024.2.50-55>

ЗМІСТ

<i>Приходько Микола, Ільків Євген.</i> 50 років досягнень. Кафедра геодезії та землеустрою ІФНТУНГ	4
<i>Матіюк Андрій.</i> ФОТОГРАМЕТРІЯ ПРИКАРПАТТЯ: СТАНОВЛЕННЯ, РОЗВИТОК, ПЕРСПЕКТИВИ	7
<i>Пилип'юк Ростислав.</i> ВИКОРИСТАННЯ GNSS-СПОСТЕРЕЖЕНЬ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ РЕФЕРЕНЦІОЮ І ГЛОБАЛЬНОЮ СИСТЕМАМИ КООРДИНАТ УКРАЇНИ.....	10
<i>Ріпецький Євгеній, Непеляк Олег, Ріпецький Роман.</i> АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОЛОЖЕНЬ ВИСЯЧОГО ТРУБОПРОВОДУ З УТРИМУЮЧЕМ КАНАТОМ	14
<i>Романюк Володимир.</i> КОМПЛЕКС ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ, ЩО ВИКОНУЮТЬСЯ ПІД ЧАС ПРОЄКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА МІНІ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.....	17
<i>Дорош Любов, Гринішак Микола.</i> ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗА ПРОЦЕСОМ ОСІДАННЯ ФУНДАМЕНТУ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ.....	20
<i>Ковтун Віталій.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ SLAM СКАНУВАННЯ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ	23
<i>Мельник Олександр, Олесків Роксолана.</i> ІНТЕГРАЦІЯ ДАНИХ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ В ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ БУДІВЕЛЬ (BIM).....	26
<i>Олесків Роксолана.</i> ПОЄДНАННЯ МЕТОДИК ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ОБСТЕЖЕННІ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ	31
<i>Тарнавський Вячеслав.</i> ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ І ГІДРОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ	34
<i>Олексій Бойко, Юлія Максимова.</i> ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ МЕРЕЖЕВОГО УПРАВЛІННЯ В ПРОСТОРОВОМУ ПЛАНУВАННІ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ.....	39
<i>Кравець Олена, Незамай Борис, Гарматюк Віталій.</i> РОЗРОБЛЕННЯ ВИМОГ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ	42
<i>Мартин Андрій, Синєуцький Андрій.</i> КОРИГУВАННЯ НОРМАТИВНОЇ ГРОШОВОЇ ОЦІНКИ РІЛЛІ ПІВДЕННИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ З УРАХУВАННЯМ НАСЛІДКІВ ЗМІН КЛІМАТУ ТА РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОГО ГІДРОВУЗЛА	45
<i>Гуменяк Роман, Євсюков Тарас.</i> ВИКОРИСТАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ У МЕЖАХ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ.....	49
<i>Перович Леся, Чорнокоза Юлія.</i> ТРАНСФОРМАЦІЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ	52
<i>Сільченко Владислава, Гунько Людмила.</i> ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД КОНСОЛІДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ	56
<i>Шнік Наталія.</i> ОФОРМЛЕННЯ ПРАВА ВЛАСНОСТІ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ЗЕМЛІ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ	60



.....	63
<i>Щербак Інна, Кустовська Оксана.</i> ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕМЕЛЬНОГО БАНКІНГУ ЯК ІНСТРУМЕНТУ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ	63
<i>Заводяна Марія, Сакаль Оксана.</i> ФОРМУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНОГО КАПІТАЛУ В АГРАРНІЙ СФЕРІ І ПРАВА ЛЮДИНИ	65
<i>Миронов Олександр.</i> LADM-ПРОФІЛЬ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ КАДАСТРОВИХ І ПРАВОВИХ ДАНИХ З ПІДТРИМКОЮ GEOJSON В УКРАЇНІ	68
<i>Митяєв Микола, Новаковська Ірина.</i> ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАХИСТУ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ	73
<i>Полтавець Анатолій.</i> РОЛЬ ТА ВАЖЛИВІСТЬ САМОРЕГУЛЯЦІЇ У СФЕРІ ЗЕМЛЕУСТРОЮ В КОНТЕКСТІ НАБУТТЯ УКРАЇНОЮ ЧЛЕНСТВА В ЄС	77
<i>Мельник Тетяна, Боднарук Ірина, Касіяничук Дмитро.</i> НОРМАТИВНО-ГРОШОВА ОЦІНКА ЗЕМЕЛЬ У РЕГІОНАХ ЗІ СКЛАДНИМИ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ (НА ПРИКЛАДІ КОСІВСЬКОГО РАЙОНУ)	82
<i>Солонуха Юлія, Гунько Людмила.</i> РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ГІС-РІШЕНЬ ДЛЯ КОНСОЛІДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД	86
<i>Багрий Сергій, Кузьменко Едуард, Мандрик Олег, Гринішак Микола, Ковтун Віталій, Новосільський Мар'ян.</i> ОЦІНКА ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ НА ТЕРИТОРІЇ РОДОВИЩ КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ ПЕРЕДКАРПАТТЯ	89
<i>Чепурна Тетяна, Чепурний Ігор, Федик Ярослав.</i> ГІС-МОДЕЛЮВАННЯ КЛЮЧОВИХ МОРФОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАСЕЙНУ РІЧКИ ТЕРЕСВИ ДЛЯ ОЦІНКИ СЕЛЕВОЇ НЕБЕЗПЕКИ	92
<i>Давибіда Лідія, Нагірний Володимир.</i> ГЕОПРОСТОРОВА ОЦІНКА ЗМІН ТЕПЛООВОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІЇ ЗА ДАНИМИ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ	95
<i>Євсюков Тарас, Москаленко Антоніна.</i> КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ПОХОВАНЬ ТВАРИН, ЯКІ ЗАГИНУЛИ ВІД СИБІРКИ, НА ПРИЛЕГЛІ ТЕРИТОРІЇ	98
<i>Калинич Іван, Ничвид Марія, Проданець Іван.</i> ІНТЕГРАЦІЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОДНО-БОЛОТНОГО УГІДДЯ	102
<i>Касіяничук Дмитро, Пилип'юк Юліана, Боднарук Ірина.</i> ГРОШОВА ОЦІНКА ЗБИТКІВ У РЕЗУЛЬТАТІ НЕСАНКЦІОНОВАНИХ РУБОК НА ОСНОВІ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ	105
<i>Rafikov Timur, Zhildikbaeva Aizhan, Mukaliev Zhandos.</i> INNOVATIVE METHODS OF LAND MANAGEMENT TASKS BASED ON GEOINFORMATION DATABASES	108
<i>Касіяничук Дмитро, Стельмах Олег, Штогрин Людмила.</i> ГІС В ПЛАНУВАННІ ТА УПРАВЛІННІ ТЕРИТОРІЯМИ З РОЗВИТКОМ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ	111
<i>Гера Оксана, Фреюк Анастасія.</i> ПЕРЕВАГИ ТА РИЗИКИ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ АЕРОПОРТУ	114
<i>Заячківська Богданна, Москаленко Антоніна, Бондарчук Вероніка, Арнаута Євгенія, Михайлик Катерина.</i> ГЕОПОРТАЛ: ВІД ІДЕЇ ДО РЕАЛІЗАЦІЇ	117



Лещенко Вікторія. ВИЯВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ЗА ДАНИМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ.....	120
Євсюков Тарас, Куценко Олексій. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ОБЛІКУ ТА ОЦІНКИ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ НА ОСНОВІ SLAM-ТЕХНОЛОГІЇ (НА ПРИКЛАДІ БОТАНІЧНОГО САДУ НУБІП УКРАЇНИ).....	123
Степаненко Денис, Ковальчук Іван. КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД.....	127
Федоришин Вікторія, Трубенко Андрій, Трубенко Олександр, Федоришин Сергій. ЛІТОЛОГІЧНЕ РОЗЧЛЕНУВАННЯ ТОНКОШАРУВАТИХ НЕОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ БІЛЬЧЕ-ВОЛИЦЬКОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЯДЕРНО-ФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ.....	130



МАТЕРІАЛИ

*Міжнародна конференція “Land Unity Summit – 2025”
11-12 вересня 2025, Івано-Франківськ, Україна*

вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76019 Україна,
тел./факс (0342) 54-71-39, тел. (0342) 54-72-66
e-mail: admin@nung.edu.ua
web-site: <http://www.nung.edu.ua>