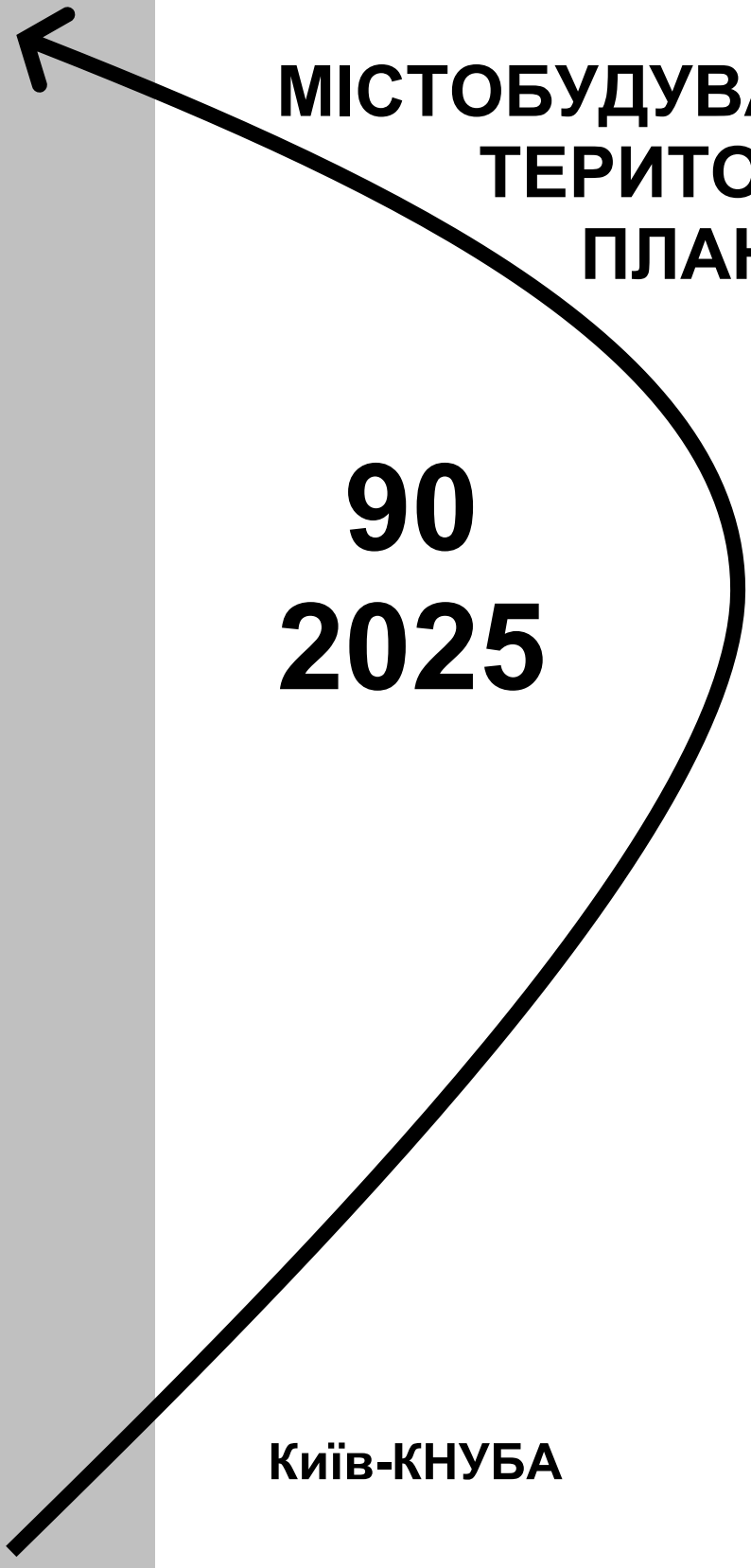
ISSN 2076-815X (print)
ISSN 2522-9206 (online)

МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ



90
2025

Київ-КНУБА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

МІСТОБУДУВАННЯ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ

Науково-технічний збірник

Заснований у 1998 році

Випуск №90

Київ КНУБА 2025

УДК 711.11; 711.112

Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Головн. ред. М.М. Дьомін. – К., КНУБА, 2025. – Вип. 90. – 531 с.

DOI 90: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2025.90

Українською та англійською мовами.

В збірнику висвітлюються інженерні та економічні проблеми теорії і практики містобудування, територіального планування, управління містобудівельними системами і програмами, комплексної оцінки, освоєння, розвитку, утримання та реконструкції територій і житлової забудови, розглядаються нагальні питання містобудівного кадастру, розвитку населених пунктів, їх інженерної та транспортної інфраструктури.

Urban development and spatial planning: Scien.-tech. journal / Chief editor M. Domin. – K., KNUCA, 2025. – Issue 90. – 531 p.

In Ukrainian and English languages.

The scientific journal highlights the engineering and economic problems of the theory and practice of urban planning, territorial planning, management of urban planning systems and programs, comprehensive assessment, development, development, maintenance and reconstruction of territories and residential buildings, considers urgent issues of the urban cadastre, development of settlements, their engineering and transport infrastructure.

Головний редактор - член-кореспондент НАМ України, Народний архітектор України, докт. архітектури, професор Дьомін М.М. (КНУБА).

Редакційна колегія: докт. техн. наук, професор Банах В.А. (ЗДІА); докт. техн. наук, професор Барабаш І.В. (ОДАБА); канд. архітектури, доцент Булах І.В. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Габрель М.М. (НУ «ЛП»); докт. техн. наук, професор Гук В.І. (ХНУБА); докт. техн. наук, професор Дудар І.Н. (ВНТУ); докт. архітектури, професор Івашко Ю.В. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Карпінський Ю.О. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Катушков В.О. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Линник І.Е. (ХНАМГ); докт. техн. наук, професор Лященко А.А. (КНУБА); канд. техн. наук, доцент Мамедов А.М. (заст. головн. редактора, КНУБА); Заслужений будівельник України, докт. архітектури, професор Орленко М.І. (КНУБА); канд. техн. наук, професор М.М. Осєтрін (заст. головн. редактора, КНУБА); докт. архітектури, професор Осиченко Г.О (ХНАМГ); Народний архітектор України, докт. архітектури, професор Панченко Т.Ф. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Плешкановська А.М. (КНУБА); канд. техн. наук, доцент Приймаченко О.В. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Семко О.В. (ПНТУ ім. Ю. Кондратюка); докт. техн. наук, професор Сингаївська О.І. (КНУБА); Народний архітектор України, докт. архітектури, професор Слєпцов О.С. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Татарченко Г.О. (СНУ ім. В. Даля); докт. архітектури, професор Тімохін В.О. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Тімченко Р.О. (КТУ);докт. техн. наук, професор Ткачук О.В. (НУВГП); доцент Чередніченко П.П. (відп. секретар, КНУБА); докт. архітектури, професор Шульга Г.М. (НУ "ЛП"); докт. техн. наук, професор Шульц Р.В. (КНУБА); іноземні члени редколегії: докт. хабілітований, професор Григлєвські Петр (Інститут історії мистецтв університету м. Лодзі, Польща); докт. хабілітований, професор Кобилярчик Юстина (Краківська Політехніка ім. Т. Косцюшки, Польща); докт. хабілітований, професор Кушнєж-Крупа Домініка (Краківська Політехніка ім. Т. Косцюшки, Польща); докт. наук, професор Маршал Тадеуш (Університет «Лодзька політехніка», Польща); докт. хабілітований, професор Папржица Кристина (Краківська Політехніка ім. Т. Косцюшки, Польща).

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол №36 від 24 вересня 2025 року.

На замовних засадах

© Київський національний університет будівництва і архітектури, 2025

DOI: 10.32347/2076-815x.2025.90.509-522
УДК 528.8:004.9+332.3:504.7

Рожі Т.А.,
tomas.rozhi.94@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6794-9662,
к.п.н., доцент **Рожі І.Г.,**
inna.rozhi.93@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7950-525X,
к.с-г.н., доцент **Кирилюк В.П.,**
hidrotechnik@ukr.net, ORCID: 0000-0003-2098,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Розглянуто основні тенденції розвитку автоматизованих систем дистанційного моніторингу земельних ресурсів та досліджено методологічні засади впровадження таких систем, що базуються на інтеграції супутникового знімання, аерофотознімання, даних безпілотних літальних апаратів та наземних вимірювань. Протестовано функціонал ГІС QGIS для автоматизованого картографування цінних сільськогосподарських угідь та територій, які зазнають негативного впливу клімату. Оцінено ефективність різних методів моніторингу земельних ресурсів, включаючи наземні, авіаційні та космічні, та визначено, що найбільш доцільним є комплексний підхід, який поєднує дані з різних джерел, забезпечуючи високу точність, продуктивність та масштабність. Розроблено концептуальну модель інтеграції ГІС-технологій та засобів дистанційного зондування для підвищення точності оцінки стану земельного покриву, що сприяє оптимізації процесів управління та планування використання земельних ресурсів в умовах кліматичних змін.

Ключові слова: автоматизовані системи дистанційного моніторингу; управління земельними ресурсами; геоінформаційні технології; дистанційне зондування землі; космічний та аерофотомоніторинг; кліматичні зміни.

Актуальність теми дослідження. Земельні ресурси є одним із найцінніших національних багатств, і тому держава зобов’язана забезпечувати їх ефективний захист та раціональне використання, застосовуючи для цього широкий спектр правових, організаційних і економічних методів управління. Водночас збереження та раціональне використання земельних ресурсів неможливе без систематичного моніторингу їхнього стану, який передбачає регулярне визначення якісних і кількісних показників із метою оперативного реагування на виявлені зміни, розробки відповідних організаційних заходів і

впровадження економічних механізмів для їхньої ефективної адаптації до сучасних викликів, зокрема, до наслідків зміни клімату. В цьому контексті особливу роль відіграють автоматизовані системи дистанційного моніторингу, які дозволяють здійснювати безперервне спостереження за станом земельних угідь, оперативно виявляти тенденції їх деградації, оцінювати рівень впливу природних та антропогенних чинників, а також прогнозувати потенційні загрози та розробляти оптимальні стратегії збереження і відновлення екологічної рівноваги територій. Реалізація концепції сталого управління земельними ресурсами, особливо в умовах кліматичних змін, вимагає наявності високотехнологічної та добре налагодженої системи моніторингу, що базується на сучасних методах збору, обробки та аналізу отриманих даних, а також на ефективному використанні геоінформаційних технологій, що забезпечують якісну оцінку змін ландшафтів і структури землекористування.

Постановка проблеми. У контексті глобальних кліматичних змін, які суттєво впливають на стан земельних ресурсів, виникає нагальна потреба у розробці ефективних інструментів управління, що базуються на сучасних технологіях, зокрема автоматизованих системах дистанційного моніторингу, здатних забезпечити точний і своєчасний контроль за цими ресурсами. Хоча прогрес у створенні таких систем є значним, що дозволяє отримувати детальні просторові дані через супутникові знімки, безпілотні літальні апарати та наземні датчики, ключовою проблемою залишається недостатня інтеграція цих різнорідних джерел інформації в єдину платформу, яка могла б функціонувати в режимі реального часу. Сама проблема ускладнюється необхідністю не лише збору й обробки великих обсягів даних, а і їх аналізу та візуалізації для прийняття обґрунтованих управлінських рішень в умовах нестабільного клімату. Отже, негайна наукова проблема формується у напрямку створення комплексного підходу до об’єднання технологій моніторингу, що забезпечить безперервне відстеження змін земельних ресурсів і сприятиме адаптації до різнорідних кліматичних викликів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження сучасних підходів до дистанційного моніторингу земельних ресурсів свідчать про необхідність комплексного використання як новітніх технологічних рішень, так і традиційних методів спостереження та аналізу. Науковці [1], [2], [3] наголошують, що ефективне управління земельними ресурсами в умовах кліматичних змін можливе лише за умови інтегрованого підходу до моніторингу, який передбачає застосування сучасних методів збору, обробки й аналізу інформації у поєднанні з наземними інструментальними обстеженнями. Одним із ключових елементів такої системи є створення геоінформаційних

систем (ГІС) із базами даних, сформованими на основі інвентаризації земельних ресурсів.

Результати досліджень від [4], [5] свідчать, що використання супутникових знімків високої роздільної здатності є одним із найбільш точних та оперативних способів отримання інформації про стан земельних ресурсів, що забезпечує можливість охоплення великих територій і швидкого аналізу змін у межах певних земельних ділянок. Обробка таких даних у ГІС сприяє своєчасному оновленню кадастрових матеріалів та реєстрів, що є важливим для ефективного управління земельними ресурсами в умовах змін клімату.

Окрему увагу в наукових працях приділено впровадженню безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у процес автоматизованого моніторингу земельних ресурсів [6], [7]. Дослідники наголошують, що використання БПЛА значно підвищує ефективність збору просторових даних, оскільки дозволяє отримувати високоточну інформацію про стан рослинного покриву, вологість ґрунту, ерозійні процеси та інші екологічні параметри в режимі реального часу. Також, певна частина наукових робіт [8], [9] акцентує увагу на тому, що фотограмметричні методи, реалізовані за допомогою БПЛА, забезпечують високоточне вимірювання висоти рослинності, що є критично важливим для оцінки біопродуктивності територій та динаміки змін у земельних ресурсах. Враховуючи високий потенціал автоматизованих систем дистанційного моніторингу, подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку методичних підходів до інтеграції даних, отриманих із супутникових знімків, БПЛА та наземних обстежень, у єдині геоінформаційні системи.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Сучасний підхід до розв’язання задач управління земельними ресурсами в умовах кліматичних змін значною мірою спирається на концепцію геоінформаційного забезпечення. Ця концепція являє собою цілісний механізм, що об’єднує інформаційні та комп’ютерні технології для збирання, обробки, зберігання, аналізу й візуалізації просторових даних. Хоча автоматизовані системи дистанційного моніторингу земельних ресурсів досягли значного прогресу, деякі аспекти цієї проблематики все ще потребують глибшого вивчення. Зокрема, важливим залишається питання інтеграції даних із супутникових зображень, які отримуються від БПЛА і наземних сенсорів у єдині автоматизовані системи, які забезпечують безперервний і всебічний контроль стану земельних ресурсів у реальному часі.

Метою статті є провести комплексне дослідження практик і засад впровадження автоматизованих систем дистанційного моніторингу земельних ресурсів з метою врахування фактора зміни кліматичних умов.

Виклад основного матеріалу. Для розробки геопросторової бази даних, необхідної для дослідження автоматизованих систем дистанційного

моніторингу в управлінні земельними ресурсами в умовах зміни клімату, було обрано геоінформаційну систему QGIS із відкритим вихідним кодом, яка забезпечує широкі можливості для обробки просторових даних. Підготовка вихідної інформації полягала в ретельній перевірці координат меж земельних ділянок, що здійснювалася шляхом пошуку кадастрових номерів особливо цінних продуктивних сільськогосподарських угідь Голованівського району, Кіровоградської області на публічній кадастровій карті, де ці дані порівнювалися з інформацією, зазначеною в офіційному Переліку [2]. У процесі цієї роботи одночасно фіксувалися відомості про земельні ділянки, здійснювалася вивантаження кадастрових кварталів, до яких входять ці угіддя, а також виявлялося, що значна частина таких територій розташована в межах земель населених пунктів і має види дозволеного використання (рис. 1.).



Рис. 1. Просторова візуалізація геоінформаційних шарів (зліва) та деталізований фрагмент шарів «Особливо цінні продуктивні сільськогосподарські угіддя» і «Частини земельної ділянки» (справа) в автоматизованому режимі дистанційного моніторингу земельних ресурсів. *Джерело: [10]*

Візуалізація створених інформаційних шарів представлена на рис. 1., і зліва, де видно, що досліджувані угіддя становлять лише незначну частину території району, тоді як детальніше зображення шарів «Особливо цінні продуктивні сільськогосподарські угіддя» (виділені жовтим) і «Частина земельної ділянки» (виділені фіолетовим) у збільшеному масштабі подано на рис. 1. справа, що ілюструє просторове розміщення об’єктів у контексті управління ресурсами за умов кліматичних змін.

У поточному дослідженні автоматизованих систем дистанційного моніторингу земель розробка багатошарової електронної сільськогосподарської карти здійснювалася на основі матеріалів аерофотознімання та карт масштабу 1:25 000, де враховувалися редакційно-технічні вимоги до відображення топографічних об’єктів на спеціалізованих цифрових картах сільськогосподарського призначення, призначених для загального

користування, з перетином рельєфу через кожні 5 метрів. Як базовий картографічний матеріал використовувалися цифрові дані у форматі обміну, зокрема ортофотоплани масштабу 1:25 000, отримані за результатами аерофотознімання масштабу 1:2000, а також інформація з космічних знімків, результати польового дешифрування та карти масштабу 1:100 000, що забезпечило комплексність вихідних даних для аналізу стану земельних ресурсів. Перевірка якості аерокосмічної інформації проводилася на апаратно-програмному комплексі MapInfo Professional, який дозволив оцінити надійність початкових матеріалів і похідної продукції, забезпечивши сертифікацію даних для подальшого використання в системах моніторингу [4].

Авторами було сформовано цифрову сільськогосподарську карту фермерських господарств саме Голованівського районну, Кіровоградської області, з використанням GIS WebServer, що дало змогу реалізувати низку функцій, таких як підтримка картографічної бази даних, управління атрибутивною інформацією, встановлення зв'язків між просторовими об'єктами та семантичними базами даних, а також підготовка класифікаторів, довідників і матеріалів для аналітичних звітів та презентацій, що є важливим для адаптації управління земельними ресурсами до кліматичних змін (рис. 2.) [12].

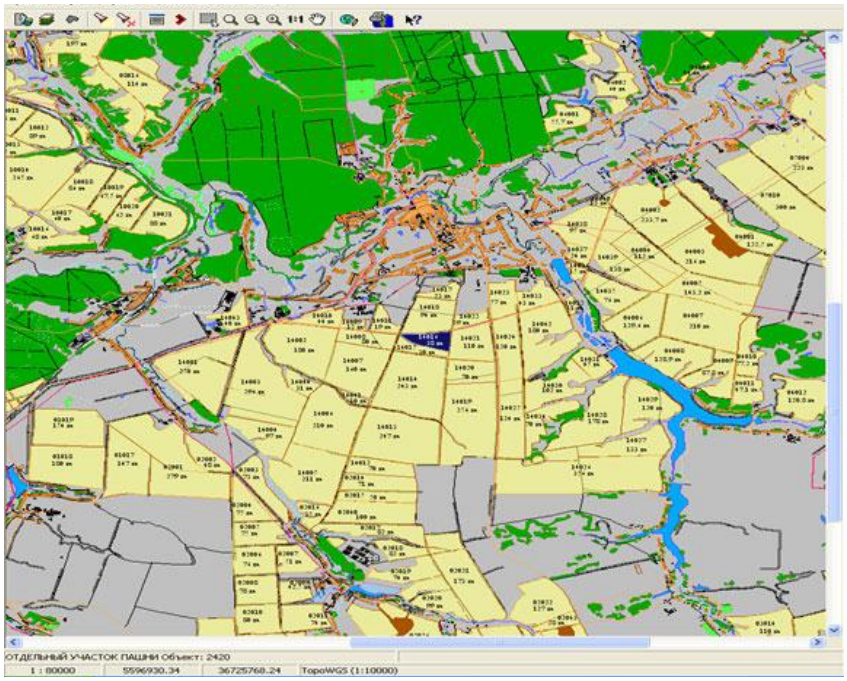


Рис. 2. Фрагмент багатошарової електронної сільськогосподарської карти фермерських господарств Голованівського районну, Кіровоградської області. *Джерело: [12]*

Структура багатошарової карти включає окремі електронні шари, розташовані в чіткій послідовності: опорна мережа, рельєф, гідрографія з

гідротехнічними об’єктами, населені пункти, промислові й соціально-культурні об’єкти, дорожня інфраструктура, рослинність і ґрунти, межі та підписи, що забезпечило повноцінне відображення ключових характеристик території.

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) забезпечує визначальну функцію у зборі, обробці та аналізі просторових даних для різних сфер діяльності, зокрема для управління земельними ресурсами та аграрного сектору економіки. Сільське господарство є одним із головних реципієнтів інформації, отриманої в результаті дистанційного моніторингу, оскільки ця галузь потребує точних даних щодо стану земель, їх продуктивності, рівня вологості ґрунту, змін у рослинному покриві та інших критично важливих параметрів [13].

Одним із прикладів успішного впровадження геоінформаційних технологій у процес автоматизованого моніторингу земель є удосконалення автоматизованої інформаційної системи державного земельного кадастру України, що забезпечує безперервний збір, обробку та систематизацію кадастрових даних. Система містить повний спектр інформації про земельні ділянки, включаючи їх просторові, економічні, правові та ідентифікаційні характеристики, а також дозволяє здійснювати деталізацію даних на рівні адміністративно-територіальних одиниць (областей, районів) і розподіл земель за категоріями власності – державної чи приватної (рис. 3.).

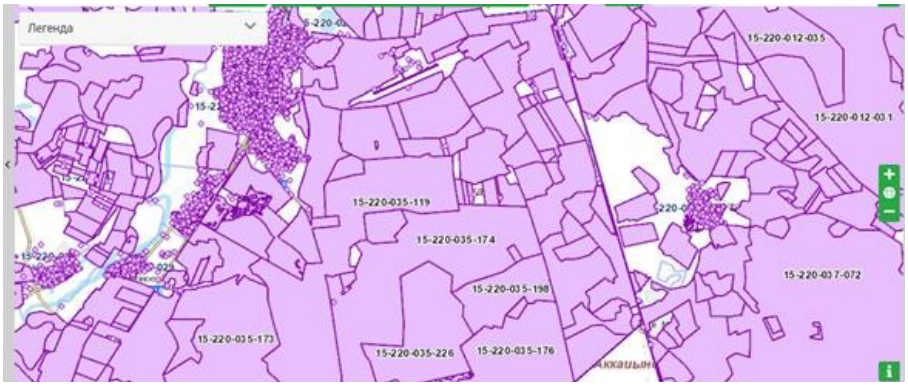


Рис. 3. Інтерфейс робочого вікна геосервісу QGIS для створення багатошарової карти для поточного моніторингу стану земельних ресурсів. *Джерело: [10]*

У сфері дистанційного картографування сільськогосподарських угідь широко використовуються відкриті дані, отримані з супутників Sentinel-2, Landsat-7 та Landsat-8, що забезпечують високу точність геопросторового аналізу. Використання БПЛА формує умови для отримання високоточних даних щодо вегетаційних індексів (зокрема NDVI), оцінювати ефективність використання земельних ділянок та контролювати динаміку їхнього стану. На рис. 4. для порівняння представлені спектральні діапазони довжин хвиль знімальної апаратури зазначених вище супутників.

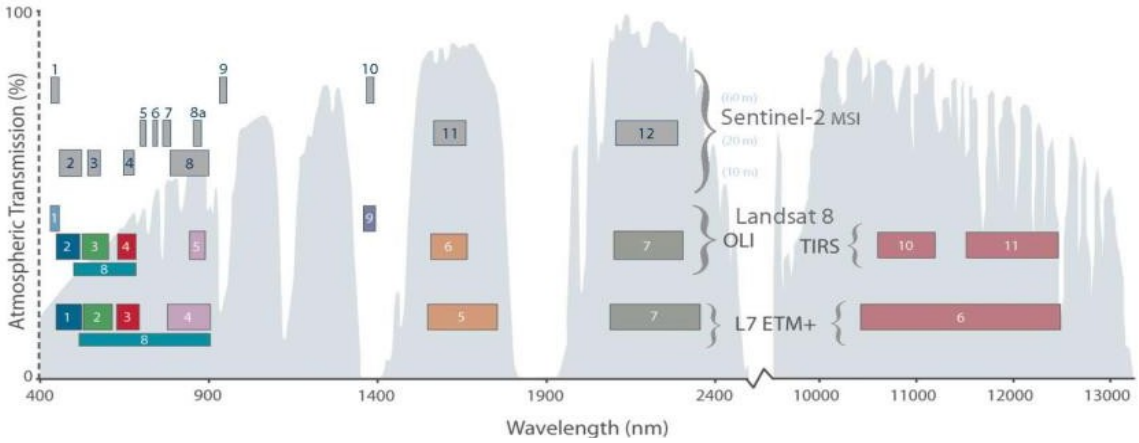


Рис. 4. Порівняння спектральних характеристик КА Landsat-7 та Landsat-8 з КА Sentinel-2. *Джерело: [14]*

Аерофотознімання за допомогою БПЛА стала найбільш якісним і основним джерелом геоінформації, що дозволяє здійснювати облік і контроль стану сільськогосподарських угідь, оптимізувати використання водних ресурсів, визначати необхідну кількість добрив і хімічних речовин, створювати електронні карти полів, прогнозувати врожайність, планувати дренажні системи, а також оцінювати рельєф місцевості, розміри ділянок, межі водних об'єктів, таких як озера, річки чи болота, і дорожню інфраструктуру. Завдяки цій технології можна отримувати фотознімки для аналізу стану посівів, їхньої густоти та однорідності, а використання мультиспектральних зображень дає змогу відстежувати зміни в розвитку культур протягом їхнього росту, виявляючи особливості розвитку рослин у видимому та ближньому інфрачервоному спектрі, що дозволяє на основі змін кольору й тональності визначати зони, які потребують додаткових ресурсів при зміні клімату (рис. 5.).

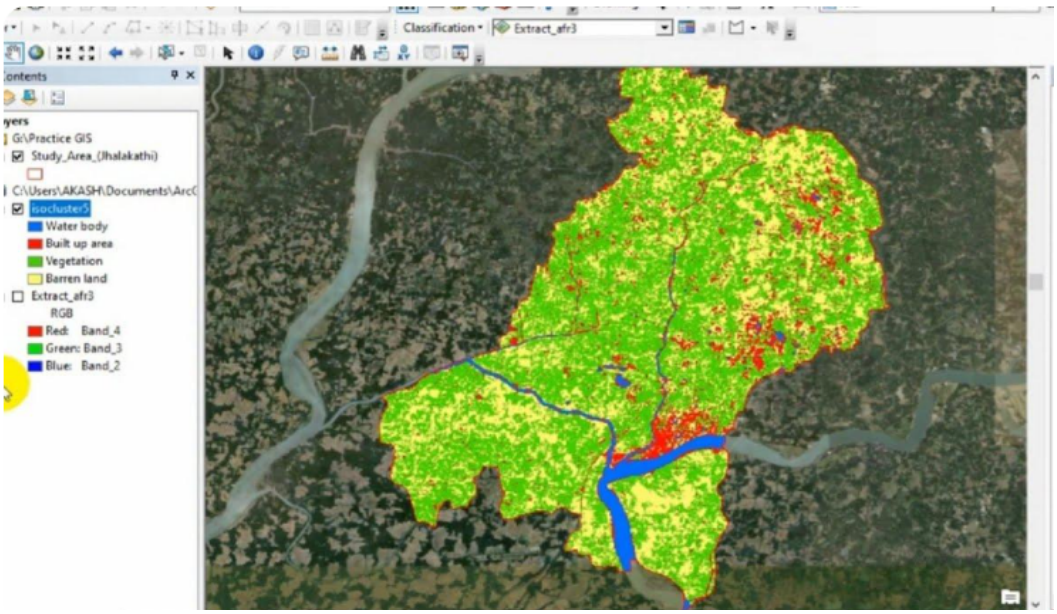


Рис. 5. Геоінформаційна теплове знімання оцінювання стану земель при використанні БПЛА. *Джерело: [14]*

Значна кількість землевласників і землекористувачів свідомо занижують площу своїх земельних ділянок, щоб зменшити податкові зобов'язання, що створює потребу в ефективному контролі фактичного використання земель, який традиційно здійснюється за допомогою супутникових систем, хоча це пов'язано з високими фінансовими витратами, тоді як більш прогресивним і економічно вигідним рішенням є застосування БПЛА. Інвентаризація і класифікація земель із використанням БПЛА здатна вирішити такі проблеми, як незаконне використання ділянок чи приховування врожаю з покинутих або тимчасово незалучених земель для зниження податкового навантаження, а також закласти основу для проєктів землеустрою, забезпечуючи повний облік земель у межах землекористування та визначаючи їхнє точне розташування (рис. 6.) [15].



Рис. 6. Формування класифікаційної системи в межах автоматизації земельного фонду території. *Джерело: [10]*

Відзначаємо роль інструментів аналізу змін земельного покриву для порівняння супутникових знімків, отриманих у різні часові періоди, що дає можливість виявляти як короткострокові, так і довготривалі зміни в структурі земельного фонду. Сама технологія базується на інтеграції новітніх аеро- та космічних знімків із використанням візуальних, і автоматизованих методів аналізу просторових даних. Значна цінність матеріалів супутникового моніторингу полягає в тому, що з часом відбувається накопичення історичних даних, які дозволяють проводити детальні ретроспективні дослідження та прогнозувати майбутні зміни. Особливого значення ці технології набувають у контексті спостереження за лісовими масивами, де постійне оновлення інформації є важливим для оцінки динаміки природних екосистем, контролю вирубки лісів і запобігання їх деградації [16].

Значний прогрес у розвитку методів дистанційного зондування Землі було досягнуто за останні десять років, коли впроваджено нові багатофункціональні комплекси моніторингу, що забезпечують отримання не лише якісних, але й просторово точно прив'язаних та метрично каліброваних даних, що і розпочало нову еру у використанні супутникових технологій, яка відкрила можливості для розробки високотехнологічних автоматизованих систем обробки даних, що інтегруються у геоінформаційні системи (ГІС) та створюють умови для проведення комплексного аналізу земельних фондів (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльний аналіз методів автоматизації моніторингу земель

Методи моніторингу земель	Охоплення території	Просторове розрізнення	Точність	Продуктивність	Економічність
Наземні	33%	100%	100%	33%	33%
Авіаційні	65%	65%	65%	65%	65%
Космічні	100%	33%	33%	100%	100%
Комплексна система	100%	100%	100%	100%	65%

Джерело: сформовано на основі [4, 8]

Автоматизовані система моніторингу, інтегровані з сучасними технологіями та системою управління земельними ресурсами, можуть оперативно надавати дані для реалізації землеустрійних проєктів, використовуючи комп'ютерне проєктування в рамках системи автоматизованого управління земельними ресурсами, яка являє собою організаційно-технічний комплекс засобів автоматизації, пов'язаних із проєктними підрозділами, що виконують розробку в автоматичному режимі.

Висновки. У дослідженні розглянуто потенціал застосування геоінформаційних технологій, поєднаних із даними дистанційного зондування Землі, для створення багаторівневих електронних карт за для систематизованого відстежування змін земельного покриву, але й формування прогнозних моделей для планування заходів щодо раціонального використання та збереження земельних ресурсів. Проведено аналіз технічних характеристик різних методів моніторингу, включаючи наземні, авіаційні та космічні підходи. Встановлено, що найбільш ефективним є комплексний підхід, який об'єднує дані з різних джерел, що утворює фактор високої точності, продуктивності та широкого просторового охоплення при оптимальному співвідношенні вартості та результативності досліджень земельних угідь. Окреслено можливості застосування відкритих геоінформаційних платформ, таких як QGIS, MapInfo Professional, для забезпечення якісної та надійної автоматизації процесів збору,

обробки та графічного представлення геопросторових даних, що позитивно впливатиме на підвищення рівня загальної ефективності кадастрових робіт, оновленню земельного реєстру та впровадженню сучасних інструментів управління земельними ресурсами в умовах кліматичних змін.

Обґрунтовано практичні засади використання і поширення практики дистанційного зондування Землі для моніторингу сільськогосподарських земель, особливо у контексті оцінки впливу кліматичних змін на стан та продуктивність земельного фонду. Для цього запропоновано розробляти інноваційні методики, які інтегрують супутникові знімки, дані з БПЛА та результати польових обстежень. Запропоновано удосконалений підхід до оцінки стану земельних ресурсів шляхом застосування багатофункціональних геоінформаційних систем. Самі системи мають детально забезпечувати подальшу інтеграцію даних ДЗЗ, обробку просторової інформації та візуалізацію результатів, пов'язаних із кліматичними змінами.

Список використаних джерел

1. Згурська О., Корчинська О., Рубель К., Кубів С., Тарасюк А., Головченко О. Цифровізація національного агропромислового комплексу: нові виклики, реалії та перспективи. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice.* 2022. №6(47). с. 388–399. https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.47.2022.3929

2. Шевченко О.В. Вплив кліматичних змін на сільськогосподарське землекористування в Україні. *Збалансоване природокористування. 2023*. № 4. С. 108–113.

3. Позняк С.П. Актуальні проблеми ґрунтознавства і географії ґрунтів. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2017. 272 с.

4. Trysnyuk V., Demydenko O., Trysnyuk T., Horoshkova L., Khlobystov Ie., Holovan Y. GIS technologies for monitoring forest plantations. *Geoinformatics.* 2021. Volume 2021. pp. 1–6. https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521062

5. Савков П., Левінськова Н., Бондарчук Г., Постарниченко Н. Геоінформаційні системи в моніторингу лісових ресурсів. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки.* 2021. № 1(45). С. 71–74.

6. Liu C., Li X., Xue Y., Lu W., & Zhang C. Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. *E3S Web of Conferences.* 2024. No 520. p. 04018. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018

7. Quamar M.M., Al-Ramadan B., Khan K., Shafiullah M., & El Ferik S. Advancements and applications of drone-integrated geographic information system technology–A review. *Remote Sensing.* 2023. No 15(20). p. 5039. DOI: https://doi.org/10.3390/rs15205039

8. Кочеригін Л.Ю., Кімейчук І.В. Геоінформаційний моніторинг змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкаської області за радарними даними. *Вісник Малинського фахового коледжу: наукове видання.* 2023. Вип. 2. С. 157–174.

9. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки».* 2023. Випуск 47. С. 16-26. GIS for Land Administration – Esri. URL: www.esri.com/ industries/cadastre/

10. Македон В.В., Валіков В.П., Федьора С.С. Удосконалення управління промисловими підприємствами на основі стратегій інноваційного розвитку. *Європейський*

вектор економічного розвитку. 2019. №1. С. 108–125. DOI: 10.32342/2074-5362-2019-1-26-8.

11. NASA. Landsat Science. URL: https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/

12. Makedon V., Myachin V., Plakhotnik O., Fisunenko N., Mykhailenko O. Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2024. no 2(13(128)). p. 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796.

13. Landsat 8. URL: https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8

14. Лубський М.С., Хижняк А.В., Орленко Т.А. Моделювання вразливості степової ландшафтно-кліматичної зони України до кліматичних змін на основі даних космічного знімання. *Український журнал дистанційного зондування Землі.* 2024. Т. 11, № 1. С. 32–40. DOI: https://doi.org/10.36023/ujrs.2024.11.1.258

15. Скок С.В. Оцінка якості ґрунтів зони Степу України в умовах глобальних змін клімату. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2022. Вип. 124. С. 239–246. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.33

16. Браславська, О., Дець, Т., Рожі, Т. Роль геодезії у розвитку дрон-технологій для вимірювання, картографування та моніторингу територій. *Просторовий розвиток*, (5), 2023. С. 268–285. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.268-285

17. Шевчук, С., Прокопенко, Н., Рожі, Т. Аналіз використання геодезичних даних при плануванні та моніторингу агроландшафтів: оптимізація землекористування та охорони природи. *Просторовий розвиток*, (7), 2024. С. 445–458.

18. Рожі, І., Рожі, Т., Федій, О. Геодезичні аспекти створення цифрових моделей рельєфу для потреб геоінформаційних систем. Просторовий розвиток, (8), 2024. С. 477–491.

19. Шевчук, С., Домашенко, Г., Рожі, Т. Сучасні методи геодезичного картографування територій: використання GPS та ГНСС технологій. *Просторовий розвиток*, (8), 2024. С. 506–517. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.506-517

20. Кирилюк, В., Рожі, Т., & Харів, В. Геодезичне планування в агроландшафті: створення цифрових карт та моделей для оптимізації землекористування. *Просторовий розвиток,* (6), 2023. С. 293–308. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.6.293-308

Lecturer **Rozhi Tomas,**
Candidate of Pedagogical Sciences, Docent **Rozhi Inna,**
Candidate of Agricultural Sciences, Docent **Kyryliuk Volodymyr,**
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

AUTOMATED REMOTE MONITORING SYSTEMS FOR LAND RESOURCE MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

The article discusses the main trends in the development of automated remote monitoring systems for land resources and examines the methodological basis for the implementation of such systems, which are based on the integration of satellite imagery, aerial photography, data from unmanned aerial vehicles, and ground measurements. The functionality of the QGIS GIS for automated mapping of valuable agricultural land and areas affected by climate change has been tested. The effectiveness of various methods of land resource monitoring, including ground-based, aerial, and space-based, was assessed, and it was determined that a

comprehensive approach combining data from various sources is most appropriate, ensuring high accuracy, productivity, and scalability. A conceptual model for the integration of GIS technologies and remote sensing tools has been developed to improve the accuracy of land cover assessment, which contributes to the optimization of land resource management and planning processes in the context of climate change.

Keywords: automated remote monitoring systems; land resource management; geoinformation technologies; remote sensing of land; space and aerial monitoring; climate change.

REFERENCES

1. Zghurska, O., Korchynska, O., Rubel, K., Kubiv, S., Tarasiuk, A., & Holovchenko, O. (2022). Tsyfrovyzatsiya natsional′noho ahropromyslovoho kompleksu: novi vyklyky, realiyi ta perspektyvy [Digitalization of the national agro-industrial complex: new challenges, realities, and prospects]. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice,* 6(47), 388–399. DOI: https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.47.2022.3929 {in Ukrainian}.

2. Shevchenko, O.V. (2023). Vplyv klimatychnykh zmin na sil′s′kohospodarske zemlekorystuvannya v Ukrayini [The impact of climate change on agricultural land use in Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya,* 4, 108–113. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2023.292725 {in Ukrainian}.

3. Poznyak, S.P. (2017). Aktual′ni problemy gruntoznavstva i heohrafiyi gruntiv [Current problems of soil science and soil geography]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka {in Ukrainian}.

4. Trysnyuk, V., Demydenko, O., Trysnyuk, T., Horoshkova, L., Khlobystov, I., & Holovan, Y. (2021). GIS technologies for monitoring forest plantations. *Geoinformatics,* 2021, 1–6. https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521062 {in English}.

5. Savkov, P., Levinskova, N., Bondarchuk, H., Postarnichenko, N. (2021). Heoinformatsiini systemy v monitorynhu lisovykh resursiv [Geoinformation systems in forest resource monitoring]. *Visnyk Kyivskoho Natsionalnoho Universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Viiskovo-Spetsialni Nauky [Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Military-Special Sciences],* 1(45), 71–74. https://doi.org/10.17721/1728-2217.2021.45.71-74 {in Ukrainian}.

6. Liu, C., Li, X., Xue, Y., Lu, W., & Zhang, C. (2024). Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. *E3S Web of Conferences, 520*, 04018. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018 {in English}.

7. Quamar, M.M., Al-Ramadan, B., Khan, K., Shafiullah, M., & El Ferik,

S. (2023). Advancements and Applications of Drone-Integrated Geographic Information System Technology – A Review. *Remote Sensing,* 15(20), 5039. https://doi.org/10.3390/rs15205039 {in English}.

8. Kocherihin, L.Yu., Kimeichuk, I.V. (2023). Heoinformatsiinyi monitorynh zmin vkrytykh lisovoiu roslynistiu lisovykh dilianok Cherkaskoi oblasti za radarnymy danymy [Geoinformation monitoring of changes in forest-covered areas of Cherkasy region based on radar data]. *Visnyk Malynskoho Fakhovoho Koledzhu: Naukove Vydannia [Bulletin of Malyn Vocational College: Scientific Journal],* 2, 157–174 {in Ukrainian}.

9. Makedon V.V., Bailova O.O. (2023). Planuvannya i orhanizatsiya vprovadzhennya syfrovykh tekhnolohiy v diyal′nist′ promyslovykh pidpryyemstv [Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises]. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences"*, Issue 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3.

10. GIS for Land Administration – Esri. Retrieved from: www.esri.com/industries/cadastre/ (accessed: March 12, 2025)

11. Makedon, V.V., Valikov, V.P., Fedyora, S.S. (2019). Udoskonalennya upravlinnya promyslovymy pidpryyemstvamy na osnovi stratehiy innovatsiynoho rozvytku [Improving the management of industrial enterprises based on innovative development strategies]. *European vector of economic development*, No.1, pp. 108–125. DOI: 10.32342/2074-5362-2019-1-26-8 {in Ukrainian}.

12. NASA. Landsat Science. (2023). Retrieved from: https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/ (accessed: March 12, 2025)

13. Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunenko, N., Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies,* no 2(13(128)), 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796 {in Ukrainian}.

14. Landsat 8. Retrieved from: https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8 (accessed: March 12, 2025)

15. Lubs′kyi, M.S., Khyzniak, A.V., Orlenko, T. A. (2024). Modelyuvannya vrazlyvosti stepovoyi landshaftno-klimatychnoyi zony Ukrayiny do klimatychnykh zmin na osnovi danykh kosmichnoho znimannya [Modeling the vulnerability of the steppe landscape-climatic zone of Ukraine to climate change based on satellite imaging data]. *Ukrayins'kyy zhurnal dystantsiynoho zondovannya Zemli,* 11(1), 32–40. DOI: https://doi.org/10.36023/ujrs.2024.11.1.258 {in Ukrainian}.

16. Skok, S.V. (2022). Otsinka yakosti gruntiv zony Stepu Ukrayiny v umovakh hlobal′nykh zmin klimatu [Assessment of soil quality in the Steppe zone of Ukraine under global climate change conditions]. *Tavriys'kyy naukovyy visnyk.*

Seriya: Sil's'kohospodarski nauky, 124, 239–246. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.33 {in Ukrainian}.

17. Braslavska, O., Dets, T., Rozhi, T. Rol heodezii u rozvytku dron-tekhnolohii dlia vymiriuvannia, kartohrafuvannia ta monitorynhu terytorii. *Prostorovyi rozvytok*, (5), 2023. pp. 268–285. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.268-285 {in Ukrainian}.

18. Shevchuk, S., Prokopenko, N., Rozhi, T. Analiz vykorystannia heodezychnykh danykh pry planuvanni ta monitorynhu ahrolandshaftiv: optymizatsiia zemlekorystuvannia ta okhorony pryrody. *Prostorovyi rozvytok*, (7), 2024. pp. 445–458. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458 {in Ukrainian}.

19. Rozhi, I., Rozhi, T., Fedii, O. Heodezychni aspekty stvorennia tsyfrovykh modelei reliefu dlia potreb heoinformatsiinykh system. *Prostorovyi rozvytok*, (8), 2024. pp. 477–491. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.477-491 {in Ukrainian}.

20. Shevchuk, S., Domashenko, H., Rozhi, T. Suchasni metody heodezychnoho kartohrafuvannia terytorii: vykorystannia GPS ta HNSS tekhnolohii. *Prostorovyi rozvytok*, (8), 2024. pp. 506–517. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.506-517 {in Ukrainian}.

21. Kyryliuk, V., Rozhi, T., & Khariv, V. Heodezychne planuvannia v ahrolandshafti: stvorennia tsyfrovykh kart ta modelei dlia optymizatsii zemlekorystuvannia. *Prostorovyi rozvytok*, (6), 2023. pp. 293–308. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.6.293-308 {in Ukrainian}.

Зміст

Архітектура та містобудування

Белєванцев Д.І., Пекарчук О.П. *Інтеграція підземних просторів у транспортну інфраструктуру міста* …….. 3

Дмитренко А.Ю., Чорний О.О. *Методика архітектурного проєктування об'єктів, що зводяться з використанням 3D друку* …….. 14

Зосім С.А. *Зміна пріоритетності архітектурно-планувальних принципів у процесі повоєнного відновлення* ……... 23

Івашко О.Д., Дмитренко А.Ю. *Методика дослідження проявів національної ідентичності в українській архітектурі* …… 35

Коротун І.В., Гомонович С.С., Довганюк А.І. *Розвиток територіальної інфраструктури та ревіталізація центрального промислового району міста Чернівці* ……. 48

Машталярчук Б.Б., Гнесь І.П. *Генеза, прототипи, становлення житла капсульного типу та перспективи його еволюції* …….. 72

Морозов М.В. *Основні принципи забудови ділянок в 100 гектарів* …….. 87

Намчук О.В. *Комплексний вплив світлового забруднення на міське середовище: екологічний, соціальний та естетичний виміри* …….. 100

Осиченко Г.О. *Постмодерністські та постфеноменологічні інтерпретації концепції Genius loci в архітектурі* ……... 114

Панченко Т.Ф., Яценко В.О., Пантюхов О.М. *Соціально-економічні передумови та стратегічні підходи до розвитку рекреаційних систем в регіонах України* ……. 133

Поворозник І.Б. *Соціальна інфраструктура нових житлових комплексів в приміській зоні: оптимальні моделі розвитку та проектування* ……... 143

Швець Є.В. *Феномен міста та його роль у формуванні цивілізації* ……... 153

Шевченко В.В., Шевченко Л.С. *Особливості формування громадських просторів у сільській місцевості країн Європи* …… 169

Будівництво та цивільна інженерія

Барабаш І.В., Кірсанов М.В., Стрельцов К.О. *Вплив механоактивації портландцементу з добавкою меленого кварцового піску на термо-механічні характеристики цементного каменю та будівельного розчину на його основі* …. 181

Болгарова Н.М. *Системний підхід до забезпечення психологічного, соціального та емоційного комфорту в архітектурному та містобудівному контексті* …….. 191

Васильєва Г.Ю., Зварич І.А., Чередніченко О.П. *Інноваційні методи визначення пропускної здатності ліній міського пасажирського транспорту в умовах високої щільності руху* ……... 200

Габрель М.М., Косьмій М.М., Габрель Т.М., Стовбан В.О. *Просторові синдроми: нові реалії та патології в урбаністиці України* ……... 210

Дюжев С.А. *Феномен зеленої зони міста (метрополісу) як вузол та індикатор ступеню вирішення містобудівних проблем в умовах потреб цивілізаційного відродження країни (завдання та вимоги щодо удосконалення містобудівного планування та програмування ландшафтної інфраструктури, приклад м. Києва). Частина ІІІ.* ……... 237

Жидкова Т.В., Гнатюк Л.Р., Чемакіна О.В. *Проєктування, обладнання та експлуатація первинних укриттів* …… 283

Каблак Н.І., Куцина І.А., Кайнц Д.І., Беспалов Д.О. *Проблеми розвитку автобусних пасажирських перевезень від час воєнного стану (на прикладі м. Ужгорода)* ….. 295

Коваль І.А., Сібіковський О.В., Поліщук О.В., Коваленко В.В. *Аналіз та впровадження ключових економічних показників для оцінки ефективності стратегічних рішень у будівельному секторі* ……. 308

Козак С.А. *Концепція охоронного зонування та регенерації території пам'ятки архітектури та містобудування національного значення «земляні укріплення цитаделі з бастіонами київської фортеці* ……... 319

Малихін М.О. *Особливості та передумови побудови процесів організації та адміністрування будівництвом як складової життєвого циклу* ……... 342

Михайлик О.О. *Великі ріки як важливий потенціал транспортних перевезень (на прикладі Дніпра та Дунаю)* …… 355

Перегінець І.І. *Організація будівництва індивідуальних будинків стандарту NZEB за проектами повторного використання* ……. 366

Рижова І.С., Сингаївська О.І., Тригуб Р.М., Єншуева Т.В., Бобровський І.В. *Екологічні переваги підземної урбаністики* ……. 377

Татарченко Г.О., Поркуян С.Л., Білошицька Н.І., Чорний Є.І. *Система оцінки нерухомості в Україні: перспективи та загрози* …… 396

Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Москвітіна А.С., Рибачов С.Г. *Застосування fuzzy-контролерів для моделювання, аналізу систем енергоефективного управління мікрокліматом приміщень спортивних споруд і підтримки в них бажаного індексу дискомфорту* …….. 408

Шишкін Е.А., Апатенко Т.М., Безлюбченко О.С. *Вплив колірної температури на систему зовнішнього освітлення міст в контексті будівельної фізики* …… 425

Геодезія та землевпорядкування

Дем'яненко Р.А., Аннеков А.О., Медведськтй Ю.В., Ніколайко Д.М. *Аспекти розвитку та імплементації ГНСС-технологій у контексті сучасного геодезичного моніторингу стану та динаміки інженерних споруд* …….. 438

Ішутіна Г.С. *Ретроспективний аналіз досліджень проблеми надійності геодезичних мереж* …… 452

Лазоренко Н.Ю. *Дослідження особливостей взаємодії між просторовими цифровими двійниками та базовими геопросторовими даними НІГД* ……. 463

Литвиненко І.В., Лізунова А.П., Бабій В.В. *Моніторинг земель як складова управління земельними ресурсами на місцевому рівні* …… 477

Лізунова А.П., Литвиненко І.В. *Перспективи розвитку транспортної інфраструктури в умовах запровадження Концепції Сталого розвитку* ……. 487

Прокопенко Н.І., Шемякін М.В., Міхно П.Б. *Перспективи використання цифрових моделей рельєфу в системі землеустрою: інноваційні підходи до підвищення ефективності та оптимізації землекористування* …… 495

Рожі Т.А., Рожі І.Г., Кирилюк В.П. *Автоматизовані системи дистанційного моніторингу для управління земельними ресурсами в умовах зміни клімату* … 509

До відома авторів збірника «Містобудування та територіальне планування» …. 523