ISSN 2786-7269 (Print)
ISSN 2786-7277 (Online)

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

SPATIAL DEVELOPMENT

Випуск 11 - 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Заснований у 2019 році

Випуск №11

Київ КНУБА 2025

УДК 711.11; 656.13.05; 528.482; 69.003.12; 911.3

Просторовий розвиток: Науковий збірник / Головн. ред. О. Шкуратов. – К., КНУБА, 2025. – Вип. . – 678 с.

DOI 11: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.11.

Українською та англійською мовами.

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

Spatial Development: Science journal / Chief editor O. Shkuratov. – K., KNUCA, 2025. – Issue 11, – 678 p.

In Ukrainian and English languages.

The compilation covers political, economic and engineering problems of theory and practice of area development, area planning, urban planning, management of urban planning systems and programs, integrated assessment, development, maintenance and reconstruction of territories and residential development, and deals with current issues of housing and communal services, geodesy, city planning cadastre, development of settlements, their engineering and transport infrastructure.

Головний редактор – докт. ек. наук, професор Шкуратов О.І. (КНУБА).

Редакційна колегія: докт. наук з держ. упр., доцент Андреєв С.О. (КНУБА); докт. техн. наук, доцент Анненков А.О. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Бєлєнкова О.Ю. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Бушуєва Н.С. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Габрель М.М. (НУ «ЛП»); канд. техн. наук, доцент Горбач М.В. (КНУБА); докт. філософ. наук, професор Гоцалюк А.А. (КНУБА);докт. наук з держ. упр., доцент Дакал А.В. (НУ охор. здор. України ім. Шупика П.Л.); докт. наук з держ. упр., професор Дзюндзюк В.Б. (ХНУ ім. Каразіна В.Н.); докт. філософ. наук, професор Добродум О.В. (КДТЕУ); канд. наук з держ. упр., доцент Ємельянова О.М. (КНУБА); докт. наук з держ. упр., професор Іваницька О.М. (НТУ України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»); докт. техн. наук, професор Карпінський Ю.О. (КНУБА); докт. архітектури, професор Ковальська Г.Л. (КНУБА); докт. філософ. наук, ст. н. співробітник Козловець М.А. (ЖДУ ім. І. Франка); докт. політ. наук, професор Корнієвський О.А. (Нац. інст. страт. досліджень); докт. архітектури, доцент Кравченко І.Л. (КНУБА); канд. філософ. наук, доцент Лакуша Н.М. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Лич В.М. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Лізунов П.П. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Лященко А.А. (КНУБА); докт. наук з держ. упр., професор Майстро С.В. (НУ цив. захисту України); докт. наук з держ. упр., професор Мамонова В.В. (ХНУМГ ім. О.М. Бекетова); докт. архітектури Орленко М.І. (Корп. «Укрреставрація»); докт. техн. наук, професор Осипов О.Ф. (КНУБА); докт. політ. наук, професор Перегуда Є.В. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Петраковська О.С. (КНУБА); докт. філософ. наук, професор Печеранський І.П. (КНУКіМ); докт. техн. наук, професор Плешкановська А.М. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Поколенко В.О. (КНУБА); канд. техн. наук, доцент Приймаченко О.В. ((заст. головн. редактора, КНУБА); канд. техн. наук, доцент Приходько Д.О. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Рижакова Г.М. (КНУБА); докт. філософ. наук, ст. н. співробітник Самчук З.Ф. (ІПіЕД ім. І.Ф. Кураса НАН України); докт. техн. наук, доцент Смілка В.А. (ДАіМ КМДА); докт. економ. наук, професор Сорокіна Л.В. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Стеценко С.П. (КНУБА); докт. політ. наук, професор Стойко О.М. (Інст. держ. і права ім. Корецького В.М.); докт. техн. наук, професор Татарченко Г.О. (СНУ ім. В. Даля); канд. економ. наук, доцент Цифра Т.Ю. (КНУБА); канд. філософ. наук, ст. н. співробітник Червона Л.М. (ІВО НАПН України); доцент Чередніченко П.П. (відп. секретар, КНУБА); докт. філософ. наук, професор Чорноморденко І.В. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Шпакова Г.В. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Шульц Р.В. (КНУБА); докт. політ. наук, професор Явір В.А. (Інст. держ. і права ім. Корецького В.М.); доктор архітектури, професор Яценко В.О. (КНУБА); іноземні члени редколегії: канд. соц. наук, професор Валацкене Аста (Унівенрситет Миколаса Раміреса м. Вільнюс, Литва); докт. економ. наук, професор Климчук М.М. (Університет Манітоба, Канада); доктор хабілітований, професор Кобилярчик Ю. (Краківська Політехніка ім. Т. Косцюшки, Польща); доктор хабілітований, професор Кушнєж-Крупа Д. (Краківська Політехніка ім. Т. Косцюшки, Польща); докт. економ. наук, професор Ніколаєв В.П. (Політехніка Вроцлавська, Польща); докт. економ. наук, (докт. хабілітований), професор Трач Р.В. (Варшавський університет природничих наук, Польща).

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол №25 від 28 лютого 2025 року.

На замовних засадах

© Київський національний університет будівництва і архітектури, 2025

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.11.654-669
УДК 528.8:581.9(477.4)

к.п.н., доцент **Рожі І.Г.,**
inna.rozhi.93@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7950-525X,
Рожі Т.А.,
tomas.rozhi.94@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6794-9662,
Мандебура С.В.,
eko14b.mandebura@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7952-5974,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОШИРЕННЯ ІНВАЗІЙНИХ РОСЛИН У ЛАНДШАФТАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ

Розглядається одна з найактуальніших сучасних проблем, пов'язаних із застосуванням геоінформаційних технологій та сучасного геодезичного обладнання для вивчення та моніторингу поширення інвазійних рослин у природних ландшафтах Центральної України. У процесі наукового дослідження було детально виявлено основні закономірності просторового розповсюдження інвазійних рослинних видів, що сформувало процес оцінювання їхнього впливу на природні екосистеми, але й проаналізувати зміни, що відбуваються у теренах, які піддалися значному антропогенному впливу. Наведені результати дають можливість краще зрозуміти механізми взаємодії чужорідних рослин з довкіллям. Дослідження також фокусується на сучасних методах дистанційного зондування, які широко використовуються для аналізу динаміки поширення інвазійної флори. Застосування таких технологій надає можливість вивчити спектральні характеристики рослинності, що значно поліпшує точність ідентифікації інвазійних видів серед інших рослинних угруповань. Ефективність геоінформаційних систем для візуалізації даних про розповсюдження інвазійних рослин була перевірена на практиці. Використання ГІС дозволило інтегрувати просторові характеристики рослинного покриву з географічними та кліматичними факторами, що мають ключовий вплив на процеси інвазії та сам підхід забезпечує комплексне розуміння причин та наслідків поширення інвазійних видів. Наукова робота акцентує увагу на необхідності комплексного підходу до моніторингу інвазійних процесів і базується на застосуванні супутникових знімків, геоінформаційних технологій та електронних геодезичних інструментів, що дозволяє проводити високоточне картографування та глибокий аналіз змін у структурі рослинного покриву. Такий інтегрований підхід гарантує точніший та ефективніший контроль над інвазійними процесами. Крім того, було розроблено алгоритм

автоматизованого визначення територій, де виявляється найвища концентрація інвазійних рослин, який може враховувати просторові та кліматичні умови, що сприяють поширенню цих видів. Ці аспекти допоможуть підвищити ефективність природоохоронних заходів шляхом концентрації зусиль саме у найкритичніших зонах.

Ключові слова: геоінформаційні технології; електронні геодезичні прилади; інвазійні рослини; моніторинг рослинного покриву; дистанційне зондування землі; ландшафти.

Постановка проблеми. Виклики в галузі екологічної безпеки та збереження біорізноманіття вимагають негайного впровадження інноваційних підходів до комплексного моніторингу та детального дослідження процесів експансії інвазійних видів рослин, які можуть призводити до значних порушень екологічної рівноваги як у природних, так і в антропогенно змінених ландшафтах. Особливу загрозу для Центральної України становить швидке та неконтрольоване поширення чужорідних рослин, здатних витісняти місцеві екосистеми, спричиняти зниження врожайності сільськогосподарських угідь, погіршувати стан природних територій із супутніми економічними витратами на їхнє стримування.

У цьому контексті застосування геоінформаційних систем та сучасних геодезичних технологій є ключовим для розробки комплексного підходу до оцінки масштабів експансії інвазійних видів, проведення просторового аналізу трансформації ландшафтів та прогнозування майбутніх напрямків їхнього поширення на основі точної візуалізації даних. Важливість цього дослідження також обумовлена потребою у створенні ефективних екологічних стратегій, спрямованих на зменшення ризиків шляхом інтеграції цифрових технологій для відстеження змін, спричинених природними та антропогенними чинниками. В умовах глобальних кліматичних змін, посилення антропогенного впливу та обмежених можливостей контролю динаміки інвазійних видів використання точних методів моніторингу стає критично важливим для покращення природоохоронних заходів, розробки ефективних управлінських рішень та забезпечення екологічної стабільності регіону.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У наукових дослідженнях активно висвітлюються питання, пов’язані з поширенням інвазійних видів, їхнім впливом на екосистеми та методами протидії цим процесам. Зокрема, дослідження Токарюк А.І. та інші [6] доводять, що інвазійні рослини здатні радикально трансформувати структуру природних ландшафтів, витісняючи місцеві види та порушуючи екологічний баланс. Натомість робота від Мосякіна А. [14] наголошує на широкому впровадженні інноваційних підходів до

моніторингу, серед яких ключове місце посідають геоінформаційні системи (ГІС) та супутникові технології.

Методи дистанційного зондування і ГІС-технології давно визнані ефективними для аналізу динаміки рослинного покриву. Наприклад, за даними Цепенди М., Данілової О., Заблотовської Н. [19], спектральний аналіз знімків Sentinel-2 дозволяє виявляти зони поширення інвазійних видів на основі унікальних спектральних ознак. Дослідження Фаснахт Ф.Е., Уайт Дж.К., Вулдер М.А., Нессет Е. [21], Луців Н., Чухна П. [11], доповнюють цей підхід, демонструючи, що комбінація мультиспектрального аналізу з геостатистикою підвищує точність оцінки масштабів інвазії та прогнозування її подальшого розвитку.

Окрему увагу приділено використанню сучасних геодезичних інструментів. Так, роботи авторської групи Лозінська Т., Задорожний А., Масальський В. [25] і групи Триснюк В. та інші [10] описують застосування дронів і GPS-обладнання для детального картографування зон інвазії. Визначені наукові результати дійсно забезпечують оперативний збір даних про зміни рослинності та дозволяють оцінювати вплив антропогенних факторів на поширення чужорідних видів. Проте інтеграція цих методів у єдину аналітичну систему залишається невирішеним завданням, особливо в контексті управління екосистемами Центральної України.

Мета і задачі дослідження. Мета статті – є розробка та обґрунтування методичних підходів, які забезпечать ефективне використання геоінформаційних технологій та електронних геодезичних приладів для вивчення та моніторингу інвазійних рослин у ландшафтах Центральної України.

Завдання дослідження:

– виявити ключові закономірності розповсюдження інвазійних рослин у ландшафтах Центральної України;

– обґрунтувати заходи щодо інтеграції даних отриманих від супутникової інформації, аерофотознімання для створення точних карт виділених інвазійних територій;

– оцінити практичний потенціал розвитку впровадження електронних геодезичних приладів з метою фіксації змін у рослинному покриві та визначення просторових особливостей інвазійних видів на теренах Центральної України;

– обґрунтувати впровадження комплексної системи проведення моніторингу інвазійних рослин на засадах саме електронних геодезичних методів.

Матеріали та методи. Сучасні можливості дистанційного зондування, зокрема використання супутникових даних «Sentinel-2», дозволяють отримувати інформацію про стан рослинного покриву з високою частотою оновлення, що забезпечує безперервний моніторинг лісових і природних екосистем. Завдяки багатоспектральним каналам знімання, що охоплюють широкий спектр хвильових діапазонів, а також високій просторовій роздільній здатності, можна з високою точністю визначати площі поширення інвазійних видів, оцінювати їхній вплив на місцеві екосистеми та прогнозувати подальшу динаміку їхнього розповсюдження.

З метою оцінки змін у структурі рослинного покриву використовуються спеціальні аналітичні методи, зокрема гістограмний аналіз спектральних характеристик рослинності, що дозволяє визначати не лише якісний, а й кількісний розподіл інвазійних видів у досліджуваних ландшафтах. Для отримання точних даних щодо змін у площах, зайнятих чужорідною рослинністю, проводиться ретроспективний аналіз, який передбачає порівняння сучасних супутникових знімків з архівними даними попередніх періодів картографування. Це дає змогу оцінити швидкість поширення інвазійних видів, визначити основні фактори, що сприяють їхньому розповсюдженню, та розробити ефективні заходи для стримування їхнього неконтрольованого зростання.

Ретроспективний аналіз, що базується на детальному математичному моделюванні та обробці геопросторових даних, дозволяє реконструювати динаміку змін територій, визначити найуразливіші до інвазій зони, а також виявити потенційні шляхи подальшого поширення чужорідних видів у регіоні.

Результати та їх обґрунтування. Геоінформаційні технології, які базуються на використанні даних дистанційного зондування Землі, є одними з найефективніших методів збору, обробки та аналізу просторових даних, що дозволяють оперативно оцінювати масштаби поширення інвазійних рослин у різних типах ландшафтів. Особливо ефективним є використання фенологічних змін рослинного покриву для ідентифікації інвазійних видів, оскільки певні етапи життєвого циклу, такі як зміна кольору листя або його опадання, можуть слугувати ключовими ознаками для дешифрування та класифікації рослинності на супутникових знімках [26].

У процесі дистанційного зондування територій, що піддаються інвазійному поширенню рослин, особливу увагу слід приділяти сезонним змінам спектральних характеристик рослинного покриву, що дозволяє виявити закономірності змін фототону зображень та простежити специфіку динаміки розвитку інвазійних видів. Оскільки кожен вид рослинності має характерні морфологічні та геометричні особливості, їх можна використовувати як

ключові ознаки для дешифрування на супутникових знімках, що дає змогу ідентифікувати та картографувати ареали поширення інвазійних деревних порід. Для проведення моніторингу таких насаджень доцільно використовувати космічні знімки, зроблені у період пізньої весни та початку літа, оскільки в цей час листяні види досягають максимальної активності, що значно покращує точність їх дешифрування [26, с. 19-20].

Для підвищення ефективності розпізнавання ареалів поширення окремих видів інвазійних рослин доцільно застосовувати фенологічний підхід, що базується на аналізі змін, які відбуваються в різні фази життєвого циклу рослин. Зокрема, важливими фенологічними показниками для дешифрування є період розцвічування рослинного покриву та фаза опадання листя, оскільки саме ці зміни є найбільш помітними на мультиспектральних знімках. Використання багатоспектрального аналізу дозволяє розширити спектр дешифрувальних ознак, адже різні види рослин мають специфічні характеристики відображення електромагнітного випромінювання у різних спектральних діапазонах, що дає змогу диференціювати їх відповідно до вмісту хлорофілу та інших біохімічних параметрів [22].

У межах дослідження поширення інвазійних рослин, зокрема акація біла (Robinia preudoacacia), було обрано експериментальну ділянку Знам'янського лісництва (Чорноліського лісгоспу), Кіровоградської області, для детального аналізу змін просторової структури насаджень із використанням супутникових технологій та наземних методів збору даних (рис. 1).



Рис. 1. Ділянка «1». Літній знімок [12]

Географічні координати місць зростання виду було визначено на основі наземних обстежень із застосуванням електронних геодезичних приладів, зокрема GPS-приймачів Garmin, що забезпечили високу точність просторової

прив'язки отриманих результатів. Дані, зібрані у польових умовах, були оброблені у геоінформаційній системі та перетворені у цифровий формат, що дало змогу створити shape-файли (*.shp) для подальшого аналізу змін територіального поширення інвазійного виду в часі (рис. 2).



Рис. 2. Ділянка «1». Осінній знімок [12]

На основі проведених польових досліджень було створено цифрові фотоеталони зображень інвазійної деревної породи акація біла (Robinia preudoacacia), що дозволяють ідентифікувати цей вид у природних умовах та використовувати отримані дані для подальшого аналізу за допомогою геоінформаційних технологій. Було встановлено, що у 2021 році в умовах природних ландшафтів Знам'янського лісництва масова осіння зміна кольору листя цього інвазійного виду, яка проявлялася у переважному забарвленні крони в жовті відтінки, спостерігалася в останній декаді вересня, що може бути ключовим фенологічним показником для його дешифрування за даними ГІС спостереження [12].

З метою отримання детальних аерофотознімків території, що досліджується, у зазначений період було застосовано сучасні геодезичні безпілотні літальні апарати, зокрема квадрокоптер «Phantom», який забезпечив високоточне знімання з високою просторовою роздільною здатністю. Використання дронів дозволило отримати актуальні дані щодо ареалу поширення вже акації білої (Robinia preudoacacia) та дубу червоного (Quercus rubra), і оцінити їх вплив на навколишні природні та агроландшафти [5].

Аналіз геоданих свідчить, що на загальній площі території у 72 га, інвазійний вид зайняв вже близько 13 га, що відповідає приблизно 17,8 % загальної площі досліджуваної території (рис. 3). Визначений рівень поширення свідчить про високу адаптивність інвазійної рослинності та її активне розповсюдження в Центральній Україні [18].

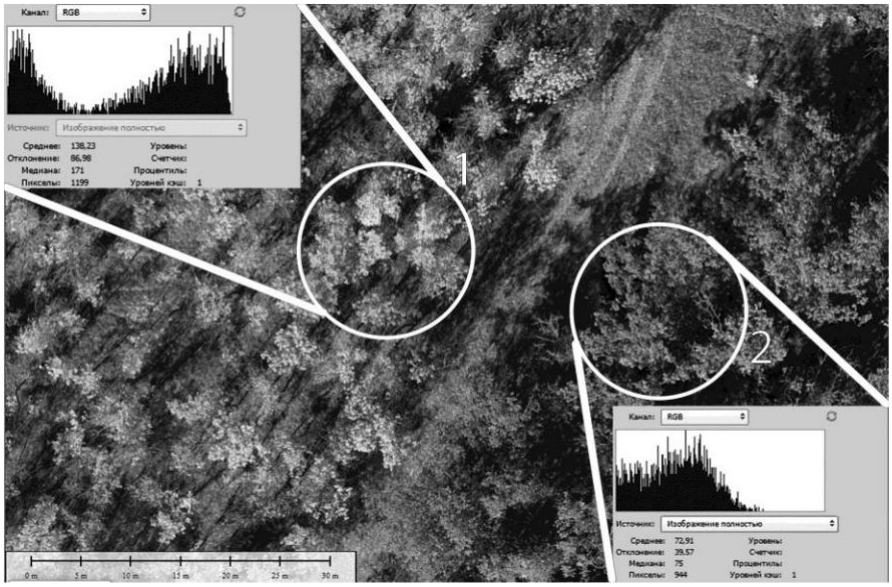


Рис. 3. Фенологічна індикація: акація біла (1) та дуб червоний (2) на території Знам'янського лісництва (Чорноліського лісгоспу), Кіровоградської області [14]

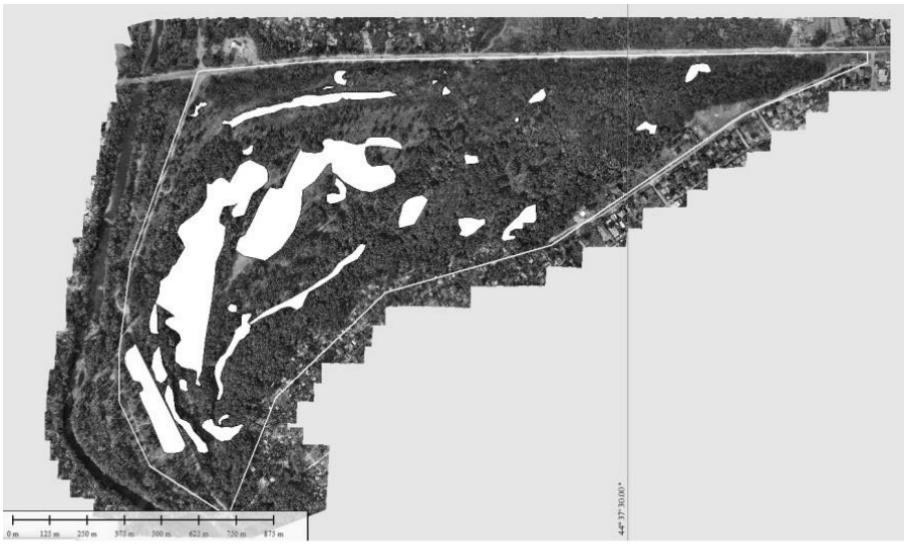


Рис. 4. Геоінформаційний картографічний шар «ареали» акації білої на території Знам'янського лісництва (Чорноліського лісгоспу), Кіровоградської області [14]

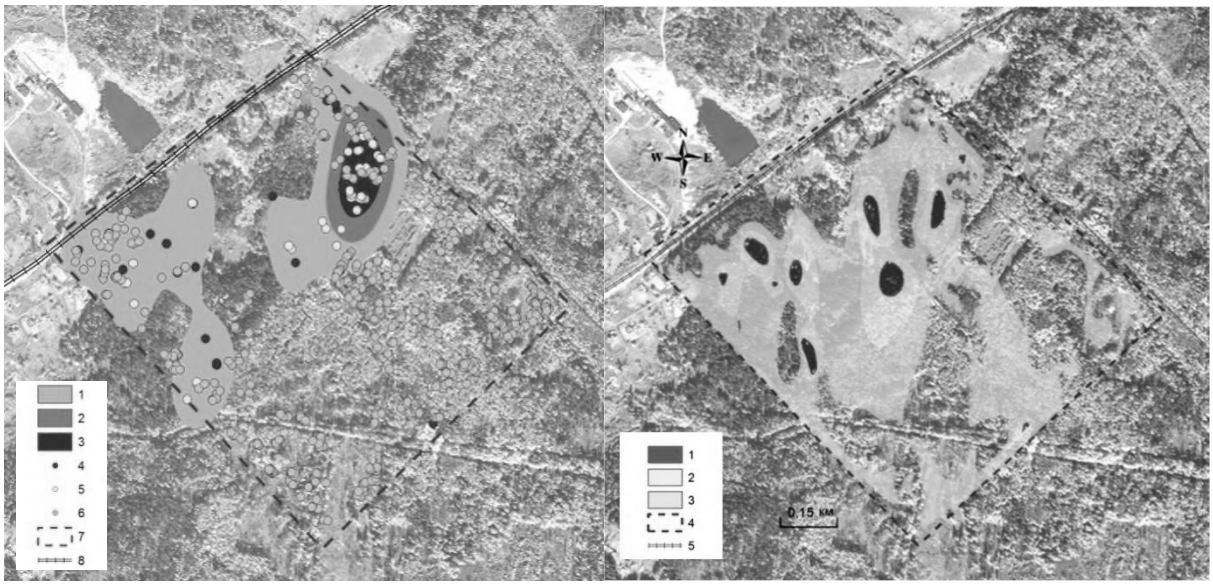
Використання фенологічних ознак, які базуються на відмінностях у вегетативному розвитку різних видів рослин, є важливим інструментом для ідентифікації інвазійних порід за допомогою дистанційного зондування Землі. Однією з ключових характеристик, що дозволяє відрізняти інвазійну деревну рослинність, є сезонні зміни кольору листя, які особливо яскраво проявляються в осінній період. Восени багато деревних порід набувають специфічних відтінків, які можуть бути використані як маркери для дешифрування видового складу лісових насаджень за супутниковими або аерофотознімками [24]. Отримані осінні знімки, зроблені з використанням аерофотознімання та космічних сенсорів, дозволили зафіксувати відмінності у спектральних

характеристиках крон дерев, що суттєво підвищило точність картографування інвазійних видів [8, с. 30].

Практичний досвід застосування локального геоінформаційного аналізу підтверджує його високу ефективність у процесі дослідження просторових характеристик осередків поширення інвазійних рослин, що дозволяє здійснювати детальну оцінку масштабів їхнього розповсюдження та прогнозувати подальшу динаміку змін у рослинному покриві. Одним із методів, що ілюструє ефективність застосування сучасних геоінформаційних технологій, є комплексний аналіз стану рослинності на модельних пробних майданчиках за допомогою аерофотознімання, що дозволяє отримувати високоточні просторові дані [13, 15].

Отримані у ході дистанційного зондування ортофотознімання в спектральному діапазоні RGB були проаналізовані та дешифровані на основі зовнішніх морфологічних ознак крони, що дозволило встановити особливості формування та поширення осередків інвазійних видів у ландшафтах досліджуваної території. Завдяки геоінформаційному моделюванню вдалося визначити просторові межі інвазійних угруповань та провести візуалізацію результатів у цифровому форматі. На відповідних картографічних матеріалах було відображено динаміку змін у структурі рослинного покриву, що дало можливість оцінити ступінь інвазії та визначити найбільш уразливі до її впливу ділянки. Аналіз отриманих даних шляхом геостатистичної інтерполяції дозволив не лише детально описати поточний стан рослинності на обраній ділянці, а й здійснити прогнозні розрахунки щодо подальшого поширення інвазійних рослин у межах ландшафтів Центральної України [2]. Валідність прогнозу підтверджена порівнянням даних наступного вегетаційного періоду, що було підтверджено натурними спостереженнями та перевірочними обстеженнями в польових умовах (рис. 5).

Додатковий порівняльний аналіз результатів, отриманих у ході аерофотознімання, та матеріалів наземного геодезичного обстеження показав високу кореляцію між дистанційними даними та безпосередніми польовими спостереженнями. Так, при оцінці відсотка поширення інвазійних видів результати, отримані на основі дешифрування аерофотознімків, засвідчили, що загальна площа, зайнята інвазійною рослинністю, становить 93,2% від загального рослинного покриву ділянки, водночас як результати наземних досліджень за допомогою геодезичних приладів показали аналогічне значення на рівні 93,6%, що свідчить про мінімальну похибку, яка не перевищує 1% [9].



а) б)

Рис. 5. Оцінка рівня пошкоджень лісових масивів через вплив інвазійних видів, за допомогою геоінформаційних технологій (Знам'янське лісництво (Чорноліський лісгосп), Кіровоградська область) [23]

а) Рівень пошкодження деревних насаджень внаслідок поширення інвазійних рослин: 1 – насадження із сильним ступенем ураження; 2 – дерева, що мають незначні пошкодження; 3 – ділянки, де відсутні ознаки ураження; 4 – межі досліджуваної території; 5 – транспортні комунікації.

б) Просторове зонування території за рівнем впливу інвазійної рослинності на деревний покрив: 1 – ділянки з високою щільністю поширення інвазійних видів; 2 – території із середнім рівнем заселення; 3 – зони з найвищим ступенем інвазійного впливу; оцінка стану деревних насаджень; 4 – загиблі дерева; 5 – ослаблені насадження з ознаками деградації; 6 – здорові дерева без видимих пошкоджень; 7 – межі району дослідження; 8 – транспортні комунікації.

Висновки та рекомендації. За результатами дослідження статті було виявлено визначальні закономірності стосовно поширення інвазивних рослин на ареалі Центральної України. Зокрема, здійснено виділення такого роду факторів, що сприяють активному розповсюдженню цих видів на території регіону, а також оцінили конкретний вплив інвазивних рослин на структуру і функціонування природних екосистем окремих територій. Окрім того, у процесі наукової роботи було проведено вивчення особливостей застосування нових видів геоінформаційних технологій та електронних геодезичних інструментів для вирішення завдань просторового аналізу, моніторингу та картографування ареалів поширення інвазивних видів рослин. За допомогою цих інструментів була значно підвищена точність визначення просторової структури насаджень, їх натуральних меж та ступеня ураження природних територій інвазивними організмами і кожен крок аналізу був обґрунтованим і базувався на конкретних методах вимірювання, що гарантувало надійність отриманих результатів.

На основі всієї отриманої інформації було розроблено обґрунтовані практичні шляхи подальшого впровадження та використання геоінформаційних систем (ГІС) для автоматичного виявлення зон максимальної концентрації інвазивної рослинності. При цьому було враховано широкий спектр впливових факторів, включаючи географічні, кліматичні та антропогенні умови що сформувало доцільні напрямки формування ефективних стратегій забезпечення екологічної безпеки на окремих територіях Центральної України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Браславська О.В., Дець Т.І., Рожі Т.А. Роль геодезії у розвитку дрон-технологій для вимірювання, картографування та моніторингу територій. *Просторовий розвиток*: Науковий збірник / Головн. ред. О. Ковальчук. Київ, КНУБА, 2023. Вип. 5. С. 268–285. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.268-285.

2. ГІС Карти: Види та застосування цифрової картографії. URL: https://eos.com/uk/blog/gis-karty/.

3. Дець Т.І., Кирилюк В.П., Рожі Т.А. Вивчення відображення і дослідження об'єктів, явищ та процесів у навколишньому середовищі шляхом картографічних зображень та топографо-геодезичних вимірювань. *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. Збірник. Київ: КНУБА, 2024. Вип. 85. С. 133–145. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.85.133-145

4. ДП «Ліси України». URL: https://e-forest.gov.ua/.

5. Знахідки чужорідних видів рослин та тварин в Україні. (Серія: «Conservation Biology З-75 in Ukraine». – Вип. 29). Київ; Чернівці: Друк Арт, 2023. 520 с.

6. Інвазійні рослини в Буковинському Передкарпатті: монографія / А.І. Токарюк, І.І. Чорней, В.В. Буджак, В.В. Протопопова, М.В. Шевера, К.В. Коржан, О.Д. Волуца ; наук. ред. І. . Чорней. Чернівці: Друк Арт, 2018. 176 с

7. 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. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.6.293-308.

8. Кисельов Ю.О., Черниш В.І. Особливості інвазійної флори Центрально-Придніпровської височинної області. Нау*ковий вісник НЛТУ України*. 2022. Т. 32, № 2. С. 27–32. DOI: https://doi.org/10.36930/40320204.

9. 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.

10. Лозінська Т.П., Задорожний А.І., Масальський В.П. Дослідження нових технологій та інновацій у сфері лісового господарства. Агробіологія. 2024. № 1. С. 268–276. DOI: https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-187-1-268-27

11. Луців Н.Г., Чухна П.В. Геоінформаційні системи та їхнє значення у формуванні політик щодо управління лісами. Лісова освіта та наука: сучасні виклики та перспективи розвитку. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції*, 23–25 жовтня 2024 р., Львів, Україна. DOI: https://doi.org/10.36930/conf150.5.15.

12. 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. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3

13. 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.

14. Мосякін А.С. Сучасні методи біологічного контролю (біологічного регулювання) активності інвазійних рослин: приклади й перспективи застосування. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 2012. Т. 3(10), № 1. С. 93–109.

15. Поліщук Є.А., Гойванюк М.П., Василишен Ю.В. Лісництво як напрям смарт спеціалізації регіону: європейський досвід. *Ефективна економіка*. 2020. № 7. DOI: 10.32702/2307-2105- 2020.7.22.

16. Рожі І.Г., Рожі Т.А., Федій О.А. Геодезичні аспекти створення цифрових моделей рельєфу для потреб геоінформаційних систем. *Просторовий розвиток,* Вип. 8, 2024. С. 477–491. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.477-491.

17. Рожі Т.А. Врахування ландшафтної структури територій громад для раціонального природокористування. *Ландшафтознавство*: науково-теоретичний журнал. / головн. ред. Г. Денисик. Вінниця, ВДПУ ім. Михайла Коцюбинського, 2023. Вип. 4 (2). С. 85–91. DOI: https://doi.org/10.31652/2786-5665-2023-4-85-91.

18. 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. DOI: https://doi.org/10.17721/1728-2217.2021.45.71-74.

19. Цепенда М., Данілова О., Заблотовська Н. Застосування ГІС-технологій для оцінювання лісорекреаційних площ урбанізованих територій. *Науковий вісник Чернівецького університету*: Географія. 2024. № 849. С. 154–163. DOI: https://doi.org/10.31861/geo.2024.849.154-163

20. Шевчук С.М., Прокопенко Н.І., Рожі Т.А. Аналіз використання геодезичних даних при плануванні та моніторингу агроландшафтів: оптимізація землекористування та охорони природи. *Просторовий розвиток,* Вип. 7, 2024. С. 445–458. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458

21. Fassnacht F.E., White J.C., Wulder M.A., Næsset E. Remote sensing in forestry: current challenges, considerations and directions. Forestry: An International Journal of Forest Research. 2024. 97(1):11–37. https://doi.org/10.1093/forestry/cpad024.

22. Foster A., Rahimzadeh-Bajgiran P., Daigneault A., Weiskittel A. Cost-effectiveness of remote sensing technology for spruce budworm monitoring in Maine, USA. Forests Monitor. 2024. 1(1):66–98. https://doi.org/10.62320/fm.v1.i1.14.

23. GIS for Land Administration – Esri. URL: www.esri.com/industries/cadastre/.

24. 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.

25. 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.

26. Xing J., Sun S., Huang Q., Chen Z., Zhou Z. Application of Geoinformatics in Forest Planning and Management. Forests. 2024. 15(3). pp. 439. https://doi.org/10.3390/f15030439.

Candidate of Pedagogical Sciences, Docent **Rozhi Inna,**
Lecturer **Rozhi Tomas**, Lecturer **Mandebura Sviatoslav,**
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

GEOINFORMATION TECHNOLOGIES AND ELECTRONIC GEODESIC DEVICES FOR MONITORING THE SPREAD OF INVASIVE PLANTS IN THE LANDSCAPES OF CENTRAL UKRAINE

The article focuses on the current problem of using geoinformation technologies and modern geodetic devices to study and monitor the spread of

invasive plants in the landscapes of Central Ukraine. This direction is of key importance for modern ecological and geoinformation research. During the study, the main patterns of spatial distribution of invasive plant species were identified, which made it possible to assess their impact on both natural and anthropogenically modified ecosystems of the region. Modern remote sensing methods used to analyze the dynamics of the spread of invasive flora were studied. The results obtained allowed us to study the spectral characteristics of vegetation in more detail, which significantly improves the accuracy of deciphering invasive species among other plant groups. The effectiveness of using geographic information systems for data visualization has been tested in practice, which ensured the integration of spatial characteristics of plant cover with geographical and climatic factors that affect invasion processes. Retrospective analysis of long-term remote sensing data made it possible to assess trends in the areas occupied by alien plant species, as well as identify the most active centers of invasions and predict the directions of their further spread. The scientific work justifies the need for an integrated approach to monitoring invasive processes, which is based on the use of satellite images, geographic information technologies and electronic geodetic instruments, which allows for high-precision mapping and in-depth analysis of changes in the structure of plant cover. An algorithm for automated determination of areas with the highest concentration of invasive plants, taking into account spatial and climatic conditions, has been developed, which will contribute to increasing the efficiency of environmental management. Scientists have proposed scientifically sound approaches to managing the spread of invasive plants, which are based on the integration of GIS analysis, remote sensing methods and ground geodetic surveys.

Keywords: geoinformation technologies; electronic geodetic instruments; invasive plants; plant cover monitoring; remote sensing of the earth; landscapes.

REFERENCES

1. Braslavska O.V., Dets T.I., Rozhi T.A. Rol heodezii u rozvytku dron-tekhnolohii dlia vymiriuvannia, kartohrafuvannia ta monitorynhu terytorii. Prostorovyi rozvytok: Naukovyi zbirnyk / Holovn. red. O. Kovalchuk. Kyiv, KNUBA, 2023. Vyp. 5. S. 268–285. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.268-285. {in Ukrainian}

2. GIS Maps: Types and Applications of Digital Cartography. Retrieved from: https://eos.com/uk/blog/gis-karty/. {in Ukrainian}.

3. Dets T.I., Kyryliuk V.P., Rozhi T.A. Vyvchennia vidobrazhennia i doslidzhennia obiektiv, yavyshch ta protsesiv u navkolyshnomu seredovyshchi shliakhom kartohrafichnykh zobrazhen ta topohrafo-heodezychnykh vymiriuvan. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: nauk.-tekhn. Zbirnyk. Kyiv: KNUBA,

2024. Vyp. 85. S. 133–145. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.85.133-145. {in Ukrainian}

4. DP "Lisy Ukrainy" [SE "Forests of Ukraine"]. Available at: https://e-forest.gov.ua/. {in Ukrainian}.

5. Znakhidky chuzhoridnykh vydiv roslyn ta tvaryn v Ukrayini [Findings of alien plant and animal species in Ukraine]. (Series: "Conservation Biology in Ukraine", Issue 29). Kyiv; Chernivtsi: Druk Art, 2023. 520 p. {in Ukrainian}.

6. Tokariuk, A.I., Chornei, I.I., Budzhak, V.V., Protopopova, V.V., Shevera, M.V., Korzhan, K.V., Volutsa, O.D. (2018). Invaziini roslyny v Bukovynskomu Peredkarpatti: monohrafiia [Invasive plants in the Bukovinian Pre-Carpathians: monograph]. Edited by I. I. Chornei. Chernivtsi: Druk Art. 176 p. {in Ukrainian}.

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

8. Kyseliov, Yu.O., Chernysh, V.I. (2022). Osoblyvosti invaziinoi flory Tsentralno-Prydniprovskoho vysochynnoho rehionu [Features of the invasive flora of the Central Dnieper Upland region]. Naukovyi Visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine], 32(2), 27–32. https://doi.org/10.36930/40320204. {in Ukrainian}.

9. 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}.

10. Lozinska, T.P., Zadorozhnyi, A.I., Masalskyi, V.P. (2024). Doslidzhennia novykh tekhnolohii ta innovatsii u sferi lisovoho hospodarstva [Research on new technologies and innovations in the field of forestry]. Ahrobiolohiia [Agrobiology], 1, 268–276. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-187-1-268-276. {in Ukrainian}.

11. Lutsiv, N.H., Chukhna, P.V. (2024). Heoinformatsiini systemy ta yikhnie znachennia u formuvanni polityk shchodo upravlinnia lisamy [Geoinformation systems and their significance in shaping forest management policies]. Lisova Osvita ta Nauka: Suchasni Vyklyky ta Perspektyvy Rozvytku [Forestry Education and Science: Current Challenges and Development Prospects]. Proceedings of the International Science-Practical Conference, October 23–25, 2024, Lviv, Ukraine. https://doi.org/10.36930/conf150.5.15. {in Ukrainian}.

12. 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. {in Ukrainian}.

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 English}.

14. Mosyakin, A.S. (2012). Suchasni metody biolohichnoho kontroliu (biolohichnoho rehuliuvannia) aktyvnosti invaziinykh roslyn: pryklady y perspektyvy zastosuvannia [Modern methods of biological control (biological regulation) of invasive plant activity: examples and application prospects]. Naukovi Osnovy Zberezhennia Biotychnoi Riznomanitnosti [Scientific Foundations of Biodiversity Conservation], 3(10), 93–109. {in Ukrainian}.

15. Polishchuk, Y., Goivanyuk, M., Vasylyshen, Yu. (2020). Lisnytstvo yak napryam smart spetsializatsiyi rehionu: yevropeys′kyy dosvid [Forestry as a priority of smart specialization of the regions: european experience]. Efektyvna ekonomika [Efficient economy]. no. 7. Available at: http://www.economy.nayka. com.ua/?op=1&z=8265. DOI: 10.32702/2307-2105- 2020.7.22. {in Ukrainian}.

16. Rozhi I.H., Rozhi T.A., Fedii O.A. Heodezychni aspekty stvorennia tsyfrovykh modelei reliefu dlia potreb heoinformatsiinykh system. Prostorovyi rozvytok, Vyp. 8, 2024. S. 477–491. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.477-491. {in Ukrainian}.

17. Rozhi T.A. Vrakhuvannia landshaftnoi struktury terytorii hromad dlia ratsionalnoho pryrodokorystuvannia. Landshaftoznavstvo: naukovo-teoretychnyi zhurnal. / holovn. red. H. Denysyk. Vinnytsia, VDPU im. Mykhaila Kotsiubynskoho, 2023. Vyp. 4 (2). S. 85–91. DOI: https://doi.org/10.31652/2786-5665-2023-4-85-91. {in Ukrainian}.

18. 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}.

19. Tsependa, M., Danilova, O., Zablotovska, N. (2024). Zastosuvannia HIS-tekhnolohii dlia otsiniuvannia lisorekreatsiinykh ploshch urbanizovanykh

terytorii [Application of GIS technologies for assessing forest recreation areas in urbanized territories]. Naukovyi Visnyk Chernivetskoho Universytetu: Heohrafiia [Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Geography], 849, 154–163. https://doi.org/10.31861/geo.2024.849.154-163. {in Ukrainian}.

20. Shevchuk S.M., Prokopenko N.I., Rozhi T.A. Analiz vykorystannia heodezychnykh danykh pry planuvanni ta monitorynhu ahrolandshaftiv: optymizatsiia zemlekorystuvannia ta okhorony pryrody. Prostorovyi rozvytok, Vyp. 7, 2024. S. 445–458. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458. {in Ukrainian}.

21. Fassnacht, F.E., White, J.C., Wulder, M.A., & Næsset, E. (2024). Remote sensing in forestry: Current challenges, considerations, and directions. *Forestry: An International Journal of Forest Research, 97*(1), 11–37. https://doi.org/10.1093/forestry/cpad024. {in English}.

22. Foster, A., Rahimzadeh-Bajgiran, P., Daigneault, A., & Weiskittel, A. (2024). Cost-effectiveness of remote sensing technology for spruce budworm monitoring in Maine, USA. *Forests Monitor, 1*(1), 66–98. https://doi.org/10.62320/fm.v1.i1.14. {in English}.

23. GIS for Land Administration – Esri. Retrieved from: www.esri.com/industries/cadastre/. {in English}.

24. 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}.

25. 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}.

26. Xing, J., Sun, S., Huang, Q., Chen, Z., & Zhou, Z. (2024). Application of geoinformatics in forest planning and management. *Forests, 15*(3), 439. https://doi.org/10.3390/f15030439. {in English}.

ЗМІСТ

Архітектура та містобудування

Білоус О.Ю., Паляниця К.О. *Перспективи оновлення індустріальної забудови 1960-их рр. в умовах сучасного Львова* …… 3

Вадімов Д.В. *Принципові положення щодо просторового вирішення прибудинкових територій багатоквартирних житлових будинків* ……... 16

Васильєв Д.В., Гомон О.О. *Апартаменти, як новий формат тимчасового житла* ……... 30

Гаращак Н.І. *Генеза та архітектурно-просторові перспективи курорту Трускавець (в контексті задач оновлення генплану міста)* ……... 39

Джамалов А.А. *Аналіз та оцінка досліджень шумового забруднення житлових районів міст України* …….. 60

Емаміанфар Алі, Третяк Ю.В., Косаревська Р.О. *Історична еволюція архітектурних рішень освітніх установ доісламського Ірану в аспекті сучасної енергоефективності* ……... 74

Зінов'єва О.С., Чернятевич Н.Г. *Умови та фактори організації архітектурно-міського середовища для захисту від повеней водно-болотних угідь* …… 89

Ключнікова А.М., Білоус П.К. *Особливості православної церкви середнього Подніпров'я як виразники національної ідентичності* …….. 102

Кондратюк В.М. *Екологічна стійкість у портовій архітектурі: стратегії та інновації* …….. 115

Кравченко І.Л., Оніщук О.В. *Аналітичний огляд практик застосування концепції гнучкості в архітектурі. Сучасний досвід* ……. 124

Лукашова А.В., Шевченко Л.С. *Різьблений декор в архітектурі: історичний екскурс* …… 143

Романченко О.Д. *Трансформації споруди церкви спаса на берестовому на початку XIII - у кінці XVI століття* …… 156

Столовий О.В., Ковальська Г.Л. *Універсальність архітектури та публічного простору в урбаністичній структурі сіл, як основа їх успішності* ……. 165

Топорков В.Г. *Естетика підземних пішохідних переходів* ……... 178

Фоменко О.А., Зінченко А.К. *Аспекти формування візуальних ознак безпеки архітектурного середовища* …… 197

Шевченко А.В. *Інновації у формуванні житлового середовища, здатного до адаптації* …… 213

Шелудько А.В., Татаренко В.М., Данилко Л.А., Куцевич В.В. *Особливості організації планувальних рішень машиномісць із зарядними пристроями для електромобілів* ……... 226

Шульга Г.М. *Сетодика імітаційного моделювання міграційних процесів у західному регіоні українських Карпат* …… 241

Будівництво та цивільна інженерія

Дьомін М.М., Михайлик О.О. *Структурно-логічна модель прибережного міста* … 253

Бітюков Д.О., Білик С.І. *Визначення та аналіз фізико-механічних характеристик балок з масивної, клеєної та перехресно-клеєної деревини* …. 265

Білик А.С., Джанов Л.В., Терновий М.І. *Визначення оптимальної висоти сталевих двотаврів змінного перерізу за методикою множників Лагранжа* ……. 282

Войтович В.А. *Інноваційні підходи до планування в будівельній галузі з акцентом на удосконалення процесів* …….. 303

Голик Й.М., Багрій Н.Ю., Вантюх Д.Е. *До питання просторової організації парків Закарпатської області* …….. 312

Голик Й.М., Федоряніч Т.В., Пудгородська Ю.А. *Застосування засобів малої механізації для благоустрою міських територій* …….. 328

Гук В.І., Запорожцева О.В. *Понятійний апарат транспортних потоків для дизайнерів при проектуванні міського середовища* ……... 342

Дружинін М.А. *Інноваційні напрями організації збірного будівництва в умовах нестабільного середовища девелопменту у воєнний та післявоєнний періоди* ……. 354

Касіянчук В.Д., Шевчук М.О., Веркалець С.М., Гусар К.Д., Манзяк О.В. *Виклики та перспективи організації виробництва будівельних матеріалів в умовах воєнного стану, приклад «тилової» області* ……. 368

Кіс Н.Ю., Тютюнникова Г.С., Несух М.М., Субота А.В. *Проблеми інтеграції концепції сталого розвитку в проєкти просторового планування в Україні (частина 1)* ……. 383

Кравчук О.А., Лаврухіна К.О., Кострич Б.О. *Перспективи підвищення енергоефективності насосних станцій водопостачання та водовідведення в умовах економічних викликів і воєнних дій в Україні* …… 397

Крутій Ю.С., Сур'янінов М.Г., Карнаухова Г.С., Перпері А.О., Клименко О.М. *Аналітичний розрахунок кільцевих пластин, що спираються на пружну основу з експоненціальною неоднорідністю* …….. 405

Линник І.Е., Сабаєва П.І. *Поводження з електронними відходами в Україні та світі* ……. 420

Малихін М.О. *Формування новітньої системи інтегрованої цифрової підготовки будівництва* …… 435

Микитенко М.Р. *Математичне моделювання та аналіз ефективності руху частинок у циклонних розпилювальних апаратах* …….. 456

Осетрін М.М., Карбан С.В. *BRT як структурний елемент транспортної системи міста* ……... 464

Отенко І.П., Кирик Я.Я., Петренко О.В., Гулієв Дж., Демчук А.І., Кацюба І.Р., *Науково-прикладні компоненти полікритеріальної системи діагностики організаційно-технологічних та економіко-управлінських рішень у будівельному девелопменті* …. 474

Перегінець І.І. *Основи організації будівництва будівель з позитивним енергобалансом за критеріями товарних одиниць* …… 489

Степанюк Р.Б., Антипенко Є.Ю., Валінкевич Н.В., Лавриненко О.М., Герасименко О.М. *структурно-динамічна трансформація операційної системи підприємств будівельного девелопменту: аналітико-прикладні аспекти* …… 510

Сур'янінов М.Г., Кіріченко Д.О., Сур'янінов В.М. *Аналогія розрахункової схеми циліндричного колодязя зі схемою вигину призматичної балки, що лежить на суцільній пружній основі* ……... 522

Сур'янінов М.Г., Нєутов С.П., Чучмай О.М. *Експериментальні та чисельні дослідження бетонних та фібробетонних арок* …… 534

Геодезія та землевпорядкування

Батура М.В. *Проблеми та перешкоди у розвитку сталого землекористування громад в умовах воєнного стану* …….. 544

Браславська О.В., Грицик О.М., Рожі Т.А. *Вплив кліматичних змін на просторовий розподіл та властивості ґрунтів у степовій зоні України* …… 557

Денисюк В.М., Мельник О.В. *Дистанційний моніторинг змін землекористувань в межах водозбору річки Турія* ……. 574

Дорожко Є.В., Ситник О.І., Кравчук М.О. *Використання безпілотних літальних апаратів (бпла) для високоточного геодезичного знімання* …… 597

Куліковська О.Є. *Потенційні ризики розвитку та діяльності гірничодобувних регіонів* …… 611

Нестеренко С.В., Бас Д.О. *Методи дистанційних досліджень для визначення руйнувань урболандшафтів* …….. 629

Пілічева М.О., Гамаюн І.В. *Оцінка наповнення бази геопросторових даних комплексного плану просторового розвитку території з відкритих джерел* ….. 642

Рожі І.Г., Рожі Т.А., Мандебура С.В. *Геоінформаційні технології та електронні геодезичні прилади для моніторингу поширення інвазійних рослин у ландшафтах центральної України* 654

До відома авторів статей! …… 670

Наукове видання

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Випуск 11

Має свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації в Міністерстві юстиції України (серія КВ №24065-13905Р від 05 травня 2019 року).

Тематична спрямованість збірника, за якою публікуються наукові праці – спеціальності: **033. Філософія; 051. Економіка; 052. Політологія; 073. Менеджмент; 191. Архітектура та містобудування; 192. Будівництво та цивільна інженерія; 193. Геодезія і землеустрій; 281. Публічне управління та адміністрування.**

Визнаний МОН України як фахове видання категорії «Б» за спеціальностями: **051, 073, 191, 192, та 193** (Наказ МОН України №1309 від 25 жовтня 2023 року), а також за **052** спеціальністю (Наказ МОН України від 26.06.2024 № 920).

Збірник зареєстровано в міжнародних каталогах наукових видань та науково-метричних базах даних: **Index Copernicus International (ICI); CrossRef; Google Scholar; Наукова періодика України.**

Вимоги, яких слід дотримуватись в подальшому, для оформлення рукописів статей для опублікування в збірнику наведено у попередніх випусках №№1-3, 9, а також у збірнику «Містобудування та територіальне планування», випуски №№81-83, 87, 88.

З випусками збірника можна буде ознайомитись на сайті **http://www.nbuv.gov.ua** національної бібліотеки НАН України ім. В.І. Вернадського, на сайті **library.knuba.edu.ua** бібліотеки КНУБА та на сайті редколегії збірника s**pd.knuba.edu.ua.**

Статті можна надіслати за адресою електронної пошти: **petro_che@ukr.net.**

Комп'ютерне верстання випуску *О.П. Чередніченко*

Адреса редколегії: 03037, м.Київ-37, Повітрофлотський пр., 31. КНУБА.
Тел.: 241-55-43, 245-42-04.

Підписано до друку 28.02.2025 р. Формат 60x84 1/16.
Обл.-вид. арк. . Тираж 100. Зам. №

ТОВ "Видавництво "Ліра-К",
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи ДК №3981 від 15.02.2011.