УДК 528.48:711.14:355.01(477); JEL classification Q15, Q24, R14, O32
DOI: https://doi.org/10.36887/2415-8453-2025-4-59

Калина Тетяна Євгеніївна[1], д.е.н., професор, завідувач кафедри геодезії та землеустрою

Островський Ігор Петрович[1], доктор технічних наук, професор кафедри геодезії та землеустрою

Соловйов Ігор Олександрович[1], д.е.н., професор кафедри менеджменту та фінансів

[1]*ПЗВО «Міжнародний класичний університеті імені Пилипа Орлика»*

Kalyna Tetiana[1], Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Geodesy and Land Management, https://orcid.org/0000-0002-2705-9382

Ostrovskyi Ihor[1], Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Geodesy and Land Management, https://orcid.org/0000-0001-7867-7132

Soloviov Ihor[1], Doctor of Economic Sciences, Professor at the Department of Management and Finance, https://orcid.org/0009-0009-8573-4719

[1]*Pylyp Orlyk International Classical University*

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕТОДІВ ТА ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ НАСЛІДКІВ ВОЄННИХ ДІЙ У СТРУКТУРІ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

APPLICATION OF GEODETIC METHODS AND REMOTE SENSING FOR DETECTING THE CONSEQUENCES OF MILITARY ACTIONS IN THE LAND USE STRUCTURE

Калина Т. Є., Островський І. П., Соловйов І. О. Застосування геодезичних методів та дистанційного зондування землі для виявлення наслідків воєнних дій у структурі землекористування. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2025. Том 10. № 4. С. 297 – 301.

Kalyna T., Ostrovskyi I., Soloviov I. Application of geodetic methods and remote sensing for detecting the consequences of military actions in the land use structure. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2025. Volume 10. № 4, pp. 297 – 301.

Сучасні збройні конфлікти, зокрема повномасштабна війна в Україні, спричиняють глибокі трансформації природного середовища, інфраструктури та структури землекористування, що потребує точного моніторингу та просторового аналізу. Застосування геодезичних методів і технологій дистанційного зондування Землі дає змогу виявляти як безпосередні наслідки бойових дій (руйнування, затоплення, пожежі), так і опосередковані зміни, пов'язані з деградацією екосистем, порушенням гідромережі та ерозійними процесами. Інструменти на основі GNSS, фотограмметрії, лазерного сканування та супутникових даних забезпечують створення цифрових моделей рельєфу і геопросторових баз, необхідних для оцінки втрат, планування реконструкції та моделювання подальших змін. Особливої актуальності такі підходи набувають у південних регіонах, де масштаби екологічних наслідків є одними з найбільших. Метою статті є обґрунтування теоретико-методичних основ та практичного застосування геодезичних методів та дистанційного зондування Землі для виявлення, моніторингу та просторово-часового аналізу наслідків воєнних дій у структурі землекористування. У статті розглядаються особливості застосування геодезичних методів та технологій дистанційного зондування Землі для виявлення наслідків військових дій у структурі землекористування, зокрема в контексті повномасштабної війни в Україні. Зазначено, що сучасні збройні конфлікти спричиняють значні екологічні та просторові трансформації, які потребують системного моніторингу та просторового аналізу. Проведено географічний аналіз втрат територій, які постраждали від воєнних дій. Наведено приклади використання супутникових навігаційних систем, фотограмметрії, лазерного сканування та супутникових знімків для фіксації змін ландшафту, деформацій поверхні, втрат інфраструктури та екосистем. Особливу увагу приділено південним регіонам України як зонам із масштабними наслідками бойових дій. Визначено, що синергія геодезії та ДЗЗ є фундаментальною передумовою для сталого розвитку, відбудови та безпечної трансформації територій у післякризовий період. У роботі обґрунтовано необхідність створення інтегрованої національної системи просторового моніторингу як ключового інструменту для ефективного управління земельними ресурсами, планування відновлення та сталого розвитку територій у постконфліктний період, із акцентом на інституційне зміцнення, відкритість геоданих, технологічну модернізацію та міжнародну співпрацю. Комплексне застосування геодезичних методів та технологій дистанційного зондування Землі набуває критичного значення для забезпечення ефективного просторового моніторингу, особливо в контексті постконфліктної реконструкції та сталого управління земельними ресурсами, де синергія високоточної геодезії та ДЗЗ дозволяє не лише оперативно фіксувати зміни земної поверхні та стан об'єктів інфраструктури, а й формувати цілісну, багатовимірну картину просторових трансформацій на різних рівнях деталізації.
Ключові слова: *просторовий моніторинг, дистанційне зондування, високоточні геодезичні методи, постконфліктне управління, землекористування.*

Modern armed conflicts, particularly the full-scale war in Ukraine, have led to profound transformations of the natural environment, infrastructure, and land-use patterns, requiring precise monitoring and spatial analysis. The application of geodetic methods and Earth remote sensing technologies enables the detection of both direct consequences of hostilities (destruction, flooding, fires) and indirect changes related to ecosystem degradation, disruption of hydrographic networks, and erosion. Tools based on GNSS, photogrammetry, laser scanning, and satellite data enable the creation of digital elevation models and geospatial databases that are essential for damage assessment, reconstruction planning, and modeling of future landscape changes. These approaches are especially relevant in the southern regions, where the environmental consequences are among the most severe. The purpose of this article is to substantiate the theoretical and methodological foundations and the practical application of geodetic methods and remote sensing for identifying, monitoring, and spatiotemporal analysis of the impacts of military actions on land-use structures. The article examines the features of applying geodetic methods and remote sensing technologies to detect the consequences of military actions on land use, with a focus on the context of the full-scale war in Ukraine. Modern armed conflicts cause significant environmental and spatial transformations that require systematic monitoring and spatial analysis. A geographic analysis of territories affected by hostilities has been conducted. The article presents examples of using satellite navigation systems, photogrammetry, laser scanning, and satellite imagery to document landscape changes, surface deformations, and the loss of infrastructure and ecosystems. Attention is given to the southern regions of Ukraine, which have experienced significant consequences of the war. It is determined that the synergy between geodesy and remote sensing is a fundamental prerequisite for sustainable development, recovery, and safe transformation of territories in the post-crisis period. The study substantiates the need to establish an integrated national spatial monitoring system as a key tool for effective land resource management, recovery planning, and sustainable territorial development in the post-conflict period, with emphasis on institutional strengthening, geodata openness, technological modernization, and international cooperation. The comprehensive use of geodetic methods and remote sensing technologies is critical for effective spatial monitoring, especially in post-conflict reconstruction and sustainable land management. The synergy of high-precision geodesy and remote sensing enables not only the prompt detection of changes in the Earth's surface and infrastructure conditions but also the formation of a holistic, multidimensional picture of spatial transformations at various levels of detail.
Keywords: *spatial monitoring, remote sensing, high-precision geodetic methods, post-conflict management, land use.*

Вступ

Сучасні збройні конфлікти супроводжуються масштабними руйнуваннями природного середовища, інфраструктури та значними трансформаціями земної поверхні, що потребує оперативного, об'єктивного і науково обґрунтованого оцінювання наслідків. Порушення функціонування екосистем, зміни гідромережі, деградація сільськогосподарських угідь, знищення забудови та інженерної інфраструктури формує нову просторову реальність, яка суттєво впливає на структуру землекористування. Відповідно, постає необхідність формування дієвих механізмів моніторингу, оцінювання та управління територіями в умовах воєнного та післявоєнного періоду.

За умов повномасштабних воєнних дій на території України особливої актуальності набуває застосування геодезичних методів та технологій дистанційного зондування Землі, які забезпечують можливість системного та регулярного моніторингу змін ландшафту, інфраструктурних об'єктів, природних екосистем навіть у зонах з обмеженим або повністю недоступним наземним спостереженням. Такі інструменти дозволяють виявляти як безпосередні наслідки бойових дій (руйнування, пожежі, затоплення), так і опосередковані трансформації, що стосуються змін у землекористуванні, порушення природної рівноваги, інтенсифікації ерозійних процесів тощо.

Геодезичні методи, зокрема супутникові навігаційні системи (GNSS), фотограмметрія та лазерне сканування, дають змогу з високою точністю фіксувати деформації земної поверхні, осідання ґрунтів, зсуви, зруйновані об'єкти та зміни топографічної структури територій. Цифрові моделі рельєфу та геопросторові бази даних, створені на основі таких методів, є основою для просторового аналізу масштабів втрат, планування реконструкції та повторного освоєння постраждалих земель. Водночас дані дистанційного зондування, отримані з оптичних і радіолокаційних супутників, надають можливість фіксувати широкий спектр змін, від порушень рослинного покриву до змін водного балансу, забруднення територій, утворення нових водойм чи заболочених ділянок [1]. Особливого значення зазначені методи набувають для південних регіонів України, де інтенсивність бойових дій була особливо високою, а географічні та природні умови сприяли поширенню екологічних наслідків у значних масштабах, зокрема підрив Каховської ГЕС, затоплення значних площ, втрати сільськогосподарських земель, руйнування зрошувальної інфраструктури та деградація заплавних екосистем, створюють умови, що вимагають багаторівневого моніторингу з точним просторовим відображенням.

За таких умов інтеграція геодезичних вимірювань і супутникових даних дозволяє здійснювати не лише ретроспективний аналіз подій, а і моделювання сценаріїв подальших змін, оцінку потенціалу відновлення та оптимізації землекористування. Поєднання геодезичних і супутникових даних створює основу для прийняття стратегічно обґрунтованих рішень у сферах просторового планування, екологічної та продовольчої безпеки, відновлення земельного потенціалу. Отже, дослідження, спрямовані на використання геодезичних методів і дистанційного зондування Землі для виявлення та аналізу наслідків воєнних дій, є надзвичайно актуальними як у науковому, так і в практичному вимірах, оскільки забезпечують надійний аналітичний інструментарій для оцінки впливу збройного конфлікту на територіальні системи, зокрема землекористування, і слугують базою для розробки комплексних заходів із відновлення, репланування та підвищення стійкості постраждалих територій.

У сучасній науковій літературі дедалі більше уваги приділяється ролі геопросторових технологій у дослідженні трансформацій землекористування, особливо в умовах надзвичайних ситуацій та збройних конфліктів. Актуальність такого напряму зумовлена потребою в оперативному, достовірному та науково обґрунтованому оцінюванні змін земної поверхні, спричинених військовими діями, задля прийняття ефективних управлінських рішень у сфері планування, моніторингу і відновлення територій, де геодезичні методи та дистанційне зондування Землі розглядаються як ключові інструменти фіксації, аналізу і просторової візуалізації змін у структурі та функціонуванні систем землекористування. Застосування GNSS-спостережень, лазерного сканування (LiDAR), дрон-зйомки, цифрових моделей рельєфу, супутникової фотограмметрії та радіолокаційного зондування (SAR) забезпечує високоточне виявлення змін у конфігурації земної поверхні, зокрема осідань, деформацій, слідів техніки, зруйнованої інфраструктури. Паралельно із геодезичними підходами активно розвиваються методи супутникового моніторингу на основі даних Sentinel, Landsat, PlanetScope, що дозволяють оперативно виявляти наслідки бойових дій для землекористування.

У вітчизняних дослідженнях, зокрема Борового В.О., Букши І.Ф., Бурачека В.Г., Зацерковного В.І., Калинича І.В, Лазоренко Н.Ю., Маланчук М.С., Шевчука С.М., Четверікова Б.В. та інших, наголошується на ефективності використання даних ДЗЗ та геодезичних спостережень для просторового аналізу стану земель, оцінки ступеня порушення угідь, втрат посівних площ, виявлення деградованих ділянок, а також планування заходів із реконструкції постраждалих територій, які у своїх працях також підкреслюють важливість формування комплексної системи моніторингу змін землекористування із використанням багаторівневих джерел даних.

На міжнародному рівні суттєвий внесок у розвиток практики дистанційного зондування Землі, моніторингу землекористування та оцінки наслідків збройних конфліктів здійснюють провідні міжнародні інституції, зокрема FAO, UNDP, UNECE та Copernicus Emergency Management Service (EMS), у звітах яких акцентується на необхідності використання супутникових технологій для фіксації втрат земельних ресурсів, аналізу динаміки землекористування у зоні конфлікту, розробки карт ризику, а також формування стратегії постконфліктного управління простором. Водночас, попри наявність значного масиву прикладних і аналітичних напрацювань, сучасні наукові дослідження все ще потребують комплексних міждисциплінарних досліджень, що інтегрують геодезичні, геоінформаційні та управлінські аспекти трансформації систем землекористування в умовах збройного конфлікту. Актуальною залишається потреба у формуванні уніфікованих підходів до збору, обробки та інтерпретації геопросторових даних, їх легалізації у процесах фіксації збитків та стратегічного планування використання земель після війни, що є важливою передумовою для модернізації системи землекористування України та її узгодження з міжнародними стандартами сталого розвитку і безпечного просторового управління.

Формулювання цілей статті

Метою статті є обґрунтування теоретичних засад і практичного потенціалу застосування геодезичних методів та дистанційного зондування Землі для виявлення, моніторингу та просторово-часового аналізу наслідків воєнних дій у структурі землекористування.

Виклад основного матеріалу дослідження

Загальний земельний фонд України складає близько 60,4 млн гектарів, що визначає виняткову роль земельного ресурсу в формуванні продовольчої безпеки, економічної стабільності та забезпеченні екологічної рівноваги на національному рівні. Земельний фонд має надзвичайно високий природний потенціал, зокрема завдяки

поширенню родючих ґрунтів насамперед чорноземів та сприятливим агрокліматичним умовам, що дозволяють вести інтенсивне сільське господарство. Однак із початком повномасштабної війни земельний ресурс зазнав безпрецедентного за масштабами та характером впливу, що спричинив як фізичну деградацію територій, так і глибокі функціонально-структурні зміни у системі землекористування або повної неможливості використання [5]. Із врахуванням негативних наслідків воєнних дій майже 30% території України наразі є недоступними через активні бойові дії або забруднення вибухонебезпечними предметами, включаючи міни, нерозірвані снаряди, касетні боєприпаси та залишки важкої техніки. Такий стан речей зумовлює обмеження доступу не лише для населення, а і для землевласників, аграріїв, екологічних інспекцій, науковців та служб цивільного захисту, унеможливлюючи проведення польових обстежень, ведення сільськогосподарських робіт, оновлення кадастрової інформації та впровадження програм відновлення територій. Найбільших втрат зазнали Донецька (100% території), Луганська (100%), Херсонська (93%), Запорізька (91%) та Харківська (45%) області (рис. 1), де за даними супутникового моніторингу та польових спостережень, станом на травень 2024 р. понад третина (34%) лісів та лісовкритих територій, а також понад чверть сільськогосподарських земель (26,5% ріллі та перелогів, 26,8% сіножатей і пасовищ) залишаються недоступними для ведення господарської діяльності [4].

Рис. 1. Карта територій постраждалих від воєнних дій [4]

Такі просторові обмеження не лише унеможливлюють раціональне використання земельного фонду, а й свідчать про масштабну трансформацію систем землекористування, зумовлену збройним конфліктом, де воєнні дії спричиняють комплексні та взаємопов'язані зміни, що охоплюють фізичну, правову, економічну та екологічну складові земельних відносин. На територіях активних бойових дій зафіксовано фізичне руйнування інфраструктури, зокрема іригаційних систем, сільськогосподарських об'єктів, шляхів доступу до полів, що призводить до дефрагментації агроландшафтів та деградації традиційних схем землекористування, а мінування територій, забруднення важкими металами, нафтовими продуктами та залишками боєприпасів створюють довготривалі обмеження щодо безпечного використання земель. Таким чином, значна частина сільськогосподарських угідь, зокрема родючих чорноземів південних та східних регіонів, вибула з обігу або функціонує в умовах високого ризику для аграріїв, оскільки ці території потребують або повного розмінування, або рекультивації, що вимагає часу, ресурсів та наукового супроводу. Крім того, спостерігаються і соціально-інституційні зміни, що спричинені масовим переміщенням населення, порушенням структури власності та землекористування, зменшенням обсягів обробітку земель у приватному секторі, порушенням ведення земельного кадастру, а у багатьох громадах тимчасово втрачено контроль над земельними ресурсами, що створює юридичну невизначеність і підвищує ризики самовільного зайняття земель або несанкціонованої зміни їх цільового призначення.

У географічному аспекті трансформації землекористування проявляються у зміні конфігурації територіальних структур, зокрема зникненні або значному скороченні сільськогосподарських масивів, появі нових ландшафтних утворень (воронки, окопи, тимчасові техногенні об'єкти), зміні лінії водних тіл (через руйнування гідротехнічних споруд). В умовах повномасштабної війни втрачається керованість землекористуванням як системою, що потребує як стратегічної адаптації, так і просторово-технічного інструментарію для виявлення, аналізу та прогнозування змін, де оцінка таких трансформацій потребує застосування високоточних геопросторових технологій, насамперед методів дистанційного зондування Землі та сучасної геодезії, які забезпечують регулярне, незалежне й масштабне спостереження за станом територій. Дані супутникових знімків, цифрових моделей рельєфу, індексів рослинності, аналізу теплових аномалій дають змогу виявити зони порушень, класифікувати типи трансформацій та здійснювати постконфліктний аудит стану земель. Своєю чергою, інтеграція ДЗЗ і геодезичних даних в системи моніторингу землекористування є основою для розробки ефективної політики відновлення територій, планування використання ресурсів і запобігання вторинній деградації земельного фонду.

Нині методи геодезичних вимірювань та дистанційного зондування Землі набули особливої актуальності як ефективні інструменти фіксації змін земної поверхні, просторової організації землекористування та стану інфраструктурних об'єктів [7]. Така актуальність зумовила інтенсивний розвиток технологічної бази геодезії, яка постійно вдосконалюється у відповідь на потреби точного і оперативного збору просторових даних та базується на використанні високоточних інструментів та цифрових технологій, що дозволяють здійснювати прецизійні вимірювання в реальному часі (рис. 2).

Одним із ключових напрямів є застосування глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), зокрема GPS, Galileo та GLONASS, які забезпечують визначення координат із точністю до кількох сантиметрів. Такий метод широко застосовується для контролю лінійних і площинних деформацій, моніторингу інженерних споруд, меж землекористування та відновлення кадастрових даних.

Іншим важливим методом є лазерне сканування (LiDAR), що дозволяє отримувати детальні тривимірні моделі поверхні з високою щільністю точок. LiDAR забезпечує точну фіксацію дрібномасштабних змін рельєфу, зокрема деформацій, вирв, техногенних насипів або окопних систем, які у поєднанні з геоприв'язаними даними є цінним джере-

лом для аналізу змін топографії та просторової структури землекористування. Метод цифрової фотограмметрії, що базується на обробці аерофото- або дрон-знімків, використовується для створення ортофотопланів, 3D-реконструкцій територій, а також для актуалізації кадастрових планів і документування пошкоджень інфраструктури.

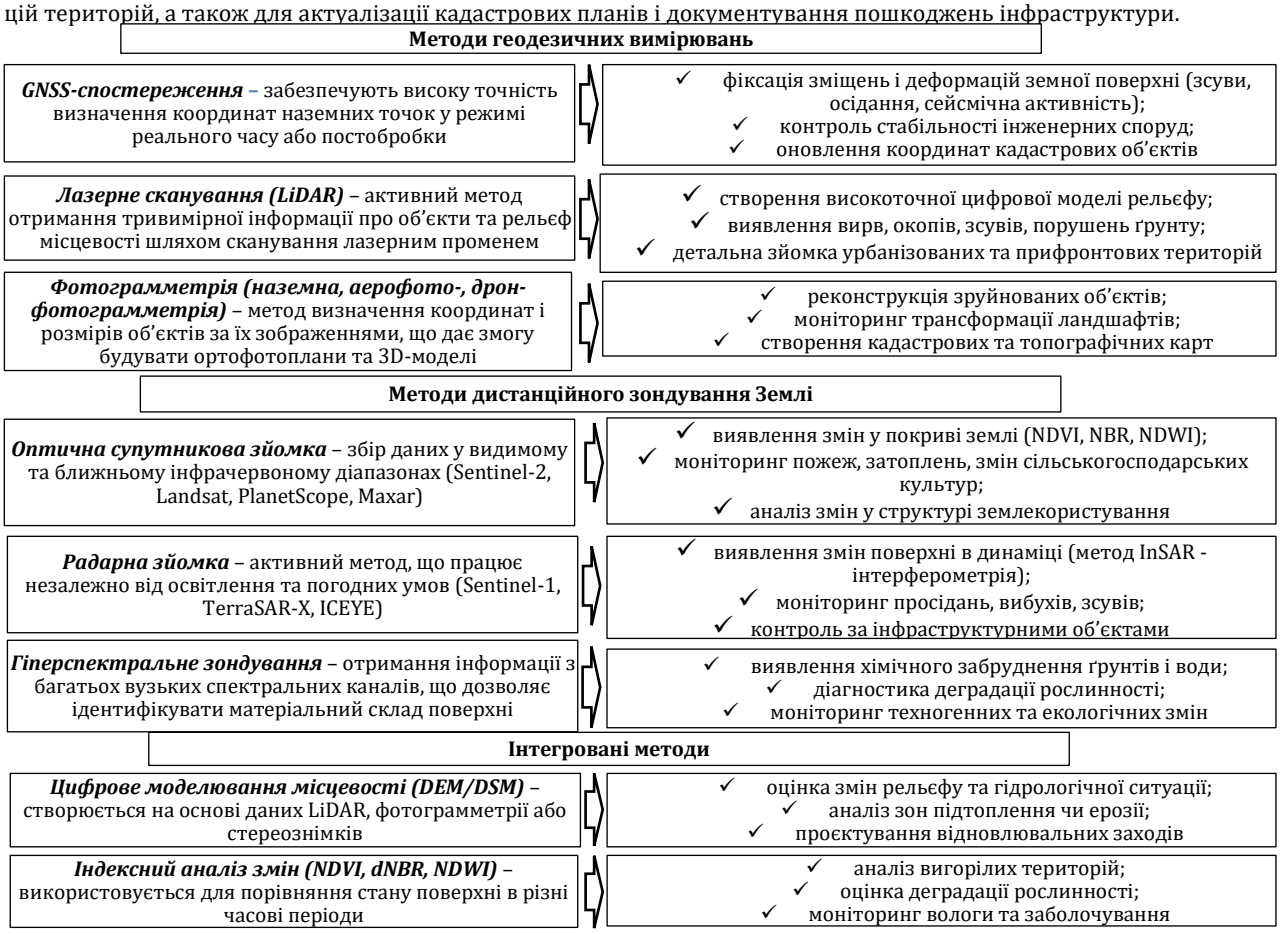

Рис. 2. Застосування геодезичних методів та дистанційного зондування. *Джерело: побудовано за даними [2; 3; 7].*

Методи дистанційного зондування Землі класифікуються на пасивні (оптичні), що реєструють відбите або випромінене природне електромагнітне випромінювання, та активні (радарні), які ґрунтуються на випромінюванні власного сигналу і аналізі його відбиття від об'єктів земної поверхні. Оптична супутникова зйомка (Sentinel-2, Landsat-8/9, PlanetScope) забезпечує багатоспектральні зображення середньої та високої роздільної здатності, що дозволяють здійснювати моніторинг рослинного покриву, водного балансу, вигорілих або деградованих територій, а також виявляти зміни землекористування. Індексний аналіз (NDVI, dNBR, NDWI) широко використовується для оцінки стану рослинності, вологості ґрунту, виявлення зон пожеж або підтоплень. Активні методи, зокрема синтезована апертурна радарна зйомка (SAR) (Sentinel-1, ICEYE), забезпечують незалежність від погодних умов і освітлення, що критично важливо в кризових ситуаціях, де SAR-дані дозволяють фіксувати деформації поверхні (зсуви, осідання, вибухи), оцінювати ступінь руйнувань інфраструктури, виявляти зміни на урбанізованих та важкодоступних територіях. Технологія інтерферометрії (InSAR) забезпечує просторово-часовий аналіз міліметрових зсувів поверхні, що особливо цінно для раннього попередження геодинамічних ризиків. Також дедалі більшого поширення набувають гіперспектральні методи ДЗЗ, що дають змогу з високою точністю ідентифікувати матеріальний склад поверхні, оцінювати ступінь забруднення ґрунтів, виявляти залишки вибухових речовин або хімічних компонентів.

Ефективність аналізу змін земної поверхні та стану інфраструктурних об'єктів суттєво зростає за умови комплексного застосування геодезичних методів та даних дистанційного зондування Землі. Поєднання даних із різних джерел дозволяє синхронізувати результати просторових спостережень із високоточними польовими геоданими, що забезпечує глибше розуміння характеру та динаміки трансформацій навколишнього середовища [8]. Такий підхід особливо актуальний в умовах війни, коли значна частина територій залишається забрудненою вибухонебезпечними предметами чи фізично недоступною для проведення традиційних наземних обстежень.

Комплексне використання геодезичних та ДЗЗ-технологій забезпечує високий рівень точності, оперативності та просторової деталізації, що є критично важливим для оцінки масштабів руйнувань, моделювання наслідків як природних, так і техногенних катастроф, а також для планування заходів з відновлення постраждалих територій. Наземні прецизійні вимірювання у поєднанні з супутниковими та аерознімальними матеріалами дозволяють формувати інтегровану картину просторових змін, виявляти деформації рельєфу, порушення структури забудови, зміни земного покриву та меж землекористування в режимі реального або близького до реального часу. Застосування таких методологічних підходів значно підвищує ефективність процесів управління територіями, зокрема шляхом актуалізації кадастрової інформації, виявлення зон потенційного ризику, оптимізації функціонального землекористування та формування обґрунтованих рішень у сфері просторового планування. Тому, синергія геодезії та ДЗЗ є фундаментальною передумовою для сталого розвитку, відбудови та безпечної трансформації територій у післякризовий період.

За масштабних руйнувань, спричинених війною, виникає нагальна потреба у створенні цілісної, інтегрованої національної системи просторового моніторингу, спроможної оперативно забезпечувати органи державної влади, органи місцевого самоврядування та фахові інституції достовірною геопросторовою інформацією для прийняття рішень у сфері відновлення, планування та управління земельними ресурсами. З огляду на виклики, що постали перед

державою у постконфліктний період, доцільно сформулювати такі пропозиції:

1. Інституційне зміцнення системи просторового моніторингу, що передбачає створення єдиного координаційного центру або міжвідомчої платформи, відповідальної за стандартизацію, інтеграцію та аналіз геоданих, зібраних з різних джерел (геодезичних, супутникових, безпілотних тощо).
2. Забезпечення відкритого доступу до геоінформації для зацікавлених сторін (громад, науковців, бізнесу) з урахуванням національної безпеки, що сприятиме прозорості процесів планування відновлення територій та підвищенню рівня громадської участі.
3. Розвиток технічної інфраструктури збору та обробки даних, зокрема розширення мережі GNSS-станцій, модернізація національного геопорталу, впровадження автоматизованих систем моніторингу змін у землекористуванні з використанням штучного інтелекту та машинного навчання.
4. Поглиблення співпраці з міжнародними партнерами, включно з використанням супутникових знімків високої роздільності від програм Copernicus, Landsat, WorldView та ін., для оцінки пошкоджень, ведення кадастрового обліку та розробки стратегій сталого відновлення.
5. Запровадження системи безперервного навчання фахівців у сфері геоінформаційних технологій, геодезії, землеустрою та дистанційного зондування з метою забезпечення кадрового потенціалу на всіх рівнях реалізації просторової політики.

За таких умов розвиток національної системи просторового моніторингу повинен ґрунтуватися на принципах інтегрованості, відкритості, технологічної інноваційності та орієнтації на потреби відбудови й сталого розвитку, а її ефективне функціонування стане одним із ключових чинників постконфліктного відновлення країни, зміцнення системи державного управління та забезпечення збалансованого використання земельних ресурсів.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Комплексне застосування геодезичних методів та технологій дистанційного зондування Землі набуває критичного значення для забезпечення ефективного просторового моніторингу, особливо в контексті постконфліктної реконструкції та сталого управління земельними ресурсами, де синергія високоточної геодезії та ДЗЗ дозволяє не лише оперативно фіксувати зміни земної поверхні та стан об'єктів інфраструктури, а й формувати цілісну, багатовимірну картину просторових трансформацій на різних рівнях деталізації. Інтеграція даних з різних джерел дає змогу виявляти руйнування, контролювати динаміку відновлення територій, підтримувати актуальність кадастрових реєстрів і приймати обґрунтовані управлінські рішення у сфері землекористування, що важливо у ситуаціях, коли доступ до територій є обмеженим або небезпечним для традиційних польових обстежень.

Для забезпечення довготривалого ефекту і ефективного використання геопросторових даних необхідно розвивати національну систему просторового моніторингу на основі принципів відкритості, технологічної інтеграції та міжвідомчої координації, що має стати основою для формування сучасної політики у сфері просторового розвитку, відновлення територій і раціонального використання земельних ресурсів у постконфліктний період.

Література

1. Геоматика в моніторингу довкілля та оцінці загрозливих ситуацій / Дорожинський О.Л., Бурштинська Х.В., Глотов В.М. та ін.; за ред. Олександра Дорожинського: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. 400 с.
2. Калинич І. В., Гриник Г. Г., Ничвид М. Р. Геодезія: навч. посібник. Ужгород, 2020. 248 с.
3. Міхно П., Лісовенко І., Бушуєв Д., Риженко І. Особливості застосування сучасних геодезичних технологій у будівництві. *Технічні науки та технології*, 2022. №3 (29) С. 198–209. DOI: https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-3(29)-198-209.
4. Николюк О. М., Чміль А. С., Топольницький П. П. Перспективи повернення у господарське використання земельного фонду України. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/Perspektivi-povernennya-u-gospodarske-vikoristannya-zemelnogo-fondu-Ukrai--ni-Policy-brief-2.pdf.
5. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна Л. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. URL: https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii-summary.pdf.
6. Трегуб М. В. Формування просторової інформації для державного земельного кадастру. Д. : НГУ, 2014. 136 с
7. Шевчук С., Домашенко Г., Рожі Т. Сучасні методи геодезичного картографування територій: використання GPS та ГНСС технологій. *Просторовий розвиток*. 2024. №8. С. 506–517. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.506-517.
8. Четверіков Б. В., Калинич І. В. Методика застосування даних дистанційного зондування землі в оцінці наслідків надзвичайних ситуацій. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. 120 с.

References

1. Dorozhynskyi, O. L., Burshtynska, Kh. V., Hlotov, V. M., et al. (2016). Heomatyka v monitorynhu dovkilla ta otsintsi zahrozlyvykh sytuatsii [Geomatics in environmental monitoring and assessment of threatening situations: a monograph]. Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky.
2. Kalynych, I. V., Hrynyk, H. H., & Nychvyd, M. R. (2020). Heodeziia: navch. posibnyk [Geodesy: a study guide]. Uzhhorod.
3. Mikhno, P., Lisovenko, I., Bushuiev, D., & Ryzhenko, I. (2022). Osoblyvosti zastosuvannia suchasnykh heodezychnykh tekhnolohii u budivnytstvi [Features of using modern geodetic technologies in construction]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, no. 3(29), pp. 198–209. https://doi.org/10.25140/2411-5363-2022-3(29)-198-209.
4. Nykoliuk, O. M., Chmil, A. S., & Topolnytskyi, P. P. (2024). Perspektyvy povernennia u hospodarske vykorystannia zemelnoho fondu Ukrainy [Prospects for the return of Ukraine's land fund to economic use]. Available at: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/Perspektivi-povernennya-u-gospodarske-vikoristannya-zemelnogo-fondu-Ukrai--ni-Policy-brief-2.pdf.
5. Splodytel, A., Holubtsov, O., Chumachenko, S., & Sorokina, L. (2023). Vplyv viiny rosii proty Ukrainy na stan ukrainskykh hruntiv. Rezultaty analizu [The impact of Russia's war against Ukraine on the state of Ukrainian soils. Analysis results]. Available at: https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii-summary.pdf.
6. Trehub, M. V. (2014). Formuvannia prostorovoi informatsii dlia derzhavnoho zemelnoho kadastru [Formation of spatial information for the state land register]. NHU.
7. Shevchuk, S., Domashenko, H., & Rozhi, T. (2024). Suchasni metody heodezychnoho kartohrafuvannia terytorii: vykorystannia GPS ta HNSS tekhnolohii [Modern methods of geodetic mapping of territories: using GPS and GNSS technologies]. *Prostorovyi rozvytok*, no. 8, pp. 506–517. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.506-517.
8. Chetverikov, B. V., & Kalynych, I. V. (2022). Metodyka zastosuvannia danykh dystantsiinoho zonduvannia zemli v otsintsi naslidkiv nadzvychainykh sytuatsii [Methodology of using remote sensing data in assessing the consequences of emergency situations]. Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky.

Стаття надійшла до редакції / Received 15.11.2025 Прийнята до друку / Accepted 30.11.2025