

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ**



**ФОРМУВАННЯ СТАЛОГО  
ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ:  
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

**Матеріали IV Міжнародної  
науково-практичної конференції**

*16-17 листопада 2023 року*

Київ 2023

УДК 332.36

Формування сталого землекористування: проблеми та перспективи : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 16-17 листопада 2023 р.). Київ : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2023. 290 с.

Видання містить матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Формування сталого землекористування: проблеми та перспективи». Тематика конференції відображає комплексність, міждисциплінарність і багатовекторність проблем формування сталого землекористування та інноваційних підходів до їх вирішення. У тезах доповідей учасників представлено технічні, організаційні, економічні, екологічні та соціальні засади забезпечення формування сталого землекористування.

Матеріали збірника будуть корисними для фахівців у сфері землеустрою, геодезії, картографії, містобудування, геоінформаційних технологій та ін.

The publication contains materials of the IV International scientific-practical conference "Formation of sustainable land use: problems and prospects". The theme of the conference reflects the complexity, interdisciplinarity and multi-vector nature of the problems of sustainable land use formation and innovative approaches to their solution. The participants' reports present the technical, organizational, economic, environmental and social principles of ensuring the formation of sustainable land use.

The materials of the collection will be useful for specialists in the field of land management, geodesy, cartography, urban planning, geographic information technologies, etc.

Матеріали подано в авторській редакції

Materials are submitted in the author's edition

Рекомендовано до друку вченою радою  
Інституту землекористування Національної академії аграрних наук України  
(протокол № 11 від 23 листопада 2023 р.)

ISBN 978-617-8171-09-4

© Інститут землекористування НААН України, 2023  
The Institute of Land Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 2023

**Нестеренко С.В.**

*к.т.н., доц.*

*Національний університет «Львівська політехніка»*

*м. Львів, Україна*

## **СУПУТНИКОВА РАДІОЛОКАЦІЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ГРЕБЕЛЬ ГЕС УКРАЇНИ**

Моніторинг просторових зміщень і деформацій гребель українських ГЕС виконується періодично традиційними геодезичними методами: високоточним нівелюванням, GNSS і лінійно-кутовими вимірюваннями. На деяких греблях встановлено системи безперервного відстежування з використанням GNSS-приймачів, роботизованих тахеометрів з автоматичним розпізнаванням відбивачів та геотехнічних сенсорів. Наземний геодезичний моніторинг обмежений невеликою кількістю наземних точок, ускладнений виконанням робіт у несприятливих метеоумовах [1]. Завдяки технології збирання геопросторових даних дистанційними методами знімання зростає рівень точності, оперативності отримання даних. В останні роки методи, що використовують автоматизовану обробку даних, ефективно показали покращення продуктивності обробки зображень SAR, а їхня точність навіть перевищує традиційні геодезичні методи [2]. Застосування технології InSAR дозволяє оцінити досліджуваний об'єкт в динаміці, надаючи карти зміщень з можливістю дистанційного аналізу даних моніторингу. Крім цього використання супутникової радіолокаційної інтерферометрії з синтезованою апертурою (InSAR) може використовуватися в дослідженнях зсувів земної поверхні глобального, локального або місцевого характеру [3], коли вертикальні і горизонтальні зміни положення мережі точок спричинені гідрометеорологічними, геологічними і гідрологічними чинниками, зокрема наявністю техногенно-навантажених територій тощо.

Важливим питанням є вибір методу опрацювання радіолокаційних знімків для визначення зміщень великих інженерних об'єктів зокрема гідротехнічних споруд. Для отримання суцільного поля деформацій доцільним є застосування методу Differential Interferometry DInSAR (наприклад, [4]), так як DInSAR дає можливість досліджувати великі площинні поверхні, надавати просторову картину деформацій суцільних територій, таким чином підвищуючи безпеку техногенно-навантажених територій, попереджаючи можливість катастрофи. DInSAR – це класичний метод обробки даних.

Застосування методу DInSAR має ряд переваг і особливостей. Цей метод забезпечує дистанційні вимірювання відносно невеликих деформацій значних площ земної поверхні. Це дає можливість виявити зміщення земної поверхні у регіонах, де деформації важко виміряти класичними наземними геодезичними методами та досягти результату з меншими трудозатратами та вартісними показниками. Диференціальний метод має обмеження на урбанізованих територіях з високою забудовою, на заліснених територіях, в засніжених районах. В таких випадках

можуть виникати неоднозначні результати, як зміни у відображенні об'єктів чи зон, поява тіней, перешкоди сигналу [5]. Найважливішим обмеженням DInSAR є втрата когерентності - параметру, який характеризує кореляцію значень основного і допоміжного зображень. Близьке до одиниці значення когерентності вказує на задовільне співвідношення сигнал/шум для інтерференційної картини. За допомогою DInSAR можна отримати якісні результати, якщо фаза інтерферометричного сигналу задовільна для отримання надійних оцінок деформації. Пікселі, які задовольняють цю умову, часто називають когерентними пікселями або PS [4].

Результати досліджень, виконані на різних греблях у різних регіонах світу, показали, що при оцінці вразливості гребель рухи конструкцій можна спостерігати за допомогою методів супутникової SAR-інтерферометрії, тривалий моніторинг гребель методом DInSAR дозволяє досягти результатів у визначенні точності деформацій на рівні з наземними геодезичними методами. Безумовно ефективність цього методу підвищується при моніторингу повільних у часі деформацій та при комплексному опрацюванні з результатами наземних геодезичних вимірів. Однак, недоліком цього методу є залежність достовірності результатів від метеоумов.

З посиленням військових дій на території України застосування технології дистанційного зондування InSAR стає стратегічно важливим джерелом інформації щодо техногенних загроз для об'єктів критичної інфраструктури, зокрема енергетичних об'єктів і гідротехнічних споруд.

#### Список використаних джерел

1. Combination of GNSS, satellite InSAR, and GBInSAR remote sensing monitoring to improve the understanding of a large landslide in high alpine environment / T. Carlà et al. *Geomorphology*. 2019. Vol. 335. P. 62–75.
2. Synthetic Aperture Radar image analysis based on deep learning: A review of a decade of research / A. Passah et al. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2023. Vol. 123. P. 106305.
3. Colesanti C., Wasowski J. Investigating landslides with space-borne Synthetic Aperture Radar (SAR) interferometry. *Engineering Geology*. 2006. Vol. 88, no. 3-4. P. 173–199.
4. Spaceborne Differential SAR Interferometry: Data Analysis Tools for Deformation Measurement / M. Crosetto et al. *Remote Sensing*. 2011. Vol. 3, no. 2. P. 305–318.
5. Multi-sensor advanced DInSAR monitoring of very slow landslides: The Tena Valley case study (Central Spanish Pyrenees) / G. Herrera et al. *Remote Sensing of Environment*. 2013. Vol. 128. P. 31–43.

#### Satellite radar for researching hydroelectric dams of Ukraine

*Abstract. The necessity of using InSAR satellite radar technology to identify man-made threats to critical infrastructure facilities, in particular energy facilities and hydrotechnical structures of Ukraine, has been revealed. It is noted that the monitoring of spatial displacements and deformations of such objects is performed periodically by traditional geodetic methods, such as high-precision leveling, GNSS, and linear-angular measurements. In order to obtain reliable results of geodetic measurements under conditions of extreme operation, complex processing of remote sensing data of*

*deformations of DInSAR objects with data of land-based stationary systems of continuous tracking of displacements is proposed.*