

УДК 528.088.2

**ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ
ПОВЕРХНІ МЕТОДОМ DINSAR
ASSESSMENT OF THE ACCURACY OF DETERMINATION OF
DEFORMATIONS OF THE EARTH'S SURFACE BY THE DINSAR
METHOD**

К.т.н., доцент С.В. Нестеренко

PhD, Associate Professor S.V. Nesterenko

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Структурна схема автотранспортного процесу містить підсистеми взаємозв'язків між елементами. Підсистема «зовнішнє середовище - дорога» вивчає вплив різних чинників зовнішнього середовища на функціонування доріг та їхню довговічність [1]. В геодезії існує багато різних геодезичних методів виявлення та прогнозування деформацій автомобільних шляхів, прогнозування та попередження руйнування.

Розвиток дистанційних методів досліджень та ГІС доповнюють можливості спостережень. Супутникова радіолокація стала ефективним інструментом для відстеження стабільності інженерних споруд автодорожньої інфраструктури. Технології InSAR дозволяють визначати зміщення як і окремих стійких точок, положення яких контролюється наземними методами, так і цілих територій без виїзду на місцевість. Одним із ефективних методів визначення деформаційних процесів на ділянці є диференціальний інтерферометричний метод DInSAR [2]. Зсуви зони інтересу на космічному зображенні визначаються попіксельно між двома радарними знімками. Різниця висот між пікселями двох зображень пропорційна інтерферометричній зміні фаз між двома спостереженнями SAR.

Побудова карт деформацій може здійснюватися відносно опорного зображення (master), початкового на загальний період вимірювання, або першого для кожної послідовної пари знімків шляхом сумування результатів. Порівняння діаграм часових серій зміщення пікселів показало ідентичність трендових ліній зміщень, але відмінність у кількісних показниках (рис. 1).

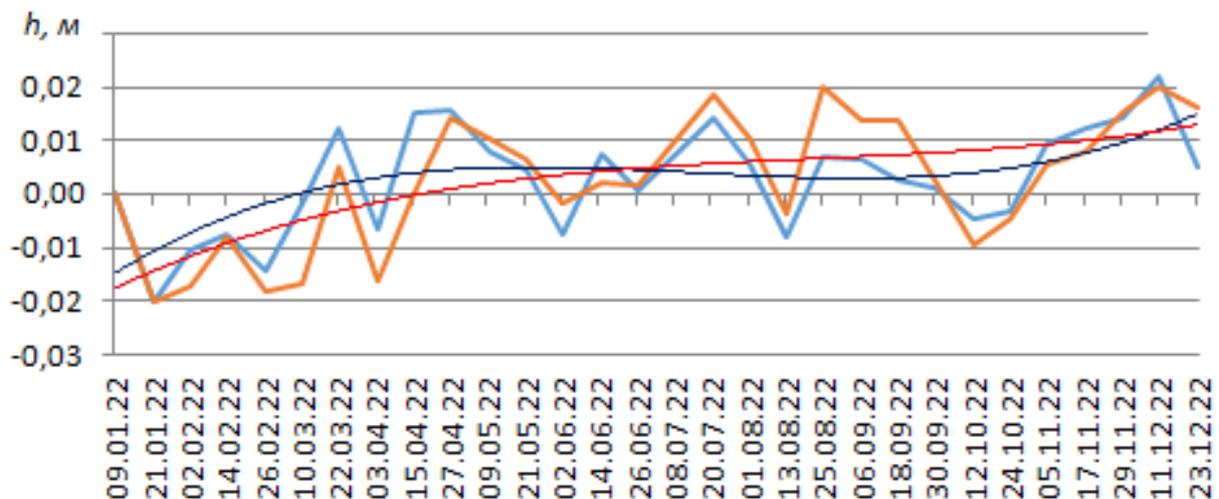


Рис. 1. Діаграма часової серії вертикального зміщення одного пікселя, визначеного методом диференціальної інтерферометрії DInSAR

Згідно графіку максимальні відхилення протягом 2022 року становлять 15 мм, що для інтерферометрії з субміліметровою точністю є дуже грубим показником.

Для визначення факторів, що впливають на точність результатів, необхідно проаналізувати алгоритмічні кроки виконання обчислень і виділити умови обробки для отримання якісних результатів.

На етапі корегістації (вирівнювання обох продуктів з субпіксельною точністю) обов'язковою умовою для якісної інтерферометричної обробки є вибір знімків з однією геометричною рамкою, треки супутників повинні співпадати. При застосуванні в корегістації Back–Geocoding порядок знімків master (опорного) – slave (порівняльного) дуже важливий, оскільки цей інструмент використовує зворотнє геокодування для перетворення координат пікселів зображення в географічні координати на основі орбітальної інформації супутника та моделі земної поверхні. Зміна порядку зображень призведе до зміни напрямку деформацій.

Якісні результати при формуванні диференціальної інтерферограми отримуємо за умови, що атмосферні, топографічні й інші шуми будуть мінімальними, тому доцільно вибирати знімки, отримані в сухий сезон із задовільними атмосферними показниками. Якщо опрацювання ряду космічних знімків відбувається відносно master-зображення, то вилучення даних за періоди з рясними опадами не вплинуть на загальний часовий ряд. Але в другому варіанті при опрацюванні сусідніх знімків неможливо відкинути непридатний матеріал, отже, помилка вимірювань буде накопичуватися.

На результати вимірювань впливає когерентність між master і slave знімками, що оцінюється як показник якості фазової інформації. Низька когерентність може бути спричинена часовими або геометричними помилками (неточності в метаданих орбіти) та помилками об'ємної декореляції (відбивні здатності об'ємних, складних структур) [3]. До того ж потрібно враховувати, що метод DInSAR передбачає дослідження не окремої точки, а пікселів, розміри яких залежать від роздільної здатності знімків.

Отже, технологія радіохвильового сканування методом диференціальної інтерферометрії DInSAR – це сучасний і дуже прогресивний спосіб моніторингу деформацій земної поверхні, в тому числі автомобільних шляхів. Дотримуючись правильності технології виконання обробки даних, диференціальну інтерферометрію можна використовувати для отримання надійних оцінок деформації.

Список використаних джерел

1. Степура В., Белятинський А., Кужель Н. 1. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів. К., 2013. 204 с.
2. Tretyak K., Nesterenko S., Bisovetskyi Yu. Complex InSAR radar image processing, GNSS, and TPS measurements to determine the Kaniv HPP dam deformations Applied Geomatics. 2023. URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3426456/v1>
3. Braun, A., Veci, L. Sentinel-1 Toolbox. Interferometry Tutorial. 2021. 25 s. URL: https://step.esa.int/docs/tutorials/S1TBX%20TOPSAR%20Interferometry%20with%20Sentinel-1%20Tutorial_v2.pdf.