

ВІДГУК

**офіційного опонента Четверікова Бориса Володимировича
на дисертаційну роботу Дорош Любові Ігорівни представлену на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 –
геодезія, фотограмметрія та картографія**

**Тема дисертації «Моніторинг техногенно-небезпечних об'єктів засобами
радіолокаційної інтерферометрії»**

Дисертаційна робота Дорош Л.І. складається із анотації, вступу, 3-х розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації – 141 сторінка, в тому числі: 12 сторінок списку використаних джерел із 120 найменувань, 56 рисунків, 13 таблиць.

Актуальність теми дисертації

Вивчення рухів земної поверхні відіграє важливу роль у вирішенні найважливішої прикладної проблеми – запобігання природно технічних катастроф на техногенно-навантажених об'єктах. До таких об'єктів можна віднести території підприємств з видобутку корисних копалин (користування надрами), території АЕС і ГЕС, ключові транспортні елементи (тунелі, мости), екологічно небезпечні підприємства, деякі оборонні об'єкти тощо.

Небезпечні геологічні процеси такі як зсуви, карстові явища, спричинені антропогенною діяльністю, насамперед видобутком корисних копалин, що призводить у свою чергу до провалів земної поверхні, руйнування будівель та комунікацій, зміни водоносних горизонтів тощо. Моніторинг таких явищ має велике значення для своєчасного запобігання їхнього руйнування або своєчасного сигналу про настання аварійної ситуації. Спостереження за деформаціями земної поверхні та приповерхневих об'єктів можна здійснювати шляхом геодезичних, геотехнічних, геологічних та геофізичних методів.

З розвитком дистанційного зондування Землі, зокрема використання радіолокаційних систем, у світовій практиці почали впроваджувати нові методи дослідження техногенно-небезпечних об'єктів. Однак через значну вартість радіолокаційних зображень в Україні ці методи розвиваються слабо. Проривом стали 2014 та 2016 роки, коли було запущено космічні апарати Sentinel 1A і 1B Європейського космічного агентства. Зображення із цих космічних апаратів є у вільному доступі і їх використовують для розв'язання різноманітних тематичних завдань. Власне такі знімки використано у дисертаційній роботі.

Очевидно, що тематика роботи є актуальною, оскільки для моніторингу небезпечних явищ та процесів рекомендується використовувати надзвичайно потужний засіб – радіолокаційну інтерферометрію.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, відповідають вимогам до такого роду досліджень. Достовірність наукових положень та отриманих результатів у дисертації забезпечена:

- аналізом наукових праць вітчизняних та зарубіжних науковців щодо застосування радіолокаційної інтерферометрії для розв'язання інженерно-геодезичних завдань, а також використанням широкої джерельної бази за темою дисертації;
- конкретною постановкою та професійним вирішенням автором низки поставлених завдань, що сприяло реалізації поставленої мети та отримання результатів;
- використання методів радіолокаційної інтерферометрії та порівнянням результатів опрацювання;
- відповідністю предметної спрямованості дисертаційного дослідження паспорту наукової спеціальності 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія та назві роботи;
- достовірністю наукових досліджень, рішень та висновків, що підтверджуються експериментальними результатами, конкретність яких забезпечена опрацюванням великого обсягу теоретичного та практичного матеріалу.

Враховуючи вище перелічене, можна стверджувати, що наукові положення, висновки та рекомендації мають достатній ступінь обґрунтованості, а отримані автором результати досліджень є основою для впровадження радіолокаційної інтерферометрії для моніторингу за деформаціями земної поверхні.

Наукова новизна одержаних результатів

Наукову новизну результатів досліджень дисертанта можна коротко сформулювати такими пунктами:

- проведено аналіз методів постійних розсіювачів радіолокаційного сигналу (PS) та серії малих базисних ліній (SBAS) для опрацювання радіолокаційних інтерферограм;
- запропоновано комплексну методику опрацювання радіолокаційних даних для моніторингу техногенно-небезпечних об'єктів;
- досліджено точність радіолокаційних вимірювань для об'єктів із різним типом підстильної поверхні;
- обґрунтовано використання технології радіолокаційної інтерферометрії для прогнозування техногенних катастроф.

Враховуючи сказане, можемо стверджувати, що одержані результати є належно обґрунтованими, достовірними та апробованими, мають наукову новизну та практичну цінність.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях

Дисертаційна робота Дорош Л.І. є логічно структурованою, відповідає меті та завданням дослідження, забезпечує повне й пропорційне висвітлення отриманих результатів. Робота є завершеним науковим дослідженням, яке достатньо повно висвітлено у відповідних дисертації та опублікованих наукових працях.

Основні положення та результати досліджень за темою дисертації опубліковані у 9 працях. З них одна – у науковому неперіодичному виданні іншої держави (Польща); дві – у наукових періодичних виданнях іншої держави, які включено до міжнародної наукометричної бази Scopus, одна – в науковому фаховому виданні України та п'яти – у збірниках матеріалів конференцій.

Щодо *оцінки змісту автореферату* дисертації, то він загалом розкриває мету та завдання дослідження, однак основні результати роботи в дисертаційній роботі викладені повніше. Автореферат підготовлений відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України. Його текст є ідентичним за змістом з основними положеннями, висновками та рекомендаціями, що містяться у дисертації, викладений на належному рівні технічною мовою. Якість оформлення автореферату свідчить про достатню підготовку авторки.

Зміст завершеність та практичне значення дослідження

Дисертаційна робота містить цінні з науково-практичного погляду положення та результати, які сприяють впровадженню новітньої технології – радіолокаційна інтерферометрія для визначення нетипових зрушень земної поверхні на техногенно-небезпечних об'єктах.

У *першому розділі* роботи обґрунтовано необхідність проведення моніторингу за деформаціями земної поверхні на техногенно-небезпечних об'єктах та об'єктах інфраструктури. Розглянуто наявний світовий досвід застосування радіолокаційних даних в інженерно-геодезичній галузі. Опрацьовано та доповнено схему застосування радіолокаційних систем для вирішення інженерно-геодезичних завдань. Авторка вважає за необхідність застосовувати радіолокаційну інтерферометрію на постійній основі під час проведення інженерно-геодезичних робіт на техногенно навантажених територіях для підвищення оперативності, зменшення матеріальних та трудових витрат.

Другий розділ роботи присвячений теоретичним положенням формування радіолокаційних знімків. Висвітлено основні принципи функціонування радіолокаційних систем та їхні характеристики. Виконано аналіз джерел спотворень радіолокаційних знімків, причини їхнього виникнення та шляхи зменшення їхнього впливу на результати досліджень. Представлено основні етапи опрацювання радіолокаційних знімків та прийняті методи для їхньої реалізації. Виконано порівняльний аналіз методів постійних відбивачів (PS) та малих базисних ліній (SBAS) для опрацювання радіолокаційних знімків. Одним із найважливіших положень розділу є запропонована комплексна методика опрацювання радіолокаційних даних для моніторингу об'єктів техногенно-небезпечного характеру. Розділ добре ілюстрований.

У **третьому розділі** безпосередньо наведено експериментальні дослідження методів радіолокаційної інтерферометрії. Відображені результати виконаного опрацювання радіолокаційних знімків методом PS та SBAS на територію шахтного поля «Хотінь» та методом PS на територію Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Апробовано комплексну методику опрацювання радіолокаційних знімків на територію техногенно-небезпечного об'єкту – шахтного поля «Хотінь», Івано-Франківська область, Україна. Виконано порівняльний аналіз результатів спостережень високоточним геометричним нівелюванням та радіолокаційною інтерферометрією на територію шахтного поля «Хотінь». З аналізу геодезичних досліджень попередніх років та серії вимірювань XI.2017 р. побудовано мульди осідання. Досліджено точність радіолокаційних вимірювань в залежності від типу підстильної поверхні знімання. Встановлено точність визначення деформацій будівлі шляхом порівняльного аналізу даних радіолокаційної інтерферометрії з даними перманентної станції FRKV, що входить до мережі перманентних станцій System Solution. Заслужує уваги об'єм опрацьованих пар радіолокаційних знімків та ілюстрації до даного розділу.

Висновки по розділах і загальні складені чітко та добре відображають всі позитивні положення дисертації.

Дисертаційне дослідження, крім наукової, має і практичну цінність. Використання технології радіолокаційної інтерферометрії для моніторингу території дозволяє визначити небезпечні ділянки, в яких спостерігаються нетипові деформації земної поверхні. Застосування даної новітньої технології надає можливість оперативно та з високою валідністю визначати відхилення параметрів об'єктів, водночас мінімізувати затрати часу і коштів, а також забезпечує можливість швидкого збирання картографічної інформації. Запропонована комплексна методика опрацювання радіолокаційних даних, дозволяє отримувати суміщену схему визначення вертикальних зміщень на ділянці дослідження для різних типів підстильної поверхні.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що запропоновані методика, рекомендації можуть бути використані як і науковцями так і спеціалістами галузі народного господарства «Геологія і розвідка надр, геодезична і гідрометеорологічна служби».

Результати досліджень можуть бути впроваджені в навчальний процес для студентів за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій».

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

На основі вивчення та аналізу дисертаційної роботи Дорош Любові Ігорівни, окрім зазначених позитивних сторін роботи, слід звернути увагу на окремі недоліки та зауваження, а саме:

1. В тексті дисертаційної роботи відсутня інформація щодо точності визначення вертикальних зміщень за радіолокаційними даними, отриманими із супутника Sentinel-1 для порівняння і обґрунтування отриманих результатів.
2. З тексту дисертації невідомо чи у вітчизняній або закордонній практиці вже були випадки застосування комплексного поєднання методів PS та SBAS чи це є комплексна методика запропонована вперше дисертанткою.
3. При використанні методів PS та SBAS вказано тільки загальний період на який отримані знімки з супутника Sentinel-1 (03.04.2016 р. - 31.10.2017 р.), натомість немає інформації через які саме періоди ці знімки отримано. Окрім цього, на рис. 3.9 і 3.10 кінцева дата знімання вказана 01.10.2018р.

Загальний висновок

У цілому дисертація Дорош Любові Ігорівни на тему «Моніторинг техногенно-небезпечних об'єктів засобами радіолокаційної інтерферометрії» є актуальним, та своєчасним дослідженням, завершеною науковою працею, в якій отримано обґрунтовані результати. Робота виконана на високому науково-методичному рівні. Матеріали подано логічно з використанням сучасних методів наукового пізнання. Робота відзначається теоретичною новизною та практичною цінністю.

Обсяг, зміст і оформлення дисертації відповідають вимогам пп. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 серпня 2013 року зі змінами і доповненнями, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України №656 від 30 грудня 2015 року.

Таким чином, на підставі проведеного аналізу, можна зробити висновок, що дисертаційна робота «Моніторинг техногенно-небезпечних об'єктів

засобами радіолокаційної інтерферометрії» за своїм змістом відповідає паспорту наукової спеціальності 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія та назві роботи, а її автор – Дорош Любов Ігорівна – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за означеною спеціальністю.

Офіційний опонент,
кандидат технічних наук, доцент
кафедри фотограмметрії та
геоінформатики Інституту геодезії
НУ "Львівська політехніка"

Б.В. Четверіков

Підпис опонента підтверджено
Вчений секретар
НУ «Львівська політехніка»,
к.т.н., доцент



Р.Б.Брилинський