

ВІДГУК

офіційного опонента

завідувача відділу геотермії та сучасної геодинаміки Інституту геофізики
ім. С.І.Субботіна НАН України, доктора геолого-мінералогічних наук, професора,
член-кореспондента НАН України

Кутаса Романа Івановича

на дисертаційну роботу **Брусаса Івана Віталійовича**

«ОЦІНКА ВПЛИВУ СЕЙСМІЧНОСТІ ТА НЕПРИЛИВНИХ АТМОСФЕРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ДЕФОРМАЦІЇ ЗЕМНОЇ КОРИ ЗА ДАНИМИ ГНСС-ВИМІРІВ»

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 103 «Науки про Землю» (галузь знань 10 «Природничі науки»)

Актуальність теми дисертації. На сьогодні дані супутникових спостережень широко використовуються для вирішення різних наукових і практичних задач, зокрема для оцінки сучасних геодинамічних процесів та моніторингу великих інженерних об'єктів. Ці дослідження базуються на аналізі часових рядів координат ГНСС-станцій, які одержано експериментально. Аналіз часових серій координат мереж ГНСС-станцій дозволяє виявити періоди аномальних зміщень, обумовлених як різними геофізичними факторами, так і умовами спостережень. У часових серіях координат ГНСС-станцій можна виділити тривалі лінійні тренди і короткотривалі нелінійні зміни, спричинені як глибинними геодинамічними і сейсмічними процесами, так і деформаціями земної поверхні під дією приливних чи неприливних навантажень. Отже, виникає потреба у розробці надійних методів спостережень і опрацювання та інтерпретації ГНСС-даних.

В дисертаційній роботі Брусаса запропоновані ефективні методи аналізу даних ГНСС-вимірів і на великому експериментальному матеріалі доведена їх ефективність при дослідженні впливу сейсмічності та неприливних атмосферних навантажень на деформації земної кори.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі вищої геодезії та астрономії Національного університету «Львівська політехніка» і відповідає науковій тематиці кафедри «Моніторинг фізичної поверхні Землі та її атмосфери на основі аналізу результатів сучасних наземних супутникових вимірювань». Дисертація виконана в межах наукових досліджень галузевої науково-дослідної лабораторії «Опрацювання

спутникових вимірів» Навчально-наукового інституту геодезії Національного університету «Львівська політехніка».

Обґрунтованість наукових положень висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Дисертаційна робота І.В.Брусак «Оцінка впливу сейсмічності та неприливних атмосферних навантажень на деформації земної кори за даними ГНСС-вимірів» складається з анотації, вступу, трьох розділів основної частини, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 170 сторінок, у тому числі 124 сторінки основної частини, включаючи 57 рисунків, 15 таблиць та 159 позицій списку літератури.

У **вступі** наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано вибір теми, її актуальність, сформульовано мету, методи і задачі досліджень, охарактеризовано основні наукові результати та їх новизну, визначено наукові досягнення дисертанта, а також надано інформацію щодо публікацій, апробації отриманих результатів, обсягу та структури роботи.

У **першому розділі** розглянуто стан досліджень впливу сейсмічних та неприливних атмосферних навантажень на деформації земної кори, проаналізовано особливості методики досліджень, різних факторів впливу на результати ГНСС-вимірів. Розділ складений за результатами аналізу літературних джерел та аналізу автором дисертації впливу геофізичних факторів на часові серії координат ГНСС-станцій на території України і сусідніх держав Карпато-Балканського регіону. Огляд цих досліджень дозволяє виділити дві категорії факторів впливу на часові серії координат ГНСС-станцій. Перша категорія пов'язана з процесами вимірювання, друга — з геофізичними факторами, які деформують земну поверхню (змінність руху полюсів, взаємодію тектонічних плит, сейсмічну активність, приливні та неприливні навантаження).

У **другому розділі** розглянуто вплив неприливних атмосферних навантажень та сейсмічності на регіональну геодинаміку. Досліджено виявлений на території континентальної Європи висотний зсув ГНСС-станцій в кінці грудня 2019 р. Оцінено його територіально-часове поширення, величини та швидкості. Обґрунтовано висновок про його зв'язок з особливостями геологічної будови регіону. Найбільш різкі висотні зміщення виявлено в районі Альп і Карпат.

За даними сейсмологічних спостережень та ГНСС-вимірів досліджено просторово-часові взаємозв'язки між узагальненою сейсмічністю і горизонтальними деформаціями у Карпато-Балканському регіоні. Виявлені зони високої кореляції між сейсмічністю і

горизонтальними деформаціями співпадають з активними тектонічними розломами і зонами субдукції тектонічних плит.

У третьому розділі наведено результати дослідження впливу сейсмічності та неприливних атмосферних навантажень на деформації великих інженерних об'єктів на прикладі Дністровської ГЕС-1. Для виявлення короткотривалих зміщень земної поверхні, дисертантом запропоновано та апробовано метод статистичного аналізу часових серій ГНСС-станцій. Метод може бути використаний при дослідженні обмежених територій, окремих полігонів, промислових об'єктів. В розділі розглянуто сейсмічну активність району розміщення Дністровського енергокомплексу. Район характеризується підвищеною сейсмічною активністю на глибинах 1-3 км. Вогнища землетрусів тяжіють до виділених розломів та контактних зон з різною літологією і структурою порід. Зроблено досить обґрунтований висновок про вплив на сейсмічну активність водонаповнення водосховища. Виявлено також деформацію висотних зміщень ГНСС-станцій, розташованих на різних об'єктах Дністровської ГЕС-1 і за її межами. Зроблено висновок, що аномальні зміщення можуть бути викликані не тільки атмосферними і сейсмічними факторами, але й особливостями будови і динаміки земної кори конкретного регіону.

У висновках наведено основні результати роботи. Достовірність наукових і практичних результатів підтверджується використанням сучасних наукових методів досліджень, узгодженістю теоретичних напрацювань з наявними експериментальними даними, а також апробацією одержаних результатів в опублікованих роботах і на конференціях різного рівня.

Узгодження і висновки, викладені в дисертації досить аргументовані теоретичними розробками і експериментальними даними, що свідчить про належний рівень компетенції та професійної кваліфікації здобувача.

Новизна наукових положень і практичне значення отриманих результатів.

1. Запропоновано метод виявлення короткотривалих зміщень земної поверхні за статистичним аналізом часових рядів зміни координат ГНСС-станцій.

2. Виявлено просторово-часовий розподіл короткотривалих вертикальних деформацій земної поверхні континентальної Європи, обумовлених зміною неприливних атмосферних навантажень.

3. Встановлено диференціацію висотного зсуву ГНСС-станцій, розташованих на різних об'єктах Дністровської ГЕС-1, і оцінено вплив на кінематику ГНСС-станцій геологічної будови території Дністровської ГЕС-1.

4. Встановлено зв'язок між сейсмічністю Дністровської ГЕС-1 та змінами об'єму Дністровського водосховища.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.

Основні положення дисертації опубліковані у 7 наукових працях. Опубліковані праці відповідають пункту 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 6 березня 2019 р., з них: 1 публікація у науковому фаховому виданні України, 2 – у науковому періодичному виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз, 1 публікація у науковому виданні, яке додатково відображає наукову цінність дисертації, та 3 публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації та які додатково відображають наукові результати дисертації».

Результати наукових досліджень, що включені до дисертації, доповідались і обговорювались на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях.

Дискусійні положення, зауваження та пропозиції.

Викладені в дисертації результати дослідження складають позитивне враження. Звичайно, як улюбій великій роботі можливі деякі зауваження з приводу подання матеріалу або її оформлення. Зокрема, на думку рецензента не чітко у вступній частині сформульовані основні завдання (1), не всі позначення і скорочення винесені в перелік умовних позначень і мають відповідне позначення (2), на деяких рисунках немає чіткого розмежування між авторськими напрацюваннями і запозиченими додатками.

Як геофізик, хотів би також звернути увагу на деякі дискусійні питання. Зокрема, в дисертації згідно її назви основна увага приділена дослідженню впливу сейсмічності на деформації земної кори. Але слід зауважити, що сейсмічність є тільки одним із проявів геодинамічних процесів Землі, серед яких можна виділити глобальні, регіональні, локальні, які пов'язані як з направленим термодинамічним розвитком Землі і висхідними або низхідними потоками енергії і речовини, так і різноглибинними неоднорідностями її будови. Питання ролі в розвитку Землі направлених вертикальних і горизонтальних рухів є предметом дискусії геологів і геофізиків не один десяток років. Думаю, що одержані результати за даними супутникових спостережень можуть бути вагомим внеском в розвиток цієї наукової і важливої для практики проблеми. Але це зауваження можна розглядати як побажання здобувачу успіхів в подальшій науковій діяльності.

За результатами опрацювання дисертації порушень академічної доброчесності не виявлено.

Зроблені зауваження не ставлять під сумнів високий рівень виконаних досліджень, їх актуальність, новизну і не знижують загальну позитивну оцінку роботи.

Відповідність змісту анотації основним положенням дисертаційної роботи.

Зміст анотації повністю відображає основні положення дисертаційної роботи та відповідає змісту розділів дисертації, містить основні результати виконаних досліджень і дає змогу достатньо повно оцінити наукову новизну і практичну цінність. Стиль викладення матеріалу у дисертації та анотації відповідає загальноприйнятим вимогам. Анотація оформлена згідно вимог ДАК МОН України.

Висновок про дисертацію в цілому та її відповідність чинним вимогам.

Дисертаційна робота Брусака Івана Віталійовича «Оцінка впливу сейсмічності та неприливних атмосферних навантажень на деформації земної кори за даними ГНСС-вимірів» є завершеною науковою працею, у якій наведені результати конкретних теоретичних досліджень за даними ГНСС-вимірів з метою встановлення їх придатності до вивчення геодинамічних, сейсмічних деформацій земної кори, а також стійкості великих інженерних об'єктів на прикладі Дністровської ГЕС-1.

Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44).

Завідувач відділу геотермії та сучасної геодинаміки,
доктор геолого-мінералогічних наук, професор,
член-кореспондент НАН України
Кутас Роман Іванович

Підпис Р.І.Кутаса засвідчую
заступник директора з наукових досліджень
доктор фізико-математичних наук



О.В.Легостасва