

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н., професора Зацерковного Віталія Івановича на дисертаційну роботу **Савчина Ігоря Романовича «Диференціація кінематики тектонічних структур за даними ГНСС-вимірювань»**, представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія

1. Актуальність дисертації. Інфраструктура мереж перманентних ГНСС-станцій в даний час забезпечує можливість накопичення довготривалих рядів спостережень. Якісне опрацювання та аналіз таких спостережень відкриває широкі можливості дослідження рухів різних тектонічних структур, розроблення та уточнення земних систем координат та їх реалізацій, а також аналізу та оцінювання деформаційних процесів. Проте опрацювання великих масивів зібраних ГНСС-даних вимагає розроблення нових та удосконалення існуючих методів їх опрацювання, аналізу та використання для подальшої інтерпретації та диференціації геодинамічних процесів. Дана дисертаційна робота присвячена розв'язку поставлених актуальних проблем розроблення нових та удосконалення існуючих методів диференціації кінематики тектонічних структур за даними проведених та вільно доступних ГНСС-вимірювань у глобальному, регіональному та локальному масштабах для забезпечення кращого розуміння сучасних геодинамічних процесів.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, їх достовірність. Наукові положення, висновки та рекомендації, представлені в дисертаційній роботі, є експериментально і теоретично обґрунтованими, достовірними та перевіреними. Їх обґрунтування ґрунтується на ретельному теоретичному аналізі досліджених явищ і процесів, у поєднанні з комплексними експериментальними дослідженнями, проведеними на високому професійному рівні, а також через порівняння з іншими методами диференціації кінематики тектонічних плит. Отримані результати не суперечать відомим науковим та методологічним підходам. Сформульовані висновки висвітлені у логічній послідовності до змісту дисертаційної роботи. Вони ґрунтуються на великому обсязі експериментальних відтворюваних результатів та підтверджуються теоретично.

3. Ступінь новизни наукових положень, висновків та рекомендацій. Всі положення і результати, сформульовані автором у пункті «Наукова новизна одержаних результатів», є новими і вперше отримані та описані Савчином І.Р зі співавторами. Зокрема дисертантом:

- Удосконалено методику визначення сучасних ротаційних параметрів тектонічних плит шляхом урахування безперервності та рівномірності розподілу ГНСС-вимірювань упродовж спостережень.
- Уточнено модель сучасних рухів 7-ми великих, 7-ми середніх та 3-х дрібних тектонічних плит за період 2002–2021 років у системі координат ITRF2014/IGS14. Отримані значення характеризуються вищою точністю у порівнянні з відомими моделями.
- Вперше розроблено методику та визначено динамічні параметри основних тектонічних плит на основі даних ГНСС-вимірювань, а також

інформації про товщину та розподіл густини шарів земної кори, отриманої із моделі CRUST1.0.

- Вперше визначено просторово-часові взаємозв'язки між розподілом ротаційних і динамічних параметрів основних тектонічних плит та нерівномірністю обертання Землі.
- Уточнено параметри сучасних геодинамічних процесів в межах Антарктичної тектонічної плити шляхом врахування результатів вимірювань інсталюваної та введеної у дію автором біля Української антарктичної станції «Академік Вернадський» першої української перманентної ГНСС-станції в Антарктиді – ASAV.
- Уточнено параметри сучасних геодинамічних процесів у межах Африканської системи тектонічних плит за період 2002–2021 років шляхом урахування сезонності деформаційних процесів.
- Запропоновано нову кінематичну модель сучасних регіональних природних геодинамічних процесів в межах тектонічного розлому протоки Пенола – каналу Лемера (Антарктида) на основі проведених автором періодичних (сезонних) ГНСС-кампаній.
- Оцінено параметри сучасних локальних техногенних геодинамічних процесів в межах території Дністровської ГАЕС на основі проведених автором періодичних (сезонних) ГНСС-кампаній. Висловлено обґрунтоване припущення, що Дністровський гідроенергетичний комплекс можна вважати одним із об'єктів, де зафіксовано явище наведеної сейсмічності.

4. Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень автором реалізовано три програмних продукти, які дають можливість визначати:

- сучасні значення ротаційних параметрів тектонічних плит на основі даних ГНСС-вимірювань;
- сучасні значення динамічних параметрів тектонічних плит на основі даних ГНСС-вимірювань;
- деформаційні параметри земної кори на основі даних ГНСС-вимірювань.

Отримані результати досліджень можуть бути використані науковими та науково-дослідними організаціями та підприємствами, а також міжнародними службами, які займаються прогнозуванням сучасних геодинамічних процесів, уточненням існуючих та розробленням нових систем координат, а також моніторингом деформаційних процесів.

Результати дисертаційної роботи пов'язані із дослідженням Антарктичної тектонічної плити, а також тектонічного розлому протоки Пенола – каналу Лемера передані Державній установі Національний антарктичний науковий центр МОН України. Результати дисертаційної роботи, пов'язані із дослідженням території Дністровської ГАЕС, передані ТзОВ «Укргідропроект», який є основним проектантом цього об'єкту.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес для студентів II (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій в межах курсу «Космічна геодезія» та за спеціальністю 103 Науки про Землю в межах курсу «Космічна геодезія та геодинаміка». Також

дані результати використовувались в процесі підготовки магістерських кваліфікаційних робіт студентів за ОПП «Космічна геодезія» спеціальності 193 Геодезія та землеустрій.

5. Оцінка змісту та оформлення дисертаційної роботи, її завершеність.

Дисертаційна робота Савчина І.Р. складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків загальним обсягом 250 сторінок, в тому числі 64 рисунки, 17 таблиць та 280 позицій списку використаних літературних джерел.

У вступі (загальний обсяг 1 сторінка) обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету, об'єкт, предмет і основні задачі дослідження, розкрито наукову новизну, теоретичне та практичне значення отриманих результатів, наведено зв'язок роботи із науковими програмами, планами та темами. Також приведений список опублікованих робіт і особистий вклад автора в опублікованих статтях.

У першому розділі (загальний обсяг 23 сторінки) розглянуто сучасний стан досліджень диференціації просторових рухів тектонічних структур на основі даних ГНСС-вимірювань. Розглянуто методи опрацювання ГНСС-даних для побудови моделей сучасних рухів земної кори та моделей деформацій земної кори.

У другому розділі (загальний обсяг 26 сторінок) розглянуто удосконалення методики визначення сучасних ротаційних параметрів тектонічних плит на основі даних ГНСС-вимірювань. Представлено методику удосконалену шляхом врахування безперервності та нерівномірності спостережень. Апробацію даної методики виконано на прикладі основних тектонічних плит.

У третьому розділі (загальний обсяг 18 сторінок) представлено розроблення методики визначення сучасних динамічних параметрів тектонічних плит на основі даних ГНСС-вимірювань. Автором запропоновано нову методику визначення моменту інерції, моменту імпульсу та кінетичної енергії. Апробацію даної методики виконано на прикладі основних тектонічних плит.

У четвертому розділі (загальний обсяг 19 сторінок) наведено просторово-часовий аналіз взаємозв'язків між розподілом динамічних параметрів основних тектонічних плит та динамікою обертання Землі, а також встановлено параметри взаємозв'язку між ними.

У п'ятому розділі (загальний обсяг 32 сторінки) представлено удосконалення методики визначення деформаційних параметрів на основі даних ГНСС-вимірювань. Автором розглядаються проблеми сучасної геодинаміки та дослідження просторово-часового розвитку деформаційних полів і сучасних рухів земної кори. Також у даному розділі виконано оцінювання деформаційних процесів в межах Африканської системи тектонічних плит та Антарктичної тектонічної плити.

У шостому розділі (загальний обсяг 38 сторінок) відображено моніторинг регіональних природних і локальних техногенних деформаційних процесів на основі даних ГНСС-вимірювань. Автором оцінено деформаційні процеси в межах тектонічного розлому протоки Пенола-каналу Лемера, який розташований в межах Антарктичної тектонічної плити і території Дністровської ГАЕС, що розташована в межах Євразійської тектонічної плити.

У загальних висновках та у висновках до кожного розділу відзначено основні теоретичні дослідження і практичні рекомендації щодо диференціації кінематики тектонічних структур.

Дисертаційна робота Савчина І.Р. являє собою закінчене і цілісне дослідження з чіткою структурою і логічним викладенням матеріалу, написана технічно грамотно. Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

Вірогідність і новизна висновків і рекомендацій сприймаються без заперечень. Викладення результатів теоретичних та експериментальних досліджень, моделювання та експериментів відповідає вимогам до наукових публікацій. Зміст реферату повністю відповідає тексту дисертації, а їх основні положення ідентичні.

6. Повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях. Дисертація Савчина І.Р. містить особисто отримані здобувачем науково обґрунтовані результати, а кількість та якість наукових праць, опублікованих за її матеріалами, відповідає вимогам п. 7–9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року.

Основні результати дисертації опубліковано у 29 друкованих працях, із них 11 статей у наукових періодичних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus; 3 статті у наукових фахових виданнях України; 5 публікацій у збірниках матеріалів конференцій, що входять до наукометричної бази даних Scopus; 10 публікацій у збірниках матеріалів конференцій. Аналіз внеску автора в публікаціях з питань, висвітлених у дисертації, показав, що внесок Савчина І.Р є вирішальним.

Зауваження до змісту дисертації:

- 1) Аналіз сучасного стану досліджень проведено на належному рівні та представлено у розділі 1. Проте було б доречним доповнити цей розділ аналізом математичних методів визначення деформаційних параметрів.
- 2) В розділі 2 представлено алгоритм удосконалення методики визначення сучасних ротаційних параметрів тектонічних плит шляхом урахування безперервності та рівномірності розподілу ГНСС-вимірювань упродовж спостережень. Проте щільність розташування ГНСС-станцій на тектонічних плитах є різною, тому можливо доречним було б додатково враховувати густоту розташування ГНСС-станцій.
- 3) В розділі 4 отримані взаємозв'язки між зміною динамічних і ротаційних параметрів тектонічних плит, а також нерівномірністю обертання Землі, обґрунтовуються на основі коефіцієнтів кореляції, які мають досить низькі значення.
- 4) Для апробації розробленої методики визначення деформаційних параметрів на основі даних ГНСС-вимірювань автор вибирає Африканську систему тектонічних плит та Антарктичну тектонічну плиту. Проте вибір таких об'єктів для апробації не є достатньо обґрунтованим.

