

Відгук
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Вовка Андрія Ігоровича
«Просторово-часова диференціація горизонтальних рухів земної
кори Європи за даними ГНСС-вимірів»
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та
картографія

Детальний аналіз дисертації Вовка А. І. «Просторово-часова диференціація горизонтальних рухів земної кори Європи за даними ГНСС-вимірів», дозволяє сформулювати наступні узагальнені висновки, щодо актуальності та ступеня обґрунтованості основних наукових положень, наукової новизни, практичного значення, висновків, рекомендацій, достовірності, а також загальної оцінки роботи.

Актуальність роботи

Відповідно до теорії літосферних плит в основі глобальних тектонічних процесів лежить горизонтальне переміщення цілісних блоків літосфери, які впливають на стан земної кори, що приводить до деформаційних процесів земної кори. Тому дослідження сучасних просторово-часових горизонтальних рухів земної кори (ГРЗК) для геодезичної науки має дуже велике значення.

З постійним згущенням мереж перманентних ГНСС – станцій накопичується щораз більше вимірювальної інформації яка зосереджується в часових рядах спостережень. Це дозволяє уточнювати стійкість геодезичних мереж ГНСС – станцій і систем координат, як загальних так і локальних, а також деталізувати тектонічні структури за їх кінетичними параметрами.

Важливим є проведення досліджень горизонтальних рухів земної кори на території Європейського континенту. Через свою тектонічну побудову Європа зазнає постійних геодинамічних процесів. Окрім того, такі процеси

мають зв'язок із сейсмічною активністю даного регіону, а також несуть безпосередній вплив на всі інженерні споруди.

Тому обраний Вовком Андрієм Ігоровичем напрямок дисертаційного дослідження, який присвячений диференціації тектонічних структур і визначення кінематики тектонічних блоків для Європи на основі даних перманентних ГНСС – станцій є безумовно актуальним і має теоретичне та практичне значення.

Дисертаційна робота Вовка А. І. відповідає науковому напрямку кафедри вищої геодезії та астрономії «Моніторинг фізичної поверхні Землі та її атмосфери на основі аналізу результатів сучасних наземних і супутникових вимірювань»; науковій тематиці робіт галузевої науково-дослідної лабораторії «Геодезичного моніторингу та рефрактометрії» та навчально-наукової лабораторії «Опрацювання супутникових вимірів» Інституту геодезії Національного університету «Львівська політехніка».

Дисертаційна робота виконана в межах науково-дослідних робіт пов'язаних з вивченням геодинаміки Європейського континенту. Результати дослідження використано у науково-дослідній роботі прикладних досліджень і розробок: «Дослідження за перманентними ГНСС-вимірами взаємозв'язків геодинамічних і сейсмічних процесів у Південно-Східній Європі» (№ держреєстрації 0112U001207).

Виконані дослідження відповідають науковому напрямку «Науки про Землю і навколишнє середовище» Державного фонду фундаментальних досліджень. За цим напрямком взято участь у проекті фундаментальних досліджень: «Деформації різномасштабних тектонічних структур Східної Європи за супутниковими спостереженнями та їх відображення у сейсмічності» (№ держреєстрації 0113U005266)

Метою дисертаційного дослідження є геодинамічне районування території Європи за результатами визначення щорічних горизонтальних рухів та деформацій земної кори і диференціація земної кори Європи за даними ротаційних рухів для уточнення наявних моделей ГРЗК.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертації, відповідають вимогам до такого виду досліджень. Високий рівень обґрунтованості наукових положень, висновків, їх вірогідність, забезпечені:

1. професійним вирішенням автором низки наукових завдань, що сприяло реалізації поставленої мети дослідження, та адекватністю структурно-логічної схеми дослідження визначеній меті: кожен наступний розділ чи підрозділ органічно пов'язаний з попереднім і доповнює його;
2. використанням широкої джерельної бази за темою дисертації достатнім масивом аналітичних даних;
3. відповідністю предметної спрямованості дисертаційного дослідження паспорту наукової спеціальності 05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія;
4. достатньо великою кількістю напрямів в апробації отриманих результатів на науково-практичних конференціях, у тому числі й міжнародних.

Достовірність та наукова новизна одержаних результатів

Ознайомлення зі змістом дисертації, основними публікаціями та авторефератом дозволяє визнати, що мету дослідження виконано. Це знайшло відображення в основних положеннях роботи, які сформульовані автором особисто і характеризуються певною науковою новизною. Зокрема:

1. На основі опрацювання щорічних серій результатів ГНСС спостережень на території Європи виділено шість умовних блоків земної кори зі своїми сталими кінематичними характеристиками; границі цих блоків збігаються з основними тектонічними структурами на території Європи.
2. Визначено усереднені значення річних параметрів деформації земної кори на території Європи за період 2000 – 2010 роки (значення дилатації, загального зсуву земної кори та значення осей деформацій земної кори).

3. Встановлено щорічні місця проявлення екстремальних значень деформаційних параметрів земної кори Європи, які пов'язані з основними тектонічними розломами та місцями підвищеної сейсмічної активності на території Європи.

4. На основі результатів ГНСС-вимірів розроблено математичний алгоритм та методику, що дозволяє проводити диференціацію тектонічних блоків земної кори за ротаційними параметрами.

5. За результатами диференціації встановлено границі двох блоків на території Європи, які обертаються навколо своїх полюсів Ейлера з різними швидкостями один відносно одного та доведено можливість вищої точності визначення векторів зміщень перманентних станцій порівняно з уже наявними моделями

Практичне значення роботи

На основі розроблених моделей диференціації території Європи за сталими кінематичними характеристиками отримані результати рекомендується враховувати при вирішенні таких завдань:

- побудові та уточненні моделей кінематики літосферних плит;
- уточненні параметрів переходу між різними системами координат;
- визначенні стійкості окремих пунктів та систем координат у цілому;
- прогнозуванні координат перманентних ГНСС – станцій.

Використання даних поділу території Європи на два блоки за ротаційними параметрами дозволяє підвищити точність визначення координат перманентних ГНСС-станцій порівняно з наявними моделями.

Результати проведеного дослідження слугуватимуть для подальшого поглиблення досліджень еволюції геодинаміки території Європи. Запропоновану методику можна використовувати для аналогічного дослідження інших тектонічних плит.

Основні положення, що виносяться на захист

1. Блокова диференціація території Європи за даними ГНСС-спостережень.

2. Методика та алгоритм проведення диференціації тектонічної плити за ротаційними параметрами.

3. Апробація даної методики на прикладі Європейської плити та її поділ на два блоки, які обертаються навколо своїх полюсів Ейлера з різними кутовими швидкостями один відносно одного.

Повнота викладу основних положень дисертації в опублікованих працях

Основні наукові положення і висновки дисертації висвітлено у 10 наукових праць, у тому числі одна монографія. Чотири статті у наукових фахових виданнях України, одна з яких входить до наукометричної бази даних Index Copernicus. Дві статті в закордонних періодичних виданнях, одна з них входить до наукометричної бази даних Scopus. Три у збірниках тез наукових конференцій.

Кількість, обсяг та зміст друкованих праць відповідають вимогам МОН України щодо публікацій основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук і надають авторові право публічного захисту дисертації.

У вступі Вовком А.І. розкрито актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та її основні завдання, висвітлено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, сформульовано основні положення, які виносяться на захист, викладено відомості про апробацію роботи, повноту публікацій результатів та їх впровадження.

У першому розділі «Аналіз основних методів дослідження горизонтальних рухів земної кори» проаналізовано основні етапи дослідження тектоніки земної кори і пов'язаних з нею горизонтальних рухів та деформацій. Виконано аналіз проведених робіт з дослідження ГРЗК геодезичними методами. Встановлено, що для території Європи величини абсолютних швидкостей ГРЗК становить $25 - 30 \text{ мм/рік}$, достовірність яких забезпечується щоденними розв'язками мереж перманентних ГНСС-станцій. Швидкості регіональних рухів є в межах $2 - 3 \text{ мм/рік}$, а їх достовірність визначається на основі опрацювання тривалих часових серій, за умови

лінійної збіжності їх результатів.

У другому розділі «Дослідження динаміки горизонтальних рухів земної кори Європи за даними ГНСС-спостережень» проведено вивчення змін горизонтальних рухів та деформацій земної кори за результатами спостережень на мережах перманентних ГНСС-станцій Європи за період 2000 – 2010 роки. У результаті цього:

- опрацьовано результати спостережень перманентних ГНСС – станцій;
- визначено щорічні абсолютні та регіональні швидкості горизонтальних рухів перманентних ГНСС-станцій;
- побудовано карти-схеми цих швидкостей, проведено їх аналіз;
- виділено шість умовних блоків з однорідними кінематичними характеристиками;
- виконано дослідження параметрів деформацій земної кори території Європи;
- встановлено місця прояву щорічних екстремальних параметрів деформації земної кори Європи кожного року дослідження.

У третьому розділі дисертаційної роботи «Диференціація ротаційних рухів земної кори Європи» автор відмітив, що диференціацію тектонічних блоків земної кори виконують геофізичними та геологічними методами за виявленими глибинними розломами, при цьому границі цих розломів на земній поверхні можуть мати різний прояв. З метою уточнення границь тектонічних розломів та їх проявів на земній поверхні автор на основі даних щорічних швидкостей ГРЗК, визначених з ГНСС – спостережень розробив методику та алгоритм визначення динаміки раціональних параметрів тектонічної плити і апробував на прикладі Європейської частини Євразійської плити.

Також автор розробив диференційну модель кінематики Європейського континенту яка краще узгодиться з результатами визначення векторів абсолютних швидкостей горизонтальних рухів за часовими серіями, ніж інші

відомі моделі, що свідчить про необхідність їх уточнення з метою достовірного прогнозування координат перманентних ГНСС – станцій.

Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації

Загалом дисертаційне дослідження здійснено на високому науково-теоретичному рівні. Проте, оскільки деякі його положення є дискусійними варто зробити певні уточнення, зауваження та рекомендації з метою подальшого удосконалення обумовленої проблематики:

1. В дисертації не обґрунтовано чому дослідження геодинамічного районування за результатами щорічних горизонтальних рухів та деформацій земної кори проводились тільки за період 2000-2010 роки.

2. У загальних висновках сказано, що автор розробив диференційну модель кінематики Європейського континенту, а в науковій новизні одержаних результатів про це замовчено.

3. Чому за основу побудови сучасної тектонічної карти на стор. 16 прийняти палеотектонічні дані а не сучасні космознімки?

4. В таблиці 1.4.2.1. «Кінематичні моделі ГРЗК плит та їх характеристики» на мій погляд приведені не повні характеристики кінетичних моделей (границі, вектори, швидкості).

5. Нумерація всіх ілюстрацій, таблиць, формул не відповідає вимогам до оформлення дисертації, прийнятим в Україні.

6. Згідно зі схемою, поданою на стор. 18 рис. 1.2.1. «Основні класифікації рухів земної кори», автор не дає опис «коровим» рухам землі.

7. Відсутнє роз'яснення таблиці 1.2.1. «Методи дослідження деформацій і рухів земної кори та їх характеристики» на стор. 27. Зокрема, незрозуміло, чому в деяких комірках таблиці в рядках з назвами «Максимальна точність виміру швидкостей рухів і деформацій» та «Чутливість вимірюваних величин» подаються два числа, а в деяких – тільки одне. Незрозуміло що має на увазі автор під словосполученням «Чутливість вимірюваних величин».

8. Табл. 1.3.1. на стор. 32 «Дослідження сучасних горизонтальних

рухів земної кори у країнах Європи» містить колонку з назвою «Результат», в якій подані цифри. Однак незрозуміло, що означають ці цифри.

9. Деякі рисунки, наприклад рис. 1.4.1. – 1.4.2. на стор. 35-36, автор використав з мережі Інтернет. Однак ніякого посилання при наведенні даних рисунків в тексті немає, що може бути розглянуто як порушення авторських прав.

10. На стор. 55 автор наводить формули для обчислення швидкостей горизонтальних рухів земної кори:

$$\langle V_{B_i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{B_i - B_0}{t_i - t_0} \quad (2.3.1.)$$

$$V_{L_i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{L_i - L_0}{t_i - t_0}, \quad (2.3.2.)$$

де V_{B_i} , V_{L_i} – швидкості горизонтального руху j -ої перманентної станції по широті та довготі; B , L – широта та довгота; t_i – момент часу; n – кількість перманентних станцій.

До цих формул та їх пояснень є такі зауваження:

– автор не дає роз'яснення таким величинам у наведених формулах, як B_0 , L_0 ;

– величина « n » описується як кількість перманентних станцій. Насправді це кількість вимірювань широти та довготи на одній перманентній станції. Згідно з поясненням автора, швидкість горизонтальних рухів на станції залежить від кількості всіх перманентних станцій. В зв'язку з цим можна зробити такий хибний та фантастичний «висновок» чим більше станцій, тим менша швидкість;

– згідно з формулами 2.3.1., 2.3.2. стор. 55 швидкість горизонтальних рухів повинна вимірюватися в градусах, (або радіанах) за рік. Однак, в таблицях, наведених автором нижче, швидкість вимірюється в $\text{мм}/\text{рік}$. Яким чином автор перейшов від градусів, в яких вимірюються широта та довгота до мм, незрозуміло.

11. На стор. 56 дана помилкова формула для обчислення азимуту

вектора швидкості горизонтального руху ГНСС – станцій.

$$A = \operatorname{arctg} \frac{V_B}{V_L}, \quad (2.3.6)»$$

Правильна формула для обчислення азимуту виглядає так:

$$A = \operatorname{arctan} \frac{V_L}{V_B}.$$

12. Згідно з вимогами до оформлення дисертацій, таблицю, малюнок або креслення, розміри яких більші формату А4, враховують як одну сторінку і розміщують у відповідних місцях після згадування у тексті або в додатках. В представленій дисертації є рисунки, які мають розмір, більший за одну сторінку. Це рис. 2.3.1. (стор. 58-59), рис. 2.3.2. (стор. 61-63), рис. 2.5.1. (стор. 83-84), рис. 2.5.4. (стор. 88-89). Ці рисунки оформлені без врахування вимог до оформлення дисертацій.

13. В дисертації є ряд орфографічних та друкованих помилок:

- відсутня сторінка 148;
- друковані помилки зафіксовані на стор. 7, 11, 14, 26, 44, 45, 100.

Зроблені зауваження суттєво не впливають на новизну та практичну цінність і значимість виконаної Вовком Андрієм Ігоровичем дисертаційної роботи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та відповідності встановленим вимогам

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел 202 найменування. Повний обсяг дисертації становить 153 сторінки, із них: 64 рисунки, 27 таблиць та одного додатку.

Робота включає таблиці, рисунки, додатки. Структура дисертації логічно побудована і сприяє розкриттю теми дослідження, виконанню поставлених завдань.

Дисертація та автореферат оформлені відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України, що висуваються до такого роду наукових робіт. Зміст автореферату ідентичний основним положенням

дисертації.

Висновок про відповідність дисертації вимогам Порядку присудження наукових ступенів

З огляду на актуальність, новизну, важливість одержаних автором наукових результатів, їх обґрунтованість і достовірність, а також практичну цінність сформульованих положень і висновків вважаю, що дисертаційна робота Вовка Андрія Ігоровича «Просторово-часова диференціація горизонтальних рухів земної кори Європи за даними ГНСС-вимірів» є самостійним, оригінальним, завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне наукове завдання дослідження горизонтальних рухів земної кори Європейської частини Євразійської літосферної плити з використанням методики опрацювання просторових ГНСС – мереж на території Європи, що має суттєве значення для геодезичної науки.

На підставі вищезазначеного можна зробити висновок, що дисертаційна робота А. І. Вовка відповідає вимогам МОН України, які висуваються до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема, пп. 9, 11, 12 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, а її автор, Вовк Андрій Ігорович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія.

Офіційний опонент

завідувач кафедри «Геодезія»

ДВНЗ «Криворізький національний
університет», доктор технічних наук,
професор


