

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Досин Соломії Ігорівни «Визначення швидкостей вікових вертикальних рухів земної кори за даними мареографічних та GNSS -спостережень (на прикладі європейського континенту)», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія

Дисертація Досин С.І. направлена на вирішення важливої для України наукової проблеми в сучасній геодезії – визначення й реалізації вертикальної системи відліку. Референсна висотна система характеризується вертикальним нуль-пунктом і висотами, віднесеними до гравітаційного поля Землі. В переважній більшості вертикальні нуль-пункти реалізовані середнім рівнем моря, який визначається на одному чи декількох мареографах шляхом усереднення мареографічних вимірів впродовж тривалого проміжку часу.

Висоти геодезичних пунктів, реперів відраховуються від вертикальних нуль-пунктів і не є сталими в часі. Для горизонтальних рухів уже є розроблені моделі, які розраховують зміни в часі пунктів, розташованих на земній поверхні, а для вертикальних рухів такі моделі тільки починають створювати. Ці моделі потрібні для врахування поправок при урівноваженні мереж нівелювання, при інтерполяції й прогнозуванні нормальних висот геодезичних пунктів, перманентних GNSS-станцій; при вивченні стійкості висотних мереж. Для реалізації опорної системи необхідно враховувати просторові рухи земної кори. Усі геодезичні виміри проводяться на земній поверхні, тому одержані результати вимірювань можна інтерпретувати як рух земної поверхні. Загальноприйнятим та надійним способом визначення горизонтальних і вертикальних рухів земної кори в останні десятиліття є GNSS-вимірювання. Результати таких спостережень широко використовуються в геодинамічних дослідженнях і частково при прогнозах сейсмічної активності.

Вивчення ВРЗК за допомогою мареографічних спостережень може бути доповнене GNSS-вимірюваннями, незважаючи на те що тривалість часових серій перманентних станцій є меншою, ніж 30 років. Але GNSS-вимірювання мають значно вищу точність визначення висотних зміщень із тривалих часових рядів, ніж мареографічні спостереження. Перманентні GNSS-станції рівномірно покривають території континентів, а мареографи розташовані тільки вздовж берегових ліній. Вилучаючи періодичні й випадкові зміщення з часових серій GNSS-вимірів і приймаючи лінійну модель вікових вертикальних рухів, можна говорити про спільне опрацювання мареографічних і GNSS-спостережень. Обидва методи дослідження є відносними. Результати опрацювання GNSS-вимірів є більш наближені до визначення абсолютних рухів, ніж мареографічні. Тому

метою роботи є поєднання двох незалежних методів – результатів GNSS-спостережень і мареографічних даних з метою дослідження вікових ВРЗК на території Європи та врахуванням усіх чинників, які спотворюють результати вимірювань.

Вертикальні рухи земної кори (ВРЗК) на прибережних територіях нерозривно пов'язані зі зміною рівня моря. Зростання рівня моря, викликане глобальним потеплінням, і його вплив на прибережні території стали питаннями, до яких прикута все більша увага наукової спільноти, а також мас-медіа та громадськості. Враховуючи науковий, економічний і соціогуманітарний аспекти зазначеної проблематики, можна говорити про те, що такі дослідження є необхідними та актуальними в наш час. Таким чином, тема дисертації є актуальною.

Основною метою дисертаційної роботи є розроблення на основі тривалих мареографічних та GNSS-вимірів методики їх спільного опрацювання для визначення швидкостей вікових ВРЗК та їх реконструкції в минулому (на прикладі Європейського континенту).

У рамках дисертаційної роботи поставлено такі основні завдання:

- обґрунтувати необхідну точність, з якою потрібно визначати рухи земної кори на береговій лінії Європи за результатами мареографічних спостережень;
- розробити алгоритм спільного опрацювання результатів мареографічних і GNSS-спостережень з метою дослідження ВРЗК;
- дослідити систематичну різницю між результатами визначення ВРЗК за допомогою GNSS-спостережень і результатами мареографічних вимірювань на території Європи;
- теоретично обґрунтувати та розробити методику визначення кінематичних параметрів умовно жорстких тектонічних блоків за даними мареографічних спостережень.

Об'єктом дослідження є ВРЗК на береговій лінії території Європи.

Предметом досліджень є визначення ВРЗК на основі математичних моделей за даними мареографічних і GNSS-спостережень.

Методи дослідження. В даній дисертаційній роботі використано методи математичного моделювання ВРЗК, за даними мареографічних та GNSS-спостережень, а також статистичні методи опрацювання часових серій мареографічних та GNSS-вимірів.

У результаті вирішення поставлених задач та проведених досліджень були отримані результати, які мають таку наукову та прикладну новизну:

1. Розроблено методику оцінювання точності визначення ВРЗК, яка базується на тривалих мареографічних спостереженнях.

2. Виконано дослідження зміни швидкості вікових ВРЗК, яка залежить від періоду усереднення результатів мареографічних спостережень.
3. Виконано та визначено аналіз розподілу систематичних різниць у результатах визначення ВРЗК з допомогою GNSS-спостережень та результатів мареографічних вимірювань.
4. Розроблено теоретичні засади й методику визначення кінематичних параметрів лінійного поля швидкостей ВРЗК умовно жорстких тектонічних плит за даними тривалих мареографічних спостережень, яка дозволяє виконувати реконструкцію ВРЗК в минулому й, ймовірно, прогнозувати зміну поля швидкостей в часі.
5. За результатами опрацювання мареографічних спостережень побудовано кінематичну модель поля швидкостей умовно виділених тектонічних блоків території Європи.

Достовірність отриманих результатів забезпечується застосуванням математичних рішень; підтвердженням теоретичних положень результатами спостережень та експериментальних розрахунків на тестових прикладах.

Практичне значення одержаних результатів. Серед основних можливих напрямків застосування результатів наукового дослідження можна виділити наступні:

1. Виявлено систематичні додатні різниці між обчисленими величинами лінійних швидкостей ВРЗК, які отримані в результаті мареографічних і GNSS- спостережень. Встановлено розподіл цих швидкостей уздовж берегової лінії Європи, що дозволяє сумісно опрацьовувати результати мареографічних і GNSS- спостережень з метою дослідження ВРЗК на побережжях.
2. За результатами дослідження розроблено теоретичні засади й методику визначення кінематичних параметрів поля швидкостей ВРЗК тектонічних блоків за даними тривалих мареографічних спостережень.
3. Побудовано кінематичні моделі поля швидкостей тектонічних блоків території Європи. Запропонована методика дозволяє прогнозувати зміни положення берегової лінії, що має вагомий вплив під час проектування та будівництва гідротехнічних споруд на прибережних територіях.

Основні положення, що виносяться на захист:

1. Залежність точності визначення ВРЗК за допомогою мареографічних спостережень від їх тривалості на території Європи;

2. Розподіл по береговій лінії Європи систематичних різниць між швидкостями ВРЗК, одержаних з допомогою тривалих мареографічних і GNSS-вимірів та інтерпретація їх зміни;
3. Теоретичні засади й методика визначення кінематичних параметрів лінійного поля швидкостей вертикальних рухів земної кори умовно жорстких тектонічних плит за даними тривалих мареографічних спостережень;
4. Кінематична модель поля швидкостей умовно виділених тектонічних блоків території Європи.

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати дисертаційної роботи, отримані автором, опубліковані у співавторстві у працях [1, 2, 3, 4, 6, 8, 7, 9, 11] та одноосібно [5, 10]. В опублікованих дослідженнях [5, 10, 1] автору належить збір та аналіз впливу факторів, які впливають на результати мареографічних вимірів, а також розроблення системи класифікації цих факторів; у працях [1, 2, 8] – опрацювання результатів вимірів перманентних і мареографічних станцій, визначення швидкостей ВРЗК та побудова карти швидкостей; у роботах [2, 6, 7, 9, 3] – апробація методики, на основі якої проводилась реконструкція ВРЗК на території північної частини Європи за даними тривалих мареографічних спостережень, побудова просторової кінематичної моделі руху тектонічних блоків на території північної частини Європи. У дослідженнях [11, 4] висвітлено систематичну різницю між результатами визначення ВРЗК за допомогою GNSS-спостережень і результатами мареографічних вимірювань.

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 11 наукових праць. Із них: 3 статті у науковому періодичному виданні України, що входить до міжнародних наукометричних баз, 1 стаття у фахових виданнях з переліку МОН України, одна стаття в закордонному періодичному виданні, 6 у збірниках тез наукових конференцій.

Апробація результатів роботи. Основні теоретичні та експериментальні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на 6 Міжнародних науково-технічних симпозіумах та конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел (363 найменування) й 1 додатку. Загальний обсяг дисертації становить 218 сторінок, ілюстрації складають 60 рисунків, 28 таблиць, чого достатньо для виконання вимог, пред'явлених до кандидатських дисертацій.

Основний зміст роботи. У вступі розкрито актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та її основні завдання, висвітлено наукову новизну й практичне значення отриманих результатів, сформульовано основні положення, які виносяться на захист, викладено

відомості про апробацію роботи, повноту публікацій результатів і їх впровадження.

У першому розділі дисертаційної роботи «Сучасний стан дослідження вертикальних рухів земної кори» проведено класифікацію вертикальних рухів земної кори, яка відрізняється від наявних класифікацій виділенням часових і просторових характеристик та чинників, які їх викликають. Виконано огляд методів визначення вертикальних рухів земної кори, на основі якого встановлено їх переваги та недоліки, характеристики точності й ефективності їх застосування в просторово-часовому аспекті.

Вертикальні рухи можна розрізнити як абсолютні й відносні рухи земної кори. У сучасних системах координат напрям нормалі майже збігається з прямовисною лінією, відповідно ці проекції будуть майже однакові. Геоцентрична система координат не є стійкою в часі, оскільки її початок та напрям осей періодично визначаються з певними систематичними та випадковими похибками. За результатами повторних нівелювань на території Західної Європи встановлено, що величини ВРЗК сягають декількох міліметрів, а точність їх визначення становить 0,1–0,3 мм/рік.

Перевагами GNSS-спостережень як методу дослідження ВРЗК є: безперервний моніторинг; висока точність; оперативність вимірів; простота і автоматизація виконаних робіт. Але, як і будь-який інший метод досліджень, GNSS-спостереження мають ряд своїх недоліків, а саме: необхідність урахування замін антен на перманентних станціях; зміни моделей опрацювання результатів; стійкість перманентних станцій; врахування різноманітних похибок – тропосферних, іоносферних, системні варіації яких можуть призводити до систематичних зміщень. Результати досліджень автора у першому розділі зводяться до наступних положень:

1. Проведено класифікацію вертикальних рухів земної кори, яка відрізняється від існуючих класифікацій виділенням часових та просторових характеристик та чинників, які їх викликають.
2. Виконано огляд існуючих методів визначення вертикальних рухів земної кори, на основі якого встановлено їх переваги та недоліки, характеристики точності і ефективності їх застосування в просторово-часовому аспекті.
3. Представлено детальний аналіз мареографічних спостережень і доведено, в порівнянні з іншими методами, його ефективність для вивчення вікових рухів земної кори.

Другий розділ дисертаційної роботи «Фактори, що впливають на зміну рівня моря» присвячений аналізу всіх факторів, які змінюють положення рівня моря та океану. Встановлено, що найбільший вплив на

підвищення рівня моря має термальне розширення, спричинене нагріванням океанів, і втрата об'єму льоду, розташованого на суші. Найменш істотний вплив виявляють горіння тропічних лісів, спалювання викопних видів палива та інше. –

Ендогенні та екзогенні фактори мають різну природу, характер дії (випадковий чи систематичний), часовий масштаб (від кількох секунд до мільйонів років). Усі чинники, під впливом яких відбувається зміна рівня моря, можна класифікувати за певними спільними ознаками. Автором запропоновано класифікацію всіх факторів, що впливають на зміну рівня моря. Запропонована класифікація відрізняється від інших тим, що охоплює більшу кількість факторів і детальніший поділ на групи за спільними ознаками. Результати досліджень автора у другому розділі зводяться до наступних положень:

1. Розроблена класифікація факторів, які впливають на зміну рівня морів та океанів. Вона відрізняється від існуючих класифікацій тим, що охоплює більшу кількість факторів та детальніший поділ на групи за спільними ознаками. Більш детальний поділ дозволяє розділити їх за наступними ознаками: місце й тривалість їх прояву, природа та характер дії. Виокремлено систематичні, випадкові, періодичні, антропогенні, атмосферні та геодинамічні фактори, які сприяють підвищенню або зниженню рівня моря. Визначено величину їх внеску в зміну рівня моря.

2. Найбільший вплив на підвищення рівня моря вносять термальне розширення, спричинене нагріванням океанів, і втрата об'єму льоду, розташованого на суші (танення льодовиків, льодовикових покривів та льодовикових шапок). Найменш істотний вплив вносять горіння тропічних лісів, спалювання викопних видів палива, осадкоутворення, будівництва дамб, річковий стік/розлив та ін.

3. Мареографічні спостереження зазвичай показують значні регіональні коливання рівня моря внаслідок дії геодинамічних процесів та змін в океанічній і атмосферній циркуляції.

4. Необхідно розробити методику визначення за даними мареографічних спостережень залежності точності ВРЗК від тривалості спостережень та територіального впливу цих факторів. Виникає необхідність аналізу сумісного визначення ВРЗК за даними мареографічних і GNSS-спостережень на території Європи.

У третьому розділі дисертаційної роботи «Розробка методики та алгоритму спільного опрацювання результатів мареографічних та GNSS-спостережень» автором прийнято, що точність визначення ВРЗК за даними мареографічних спостережень повинна бути на порядок вища від самої вертикальної швидкості мареографа. Встановлено, що середня вертикальна швидкість мареографів Європи за абсолютною величиною без урахування напрямку руху складає 2,56 мм/рік. Відповідно, вертикальна швидкість повинна визначатися з точністю не гіршою, ніж $0,256 \approx 0,3$

мм/рік. Для кожного мареографа Європи необхідна різна тривалість спостережень для досягнення точності 0,3 мм/рік визначення швидкостей вікових ВРЗК. З аналізу апроксимації часових серій усіх мареографів Європи автором було встановлено, що найбільші амплітуди коливань зазнають мареографи Північного та Балтійського морів порівняно з рештою мареографів Європи. Для території Фенноскандії значні амплітуди коливань автор пояснює впливом післяльодовикової віддачі – реакції Землі на відступ льодовика протягом останнього льодовикового періоду.

З метою порівняння визначених вікових ВРЗК за допомогою мареографічних і GNSS-спостережень була опрацьована база даних часових серій GNSS-станцій та мареографів. Автором було обчислено лінійні швидкості зміни висотного положення GNSS-станцій і мареографів із їх оцінками точності. З аналізу визначених лінійних швидкостей ВРЗК з допомогою мареографічних і GNSS-спостережень випливає, що майже на всій досліджуваній території Європи результати визначення ВРЗК збігаються за напрямком, але не збігаються за величиною, тобто містять постійну різницю.

З метою вивчення різниць швидкостей вікових ВРЗК, визначених за допомогою мареографічних та GNSS-спостережень, було виконано необхідні дослідження. У результаті проведення досліджень отримано для всієї берегової лінії Європи значення швидкостей ВРЗК за даними мареографічних та GNSS-спостережень. За цими даними виконано детальний розрахунок середніх різниць Δ ($\Delta = V_{\text{map}}^{\text{VIT}} - V_{\text{GNSS}}^{\text{VIT}}$, мм/рік) між значеннями інтерпольованих швидкостей ВРЗК, одержаних за даними мареографічних і GNSS-спостережень. За результатами розподілу Δ виділено 4 умовні блоки – території, для яких спостерігаються майже однакові в межах точності їх визначення значення середніх різниць Δ . Перший блок (I) – це територія Фенноскандії та Центральної Європи, другий блок (II) – це територія Західної Європи, третій блок (III) – це територія Великої Британії та Південної Європи, четвертий блок (IV) – це територія Апеннінського півострова (рис. 3). Врахування розподілу середніх різниць Δ має вагоме значення для сумісного опрацювання мареографічних і GNSS-спостережень.

Результати досліджень автора у третьому розділі зводяться до наступних положень:

1. Обґрунтовано необхідність визначення ВРЗК берегової лінії Європи за результатами мареографічних спостережень з точністю 0,3 мм/рік.
2. Встановлено, що необхідна тривалість мареографічних спостережень для досягнення цієї точності змінюється в залежності від географічного розташування мареографів і коливається в межах 30-69 років.
3. На основі гармонічного аналізу часових серій мареографів встановлено, що зі зростанням амплітуди коливань рівня моря необхідне видовження періоду спостережень для досягнення заданої точності визначення

вертикальної швидкості земної кори. Причинами таких аномальних коливань можуть бути: сезонні зміни атмосферного тиску і сила та напрям західних вітрів, які можуть змінювати свою силу і напрямок, стаючи екваторіальними.

4. На основі роздільного опрацювання результатів GNSS-спостережень та мареографічних спостережень виявлено різниці Δ між швидкостями визначення ВРЗК, які є в межах $0,6 \pm 0,1 \div 2,6 \pm 0,8$ мм/рік. Встановлено, що найбільшого значення Δ набуває $2,6 \pm 0,8$ мм/рік на береговій лінії Фенноскандії, найменшого – на береговій лінії Нідерландів та Балканського півострова ($0,6 \pm 0,2$ мм/рік). Середнє значення для узбережжя Європи становить $1,8 \pm 0,5$ мм/рік.

5. За результатами аналізу розподілу Δ виділено 4 умовні блоки узбережжя Європи: території, для яких спостерігаються майже однакові в межах точності їх визначення значення середніх різниць Δ . I блок – Фенноскандія та Центральна Європа ($m_{\Delta} \pm = 2,4 \pm 0,6$ мм/рік), II – Західна Європа ($m_{\Delta} \pm = 0,7 \pm 0,2$ мм/рік), III – Велика Британія та Південна Європа ($m_{\Delta} \pm = 1,5 \pm 0,3$ мм/рік), IV – Балканський півострів ($m_{\Delta} \pm = 1,0 \pm 0,3$ мм/рік). Різниці Δ мають систематичний характер і завжди додатне значення. Їх необхідно враховувати при спільному визначенні швидкостей ВРЗК, визначених з допомогою мареографічних та GNSS-спостережень. Основним фактором, який спричиняє появу різниць Δ є зростання абсолютного глобального рівня моря, а також вплив солоності води та вітрів.

У четвертому розділі дисертаційної роботи «Реконструкція вертикальних рухів земної кори за даними мареографічних спостережень» розроблено теоретичні засади і методику визначення кінематичних параметрів лінійного поля швидкостей ВРЗК умовно жорстких тектонічних плит за даними тривалих мареографічних спостережень. На основі тектонічного районування для дослідження відбиралися мареографи з лінійним полем вертикальних швидкостей. Отримані результати абсолютних ВРЗК майже повністю підтверджуються результатами високоточних нівелювань, а систематичні розбіжності пов'язані зі зміною абсолютного глобального зростання рівня моря. Загалом, кінематика тектонічних блоків корелює з неотектонічними рухами, відображеними в геологічних розрізах. За допомогою виконаних досліджень проведено реконструкцію в часі ВРЗК для вивчення історичного розвитку ізостатичних процесів і змін гравітаційного поля Землі, а також для дослідження змін висотного положення геодезичних мереж і стійкості систем висот.

Таким чином, за результатами досліджень розроблено:

1. Теоретичні засади й методику визначення кінематичних параметрів лінійного поля швидкостей вертикальних рухів земної кори умовно жорстких тектонічних плит за даними тривалих мареографічних

спостережень. Розроблена методика дає можливість виконувати реконструкцію вертикальних рухів земної кори в минулому та, ймовірно, прогнозувати зміну поля швидкостей в часі. Це можна використати під час проектування та будівництва гідротехнічних споруд та для відтворення й прогнозування зміни положення берегової лінії територій.

2. За результатами опрацювання мареографічних спостережень побудовано кінематичну модель поля швидкостей умовно виділених тектонічних блоків території Європи.

3. Отримані результати практично повністю підтверджуються результатами високоточних нівелювань, а систематичні розбіжності пов'язані зі зміною абсолютного глобального зростання рівня моря. У загальному, кінематика тектонічних блоків корелює з неотектонічними рухами, відображених в геологічних розрізах.

4. За допомогою виконаних досліджень можна проводити реконструкцію в часі вертикальних рухів земної кори для вивчення історичного розвитку ізостатичних процесів та змін гравітаційного поля Землі, а також для дослідження змін висотного положення геодезичних мереж та стійкості систем висот.

Таким чином, автором було досягнуто мети досліджень та вирішено всі основні наукові задачі, поставлені перед даним дисертаційним дослідженням. Основні наукові результати наступні:

1. Проведено класифікацію ВРЗК за просторово-часовими характеристиками чинників, які їх викликають, і виконано огляд існуючих методів дослідження ВРЗК. Виконано детальний аналіз мареографічних спостережень і доведено його ефективність, порівняно з іншими методами, для вивчення вікових ВРЗК.
2. На основі розробленої класифікації встановлено систематичні, випадкові, періодичні, антропогенні, екзогенні та ендегенні, атмосферні та геодинамічні фактори, які впливають на зміну рівня моря та океану та визначено їх середні величини внеску в зміну рівня моря. Доведено необхідність розроблення методики визначення вікових ВРЗК за допомогою мареографічних і GNSS-спостережень.
3. Доведено необхідність визначення вікових ВРЗК берегової лінії Європи за результатами мареографічних спостережень з точністю 0,3 мм/рік. При цьому необхідна тривалість мареографічних спостережень залежить від географічного розташування мареографів і коливається в межах 30–70 років.
4. На основі роздільного опрацювання результатів GNSS-спостережень і мареографічних спостережень виявлено систематичні різниці Δ між визначеними швидкостями ВРЗК, які для берегової лінії Європи змінюються в межах від $0,6 \pm 0,1$ до $2,6 \pm 0,9$ мм/рік. Вони обумовлені зміною абсолютного глобального зростання рівня моря, сезонними змінами атмосферного тиску та дією вітрів.

5. За результатами дослідження розроблено теоретичні засади і методику визначення кінематичних параметрів лінійного поля швидкостей ВРЗК умовно жорстких тектонічних плит за даними тривалих мареографічних спостережень. Розроблена методика дає можливість виконувати реконструкцію ВРЗК в минулому та, ймовірно, прогнозувати зміну поля швидкостей у часі. Це можна використати під час проектування та будівництва гідротехнічних споруд, а також для відтворення та прогнозування зміни положення берегової лінії територій.
6. Побудовано кінематичну модель поля швидкостей умовно виділених тектонічних блоків території Європи на основі опрацювання мареографічних спостережень. Отримані результати практично повністю підтверджуються результатами високоточних нівелювань, а систематичні розбіжності пов'язані зі зміною висоти геоїда в часі на відповідних територіях та абсолютним глобальним зростанням рівня моря. Загалом, кінематика тектонічних блоків корелює з неотектонічними рухами, відображеними в геологічних розрізах.
7. За допомогою виконаних досліджень можна проводити реконструкцію в часі ВРЗК для вивчення історичного розвитку ізостатичних процесів і змін гравітаційного поля Землі, а також для дослідження змін висотного положення геодезичних мереж і стійкості систем висот.

Висновки автора по дисертації повністю відображають наукові досягнення автора та відповідають меті та задачам досліджень, а також сформульованим науковим положенням.

Список використаних джерел свідчить про ретельну проробку літературних та фондових джерел, а також про відображення їх результатів у працях автора.

Таким чином, можна стверджувати, що дисертантом проведений значний та замкнутий цикл у логічній послідовності побудованих досліджень, починаючи від аналізу проблеми, розробки методологічних принципів і теоретичних засад, до фізико-математичного моделювання, створення методів розв'язку поставлених задач та практичного втілення результатів.

Разом із тим дисертація викликає ряд зауважень, основні з яких зводяться до наступного:

1. Перший розділ перевантажено детальним описом досягнень попередників. Треба було їх структурувати, об'єднати в групи та дати загальну характеристику кожній групі.
2. Свої доробки в класифікаціях треба було помістити у другому чи третьому розділі, а не в першому.
3. У другому й третьому розділах треба детально описувати тільки

свої методики, а на методики інших дослідників тільки посилатися, а не описувати їх детально, та ще й не одну.

4. Обробку вимірювань дисертантка виконала методами, які розроблені в геодезії, а тому вони використовуються за великі проміжки часу. В інших галузях науки використовуються методи стабілізації рішення накладенням на статистичний ряд великої регулярної похибки з постійним періодом.
5. Для наближення функцій дисертантка використовує ряди Фур'є, які потребують великої часової бази досліджень. Треба було порівняти розрахунки з більш простими розкладами функцій в ряд Маклорена або Тейлора.
6. Оскільки задача визначення вертикальних рухів земної кори в умовах багатьох і великих похибок є некоректною, то, можливо, треба переходити до створення алгоритмів розв'язку задач методами регуляризації.
7. В дисертації є ряд технічних помилок. Декілька абревіатур та скорочень (стор. 13, 36, 37) приведені без розшифровки, хоча всі вони зроблені в наступних розділах. В тексті є неузгодженості у відмінках (стор. 22,29,31,35,44,71,107), або пропущені потрібні слова (стор. 23,29,36). Порушено порядок приведення літературних джерел у списку: спочатку приведені джерела іноземних авторів, а потім вітчизняних.

Наведені зауваження не можуть змінити високу, в цілому, оцінку дисертаційної роботи, яка визначається в наступних висновках офіційного опонента.

1. Дисертація Досин Соломії Ігорівни поглиблює та розкриває уявлення про інструменти та закономірності визначення вертикальних рухів Земної кори. Дисертація, що розглядається, є значною й закінченою науковою працею, у якій отримані нові теоретичні та експериментальні результати, що в сукупності є значним досягненням для розвитку цього напрямку наукових методів і їхнього всестороннього забезпечення. Наведені автором дослідження дозволяють істотно підвищити ефективність геодезичних, геофізичних та геологічних робіт. Таким чином, дисертація Досин Соломії Ігорівни має безсумнівне теоретичне та практичне значення й повністю відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

2. Усі наукові положення, що виносяться на захист, є новими та достовірними, обґрунтованими результатами науково-методичних розробок автора з використанням фізичних уявлень про процеси взаємодії географічних, геологічних, геофізичних явищ та сучасного математичного апарату, чисельних експериментів на базі значного фактичного матеріалу.

3. Основні результати дисертації повністю викладені в наукових фахових виданнях, кількість таких публікацій перевищує нормативні

показники МОН України. При виконанні розробок, виконаних у співавторстві, чітко визначений особистий внесок автора дисертації. Робота в достатній мірі апробована. Автореферат у повній мірі відображає основні положення дисертації. Робота оформлена у відповідності до діючих вимог, написана грамотною літературною мовою, логічно побудована. Практичне втілення результатів підтверджено документами, тематичними розробками інституту та університету, досягнуті результати мають перспективу подальшого використання на всій території України.

Таким чином, рецензована робота Досин Соломії Ігорівни «Визначення швидкостей вікових вертикальних рухів земної кори за даними мареографічних та GNSS-спостережень (на прикладі європейського континенту)» є актуальною, науково-змістовною, завершеною працею, яка за постановкою проблеми та отриманими результатами, безумовно, відповідає вимогам МОН України, що висуваються до кандидатських дисертацій, а її авторка заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія.

Офіційний опонент
професор кафедри інформатики
та прикладної математики
Криворізького державного педагогічного
університету,
д.ф.-м.н., професор



П.О. Міненко
ЗАСВІДЧУЮ:
Учений секретар
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
В.Г. Зарецький
«14» 11 2017р.

П.О. Міненко