

**Відгук**  
**офіційного опонента на дисертаційну роботу**  
**Смолій Катерини Богданівни**  
**«Теоретично-експериментальне обґрунтування методики**  
**опрацювання геодезичних мереж для визначення зміщень та деформацій**  
**гідротехнічних споруд»**  
**на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук**  
**за спеціальністю 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія.**

Детальний аналіз дисертації Смолій Катерини Богданівни «Теоретично-експериментальне обґрунтування методики опрацювання геодезичних мереж для визначення зміщень та деформацій гідротехнічних споруд», дозволяє сформулювати наступні узагальнені висновки, щодо актуальності та ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

**Актуальність роботи.** На сьогоднішній день гідроенергетика займає друге місце з вироблення електроенергії у світі. Однак особливості місця розташування, ендегенні, екзогенні та техногенні фактори і експлуатації об'єктів ГЕС зумовлюють деформаційні процеси інженерних споруд гідровузлів.

Раніше для вивчення деформаційних процесів на території ГЕС створювали геодезичні мережі, на яких проводили циклічні спостереження декілька разів на рік. На сьогоднішній день у світі широко застосовують автоматизовані системи спостережень, що включають в себе комплекс геодезичних приладів, таких як: ГНСС-приймачі, високоточні роботизовані тахеометри, інклінометри та інше геотехнічне обладнання. Перевагами цих систем є те, що вони дозволяють визначати деформації у реальному часі, їх швидкість та напрямок.

Системи автоматизованого моніторингу підвищують точність визначення деформацій та збільшують імовірність попередження аварійних ситуацій. Такі автоматизовані системи моніторингу є високовартісними, але за рахунок оперативності отримання високоточних результатів підвищується ймовірність попередження аварійних ситуацій та економляться кошти.

У зв'язку з тим, що виміри ГНСС-приймачами та роботизованими тахеометрами виконують одночасно, виникає цілий ряд систематичних похибок, які пов'язані з доступом до сигналу супутників, атмосферною затримкою, рефракцією, тощо. Інструментально підвищувати точність вимірів проблематично, тому необхідно розробляти ефективні методи математичного оброблення результатів вимірів, підвищувати їх надійність та зменшувати вплив систематичних похибок вимірювань.

Враховуючи вищезазначене, актуальною задачею є розробка методів вирівнювання інженерно-геодезичних мереж, які б дозволяли зменшити вплив систематичних похибок в результатах спостережень, виконаних в режимі реального часу.

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

Дисертаційна робота Смолій К. Б. виконана на кафедрі вищої геодезії і астрономії НУ "ЛП". Тема дисертаційної роботи відповідає науковому напряму кафедри вищої геодезії та астрономії «Моніторинг фізичної поверхні Землі та її атмосфери на основі аналізу результатів сучасних наземних і супутникових вимірювань» та відповідають науковій тематиці робіт галузевої науково-дослідної лабораторії «Геодезичного моніторингу та рефрактометрії» (ГНДЛ-18) і навчально-наукової лабораторії «Опрацювання супутникових вимірювань» Інституту геодезії Національного університету «Львівська політехніка».

Дисертаційна робота виконана в межах науково-дослідних робіт пов'язаних з дослідженням деформацій на ГЕС. Результати дослідження використано у науково-дослідній роботі прикладних досліджень і розробок – науково-дослідної роботи: “Спостереження за деформаціями інженерних споруд Теремле-Ріцької ГЕС” та госпдоговірної роботи: “Постачання та встановлення внутрішньої перманентної системи моніторингу деформацій” для Дніпровської, Дніпродзержинської, Дністровської-1 та Канівської ГЕС.

Виконані дослідження відповідають науковому напряму кафедри вищої геодезії та астрономії, а також кафедри інженерної геодезії і можуть використовуватися в навчальних планах для студентів другого ступеня вищої освіти («Магістр»), за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій», в дисциплінах: «Сучасні інженерно-геодезичні технології», «Організація і контроль якості інженерно-геодезичних робіт», «Методи опрацювання ГНСС-вимірювань».

**Метою роботи** є теоретично-експериментальне обґрунтування та розробка методики визначення систематичних похибок та їх вилучення з геодезичних вимірів для підвищення точності та достовірності визначення зміщень та деформацій гідротехнічних споруд..

### **Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Загальні висновки дисертації з науковими положеннями є достатньо обґрунтованими, а їх результати достовірними. Це забезпечено широким застосуванням в роботі сучасних методів дослідження; постановкою сформульованих задач і методів їх розв'язання; використанням результатів роботи сучасних геодезичних приладів.

Оброблення результатів даних ГНСС-вимірів та високоточних електронних тахеометрів виконана з використанням сучасного комп'ютерного забезпечення, що робить їх надійними і такими, що не викликають сумнівів.

У дисертаційній роботі автором отримано нові науково-обґрунтовані результати в галузі геодезії. Новизна отриманих результатів дослідження підтверджена відповідною апробацією у фахових наукових виданнях. Результати роботи дисертант оприлюднював на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях.

Обґрунтованість наукових положень підтверджується проведенням автором аналізом наукових праць вітчизняних та зарубіжних вчених, логікою

та чіткістю поставлених задач із залученням значної кількості статистичних й аналітичних матеріалів. Оцінюючи зміст дисертаційної роботи, можна стверджувати, що одержані наукові результати є обґрунтованими.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Дисертантом одержані наступні наукові результати:

- На основі математичного моделювання розроблено та запропоновано новий метод вирівнювання інженерно-геодезичних мереж, властивостями якого є часткове вилучення систематичних похибок геодезичних вимірів.
- Запропоновано модифікований параметричний метод вирівнювання, який є теоретично обґрунтованим та перевіреном на ефективність порівняно з класичним параметричним методом на основі статистичного моделювання мереж та експериментального вимірювання на тестових полігонах.
- Отримано та теоретично обґрунтовано математичні моделі для розрахунку точності визначення параметрів деформацій інженерних споруд ГЕС.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено модифікований параметричний метод вирівнювання інженерно-геодезичних мереж порівняно з класичним параметричним методом, який дає на 10÷50% достовірніші результати. Отримані в роботі математичні моделі дозволяють виконувати розрахунок точності визначення параметрів деформацій інженерних споруд ГЕС.

**Повнота викладання наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.** Основні положення та результати досліджень за темою дисертації опубліковані в 8 наукових працях. З них 1 стаття у науковому періодичному виданні України, що входить до міжнародних наукометричних баз, 4 статті у фахових виданнях з переліку ВАК України Три у збірниках тез наукових конференцій.

Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікацій основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Зміст автореферату є ідентичним до змісту дисертації і достатньо повно відображає основні положення дослідження.

**Аналіз змісту дисертації.** Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел із 153 найменувань. Загальний обсяг дисертації становить 148 сторінок, ілюстрації складають 33 рисунки, 37 таблиць.

**У вступі** 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** приводиться аналіз основних методів дослідження

деформацій інженерних споруд та виконана їх класифікація. Обґрунтовано актуальність застосування комплексних систем автоматизованого моніторингу деформацій інженерних споруд та необхідність розробки нових методів оброблення корельованих між собою результатів вимірів в режимі реального часу з врахуванням систематичних похибок, які є основною перешкодою підвищення точності отримання достовірних результатів.

У другому розділі розглянуто теоретичне обґрунтування модифікованого методу опрацювання інженерно-геодезичних мереж. Зроблено розрахунок ефективності модифікованого параметричного методу в порівнянні з класичним параметричним залежно від кількості пунктів, жорсткості та параметрів мереж, величин систематичних і випадкових похибок. Отримані формули для оцінки точності визначення деформаційних параметрів прогонів трубопроводів в залежності від точності геодезичних вимірювань, а також формули для обчислення компонентів деформацій (зсув, обертання, дилатація) та апробовано їх на напірному трубопроводі Теремле-Ріцької ГЕС.

У третьому розділі виконані експериментальні дослідження. В ньому виконані дослідження ефективності модифікованого параметричного методу врівноваження ГНСС вимірів на мережах перманентних станцій США. Доведено ефективність диференційного методу оброблення ГНСС мереж в порівнянні з класичним параметричним методом для мереж з ідеальними умовами доступу до супутників та для мереж з обмеженим доступом і заниженою тривалістю вимірювання векторів.

За результатами вимірів на Теремле-Ріцькій ГЕС експериментально підтверджено достовірність розробленої методики апріорної оцінки точності параметрів деформацій напірних трубопроводів ГЕС та ефективність вилучення систематичних похибок з результатів спостережень.

Загальні висновки по дисертації відповідають її змісту, конкретно і стисло висвітлюють основні наукові результати.

#### Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційного дослідження.

- Разом з тим, по дисертаційній роботі слід зробити наступні зауваження:
1. Слід було б доповнити дисертаційну роботу дослідженням мереж в яких використовується комбінація ГНСС та лінійно-кутових вимірів.
  2. Необхідно зауважити, що запропонований модифікований параметричний метод ефективний лише для мереж з великою кількістю надлишкових вимірів.
  3. Параметричний спосіб вирівнювання дає можливість визначати дисперсію або СКП шуканих параметрів та кореляційний зв'язок між ними . це дало б ще більшої впевненості запропонованому модифікованому методу вирівнювання.
  4. Таблиці 3.11 та 3.23 громіздкі, на нашу думку їх слід було подати в додатках.
  5. В дисертації мають місце стилістичні та орфографічні помилки.
  6. Незрозуміла назва табл. 3.1 «Календарний графік вимірів для мереж I

та II», адже автор використовує лише одну мережу.  
Зроблені зауваження суттєво не впливають на новизну та практичну цінність і значимість виконаної Смолій К. Б. дисертаційної роботи.

**Загальна оцінка дисертаційної роботи:** Дисертація Смолій Катерини Богданівни є структурною, цілісною, завершеною науковою роботою, а отримані в ній вирази дозволяють виконувати розрахунок точності визначення параметрів деформацій інженерних споруд ГЕС; розроблений модифікований параметричний метод врівноваження інженерно-геодезичних мереж дає більш достовірні результати.

Оформлення дисертації і автореферату в цілому, відповідає діючим нормативним документам.

Представлена дисертаційна робота 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, Смолій Катерина Богданівна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія.

Офіційний опонент  
завідувач кафедри інженерної геодезії  
Київського національного університету  
будівництва та архітектури,  
доктор технічних наук,  
професор

Підпис Войтенко С.П. засвідчую:  
Начальник відділу кадрів КНУБА



  
С.П. Войтенко

  
В.М.Гуць