

## ВІДГУК

### офіційного опонента

на дисертаційну роботу Вівата Анатолія Йосиповича

### «УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ В ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБОТАХ»

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 Геодезія, фотограмметрія і картографія.

**Актуальність вибраної теми.** Однією з головних цілей і напрямів розвитку промислового та цивільного будівництва на сучасному етапі є підвищення технічного та якісного рівня будівельних робіт. Оперативне вирішення геодезичною службою будівельних задач сприяє покращенню якості, зниженню вартості, підвищує експлуатаційну надійність та довговічність будинків і споруд, запобігає дефектам та руйнуванням. Увесь процес геодезичного забезпечення будівництва інженерних споруд вимагає одночасно виконуваного і функціонально пов'язаного між собою комплексу вимірювань, який об'єднаний новим терміном - багатофункціональні вимірювання. Поєднання декількох методів для встановлення несучих конструкцій споруд в проектне положення дає позитивний ефект і дозволяє здійснювати незалежний контроль вимірювань. Сучасні методи будівництва для дотримання технологічного процесу вимагають також розробки нових методик та інструментарію, особливо в умовах обмеженого простору планувальної забудови. Тема дисертаційної роботи є актуальною. Достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих в дисертації забезпечується шляхом опрацювання отриманої здобувачем інформації, використання та узагальнення великого обсягу результатів теоретичних розрахунків та експериментальних досліджень була розроблена основна теоретична база, схеми та методи вимірювань, математичні моделі та перспективи їх практичного застосування. Достовірність отриманих теоретичних висновків та практичних результатів підтверджується шляхом проведення лабораторних та польових експериментів, опрацювання отриманих експериментальних даних та порівняння результатів з результатами, отриманими незалежними методами. Результати досліджень доповідались та обговорювались, на десятих міжнародних конференціях у різні роки, підтверджуючи апробацію достовірності та обґрунтованості результатів досліджень. Наукові положення та висновки дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими, а отримані результати достовірними.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Наукова новизна дисертації Вівата А.Й. полягає у розроблені ним методів та методик підвищення точності

вимірювань в інженерно-геодезичних роботах у великому діапазоні довжин, що обумовлено використанням електронних тахеометрів та приймачів супутникових сигналів.

**Зміст дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота Вівата А.Й., складається із вступу, трьох розділів і висновків, списку використаних джерел та додатку. Загальний обсяг дисертації 136 сторінок, в тому числі 119 сторінок основного тексту, які включають 51 рисунок та 41 таблицю, список використаних джерел на 91 найменування на 9 сторінках, 5 додатків на 8 сторінках. У **вступі** розглянуті актуальність теми, мета, наукова новизна та практичне значення роботи, основні положення, які виносяться на захист, особистий внесок автора та апробація результатів досліджень. У **першому розділі** «Сучасний стан ведення інженерно-геодезичних робіт в Україні» обсягом 16 стор. проаналізовано сучасний стан ведення інженерно-геодезичних робіт у світі та в Україні. Подано поділ геодезичного забезпечення на три напрямки: геодезичне забезпечення координатною основою пунктів ДГМ, геодезичне забезпечення інженерних споруд при їх зведенні та експлуатації, геодезичне забезпечення монтажу технологічного обладнання. Проаналізовані недоліки та переваги існуючих методів вимірювань в інженерно-геодезичних роботах. Означена проблеми кожного напрямку геодезичного забезпечення інженерно-геодезичних робіт. Проаналізовані обладнання та методи вимірювань в інженерно-геодезичних роботах. З інженерних об'єктів, методик вимірювань, та вимірювального обладнання побудовано графік на якому визначено діапазон інженерно-геодезичних вимірювань, поєднано технології вимірювань та їх точність. Зроблено висновок щодо можливості підвищення точності електронних тахеометрів розробкою методик вимірювань та допоміжного обладнання. Також виділено ГНСС-метод в РТК-режимі, як перспективний для інженерно-геодезичних робіт. Також встановлено проблему підвищення точності та збереження у часі трансформаційного планово-висотного поля кінематичних геодезичних мереж інженерних об'єктів. У **другому розділі** «Дослідження точності ГНСС-методу в РТК-режимі та використання його в інженерно-геодезичних роботах» обсягом 41 стор. автором виконано великий обсяг досліджень ГНСС-методу в РТК-режимі, а саме: дослідження точності РТК-режиму залежно від віддалі до базової станції, дослідження точності РТК-режиму від автономної базової станції з використанням внутрішнього програмного забезпечення приймача, дослідження виду зв'язку передачі поправок на точність РТК-режиму, дослідження методики визначення синхронних векторів в РТК-режимі для побудови високоточних геодезичних мереж. Висока точність та надійність першого етапу досліджень (підрозділи 2.1.1-2.1.4), що підтверджена таблицями, графіками та розробленими методиками вимірювань в РТК-режимі, а також апостеріорною оптимізацією мережі (підрозділ 2.1.5), дали поштовх до наступних досліджень, а саме

можливості створення геодезичних мереж комбінованим методом вимірювань статичних та синхронних RTK-векторів. Тому у підрозділі 2.2 розроблено методику покрокової трансформування координат від системи координат ITRF-2014 до системи координат гідротехнічної триангуляції Дністровської ГАЕС. Методика забезпечує стабільність у часі координат пунктів у системі координат гідротехнічної триангуляції. Автором створено сітку планових та висотних поправок (рис. 2.22, 2.23) та налаштовано у серверне програмне забезпечення для передачі на приймачі інженерам Дністровської ГАЕС. Інженерами Дністровської ГАЕС виконано незалежний контроль та встановлено максимальну відхилення 5 мм у плані та 20 мм за висотою для всієї мережі пунктів Дністровської ГТТ. З досліджень розділу 2, у підрозділі 2.3 автор майже як інструкцію пропонує «методику оптимізації створення геодезичних мереж використанням статичних та RTK GNSS-векторів». До якої віднесено: Вибір GNSS-приймачів, вибір постачальника RTK-поправок, підключення до мережі перманентних станцій, визначення координат пунктів інженерного об'єкта, вимірювання синхронних RTK-векторів. Також автор на прикладі геодезичного чотирикутника, до якого включив один статичний вектор та п'ять RTK-синхронних векторів отримав абсолютну похибку 2 мм, що відповідає максимально досяжній точності визначення координат GNSS методом на сучасному етапі розвитку. Також у другому розділі подано висновки, що підсумовують дослідження. Автор намагався пояснити максимальну різницю відхилення у 20 мм за висотою як можливі похибки геометричного нівелювання, або відхилення прямовисних ліній у регіоні Дністровської ГАЕС з перепадом висот у 130. **У третьому розділі** «Дослідження електронних тахеометрів для підвищення точності інженерно-геодезичних робіт» обсягом 38 стор. зроблена спроба підвищити точність вимірювань електронними тахеометрами шляхом врахування та виключення систематичних похибок приладів та розробкою методик вимірювань. Автором за період у пів року (чотири рази) подано дослідження з визначення п'ятьох калібрувальних елементів електронних тахеометрів (поперечної та поздовжньої похибки компенсатора, місця нуля, колімації, неперпендикулярності вертикальної та горизонтальної осей). За період у пів року калібрувальні елементи змінювались до 7 секунд. Також автором досліджено геометричний зміст калібрувальних елементів, подано їх вплив на вимірювання горизонтального та вертикального кута. Також у таблицях 3,9 та 3,10 подано вплив неправильно визначених калібрувальних елементів на координати визначуваних пунктів, що на віддалі 100 м можуть в три рази знизити очікувану точність вимірювань. Автором для правильного визначення кутових калібрувальних елементів розроблено мобільну коліматорну установку. Виконані дослідження впливу ексцентриситету на різних положеннях круга та похибки перефокусування ввійшли у розроблено автором методику вимірювань в умовах обмеженого простору. Також у підрозділі 3.2. досліджено інструментальні похибок

електронних тахеометрів при вимірюванні віддалей. У підрозділі 3.3. досліджено методика підвищення точності визначення віддалей лінійно-кутовим способом електронним тахеометром. Результатом якого є виведено формула 3.16 та розроблений пристрій. Також автор, посиланням на свої дослідження, констатує факт визначення метрового інтервалу із трьох прийомів з середньоквадратичною похибкою 0,03 мм, а десятиметрового - 0,2 мм. У підрозділ 3.4 автор досліджує оптимальну візирну цілі та кулькового відбивача для компенсації похибок візування. У підрозділі 3.5 автор досліджує двопримовий давача-вектор для визначення параметрів інженерних споруд довільної форми. У підрозділі 3.6 автор у формі інструкції пропонує методика побудови геодезичних мереж в умовах обмеженого простору за використання якої компенсуються систематичні похибки вимірювань електронними тахеометрами. Врівноваженням геодезичної мережі у вигляді геодезичного чотирикутника як просторових векторів, автор отримав середню квадратичну похибку визначення пунктів 0,6 мм. У **висновках** підведений підсумок проведених досліджень. Висновки відображають та узагальнюють досягнуті результати.

**Зауваження до дисертації.** Після детального ознайомлення із дисертаційною роботою Вівата А. Й., на мій погляд, необхідно зробити наступні зауваження:

1. Не повністю висвітлено вибір автором інженерно-геодезичного діапазону вимірювань на рис. 1.3 (стор. 38).
2. Термін «Спеціально створені мережі базових станцій» (стор. 43) - це існуючі мережі національних базових станцій, чи автор пропонує якісь інші мережі?
3. Реалізації RTK-режиму від автономної базової станції (стор. 46). Автор описує послідовність запуску базової станції виробництва фірми Stonex. Чи такий запуск є специфічний саме для цієї фірми, чи типово для всіх виробників.
4. Не повністю розкрито термін «Покрокова трансформація» (стор. 64).
5. У методиці оптимізації створення геодезичних мереж використанням статичних та RTK ГНСС-векторів не вказано чи є необхідність орієнтувати роверні приймачі на північ.
6. У висновках до розділу 3 (стор. 116) автор пише про розроблену ним мобільну колімаційну установку, яка забезпечує правильність визначення калібрувальних елементів електронних тахеометрів, яку можна застосувати при необхідності на будь-якому інженерному об'єкті. Чи є така необхідність у практиці інженерно-геодезичних робіт?

**Висновок про відповідність дисертації вимогам атестаційної комісії Міністерства освіти і науки України:**

1. Дисертація Вівата Анатолія Йосиповича на тему «УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ В ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБОТАХ» є завершеною науковою роботою, в якій пропонуються нові підходи і теоретичні розробки щодо вирішення завдання інженерно-геодезичного забезпечення будівництва.
2. Автореферат з необхідною повнотою відображає зміст та основні положення дисертації, достатньо проілюстровано малюнками і таблицями.
3. Результати дисертації в повному обсязі висвітлені в опублікованих періодичних фахових виданнях і апробовані на 10 наукових конференціях. За результатами дисертації опубліковано 14 наукових праць. Дванадцять статей у наукових фахових виданнях України та дві статті у виданнях, що входять до наукометричної бази даних Web of Science та Scopus.
4. Зауваження не зменшують наукового значення виконаних досліджень, а дисертаційна робота Віват А. Й. відповідає вимогам "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань" Міністерства освіти і науки України, та її автор заслуговує на присудження наукового ступеня **кандидата технічних наук** за спеціальністю 05.24.01 Геодезія, фотограмметрія та картографія.

*Igor Romaniushin*

**Романишин Ігор Богданович,**

к.т.н., ад'юнкт Кафедри геодезії і геоматики

Політехніки Сьвентокшиської (Польща)

**Politechnika Świętokrzyska**  
Wydział Inżynierii Środowiska,  
Geodezji i Energetyki Odnawialnej

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce  
tel. 41 34 24 850