

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук *Шульца Романа Володимировича*
на дисертаційну роботу

Пішко Юлії Романівни «Актуалізація параметрів методики відносних супутникових спостережень для створення опорних геодезичних мереж»,
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія

Актуальність теми дисертації.

На сьогоднішній день важко знайти галузь в якій би не застосовувались технології глобальних навігаційних супутникових систем. Проте основними сферами застосування ГНСС-технологій залишаються три основні: військова, навігаційна та геодезична. Якщо для перших двох сегментів користувачів головною вимогою є надійність визначення місцеположення за будь-яких умов, то в геодезії на перше місце виходить умова дотримання наперед заданої точності визначення місцеположення. При цьому на відміну від військових на навігаційних завдань в геодезії для забезпечення необхідної точності існує можливість вибору умов спостережень, методики спостережень та характеристик ГНСС-обладнання. Таким чином в геодезії при використанні ГНСС для визначення місцеположення зосереджують значну увагу саме на вказаних вище умовах, тобто на проектуванні супутникових спостережень.

Попри величезний об'єм досліджень в галузі ГНСС-технологій, кількість проблемних питань в цій галузі залишається дуже великою. По-перше ГНСС постійно розвиваються, змінюються технічні засоби ГНСС у всіх сегментах систем. По-друге постійно удосконалюється теорія оброблення результатів супутникових спостережень. З моменту появи ГНСС, як військових розробок, супутникові методи пройшли довгий шлях і їх удосконалення продовжується. Питання технічного удосконалення ГНСС відноситься до сфери електроніки, радіотехніки, інформатики та ін. З іншого боку теоретичні дослідження пов'язані із удосконаленням методик спостережень та математичних моделей оброблення результатів ГНСС-спостережень належать до сфери користувачів, серед яких геодезисти займають одне з провідних місць.

Питання оброблення результатів ГНСС-спостережень тісно пов'язане з питанням умов виконання спостережень, а відтак проектування супутникових спостережень є відправною точкою у розробленні теоретичних моделей оброблення та практичних алгоритмів їх реалізації. Таким чином завдання удосконалення методики проектування супутникових спостережень, яке

поставлено у представленій дисертації є актуальним і зважаючи на наявність цілого ряду невирішених питань, потребує рішення в якому будуть зацікавлені практично всі фахівці, що пов'язані із виконанням ГНСС-спостережень.

Загальна характеристика роботи.

Дисертація складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури і додатків. Загальний обсяг роботи становить 165 сторінок. Список використаних джерел займає 17 сторінок і містить 161 найменування.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертації, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення досліджень, коротко наведено зміст роботи.

У першому розділі, присвяченому аналізу існуючих підходів до розроблення методики проектування супутникових спостережень, викладено сучасний стан наукового завдання та проведено детальний аналіз моделей визначення точності супутникових спостережень в залежності від довжини базових ліній, кількості супутників, тривалості спостережень, величини кута відсічки та точності ефемерид. Автором встановлено, що попри значну кількість таких моделей та підходів до їх побудови, відсутній загальний системний підхід до розроблення моделей визначення точності супутникових спостережень. Існуючі моделі розрахунку точності ГНСС-спостережень враховують лише один із перерахованих вище факторів. На думку автора адекватна модель повинна враховувати, як мінімум довжину базової лінії і тривалість спостережень. Можливою також є побудова інших моделей з урахуванням інших факторів. Саме на розробленні таких моделей були зосереджені дослідження у двох подальших розділах.

У другому розділі автором запропоновано методику визначення точності вимірювань базових ліній в залежності від тривалості спостережень та довжин базових ліній. Точність визначення координат пунктів в мережі автор пропонує визначати в залежності від кількості базових ліній, що сходяться в кожному пункті мережі. Шляхом поглибленого аналізу експериментальних спостережень, виконаних для створення геодезичних мереж, було отримано функціональні залежності точності визначення базових ліній від величини інтервалу спостережень та довжини базової лінії. Дані залежності описують точність визначення базових ліній одно- та двочастотними приймачами. Для визначення точності координат в геодезичній мережі, супутниковими методами, отримано функціональні залежності, що окрім розглянутих вище факторів враховують кількість базових векторів, що сходяться в кожному з пунктів. Усі отримані

залежності були перевірені за експериментальними даними вимірювань у геодезичних мережах різного розміру та конфігурації. Для кожної із залежностей наведено умови їх використання.

У третьому розділі, викладено результати експериментальних досліджень впливу кута відсічки, точності ефемерид та використання ГНСС-обладнання на базі двох ГНСС, на точність визначення координат пунктів в геодезичних мережах. Досліджено точність визначення координат геодезичної мережі при виконанні спостережень окремо за сигналами системи NAVSTAR GPS, системи ГЛОНАСС та сумісного використання NAVSTAR GPS+ ГЛОНАСС. Дослідження проведено для мереж різного типу та різних інтервалів спостережень. Важливим є висновок автора про доцільність використання сигналів двох систем при коротких інтервалах спостережень. Виконано дослідження впливу кута відсічки на точність визначення координат. При цьому розглянуто, як ця характеристика впливає на одно- та двочастотні вимірювання та вимірювання із використанням сигналів двох супутникових систем. Наприкінці розділу виконано актуальне дослідження доцільності використання різних типів ефемерид. В результаті автором сформовано методичні рекомендації за яких умов супутникових спостережень (супутникова система, довжина базової лінії, тривалість спостережень), які типи ефемерид необхідно використовувати.

Зауваження до дисертаційної роботи.

Загалом зауваження до роботи мають рекомендаційний характер, проте опонент хоче звернути увагу здобувача та членів спеціалізованої ради на низку положень, що викликають певний сумнів або є некоректними.

- Головною метою роботи є удосконалення методики організації супутникових спостережень та їх оброблення, а не виведення формул, що виглядає як вирішення якогось завдання. Аналогічна плутанина є і у визначенні об'єкту дослідження, де поряд із справжнім об'єктом дослідження – відносними супутниковими спостереженнями, чомусь фігурують якісь вектори і мережі. В роботі не може бути декілька об'єктів дослідження. Така постановка питання може призвести до непотрібної дискусії, оскільки тоді можна говорити, що об'єктом дослідження є координати, прирости координат та ін. І тоді складається враження, що здобувач сам не знає, що він досліджує.

- Основні положення наукової новизни, на думку опонента, викладені правильно, проте мають загальний недолік, пов'язаний із нечітким визначенням, що дозволяють реалізувати ці положення. Окремо слід сказати про останній пункт наукової новизни, який відноситься до практичного значення роботи. Водночас

зміст першого абзацу практичного значення роботи повторює перший пункт наукової новизни.

- Назва першого розділу роботи не розкриває його змісту. «Критичний аналіз технічної і наукової літератури за темою дисертації», оскільки це наукова робота, то іншого аналізу окрім критичного в ній бути не може, і якщо вже аналіз, то не літератури, а джерел. І головне, що аналізується у цьому розділі, з назви не зрозуміло.

- В роботі виконано посилання на стару редакцію інструкції про побудову ДГМ. Діючі норми до ДГМ України викладено у постанові Кабінету Міністрів України від 7 серпня 2013 р. № 646.

- Ст. 30 посилання на застаріле керівництва ЦНДІГАіК, де наведено не зовсім адекватні вимоги до ГНСС-мереж, зокрема вимоги до величини допустимих кутів в мережі.

- Загалом в першому розділі виконано докладний і критичний аналіз публікацій, що присвячені темі роботи, проте всі наведені результати базуються виключно на експериментальних дослідженнях. Для повноцінного аналізу доцільно було розпочати з теоретичних розробок, присвячених питанням точності визначення базових ліній, величині кута відсічки, тривалості спостережень та ін. У роботах вчених-засновників ГНСС такі напрацювання є, варто лише згадати прізвища В. Parkinson, В. Remondi та ін.

- Наведений в першому розділі огляд моделей доцільно було викласти еволюційно, тобто від більш простих моделей до більш складних, або від менш точних до більш точних. Такий підхід спростив би розуміння виконаного аналізу.

- У другому розділі при побудові моделей, не завжди вказано довірчий інтервал для точності оцінювання коефіцієнтів моделей (наприклад ст. 70, ст. 101).

- Автор досить часто застосовує твердження на зразок «...оскільки дослідження виконувались не менше ніж 8 років тому...., то це можна вважати основною причиною різниць...» (ст. 82). Такі твердження є абсолютно умоглядними, адже є конкретна причина цих різниць: недосконалість моделі оброблення, недосконалість методики спостережень та ін. Саме в цьому і полягає наукове дослідження – з'ясувати та описати причину, а не просто констатувати певний факт.

- Інформативними є просторові графіки рис. 2.7 – 2.9. Виникає питання, чим на думку здобувача викликані незначні нерівномірності зміни СКП на цих графіках?

- Автору слід бути обережним з результатами п. 3.1. Не варто було порівнювати безпосередньо визначені із вирівнювання координати, оскільки на них впливають похибки вихідних даних. Для порівняння двосистемних приймачів варто було виконати вільне вирівнювання мереж. Такий підхід з методичної точки зору є більш коректним.

Не з кращого боку характеризує роботу достатньо вільне поводження здобувача із термінами та визначеннями. Так у тексті роботи зустрічаються терміни, значення яких абсолютно незрозуміле наприклад «геометрично збалансована», «параметри вектора». В нашій галузі ми дійсно маємо справу з вектором параметрів, але чи може вектор безпосередньо сам мати якісь параметри? «Середні квадратичні різниці», очевидно мається на увазі різниці середніх квадратичних похибок. Скрізь по тексті плутається термін «помилка-похибка». Для розділення цих понять геодезична спільнота останнім часом чітко розділяє похибки на випадкові та систематичні, а під помилкою розуміють грубу похибку, отже у роботі скрізь мова йде про похибки. Нарешті скрізь по тексті назва глобальні навігаційні супутникові системи позначається як: ГНСС, GNSS, GPS і навіть NAVSTAR GPS. В світовій геодезичній практиці прийнято загальне скорочення GNSS, а в конкретній роботі варто дотримуватись єдиної системи позначень.

Наукова новизна дисертаційної роботи.

На думку опонента робота має чітку методичну направленість, а відтак основними положеннями наукової новизни є:

- удосконалення методики визначення точності вимірювань базових ліній в залежності від тривалості спостережень та довжин базових ліній з отриманням відповідних залежностей, що дасть змогу більш правильно підійти до проектування ГНСС-спостережень базових ліній;
- удосконалення методики визначення точності координат пунктів геодезичних мереж в залежності від тривалості спостережень, довжин базових ліній та кількості базових ліній в кожному пункті з отриманням відповідних залежностей, що дасть змогу більш правильно підійти до питання проектування геодезичних мереж, що створюються методом супутникових спостережень;
- розроблення методичних рекомендацій, щодо оптимальних значень параметрів спостережень, до яких віднесено: кут відсічки, точність ефемерид та використання ГНСС-обладнання на базі двох ГНСС, та врахування їх впливу на точність визначення координат пунктів в геодезичних мережах.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень.

Обґрунтованість і достовірність забезпечені детальним аналізом стану наукового завдання та теоретичними розробками, які підтверджені великим об'ємом експериментальних досліджень. Розроблено та застосовано власні методики дослідження точності визначення базових ліній та координат пунктів геодезичних мереж із урахуванням набору параметрів спостережень. Теоретичні результати отримано із застосуванням потужних методів досліджень, серед яких теорія похибок, регресійний аналіз та кореляційний аналіз. Для підтвердження наукових результатів в роботі наведено великий об'єм результатів експериментальних спостережень, що підтверджують отримані автором теоретичні результати.

Практична цінність роботи.

Робота має суттєве практичне значення, її результати можуть бути використані на практиці при вирішенні ряду геодезичних завдань, зокрема при розробленні:

- практичних рекомендацій щодо проектування ГНСС-спостережень з врахуванням тривалості спостережень, довжини базової лінії, кута відсічки, точності ефемерид та використання ГНСС-обладнання на базі двох ГНСС;
- технології виконання польових робіт засобами ГНСС-спостережень, для забезпечення надійності результатів та отримання необхідної точності спостережень;
- рекомендацій то технічних вимог ГНСС-обладнання в залежності від вирішуваного практичного завдання;
- рекомендацій по удосконаленню алгоритмів камерального оброблення результатів ГНСС-спостережень.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях.

За темою дисертації опубліковано 11 друкованих праць, у тому числі 6 – у фахових наукових виданнях, 1 – у фаховому закордонному виданні і 4 – у матеріалах конференцій. Наведені в дисертації результати повністю висвітлені в друкованих працях. Дві та більше публікацій в одному виданні, а також тотожні за змістом публікації відсутні.

Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації.

Автореферат за змістом та приведеними результатами повністю відповідає структурі та змісту дисертаційної роботи.

Рекомендації по використанню результатів роботи.

Результати роботи можуть бути рекомендовані до впровадження в роботу центрального органу виконавчої влади у сфері геодезії, картографії та кадастру – Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру

(Держгеокадастр). Результатами роботи можуть скористатися територіальні органи Держгеокадастру та Державні топографо-геодезичні підприємства при створенні та розвиненні геодезичних мереж. Важливим напрямком впровадження результатів роботи може бути створення ГНСС-мереж для вирішення завдань геодезичного моніторингу інженерних споруд. Окремо слід сказати про використання результатів роботи при вирішенні завдань геодинаміки, які можуть виникати у структурних підрозділах Міністерства екології та природних ресурсів України, Мінвуглепрому України, НАК Нафтогазу України.

Загальний висновок.

На основі вивчення дисертації вважаю, що дисертаційна робота Пішко Ю.Р. «Актуалізація параметрів методики відносних супутникових спостережень для створення опорних геодезичних мереж», є закінченою науково-дослідною роботою, яка присвячена вирішенню важливої та актуальної задачі удосконалення методики відносних супутникових спостережень та актуалізації параметрів спостережень. Виконані дослідження мають наукову новизну та практичну цінність. Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія та вимогам, щодо порядку присудження наукових ступенів Міністерства освіти і науки України, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент
Декан факультету ГІС і управління територіями
Київського національного університету
будівництва і архітектури
доцент, доктор технічних наук

Шульц Р.В.

Підпис Шульца Р.В. засвідчую:

Вчений секретар
Вченої ради КНУБА
доцент, кандидат технічних наук



Петренко О.С.