

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Лиска Богдана Олеговича**, представлену на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія

Тема дисертації: „Використання сучасних технологій для підвищення ефективності розпланувальних робіт”.

Актуальність теми дисертації

За останні десятиліття сформувався набір вимірювальних засобів космічної геодезії, що дозволяють проводити позиційні спостереження найвищого на сьогоднішній день рівня точності. До цих засобів відносять радіоінтерферометричні спостереження з наддовгими базами (VLBI), лазерні супутникові (SLR) і місяцеві (LLR) віддалемірні спостереження, глобальні навігаційні супутникові системи (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou), доплерівську систему DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite), альтиметричні спостереження за рівнем моря. Визначення параметрів орієнтації Землі (ПОЗ), уточнення координат станцій і встановлення земної системи відліку TRS (Terrestrial Reference System), уточнення параметрів моделі геопотенціалу становлять далеко не повний перелік завдань, що розв'язуються за допомогою зазначених вимірювальних технологій.

Супутникові методи вимірювань, а це переважно GNSS-технології, з успіхом вже не одне десятиліття займають провідне місце в топографо-геодезичній практиці, в тому числі і інженерно-геодезичних роботах, завдяки економічній ефективності, високій продуктивності і точності вимірювань. Що стосується методики побудови геодезичних мереж для забезпечення вишукувальних та розмічувальних робіт у будівництві, то вона була розроблена ще у другій половині минулого сторіччя. Відображенням цього залишилися чинні досі нормативні документи. У зв'язку з розвитком класичних геодезичних вимірювальних технологій було вдосконалено певні розділи цих документів, але вони стосувалися, головним чином, методик виконання та методів математичного опрацювання результатів цих вимірювань. Тобто, чинні вітчизняні нормативи геодезичного супроводу інженерно-будівельних робіт фактично відображають стан, який відповідає кінцю ХХ ст. Водночас сучасний ринок геодезичного обладнання і технологій розвивається дуже динамічно і постійно розширює спектр своїх послуг. Так, наприклад, мережі активних референціальних GNSS-станцій уже понад десять

років успішно функціонують у багатьох країнах, в тому числі, і в Україні. На превеликий жаль, питанню впровадження сучасних геодезичних технологій, до яких відносяться і супутникові методи вимірювань, у практику геодезичного забезпечення будівництва приділяється недостатня увага.

При виконанні високоточних інженерно-геодезичних робіт необхідно ретельно враховувати всі особливості унікальних систем координат, що використовуються в геодезії. Тільки за цих умов може бути реалізована потенційно висока точність сучасних засобів вимірювальної техніки. Для виконання різних видів інженерно-геодезичних робіт необхідно розробити науково обґрунтовані методичні рекомендації у цьому плані.

Як це очевидно з назви дисертації, вона має пряме відношення до розв'язання названої вище проблеми інженерної геодезії. Тому актуальність теми беззаперечна.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Достовірність основних наукових положень і отриманих результатів у дисертації забезпечена:

- строгою фізичною постановкою задачі та коректністю застосування математичного апарату;
- використанням високоточних методів вимірювань та порівнянням результатів опрацювання;
- відповідністю отриманих результатів та висновків нормативним вимогам.

Сказане перевірене значними за обсягами експериментами з використанням значної кількості даних спостережень.

Враховуючи викладене, можна стверджувати, що наукові положення, висновки і рекомендації мають достатню ступінь обґрунтованості, а отримані дисертантом результати є основою для використання при розпланувальних та розмічувальних роботах у будівництві.

Новизна наукових положень і отриманих результатів

На наш погляд наукову новизну результатів досліджень дисертанта можна коротко сформулювати такими пунктами:

1. Узагальнено сучасні підходи та методи комплексного використання сучасних геодезичних технологій з урахуванням специфіки виконання розпланувальних робіт у будівництві.

2. Запропоновано математичну модель процесу побудови векторів на основі використання мережевої RTK-технології.
3. Запропоновано методику трансформування проектних координат точок із геоцентричної системи координат у плоску місцеву систему координат у вигляді переходу до топоцентричної системи координат.
4. Розроблено оптимальну методику трансформування координат пунктів опорної геодезичної мережі та червоних ліній забудови за рахунок використання методу ітерацій та цільової функції.
5. Розроблено та перевірено методику забезпечення рівності геометричних параметрів будівель між запроєкованими розмірами та їх реальними значеннями на основі нелінійного програмування.

Короткий зміст головних задач, поставлених в дисертації та запропонованих дисертантом методів їх реалізації.

Головним завданням, що розв'язується в дисертації, є підвищення ефективності основних розмічувальних робіт при підготовці промислового майданчика, а також будівництві багатофункціональних споруд. Точніше кажучи, мова йде про використання сучасних геодезичних технологій для розпланувальних та розмічувальних робіт у вигляді створення зовнішньої та внутрішньої розмічувальних мереж.

Поставлена задача розв'язується на основі використання наявної наземної інфраструктури GNSS для точного позиціонування, що базується на технологіях мережевих RTK-поправок або RTN (Real Time Network), а також застосуванні опорного базису у вигляді режиму виміру відносно базової лінії. При цьому необхідно було дослідити можливості використання мережевої RTK-технології для геодезичних робіт на будівельних майданчиках та обґрунтувати точність отримання довжини опорного базису із GNSS-вимірювань для забезпечення розпланувальних робіт.

Результатом поставлених досліджень стала математична модель процесу побудови векторів на основі використання мережевої RTK-технології. При цьому виявлено, що найбільший вплив на точність побудови векторів має горизонтальна середня квадратична похибка (HRMS), а також кількість спостережуваних супутників. Ці параметри автор називає технологічними параметрами процесу вимірювань.

Подальші дослідження автора стосуються питань підвищення ефективності виконання розпланувальних робіт на основі використання мережевої RTK-технології. Сюди відносяться питання трансформації

координат, мінімізації впливу випадкових похибок мережевої RTK-технології та відбракування грубих похибок у координатах пунктів без додаткових вимірювань. Відомо, що задача визначення параметрів трансформування розв'язується в кожній системі координатами однойменних, спільних, фізичних точок за методом найменших квадратів в лінійній постановці. Автор запропонував технологічні рішення, які розв'язують задачу трансформування координат елементів будівництва з мінімізацією впливу випадкових похибок мережевої RTK-технології та можливістю відбракування грубих помилок в координатах пунктів. Основна ідея запропонованого рішення щодо трансформування координат полягає в тому, що отримані із мережевої RTK-технології координати та проектні координати, задаються/перетворюються у геоцентричну систему після чого здійснюється їх строгий перехід до топоцентричної системи координат. Після отримання всіх елементів будівництва у топоцентричній системі знову переходять у геоцентричну систему координат. Такий підхід, очевидно, є оптимальним для об'єктів будівництва, оскільки він приводить до підвищення точності обчислення координат у порівнянні з традиційним для України переходом через задану референцну систему, наприклад, УСК-2000.

Для мінімізації впливу випадкових похибок мережевої RTK-технології та відбракування грубих похибок у координатах пунктів дисертантом запропоновано використати метод ітерації та цільову функцію, яка мінімізує вектор зміщення координат, отриманих із результатів геодезичних вимірювань та визначених шляхом трансформування. Автор детально описує ефективність роботи ітераційного алгоритму та мінімізації цільової функції на числових прикладах.

Шляхи використання результатів досліджень

В дисертації аргументовано доведено, що при створенні геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика доцільним є використання сучасного мережевого GNSS-сервісу, який на сьогодні є основою наземної інфраструктури точного позиціонування в масштабі країни.

Такий же шлях вибрано в усьому світі і, звичайно, не викликає у нас жодних заперечень.

Тому, по-перше, запропоновані дисертантом практичні рекомендації слід в подальшому застосовувати не лише для планових розмічувальних робіт, але й використовувати під час геодезичного супроводу всього комплексу інженерних робіт для будівництва.

По-друге, запропоновану методику трансформування проектних координат точок із геоцентричної системи координат у плоску місцеву систему координат для будівництва доцільно використовувати саме у вигляді переходу до топоцентричної системи координат, оскільки вона має просту процедуру перерахунку через зменшення кількості проміжних етапів, що приводить до підвищення точності обчислення координат у порівнянні з традиційним для України переходом через референцну систему УСК-2000.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

Дисертаційна робота Лиска Б.О. є результатом наукових досліджень автора в області сучасного геодезичного забезпечення інженерно-будівельних робіт. Матеріали дисертації висвітлені у 13 публікаціях, приведених в дисертації у списку використаних джерел. Нажаль, особистих робіт у дисертанта немає. Зміст дисертації повністю висвітлено в публікаціях. Автореферат точно і справедливо відображає зміст дисертації. Приведені у дисертації розробки пройшли апробацію на конференціях різного рівня.

Зауваження по дисертаційній роботі

1. У назві дисертації автор вживає термін «розпланувальні роботи», а у подальших викладках уже скрізь використовує «розмічувальні роботи». Правда, автор десь відзначає, що термін був замінений, але тоді треба би було дотримуватися якогось одного використання.
2. Автор недостатньо уваги приділив опису «Сучасних технологій ..», хоч цей термін вживається першим у назві дисертації. Немає якоїсь їх класифікації, характеристик. Він одразу обирає прилад (електронний тахеометр) та метод RTK/RTN без особливого обґрунтування чому саме їх і чому це можна вважати «сучасними технологіями». Так, наприклад, на стор. 28 автор стверджує, що «Виконання ..GNSS-приймачем має ряд переваг порівняно із класичними методами». Перелік тих переваг нічого крім здивування не викликає, особливо, щодо прогнозування «технологічних параметрів». Ознайомившись із §1.4. дізнаєшся про всі технологічні рішення автора ще задовго до їх висвітлення, хоча за логікою тут мали бути розглянуті проблемні питання, які потребують свого розв'язання. Висновки до розділу 1 розмиті, не конкретні і не читабельні.

3. У §2.1 жодного теоретичного обґрунтування ні методики розпланувальних робіт ні методики RTN немає. Є набір прописних істин із різних джерел, частина яких є помилковими та неправдивими. Наприклад, таке висловлювання автора як «...при оцінці точності визначення координат ...рекомендується для фазової псевдовідстані користуватися формулою ...». Що це і до чого?
4. На стор. 51 автор стверджує, що його точність визначення довжин у два рази вища, ніж її декларують розробники RTN-технології. Він пробує статистично її обґрунтувати, хоч ніяким чином не пояснює такі значні розходження.
5. Експериментальні дослідження автора, викладені у §2.2 та §2.3 мали би зміст, якщо б він розглядав статичний відносний метод GNSS-вимірювань. Для RTK-методу найбільш суттєвою похибкою є «старіння даних», яка виникає через те, що на мобільний приймач «диференційні корекції» від опорної станції прибувають із деяким запізненням, викликаним каналом передачі даних та іншими супутніми похибками. Навіть за такий короткий час (від декількох сек до долей сек) встигають змінитися поправки годинника приймача на опорній станції. Швидкість зміни цієї поправки і є тією головною похибкою, яку треба би було дослідити. Проте інші важливі проблеми, наприклад, багат шляховість, напевно заслуговує більш прискіпливої уваги ніж дослідження технологічних параметрів DOP та їхнє прогнозування в часі.
6. Значна частина розрахунків, наведених у §3.3, є тривіальною і достатньо добре відомою. Наприклад, проблема середньої висоти будівельного майданчика чи поправки за відхилення прямовисної лінії.
7. Відсутні обґрунтовані критерії, які дозволяють формалізувати задачу відбракування грубих помилок в координатах пунктів, використання яких погіршує точність.
8. У висновках до розділу 4 напевне треба би було розпочинати кожен висновок із слів « Запропоновано алгоритм/методику, аналітичне рішення ..., замість «Запропонований ...».
9. Крім того в тексті автореферату і дисертації вживаються не точні визначення: „використання трьохградусних картографічних проєкцій», «прямокутна геоцентрична система координат WGS-84», «дослід», «умови чистого неба», «виміряні кути GNSS-приймачем»; є цілий ряд повторень у різних місцях одних і тих же словесних виразі, наприклад, «Пропонується

використовувати один із різновидів відносного позиціонування ...» зустрічається тричі.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота Лиска Б.О. є закінченою науковою роботою і відповідає паспорту спеціальності 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія. Матеріали дисертації достатньо повно викладені в опублікованих дисертантом працях, включаючи обов'язкові фахові видання. Висловлені зауваження по роботі не знижують загальної позитивної оцінки дисертації.

Вважаю, що дисертаційна робота Лиска Богдана Олеговича відповідає вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присвоєння йому вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук,
професор кафедри вищої геодезії та астрономії
Національного університету «Львівська політехніка»


С.Г. Савчук

Підпис засвідчує
Взяв на секрет

Р.Бурдасюк-Хосі