

ВІДГУК**офіційного опонента на дисертаційну роботу Лиска Богдана Олеговича
«Використання сучасних технологій для підвищення ефективності
розпланувальних робіт», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата
технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та
картографія**

Дисертаційна робота Лиска Б.О. складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 199 сторінок, у тому числі 27 рисунків, 24 таблиці, список використаних джерел сумарно із 175 найменувань, а також 7 додатків на 36 сторінках.

Актуальність теми досліджень обґрунтована в дисертаційній роботі у повній мірі і не викликає жодних сумнівів. Хоча розмічувальні роботи на будівельних майданчиках є одною із традиційних задач інженерної геодезії, але зі стрімкою появою в практиці геодезичного виробництва сучасних GNSS-технологій не вирішеним залишається цілий ряд питань їх коректного застосування. Особливо це стосується режиму визначення координат в реальному часі від окремих/мереж референцних станцій. Визначення координат в реальному часі дозволяє по швидкості виконання розмічувальних робіт конкурувати з традиційними методиками та електронними тахеометрами.

Але походження вимірів в традиційних методиках і методиках з використанням GNSS-приймачів є різним, і питання дослідження точності останнього методу в застосуванні до розмічувальних робіт є актуальною та важливою темою. Сюди ж слід віднести і розробку методики трансформування координат пунктів опорної геодезичної мережі та червоних ліній забудови, що логічно впливає із тієї ж різної природи вимірів за вищезгаданими методиками.



Технічні та технологічні здобутки геодезії у поєднанні з сучасним геодезичним інструментарієм вимагають розробки оптимальних методик забезпечення виконання розмічувальних робіт на будівельних майданчиках.

Сформульовані автором мета і завдання однозначно направлені на вирішення актуальних питань теми дослідження, а обґрунтування вибору теми, в редакції автора, також свідчить про **знання автором робіт попередників**.

Методичний рівень досліджень.

В процесі розв'язання поставлених завдань автор використовує наступні методи: аналітично-дослідницького спрямування (аналізу та порівнянь, абстрактно-логічний, описового аналізу); математичного аналізу та статистики (метод найменших квадратів, регресійний, дисперсійний, ітерацій). Вищезгадані методи застосовуються коректно до відповідних наборів вхідних даних та забезпечують отримання репрезентативних даних та висновків.

Методичний рівень досліджень можна оцінити як достатній.

Відповідність паспорту спеціальності та назві роботи.

Назва дисертації відповідає змісту виконаних досліджень. Дисертаційна робота Лиска Б.О. відповідає паспорту спеціальності 05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія.

Аналіз основного змісту, наукової новизни, достовірності досліджень та обґрунтованості висновків і рекомендацій.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Також перелічено використані засоби публічної апробації і оцінено особистий внесок здобувача при поданні результатів досліджень у фахових виданнях.

Перший розділ **«Сучасний стан та проблеми виконання розмічувальних робіт на будівельному майданчику»** присвячений огляду

існуючих методів побудови планової розмічувальної основи на будівництві, на основі якого визначено їх переваги та недоліки, характеристики точності і ефективність їх застосування в умовах сучасного будівництва.

На основі вивчення значної кількості публікацій автором проаналізовано застосування класичних методів виконання основних та детальних розмічувальних робіт на будівництві та показано, що воно не є ефективним і вимагає розробки нових методів опрацювання, оскільки не забезпечують якісний та оперативний геодезичний супровід на всіх етапах розмічувальних робіт житлової інфраструктури, особливо з врахуванням вимог щодо скорочення термінів будівництва.

З метою переходу від систем координат генплану до координат, що визначаються RTN-методами, запропоновано альтернативні вже існуючим методи пошуку параметрів трансформації між прямокутними ортогональними системами координат із зменшенням впливу систематичних похибок у вихідних даних на точність результатів трансформування елементів будівництва.

У другому розділі **«Дослідження особливостей використання RTN методу для геодезичних розмічувальних робіт на будівництві»** автором виконано теоретичне обґрунтування ефективного використання RTN вимірювань для основних планових розмічувальних робіт на будівельному майданчику.

З метою перевірки теоретичних викладень проводилися експериментальні дослідження на території Івано-Франківської області та еталонному полігоні. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що точність винесення координат пунктів за допомогою GNSS приймача та пристрою для центрування антени (власної запатентованої розробки) при дотриманні розроблених методичних рекомендацій не перевищує 5 мм, що повною мірою задовольняє високі темпи сучасного будівництва та дозволяє відмовитись від побудови класичної будівельної сітки.

Підтверджено, що RTN метод дозволяє, використовуючи двохчастотний GNSS приймач для визначення просторових (відносних) координат, одержати знайдені значення віддалей та кутів з точністю доступною для сучасних тахеометрів.

За допомогою двохвибіркового F-тесту для дисперсії при різній кількості усереднень вимірів було рекомендовано з метою оптимізації часу спостережень використовувати 15–30 усереднень вимірів.

Дисертантом вперше побудовано математичну модель і досліджено залежність точності процесу побудови векторів (ліній) за допомогою використання RTN-рішень GNSS приймачем від технологічних параметрів DOP, особливо тих, зміни яких повторюються в часі. Доведено, що розпланувальні та розмічувальні інженерно-геодезичні роботи можна продовжити виконувати і в інший час без втрати рівноточності вимірів за умови дотримання подібних технологічних параметрів. Запропоновано регресійне рівняння, що дозволяє спрогнозувати точність виконання даних робіт в залежності від найбільш значимих технологічних параметрів, а саме горизонтальної середньоквадратичної похибки (HRMS), горизонтальної складової точності (HDOP), кількості супутників (N).

Досліджено, що для забезпечення необхідної точності (3–5 мм) при виконанні розпланувальних та розмічувальних інженерно-геодезичних робіт слід дотримуватись таких рекомендацій: кількість супутників ≥ 15 , $HRMS \leq 0,009$, GNSS приймач повинен бути налаштований хоча б на 25 усереднень.

У третьому розділі дисертаційної роботи «**Розроблення методичних рекомендацій створення планової розпланувальної основи на будівельному майданчику**» дисертантом розроблено практичні рекомендації щодо виконання планових розмічувальних робіт за типовою схемою у режимі виміру відносно базової лінії, опираючись на пункти винесені за допомогою RTN методу, які дають змогу забезпечити необхідну планову точність відповідно до

діючих норм та значно зменшують затрати часу на здійснення геодезичних робіт на будівельному майданчику.

Автором розроблено та запатентовано спеціальний штатив для центрування антени GNSS, що дозволяє підвищити точність виконання робіт (передачі координат з приладу на топографічну поверхню). Його опис та креслення представлено в даному розділі. Крім цього при використанні даного штатива, одержують з RTN вимірів значення довжини базису, яке можна використовувати для додаткового контролю точності визначення координат станції, на якій встановлюється електронний тахеометр при детальних розмічувальних роботах.

Результати експериментальних досліджень автора, що виконувалися на реальному об'єкті висотного будівництва в м. Івано-Франківськ, і які приведені в даному розділі роботи, підтвердили, що похибка винесення в натуру елементів будівництва RTN методом із пристроєм для центрування антени не перевищувала 10 мм, а середня квадратична похибка рівна 4 мм. Одержані результати збігаються із даними отриманими у попередніх експериментальних дослідженнях.

У розділі 4 **«Проблеми та особливості створення оптимальної методики трансформування координат пунктів опорної геодезичної мережі та червоних ліній забудови»** автором запропонований алгоритм розрахунку, що базується на використанні методу ітерації та цільової функції, яка мінімізує довжини вектора не співвідності між координатами отриманими із вимірів та із обчислень та дозволяє з міліметровою точністю трансформувати координати пунктів мережі будівельного майданчика. Слід відмітити, що отримані дисертантом результати не несуть в собі похибок вимірів, оскільки вони практично нівелюються за допомогою мінімізації запропонованої цільової функції.

Приведений в таблиці 4.9 даного розділу аналіз результатів експерименту, дає змогу також рекомендувати оптимізаційні методи ітерації для зрівнювання спеціальних лінійно-кутових мереж шляхом складання шаблону електронної

таблиці та включенням відповідного програмного блока в систему автоматизованого опрацювання.

Дисертантом в даному розділі запропоноване аналітичне рішення задачі забезпечення запроектованих розмірів будівель та взаємного розміщення між ними шляхом пошуку оптимальних параметрів трансформації між системою координат генплану та державною геодезичною мережею України (УСК-2000), що дає можливість не тільки уникнути помилок при визначенні зв'язку між системами та наступному винесенні елементів будівництва RTN методом, але забезпечити необхідну точність розмічуваних робіт.

Редакційний аналіз дисертації показав, що вона є завершеною науковою працею з логічним та послідовним викладенням результатів досліджень. Варто також віднести вже до здобутків автора значний обсяг експериментальних даних з їх детальним аналізом, який в повній мірі представляє результати досліджень, сприймається цілісно і логічно. Також, на нашу думку варто було частину викладу матеріалу, особливо в першому та другому розділах, підсилити графічними рисунками та схемами, що лише б сприяло кращому розумінню розв'язуваних автором завдань. В тексті роботи зустрічаються повтори окремих абзаців, зокрема на сторінках 23, 31, 114.

Оцінка публікацій автора. Отримані результати повною мірою висвітлені в опублікованих працях у наукових та фахових виданнях і достатньо апробовані на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях. Публікації матеріалів дисертації відповідають вимогам МОН України.

Зміст автореферата відповідає структурі дисертаційної роботи та відображає її основні положення.

За результатами аналізу представленої роботи висловлюю такі **зауваження**:

1. Методика виконання розмічувальних робіт повинна передбачати чітку фіксацію часу (період) виконання розмічувальних робіт, так як наступні

вимірювання, які будуть проводитися «з дотриманням подібних технологічних параметрів» повинні плануватися під умови початкових спостережень. Тобто має або фіксуватися значення параметрів горизонтальної середньоквадратичної похибки (HRMS), горизонтальної складової точності (HDOP), кількості супутників (N), або, якщо використовувати програми планування спостережень, то фіксуватися час (період) з метою ретроспективи технологічних параметрів спостереження.

2. Не зовсім зрозуміло про які точки контурів забудови, що мають координати в системі генплану, і які варто використовувати для виконання RTN-вимірювань йдеться на с.31. Адже це є лише генплан. А якщо це існуючі вже будівлі чи споруди, то встановлення там GNSS-приймача є доволі проблематичним. Можливо в цьому випадку фрагмент генплану чи інше графічне креслення дозволило б зрозуміти думку автора.

3. На с.38 автор посилається на виконані обчислення точності винесення пунктів за допомогою RTN-рішень, але самі розрахунки не приводяться або посилання на їх публікацію є відсутнім.

4. Не цілком поділяємо думку автора щодо виділення ще одного «ряду похибок», що залежать від супутникового сузір'я і які позначені як умовні $\sigma_{ум}$. Більш логічно, на нашу думку, їх і надалі називати «технологічними умовами спостереження», тим більше, що в тексті надалі введено автором позначення і не використовується.

5. Рис.2.1 та рис.2.2 є не зовсім вдало оформленими. На рис.2.1 так і не вдалося знайти «зелену область», що показує територію, де можна проводити RTN-спостереження. На рис.2.2 має загальний фон з супутникового знімку, який не дозволяє чітко роздивитися позначення автора. На с.49 є також посилання на рис.2.2, але розміщення базисів на місцевості та віддалі до референцних станцій там не зазначено. Це зауваження є, звичайно, більш редакційним.

6. В роботі зазначається, що виміри слід проводити на відстанях до 30 км від референцних станцій. В цьому випадку є незрозумілим наведені в табл.2.5

віддалі S_3 для дослідів 1А, 2А, 3В, 4В, 5Б, 6Б і включення результатів цих вимірів в розрахунок СКП віддалей.

7. Автором зазначається, що для забезпечення необхідної точності (3–5 мм) при виконанні розпланувальних та розмічувальних інженерно-геодезичних робіт слід дотримуватись наступної рекомендації: $HRMS \leq 0,009$. Бажано було б також зазначити чи це є приладова оцінка під час виконання спостережень, чи можливо, апріорна, встановлена на основі попереднього планування спостережень.

8. На с.96 в описі методики координатного забезпечення розпланувальних робіт на проммайданчику GNSS-методом в п.5 зазначається, що головні та основні осі споруди виносяться і закріплюються за знайденими координатами WGS-84. В подальших же викладах (зокрема в розділі 4) вже застосовуються координати в системі УСК-2000.

9. Звичайно, що завдання оптимальної трансформації між системами координат генпланів та УСК-2000 при застосуванні RTN-методів виконання розмічувальних робіт будуть залишатися актуальними ще тривалий час, але слід зазначити, щов більшості сучасні генплани згідно нормативних вказівок і правил в сфері містобудування розробляються на актуальній топографічній основі, що створюється в системі УСК-2000.

Врахування зауважень могло б лише збільшити вагу представлених досліджень і результатів, які є предметом захисту. Зауваження жодним чином не стосуються пропонованих автором теоретичних обґрунтувань та методичних розробок використання сучасних технологій для підвищення ефективності розпланувальних робіт. Саме вони є беззаперечною заслугою автора з точки зору практичної значущості роботи.

Загальна оцінка дисертаційної роботи. В цілому дисертаційна робота Лиска Б.О. є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані експериментальні результати, що в сукупності є істотними для розвитку сучасної геодезії, фотограмметрії та картографії в частині

забезпечення виконання інженерно-геодезичних розмічувальних робіт при будівництві та монтажі технологічного обладнання.

Вважаю, що дисертаційна робота на тему «Використання сучасних технологій для підвищення ефективності розпланувальних робіт» за актуальністю, науковою новизною, достовірністю та обґрунтованістю висновків і рекомендацій відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів» щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Лиско Богдан Олегович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія.

Офіційний опонент -

кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії Національного університету водного господарства та природокористування

Р.М.Янчук

“ 26 ” жовтня 2020 року

