

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ GNSS/GPS-ТЕХНОЛОГІЙ І ЕЛЕКТРОННИХ ТАХЕОМЕТРІВ У ЗЕМЛЕВПОРЯДНІЙ ПРАКТИЦІ

Забезпечення точних і відтворюваних геопросторових даних є підґрунтям сучасної практики землевпорядкування та ведення кадастрових реєстрів. Запровадження GNSS-технологій (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) та широке впровадження електронних тахеометрів зумовили якісну зміну в способах організації польових робіт, камеральної обробки та інтеграції даних у ГІС. У статті розглянуто роль кожного з методів, їхні межі застосовності, а також методичні підходи до комбінованої зйомки та контролю якості результатів.

Розвиток методів геодезичних вимірювань пройшов еволюцію від оптико-механічних приладів (теодоліти, нівеліри) до електронних та супутникових систем. У першій половині XX століття зростання точності досягалось завдяки вдосконаленню оптичних приладів та відлікових систем; у середині століття – впровадженню електроніки і лазерних віддалемірів; наприкінці XX – масовому розгортанню супутникових навігаційних систем (GPS, згодом – GLONASS і Galileo) та створенню методів диференційного та фазового вимірювання, що дозволили досягати геодезичної точності.

У практиці землевпорядкування в Україні застосовуються національні будівельні норми та державні стандарти, які регламентують порядок проведення геодезичних робіт, метрологічні вимоги до приладів, а також правила оформлення і подання результатів. Серед ключових документів: ДБН щодо геодезичних робіт, нормативи на методи зйомки та методики виконання топографо-геодезичних робіт, ДСТУ на методи спостереження за деформаціями, порядок використання даних з Банку геодезичних даних.

RTK (Real-Time Kinematic) – режим супутникових вимірювань, що забезпечує визначення координат з сантиметровою точністю у реальному часі при доступі до корекційних даних з базової станції або мережевих RTK-сервісів. Основні фактори, що впливають на точність: видимість супутників, склад атмосфери (іоносфера/тропосфера), багатопляховість, тип приймача (одно-/двохчастотний), якість антенних рішень та алгоритми позиціонування. Використання багатозісних (multi-constellation) приймачів підвищує відмовостійкість і доступність вимірювань.

Статична або швидка-статична методика передбачає одночасну роботу базового та роверного приймачів протягом певного часу для отримання

високоточних обчислених різниць координат. Цей метод застосовується при створенні опорних мереж і в ситуаціях, коли необхідна найвища точність (міліметровий/сантиметровий рівень після обробки).

Електронний тахеометр поєднує кутові відліки з лазерним або оптичним визначенням відстані (EDM). Сучасні моделі мають можливість безвідбивачевого вимірювання, роботизованого наведення і інтеграції з польовими контролерами. Тахеометри використовують при деталізованій зйомці об'єктів, у міських умовах або там, де супутниковий сигнал недостатній.

Комбінований підхід передбачає використання GNSS (RTK/статичний) для створення опорної мережі та швидкої зйомки, і електронного тахеометра для детальної прив'язки будівельних елементів, меж та інших об'єктів, що не піддаються точному супутниковому визначенню. Послідовність робіт: планування – вибір методів і техніки – встановлення базових пунктів – польові вимірювання — камеральна обробка – інтеграція в ГІС – валідація.

Польовий протокол має включати: метадані про прилад (марка, серійний номер, дата повірки), умови спостереження (погодні, видимість), часові позначки, журнали вимірювань, контрольні точки. Камеральна обробка включає трансформацію у проектну систему координат, редукцію висот, корекцію похибок, фільтрацію аномалій та інтеграцію у базову ГІС. Важливо виконати контроль повторними вимірами та валідацію по державних опорних пунктах.

Узагальнений порівняльний аналіз методів: RTK – найшвидший і достатньо точний для кадастрових робіт (сантиметровий рівень), статична GNSS – необхідна для опорних мереж і високоточних задач, тахеометри – незамінні для деталізації та роботи у складних умовах. Економічна доцільність вибору методу залежить від поставлених завдань, масштабу проекту та наявності RTK-мереж.

Інтеграція геодезичних даних у ГІС забезпечує централізоване зберігання, візуалізацію, аналітику і підготовку звітної документації. Рекомендується зберігати первинні дані, проміжні рішення та результати постобробки; впроваджувати версіонування шарів та метадані для кожного набору вимірювань.

Основні джерела похибок: системні (часові стандарти, еталони частоти), атмосферні ефекти (іоносфера, тропосфера), багатопляховість сигналу, інструментальні похибки, помилки людського фактору при польових операціях, неточності трансформації та проєкцій. Менеджмент якості має включати повірку приладів, тестові зйомки та регулярні внутрішні аудити методик.

Комбіноване застосування GNSS/GPS-технологій та електронних та-

хеометрів дозволяє значно підвищити ефективність та якість землевпорядних робіт. Ретельне планування, метрологічна підтримка та інтеграція результатів у ГІС забезпечують відтворюваність, правову придатність та довготривалу експлуатаційну цінність геопросторових даних.

Список використаних джерел

1. Leick, A., Rapoport, L., & Tatarnikov, D. (2015). GPS Satellite Surveying. 4th ed. Wiley.
2. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2008). GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more. Springer.
3. Teunissen, P. J. G., & Kleusberg, A. (Eds.). (1998). GPS for Geodesy. 2nd ed. Springer.
4. ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві». Мінрегіон України.
5. ДСТУ Б В.2.1-30:2014 «Ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд».
6. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Банк геодезичних даних (інформаційні матеріали).
7. El-Rabbany, A. (2002). Introduction to GPS: The Global Positioning System. Artech House.
8. Van Sickle, J. (2008). GPS for Land Surveyors (4th ed.). CRC Press.
9. Blewitt, G., & Hammond, W. (2019). Advances in GNSS and their applications. Journal of Geodesy.

**Адамчук О.Б.,
Брик Ю.М.,
Зверев А.В.**

магістранти

ВСП «Інститут інноваційної освіти КНУБА»

ІНТЕГРОВАНЕ ПРОСТОРОВЕ УПРАВЛІННЯ ТА АВТОНОМІЯ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ В РАМКАХ РЕГІОНАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

В умовах глибоких соціально-економічних трансформацій та повоєнної відбудови Україна стикається з необхідністю переосмислення підходів до просторового розвитку. Сучасна модель управління територіями повинна поєднувати стратегічне бачення держави, економічну ефективність, соціальну справедливість і екологічну збалансованість. Просторове планування стає