

**Гордієнко Є.В.,** магістр спеціальності 193 Геодезія та землеустрій  
**Науковий керівник: Рябчій В.В.,** к.т.н., професор кафедри геодезії  
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м.Дніпро, Україна)

## МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ПОПРАВОК ДО ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ВИКОНАННІ ЗНІМАНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ GNSS-ПРИЙМАЧІВ У ЗЕМЛЕУСТРОЇ

Використання супутникових приймачів спричиняє значне прискорення процесу знімання земельних ділянок. Процедура виконання таких знімів, порівняно з оптичними і оптико-електронними приладами, значно спрощена: проведення знімання меж земельної ділянки з використанням GNSS-приймачів не потребує прокладання і урівнювання теодолітного ходу – робіт, які тривають більшу частину часу від усієї процедури геодезичних робіт.

Принцип роботи GNSS базується на вимірюванні часу, за який радіосигнал, що безперервно надсилається супутником, дістанеться приймача на Землі. Радіосигнал містить дані про час відправлення сигналу і місцезнаходження супутника на орбіті. Приймач використовує час отримання сигналу з даними для обчислення відстаней до супутників, на основі якого, методом тригонометричних та геометричних обчислень, визначається координатне положення приймача.

Крім самих супутників GNSS-приймачі можуть підтримувати зв'язок із супутниковими системами диференціальної корекції, що являють собою наземні станції, координати яких відомі з високою точністю, і призначаються для підвищення точності даних, що отримує приймач, шляхом урахування різноманітних поправок.

Зазвичай під час виконання GNSS-спостережень для цілей землеустрою широко використовується одна зі схем диференціальної корекції – Real Time Kinematic (RTK), що дозволяє отримувати поправки до вимірювань і встановлювати місце розташування приймача у мережі постійно діючих референсних GNSS станцій (Network RTK) із сантиметровою точністю у режимі реального часу. За необхідності існує можливість роботи і з одиночною базовою станцією (Single base RTK), проте використання мережевого RTK має низку переваг. Зокрема – більш висока точність (не знижується з віддаленням від найближчої станції так суттєво), простота, можливість роботи практично у будь-якій точці України.

Основні методи отримання поправок у мережах RTK:

– Шляхом передачі поправок з базової станції у UHF діапазоні частот (410-470 МГц). Базова станція може бути встановлена як на точці з відомими координатами, так і з визначенням координат протягом певного проміжку часу, для передачі використовує радіомодем. Як правило такі, вбудовані, радіомодеми мають невелику потужність 4-5 Вт, короткі антени і забезпечують прийом/передачу сигналу на відносно невеликих відстанях. У випадку необхідності роботи з UHF сигналом на більших відстанях – використовуються зовнішні модеми потужністю 30-40 Вт з великими антенами. Нюанси у використанні даного методу можна побачити у таблиці 1.

– З використанням технологій GSM у стільниковій мережі. Для передачі поправок у даному методі використовуються GSM-термінали приймача і базової станції: вбудовані чи зовнішні або контролер приймача. Схему можна описати як прямий «дзвінок» ровера базовій станції для отримання поправок. Передача даних за такою технологією на даний момент застаріла і використовується рідко через втрату своїх переваг з плином розвитку технологій. До плюсів даного методу можна віднести простоту налаштування обладнання і працездатність у межах всього покриття мережі стільникового зв'язку. Головний недолік – підтримка зв'язку одночасно лише одного приймача з однією базовою станцією.

**Переваги і недоліки отримання поправок методом передачі UHF-сигналу**

<b>Переваги</b>	<b>Недоліки</b>
Дозволяє проводити знімання за межами покриття стільникового зв'язку	Відстань прийому обмежена можливостями антени і зовнішніми чинниками погіршення сигналу
Відсутність залежності від сторонніх організацій	Конфлікт повідомлень при роботі більше ніж з однією станцією на одному каналі

– З використанням технологій GSM у стільниковій мережі. Для передачі поправок у даному методі використовуються GSM-термінали приймача і базової станції: вбудовані чи зовнішні або контролер приймача. Схему можна описати як прямий «дзвінок» ровера базової станції для отримання поправок. Передача даних за такою технологією на даний момент застаріла і використовується рідко через втрату своїх переваг з плином розвитку технологій. До плюсів даного методу можна віднести простоту налаштування обладнання і працездатність у межах всього покриття мережі стільникового зв'язку. Головний недолік – підтримка зв'язку одночасно лише одного приймача з однією базовою станцією.

– Третій варіант передачі поправок – за допомогою технології NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), що діє, використовуючи мережу Internet. Такий метод масово використовується у землеустрої, оскільки доступ до мережі можна отримати практично у будь-якій точці. В Україні, у межах населених пунктів та на великих територіях поза їх межами, для отримання поправок достатньо мати доступ до Internet, що зазвичай може досягатися встановленням у контролер чи безпосередньо у GNSS-приймач, якщо така можливість є, SIM-карти мережі стільникового зв'язку або шляхом використання супутникового інтернету, мобільних Internet-модемів чи Wi-Fi-передавачів. Передача даних за такою технологією дозволяє підтримувати зв'язок одночасно з кількома базовими станціями, що, у свою чергу, підвищує точність отримуваних даних. Певна складність використання технології полягає у необхідності взаємодії з операторами базових станцій, у тому числі оплаті за користування станціями. Головний недолік – необхідність у постійному стабільному Internet-з'єднанні.

**Висновки.** У результаті наведеного аналізу методів отримання поправок до вимірювань під час виконання GNSS-спостережень у режимі RTK було виділено три найрозповсюджені методи. Серед них використання технології NTRIP виглядає найбільш сучасним і практичним при виконанні геодезичних робіт у землеустрої, оскільки доступ до мережі Internet, так чи інакше, можна отримати практично у будь-якій точці земної поверхні, що одночасно може являти собою і недолік, так як у випадках проведення робіт поза покриттям стільникових мереж з Internet-сигналом потребує додаткового оснащення.

**Список використаних джерел:**

1. О.Є.Янкін. Супутникова геодезія та сучасні геодезичні прилади. Частина 2. Опорний конспект лекцій. с. 39-46. – Дніпро, 2019
2. Я.М.Костецька. Геодезичні прилади. Частина II. Електронні геодезичні прилади: Підручник для студентів геодезичних спеціальностей. – Львів. 2000.