

П.Й. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф.,  
О.В. ДОЛГІХ, Л.В. ДОЛГІХ, кандидати техн. наук, доценти  
Криворізький національний університет

## **ВИБІР СУПУТНИКОВОГО МЕТОДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В КАРЄРАХ ТА НА ВІДВАЛАХ**

GNSS-технології використовують декілька супутникових методів, наприклад, GPS та ГЛОНАС, супутники яких знаходяться на різних орбітах та дозволяють визначати координати відносно початкових поверхонь, які незначно відрізняються. Цією різницею можна знехтувати при вирішенні задач, що не потребують високої точності. Але при вирішенні задач, які потребують підвищеної точності їх вирішення, необхідно зважати на вплив їх особливостей на отриманий результат.

Використання GNSS-обладнання зараз поширене при вирішенні різних задач маркшейдерського забезпечення гірничих робіт. Найбільш ефективні супутникові технології при виконанні зйомок гірничих виробок в режимі RTK, при винесенні положення бурових свердловин на блоках, тобто при виконанні робіт, точність яких не вище 3-5 см, а іноді і 10 см, тобто коли виконання робіт не вимагає високої точності визначень, а сантиметрова точність вважається більш, ніж достатньою.

Застосування GNSS для вирішення задач, які потребують високої точності, має деякі нюанси, такі як вибір найбільш ефективного обладнання, технології виконання польових робіт та програмних засобів і алгоритмів для виконання розрахунків.

Відстань до базового приймача або перманентної станції є чи не головним чинником, який впливає на точність отримання координат точок. Відомо, що за допомогою двохчастотних приймачів можна виконувати спостереження на відстанях до 50-70 км, але дослідження з виконанням практичних експериментів довели, що використовуючи довжину бази 3 км та базу 0,5 км – точність вимірів значно підвищується.

В останніх версіях програмних продуктів спостерігається тенденція до зменшення параметрів, які обираються користувачем. Різниця в отриманих результатах визначень, при обробці за різними алгоритмами (VLBL, WideLane, L1&L2c, L1&L2), досягає 10 мм і більше у висотних позначках точок. При використанні режиму «auto», не можна бути цілком впевненим, що програмний засіб автоматично вибрав вірний алгоритм опрацювання базової лінії. Тому, як показали практичні роботи, більш старі версії програмних засобів, які містять більше «ручних» налаштувань, показали себе більш надійними.

Також важливим фактором, який необхідно враховувати для отримання необхідною точності, є паспортні дані приймача. Метрологічне калібрування виконується для базової лінії. Велика кількість сучасних мультисистемних приймачів, таких як StonexS8 Plus та інші подібного класу, мають паспортну погрішність визначення висотної позначки 8-10 мм, а гранично допустима похибка, при вірогідності 95%, складає 20 мм, трикратна ж погрішність (з вірогідністю 99%) складає 30 мм. Врахувавши точність визначення висоти приладу і значення PDOP, можна отримати погрішність більшу 35 мм. Виконуючи аналогічні розрахунки для приймачів таких як, наприклад, Topcon Hiper SR, Pro, Hiper Plus, значення похибки в два рази менше, і складає приблизно 15-17 мм.

Мультисистемність сучасних приймачів (можливість використовувати сигнали не тільки GPS, а і ГЛОНАС, Galileo, Beidou) значно підвищує якість RTK-зйомок на забудованих та закритих територіях, за рахунок збільшення кількості супутників і поліпшення PDOP. Але кожна з систем має різну поверхню проектування, точність часу і кількість станцій, а значить і різну точність.

Різниця висот для точок на відвалі Східний ПРАТ «ЦГЗК», отриманих за допомогою GPS та за допомогою ГЛОНАС, при тривалості спостережень 6 годин склала 22 міліметра, а при використанні двох систем Topcon Tools, було визначене середнє значення. Тобто, можна допустити, що при вирішенні високоточних задач, доцільно використовувати тільки GPS, так як отримана точність результатів вище, ніж при використанні ГЛОНАС.