

Побігайло Д. П., аспірант спеціальності 184 Гірництво
Науковий керівник: Іськов С. С., к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії
(Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна)

ВПЛИВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ТОЧНІСТЬ ПОЗИЦІОНУВАННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ПУНКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ GPS: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ В ГЕОДЕЗІЇ ТА ГІРНИЦТВІ

Маркшейдерські пункти являються основою для проектування гірничих підприємств та контролю робіт при видобутку корисних копалин. В подальшому вони використовуються для побудови маркшейдерських мереж, що дозволяють із необхідною точністю визначати розміщення об'єктів у просторі та їх взаємозв'язки. Окрім орієнтації в просторі для робітників гірничого підприємства маркшейдерські пункти є основою для моніторингу впливу гірничих робіт на навколишнє середовище, зокрема для відслідковування руху ґрунтів, гідрогеологічні явища тощо. Таким чином маркшейдерські пункти слугують точними орієнтирами на кар'єрах та уможливають проведення ефективного видобутку корисних копалин.

При визначенні точних координат маркшейдерських та геодезичних пунктів завжди існують деякі похибки вимірювання. Вони залежать від багатьох чинників, які можна поділити на фактори, що залежать від виконавця вимірювань (некоректне розміщення приладів, неточне зняття відліку, дилетантизм у використанні приладів, механічні помилки при записі чи обрахунку значень, недосконалість органів відчуття, психофізіологічні особливості тощо) та фактори, на які спостерігач не має безпосереднього впливу (погодні умови, зовнішнє середовище, доступність супутників, геометричний DOP (Dilution of Precision), ефект Релея, якість обладнання тощо).

Сучасний напрям розвитку технологій рухається до спрощення виконання робіт та повної їх автоматизації. Так у геодезії та маркшейдерії набирає популярність використання сучасних цифрових приладів та систем дистанційної зйомки таких як GNSS (Global Navigation Satellite System), БпЛА (безпілотний літальний апарат), LIDAR (Light Identification, Detection and Ranging) та інші. Такі прилади значно скорочують час виконання знімання місцевості та відкривають широкий спектр можливостей, але їх точність може бути обмеженою.

Наприклад, при порівнянні паспортні точності таких приладів як електронний тахеометр Geomax ZIPP 10R та приймач GPS RTK I83 IMU-RTK GNSS стає очевидним, що останній має нижчі характеристики точності, які є недопустимими для створення маркшейдерських мереж, відновлення маркшейдерських пунктів при їх втраті чи контролю їх положення.

На практиці приймач GPS RTK I83 IMU-RTK GNSS показує відхилення точності в плані від 1 см та відхилення по висоті від 5 см й більше. Такі відхилення викликані різноманітними чинниками, що неминуче присутні у процесі використання приладу.

Помилкове визначення місця знаходження може бути спричиненим ефектом Релея, втратою сигналу при проходженні через листя дерев, атмосферним впливом таким як вологістю повітря, температурою тощо. Розташування супутників у просторі може створювати певні геометричні умови, що впливають на точність позиціонування. Наприклад, низькі кути погляду на супутники можуть збільшувати DOP та погіршувати точність. Електромагнітні перешкоди від електричних ліній, споруд та інших джерел також можуть впливати на сигнали GPS та викликати шум чи інтерференцію. Високі будівлі, гори чи аналогічні перешкоди можуть створювати тіньові зони, де супутники стають не видимі, що в свою чергу впливає на точність позиціонування. Джерела похибок та їх вплив на позиціонування описані в таблиці 1.

Похибки позиціонування при кодових та фазових спостереженнях

Джерела похибок	Абсолютний				Відносний	
	Автономний		Диференціальний		L1	L2
	С/А-код	Р-код	С/А-код	Р-код		
Похибки годинника супутника, м	3,0	3,0	0	0	-	-
Похибки ефемерид, м	2,0	2,0	0	0	-	-
Іоносферна затримка, м	3,5	2,3	0,1	0,1	1-3 мм	
Топосферна затримка, м	0,4	0,4	0,1	0,1	2 мм	
Шуми у приймачі, м	1,5	2,3	1,5	0,25	2 мм	
Міжканальні зрушення у приймачі, м	0,6	2,0	0,6	0,15		
Багатопроменеві ефекти, м	1,2	3,0	1,2	1,2	5 см	6 см

Тому саме удосконалення методів позиціонування за допомогою GNSS систем допоможе використовувати сучасні технології не тільки у сфері гірництва та геодезії, а й у галузі будівництва та архітектури.