



ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТНОГО ЕЛЕМЕНТА МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПУНКТІВ

Доказана необхідність определения высот элементов топографической привязки с целью использования инженерно-геофизических методов для розыска утерянных пунктов и знаков планово-высотной геодезической сети. На основе проведенного анализа описаний 585-ти геодезических пунктов предложено для поиска утерянных пунктов планово-высотной геодезической сети использовать метод GPS-нивелирования и тригонометрическое нивелирование. Рекомендовано внести необходимые изменения в нормативно-технические документы.

It is proved the necessity of determination of heights of topographic connection elements to use engineering and geophysical methods for searching lost points and marks of horizontal altimetric geodetic networks. On the basis of analysis of descriptions of 585 geodetic points locations it is proposed to use GPS leveling as well as trigonometrical leveling for searching points of horizontal altimetric geodetic networks. The necessary changes into the regulatory and technical documents are suggested.

Постановка проблеми. Польове обстеження місць розташування втрачених геодезичних пунктів, реперів передбачає застосування конкретних методів для їх розшуку, а саме опитування місцевих жителів та інструментально-геодезичні методи [7].

Для виявлення центру або репера використовується наявна інформація про планове положення геодезичного знака на місцевості та елементів його топографічної прив'язки. Така інформація вказується у картках закладання та обстеження геодезичних пунктів у вигляді записів лінійних вимірювань елементів топографічної прив'язки.

Застосування негеодезичних методів розшуку, а саме інженерно-геофізичних, передбачає наявність інформації про висотне положення не тільки центру, а й елементів його топографічної прив'язки [3].

Наразі маємо багатий науково-практичний досвід розшуку центрів геодезичних пунктів та реперів [1,5,13]. Це дозволило зменшити відсоток втрачених геодезичних знаків. Застосування принципово нових методів розшуку можливе лише при відомій різниці висот центру і лінії поверхні землі, особливо це стосується магніторозвідки та георадарів. У геодезичній нормативній літературі не передбачено визначення та відповідного відображення на матеріалах закладання висоти елементів топографічної прив'язки геодезичного знака.

Невирішені частини загальної проблеми полягають у тому, що відсутність відомостей про перевищення між центром і елементами топографічної прив'язки не дає змоги повноцінно вести пошук геодезичних центрів інструментально-геодезичними методами, а також добирати відповідно висоту датчика магнітометра над поверхнею землі або розраховувати центральну частоту георадара для виявлення центру знака, репера в ґрунті.

Таким чином, метою даної статті є обґрунтування необхідності виконання процесу висотної прив'язки елементів геодезичних пунктів і реперів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У ході реконструкції та розширення автомобільних доріг, ремонтних робіт на залізниці, будівництва житла,

виробничих приміщень та споруд, відведення земель під дачне будівництво, проведення гірничих та гідротехнічних робіт, уведення в обіг нових сільськогосподарських земель, прокладання інженерних комунікацій, вирубування лісу, зміни русел річок переміщуються значні об'єми землі, внаслідок чого в місцях закладання геодезичних пунктів змінюється не тільки ситуація, а і рельєф місцевості. Все це приводить до зміни товщі ґрунту над центром, а нерідко і до знищення зовнішнього оформлення геодезичного пункту.

Практика обстеження свідчить, що в результаті нарощування товщі ґрунту над центром або репером і втрати зовнішнього оформлення геодезичні пункти часто не знаходять, а тому їх прийнято відносити до знищених або втрачених [7].

Прикладом цього є результати пошуку реперів лінії нівелювання II класу, яка проходить через м. Івано-Франківськ. Скажімо, в ході будівництва фундаментальний репер було засипано землею, товща якої 3-5 м. При цьому незмінними лишилися планово-висотне положення елементів топографічної прив'язки. На пунктах полігонометрії, закладених на території міста Івано-Франківська товща ґрунту зросла місцями до 30 см.

Знаючи товщину ґрунту над центром і його конструкцію, можна намітити оптимальний комплекс інструментально-геодезичних та інженерно-геофізичних методів для його виявлення.

Зміна товщі ґрунту проявляється по-різному. Її зменшення призводить до розкриття верхньої частини знака і прискорює його знищення. Збільшення товщі ґрунту і втрата зовнішнього оформлення спричинює збільшення обсягів земляних робіт, що, однак, ще не гарантує виявлення центру. Тому необхідно обов'язково знати, наскільки змінилася товща ґрунту над підземним центром або репером. Завдання полягає у визначенні перевищень геодезичної марки центру відносно збережених (наявних) елементів топографічної прив'язки пункту.

Для обґрунтування застосування методів висотної прив'язки та її точності необхідно врахувати такі фактори:

- просторове положення центрів і реперів у ґрунті відносно лінії поверхні землі;



- кількість лінійних елементів топографічної прив'язки;

- способи закладання центрів і реперів;
- конструкції центрів і реперів;

Методи висотної прив'язки повинні бути економічними і простими. Згідно з нормативним документом [9], центр геодезичного пункту чи репера відносно лінії землі задається трьома положеннями, а саме:

1. Геодезична металева марка як носій геодезичної інформації знаходиться **вище лінії поверхні землі**, тобто різниця висоти геодезичної марки H_M і висоти поверхні землі H_3 є величиною додатною: $H_M - H_3 > 0$. До цієї групи геодезичних знаків належать центри типу У6, 187, У15Н.

2. Марка знаходиться **на рівні лінії поверхні землі або дорожнього покриття**, що можна виразити так: $H_M - H_3 = 0$. Дана група геодезичних пунктів представлена такими типами центрів: У15, У15к.

3. Марка знаходиться **нижче лінії поверхні землі**, тобто $H_M - H_3 < 0$. Ця група геодезичних пунктів представлена такими типами центрів: У10, У30П, У140П, У20П, 114, 161оп, 181к, 173, 174, 175.

Необхідно зауважити, що основними видами робіт при розшуку ґрунтових геодезичних знаків після їх локалізації на місцевості є візуальний огляд місця їх імовірного знаходження та земляні роботи.

При першому положенні підземного центру він вважається зміщеним або втраченим, адже висота лінії поверхні землі H_3 буде більшою за висоту геодезичної марки H_M . Показник H_3 визначають нівелюванням від збережених, наявних на місцевості елементів топографічної прив'язки або GPS-нівелюванням [6]. При другому і третьому положеннях, якщо H_3 дорівнює або менша за H_M , то центр зміщений або втрачений. Якщо H_3 більший за H_M , то для розшуку підземного центру необхідно виконати комплекс робіт.

Такий комплекс – це поєднання інструментально-геодезичних та інженерно-геофізичних методів. Інструментально-геодезичні роботи дозволяють одержати різницю $H_3 - H_M$, на основі якої і вибирають оптимальний інженерно-геофізичний метод [3,4].

Для вибору методів визначення висоти лінії поверхні землі або висотної прив'язки топографічних елементів геодезичних пунктів необхідно знати розподіл величин цих лінійних елементів, а також точність визначення глибини закладання підземних центрів пунктів, реперів.

Результати аналізу описів місцезнаходження 585-ти геодезичних пунктів наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Кількість лінійних елементів топографічної прив'язки геодезичних пунктів, нівелірних знаків в інтервалі від 0 до 500 м

Тип геодезичної мережі	Кількість пунктів у мережі	Кількість лінійних елементів в інтервалах					
		0-20 м	21-40 м	41-60 м	61-100 м	101-150 м	151-500 м
Пункти полігонометрії	258	702	92	44	20	9	13
Ґрунтові реperi	159	99	93	33	32	11	9
Пункти триангуляції	168	2	5	28	3	25	25

Найбільша кількість лінійних елементів припадає на інтервал від 0 до 180 м, зокрема для ґрунтових знаків полігонометрії – 98,5 % від їх загальної кількості, для ґрунтових нівелірних знаків – 96,5 %, для пунктів триангуляції – 71,6 %.

Зараз точність визначення глибини закладання підземних центрів, реперів неруйнівними методами знаходиться в межах 7-11 % від глибини їх закладання [4], тому точність передачі висоти при закладанні чи обстеженні центру на елементи топографічної прив'язки й точність передачі відмітки марки з елементів топоприв'язки на лінію поверхні землі не повинна перевищувати величини

$$m_h = 0,11h,$$

де h – глибина закладання геодезичного пункту чи репера, яка регламентується інструкціями [8, 9]. Оскільки ця глибина різна для різних типів знаків, тому визначимо для них середнє значення m_h . Результати обчислення зведено у табл. 2.

Таблиця 2. Величини m_h для геодезичних пунктів і нівелірних знаків

Показник	Тип геознака									
	У10П	140П	У20П	У5	181к	173	174	161оп	160	У15Н
m_h	22	18	12	12	22	15	55	25	20	8

Висновки. На картках закладання, побудови, обстеження та оновлення геодезичних пунктів, на кроках пунктів полігонометрії необхідно біля значень лінійних промірів вказувати величину, напрямок і знак перевищень між центром та елементами топографічної прив'язки.

Для пошуку на місцевості пунктів триангуляції, полігонометрії і трилатерації усіх класів з врахуванням особливостей їх закладання і того, що для їх пошуку в плані використовують GPS-прилади, для висотної прив'язки можна запропонувати метод GPS-нівелювання і тригонометричне нівелювання.

Література

1. Антонов, В.П. Средства поиска скрытых объектов местности при топографических работах [Текст] / В.П. Антонов, А. Е. Рожков // Тр. НИИ прикл. геод. – 1979. – № 3. – С. 23-28.
2. Войтенко, С.П. Справочник по геодезическим работам в строительном-монтажном производстве [Текст] / С.П. Войтенко, Г.М. Литвин, Ю.В. Полищук [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 336 с.
3. Галарник, М.В. Використання мікромагнітного знімання для пошуку ґрунтових геодезичних знаків [Текст] / М.В. Галарник // Геодез., картограф. та аерофотознім. – 1996. – Вип. 57. – С. 9-12.
4. Галарник, М.В. О результатах определения глубины закладки и длины подземного центра геодезического пункта



[Текст] / М.В. Галарник, Г.И. Квятковский; Ивано-Франковский ин-т нефти и газа. – Ивано-Франковск, 1993. – 6 с.: Библиогр. 2 назв. – Деп. в ГНТБ Украины 01.11.93, № 2161- Ук 93.

5. *Голедухин, М.А.* Отыскание утерянных центров с использованием привязки [Текст] / М.А. Голедухин, С.В. Крюков; Перм. политехн. ин-т. – Пермь, 1983. – 6 с.: ил. – Библиогр. 10 назв. – Деп. в ВИНТИ 20.04.83, № 2105 – 83.

6. *Грицюк, Т.Ю.* До питання оцінки точності вимірювання перевищень методом GPS [Текст] / Т.Ю. Грицюк, К.Р. Третяк // Геодез., картограф. та аерофотознім. – 2007. – Вип. 69. – С. 78-82.

7. *Інструкція* з обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі України // Топографо-геодезична та картографічна діяльність. Законодавчі та нормативні акти: в 2 ч. [Текст] / Вінниця: Антекс, 2000. – Ч. 1. – С. 294-319.

8. *Інструкція* з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 [Текст]. – К.: Гол. упр. геодезії, картографії та кадастру України. – 1999. – 155 с.

9. *Інструкція* про типи центрів геодезичних пунктів (ГКНТА-2.01,02-01-93) [Текст]. – Затв. нак. Гол. упр. геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 19 травня 1993 р. № 23.

10. *Інструкція* по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 [Текст] / ГУГК. – М.: Недра, 1982. – 160 с.

11. *Інструкція* по составлению кроков геодезических пунктов [Текст]. – 4-е изд. – М.: Геодезиздат, 1952. – 16 с.

12. *Інструкція* о построении государственной геодезической сети СССР [Текст]. – М.: Недра, 1966. – 341 с.

13. *Котюх, А.А.* Отыскание на местности утерянных центров геодезических знаков [Текст] / А.А. Котюх // Геодезическое обслуживание народного хозяйства в Северном Казахстане и Поволжье. – М.: Недра, 1982. – С. 66-71.

14. *Основні положення* створення Державної геодезичної мережі України: Пост. Кабінету Міністрів України № 844 від 8.06.1998. – 15 с.

Надійшла 01.02.12

* * *

УДК 528.48

І. С. Сідоров, К. Р. Третяк

СУМІСНЕ ОПРАЦЮВАННЯ СУПУТНИКОВИХ І НАЗЕМНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРІВ ВИСОКОТочної МЕРЕЖІ БУДІВНИЦТВА ДНІСТРОВСЬКОЇ ГАЕС

В результате совместной обработки высокоточных спутниковых и наземных геодезических измерений разработана методика уравнивания геодезической сети Днестровской ГАЭС с учетом весов измерений.

The methodology of adjustment of the geodetic network of Dnistrovskya Hydroelectric Pumped Storage Power Station has been developed using results of cooperative processing of high-precision satellite and ground-based geodetic measurements and considering measurement weights.

Постановка проблеми. При спорудженні великих гідроенергетичних об'єктів важливе значення має точність побудови і стійкість планово-висотної геодезичної мережі. Це має забезпечити задані параметри монтажу окремих будівельних конструкцій та елементів технологічного устаткування, а в подальшому такої точності й стабільності необхідно дотримуватись при спостереженні за деформаціями. З цією метою на об'єктах створюють спеціальну геодезичну мережу. В останні роки при створенні таких мереж дедалі ширше застосовується супутниковий метод.

При визначенні просторових геодезичних координат X , Y , Z пунктів мережі гравітаційне поле не впливає на результати вимірювань. Однак повністю охопити всю територію об'єкта ГНСС-спостереженнями неможливо. Насамперед це пов'язано з реальною відкритістю горизонту при виконанні спостережень, що в умовах будівельного майданчика не завжди забезпечується. Тому при монтажі технологічного обладнання та спостереженні за деформаціями інженерних споруд переважає застосування наземних геодезичних методів.

Геодезичні вимірювання виконуються прецизійними електронними тахеометрами, які встановлюються над пунктом прямою, отже, на них впливає гравітаційне поле місця робіт.

Для сумісного урівноваження супутникових та наземних вимірів необхідно враховувати складові відхилення прямої лінії ξ , η в районі будівництва.

Аналіз попередніх досліджень та публікацій. У праці [1] вказується, що при визначенні взаємного положення проектних точок з точністю 10^{-6} і вище необхідно враховувати аномалії гравітаційного поля. При центруванні геодезичних приладів, вимірюваннях горизонтальних і вертикальних кутів необхідно враховувати форму рівневої поверхні та її розташування відносно координатних осей. Градієнт прискорення сили тяжіння у рівнинних районах становить $5 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-2}$, а в гірських – на порядок більше. Можна вважати, що кут Δv між прямовисними лініями, які розташовані на відстані S одна від одної, дорівнює GS/g .

У рівнинних місцевостях на 3-кілометровій відстані зміна відхилення прямовисних ліній становить $0,7''$, а в гірських досягає $2,0''$. Дуже важливо редукувати виміри на умовну поверхню, яка закріплена на місцевості опорними точками.

© *І. С. Сідоров, К. Р. Третяк, 2012*