ПРОБЛЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ ВТРАЧЕНИХ ПУНКТІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

В. Артамонов, д. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-5424-0040

М. Василенко, ст. викладач

ORCID ID: 0000-0003-4847-2982

П. Міхно, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-8045-6478

О. Хохлов, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-1961-1675

І. Шелковська, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-0986-381X

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

<https://doi.org/10.31734/architecture2021.22.139>

Артамонов В., Василенко М., Міхно П., Хохлов О., Шелковська І. Проблеми відновлення втрачених пунктів геодезичних мереж

Розглядаються проблеми відновлення пунктів Державної геодезичної мережі та геодезичних мереж згущення в Україні. Метою дослідження є аналіз кількісних характеристик Державної геодезичної мережі (ДГМ) України, встановлення причин довготривалого існування проблеми відновлення втрачених пунктів геодезичних мереж в Україні та розроблення пропозицій щодо її усунення.

Виконано аналіз нормативних вимог щодо обстеження, оновлення, розшуку та відновлення втрачених пунктів ДГМ країни та мереж згущення. Виконано аналіз можливих причин знищення та пошкодження геодезичних пунктів. Наслідком існування проблеми втрати геодезичних пунктів є складнощі виконання геодезичних робіт. Збільшуються витрати часу на пошук геодезичних пунктів, збільшуються віддалі вихідних геодезичних пунктів від об'єктів топографічного знімання.

Оцінено ступінь забезпеченості території України геодезичними пунктами ДГМ для виконання топографічних знімків у масштабах 1:5000, 1:10000 та 1:25000.

Встановлено, що щільність геодезичних пунктів планових ДГМ для виконання топографічного знімання на території 20 областей не доведена до нормативної, тому подальші втрати пунктів недопустимі. При цьому в Дніпропетровській, Луганській, Львівській, Одеській та Сумській областях невідповідність фактичної щільності нормативній є прямим наслідком втрати пунктів ДГМ.

Визначено перспективи вирішення проблеми відновлення втрачених геодезичних пунктів на території України. Пропонується допустиму кількість втрачених пунктів геодезичних мереж визначати для кожної адміністративно-територіальної одиниці окремо на підставі аналізу щільності пунктів ДГМ та мереж згущення.

Ключові слова: відновлення геодезичних пунктів, Державна геодезична мережа (ДГМ), втрати пунктів, геодезична мережа згущення.

Artamonov V., Vasylenko M., Mikhno P., Khokhlov O., Shelkovska I. Problems of restoring the lost points of geodetic networks

The problems of restoration of the stations of the national geodetic network and geodetic bringing networks in Ukraine are considered. The goal of the research is to analyze the quantitative characteristics of the National geodetic network (NGN) of Ukraine, to establish the causes for the long-term existence of the problem of restoring lost of stations in Ukraine and to develop proposals for its elimination.

The analysis of normative requirements for inspection, modernization, search and restoration of the lost stations of the national geodetic network of the country and bringing networks is performed. The analysis of possible reasons of destruction and damage of the stations is conducted. The consequence of the problem of the stations loss is the complexity of geodetic works. The time spent for searching the stations increases, and the distances of the initial stations from the objects of topographic surveying grow.

The degree of provision of the territory of Ukraine the stations of NGN for topographic surveys in scales of 1: 5000, 1: 10000 and 1: 25000 is estimated.

It is established that the density of the stations of planimetric NGN for topographic surveying on the territory of 20 regions has not been brought to the normative level. Therefore, the further losses of stations are not allowed. At the same time, in Dnipropetrovsk, Luhansk, Lviv, Odesa and Sumy regions, the discrepancy between the actual density and the normative density is a direct consequence of the loss of NGN stations.

The prospects for solving the problem of restoring the lost stations on the territory of Ukraine are determined. To determine the allowable number of the lost stations of geodetic networks for each administrative-territorial unit singly on the basis of the analysis of the density of NGN stations and bringing networks is proposed.

Key words: restoration of stations, National geodetic network (NGN), loss of stations, geodetic bringing network.

Постановка проблеми. За останні десятиліття загострилася проблема втрати пунктів Державної геодезичної мережі (ДГМ) та мереж згущення. Передумовами цього негативного явища є значний проміжок часу між періодичними обстеженнями геодезичних пунктів в Україні, а також соціально-економічні прояви господарського розвитку регіонів. Сьогодні вирішення основних завдань землеустрою, картографії, кадастру має ґрунтуватися на сучасному геодезичному забезпеченні. Поступово все ширше застосовуються сучасні засоби, методи і способи виконання геодезичних робіт. Водночас чинні нормативи визначають конкретні показники щільності геодезичних пунктів ДГМ та мереж згущення. Тому в контексті забезпечення необхідної щільності геодезичних пунктів актуальною є проблема відновлення втрачених геодезичних пунктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемним питанням моніторингу стану ДГМ України, обстеження, відновлення місцеположення втрачених пунктів присвячені праці М. В. Галярника, Є. Ю. Ільківа, І. С. Тревого, П. Г. Черняги та ін. У зарубіжній науковій літературі увагу цій проблемі приділяють, зокрема, Jae-Hwa Choi, Phan Duc Hieu, Tran Bach Giang.

Незважаючи на проведені дослідження щодо методів і методик обстеження, пошуку, оновлення, моніторингу геодезичних пунктів та ведення їх кадастру, проблему відновлення місцеположення та координат втрачених геодезичних пунктів в Україні не можна вважати вирішеною всебічно та в повному обсязі.

Постановка завдання. Наше завдання – аналіз кількісних характеристик ДГМ України, встановлення причин довготривалого існування проблеми відновлення втрачених пунктів геодезичних мереж в Україні та розроблення пропозицій щодо її усунення.

Виклад основного матеріалу. Однією з основних умов функціонування будь-якої геодезичної мережі є забезпечення прямої оптичної видимості між суміжними пунктами цієї мережі. Причиною відсутності видимості може бути втрата геодезичних пунктів. Відповідно, усунути зазначену причину можна відновленням втра-

чених геодезичних пунктів. Порядок побудови ДГМ України передбачає необхідність проведення обстеження, відновлення геодезичних пунктів та проведення моніторингу ДГМ [6]. Проте досі відсутня чітка концепція відновлення геодезичних пунктів. Порядок ведення моніторингу стану ДГМ нормативно не забезпечений.

Періодичне обстеження та оновлення геодезичних, гравіметричних пунктів і нівелірних реперів має проводитися не рідше ніж один раз на 10 років, а на території міст і зон активної господарської діяльності – не рідше ніж один раз на п'ять років [6]. Систематичне обстеження проводять суб'єкти топографо-геодезичної діяльності безпосередньо під час виконання кадастрових знімань або топографо-геодезичних робіт.

Відшукування геодезичних пунктів здійснюють за їхніми зовнішніми ознаками з використанням великомасштабних топографічних карт, планів, GPS-приймачів (навігаторів) та зарисів місць розташування геодезичних пунктів [5]. Геодезичний пункт ДГМ вважається втраченим, якщо не збереглися моноліти його центра, а всі можливі заходи з відшукування геодезичного пункту не дозволяють знайти на місцевості його проєктне місцеположення.

Причинами повного знищення чи часткового пошкодження геодезичних пунктів ДГМ та геодезичних мереж згущення в Україні є:

- 1) виконання сільськогосподарських робіт із застосуванням агротехніки на землях сільськогосподарського призначення;
- 2) необізнаність землекористувачів і землевласників про наявність геодезичних пунктів на території їхніх землекористувань;
- 3) використання зовнішніх геодезичних знаків та центрів пунктів не за призначенням унаслідок безвідповідального зберігання;
- 4) виконання різноманітних будівельних робіт (зведення на місці геодезичного пункту будівель, споруд та конструкцій різного призначення, знесення будівель із настінними геодезичними знаками, будівництво та ремонт покриття доріг, вулиць, прокладання підземних комунікацій, земляні роботи тощо);
- 5) виконання гірничодобувних робіт на діючих кар'єрах;
- 6) вандалізм, незаконні прибудови та інші злочини;

7) застарілість центрів геодезичних пунктів, побудованих із застосуванням технологій другої половини XX ст., що за певних умов можуть не забезпечити довготривалого і надійного збереження проєктного місцеположення марок центрів;

8) ерозійні явища.

У зарубіжних країнах спостерігалися специфічні випадки втрат геодезичних пунктів унаслідок таких суспільно-політичних подій, як воєнні дії (зокрема, у Кореї та В'єтнамі) [9; 10].

У разі втрати пункту Інструкція з обстеження та оновлення пунктів ДГМ України [3] передбачає розшук такого пункту за допомогою лінійно-кутових методів або GNSS-спостережень. Вибір конкретного методу зумовлюється умовами видимості, кількістю та особливістю розташування наявних геодезичних пунктів або орієнтирних знаків, перевагами та недоліками застосовуваних методів.

У всіх випадках спочатку визначають приблизне місцеположення центра пункту, після чого сам центр пункту розшукують за допомогою щупа або розкопуванням. Для пошуку ґрунтових металевих центрів пунктів застосовують також інженерно-геофізичні методи (електророзвідка, магніторозвідка) [8].

У дослідженні [7] звертається увага на відсутність науково-економічного обґрунтування допустимої кількості втрат пунктів геодезичних мереж. На наш погляд, відповідний показник доцільно визначати окремо для адміністративно-територіальних одиниць, спираючись на нормативні показники щільності ДГМ та мереж згущення.

Щільність геодезичних мереж визначається масштабом знімань, висотою перерізу рельєфу, а також необхідністю забезпечення якісного виконання геодезичних, маркшейдерських, меліоративних, землевпорядних та інших робіт. Заборонено виконувати знімання в містах та селищах міського типу, спираючись тільки на знімальну основу [4].

Відповідно до Порядку побудови ДГМ України [6] для забезпечення топографічних знімань середня щільність планових геодезичних мереж (яка відповідає нормам для знімання в масштабах 1:5000, 1:10000 та 1:25000) має становити 1 пункт ДГМ на 30 км². Для 30 км² нормативну щільність можна представити у вигляді: 0,033 пункту на 1 км². Водночас допускається можливість зменшення щільності геодезичних пунктів ДГМ у разі використання супутникових геодезичних методів для визначення геодезичних пунктів знімальних геодезичних мереж [6], проте алгоритмів обґрунтування такого зменшення не встановлено.

Щільність геодезичної основи великомасштабних знімань (геодезичних мереж згущення і знімальних мереж) у населених пунктах і на промислових майданчиках має бути не менше ніж чотири пункти на 1 км² у забудованій частині населеного пункту та один пункт на 1 км² – на незабудованих територіях [4]. Результати проведеного аналізу кількості та щільності пунктів ДГМ (1, 2, 3 класів та постійно діючих станцій ГНСС) на території України (для забезпечення топографічного знімання в масштабах 1:5000, 1:10000 та 1:25000) наведено у таблиці.

За даними таблиці видно, що щільність геодезичних пунктів планових ДГМ для виконання топографічного знімання в масштабах 1:5000, 1:10000, 1:25000 на території 20 областей не доведена до нормативної, тому подальші втрати пунктів недопустимі. При цьому в Дніпропетровській, Луганській, Львівській, Одеській та Сумській областях невідповідність фактичної щільності нормативній є прямим наслідком втрати пунктів ДГМ.

Проблема втрати пунктів стосується не лише ДГМ, а й геодезичних мереж згущення та знімальних. Так, у м. Кременчуці, за даними Інвентарної книги обліку пунктів міської геодезичної мережі м. Кременчук (2018), серед 950 закладених та реконструйованих пунктів 4-го класу, 1-го та 2-го розрядів, знімальних мереж та реперів наявних 593, а знищених – 357 (майже 38 %).

Проте, незважаючи на значну кількість втрачених пунктів, наявна щільність пунктів у Кременчуцькій територіальній громаді площею 136,1 км² (4,35 пункту на 1 км²) відповідає нормативній [4].

Висновки. Територія України наразі недостатньо забезпечена геодезичними пунктами для виконання топографічних знімань, а процес відновлення втрачених геодезичних пунктів досі залишається недостатньо нормативно регламентованим.

Основними проблемами, пов'язаними з втратою пунктів ДГМ, є:

- збільшення витрат часу на пошук геодезичних пунктів;
- збільшення віддалей вихідних геодезичних пунктів від об'єктів топографічного знімання;
- певне відставання вимог нормативного забезпечення процесів обстеження, оновлення та відновлення геодезичних пунктів від розвитку методів, засобів та технологій (зокрема, GNSS) виконання геодезичних робіт.

Кількість та щільність пунктів ДГМ у розрізі областей України

Область	Площа області [1], км ²	Кількість наявних пунктів ДГМ [2]	Фактична щільність пунктів на 1 км ²	Нормативна середня щільність пунктів на 1 км ²	Різниця фактичної і нормативної щільності пунктів ДГМ	Нормативна кількість пунктів ДГМ	Різниця фактичної і нормативної кількості пунктів ДГМ	Кількість втрачених пунктів ДГМ [7]
Автономна Республіка Крим	26081	920	0,03527	0,03333	+0,00194	869	+51	–
Вінницька	26513	720	0,02716	0,03333	-0,00617	884	-164	121
Волинська	20143	752	0,03733	0,03333	+0,004	671	+81	20
Дніпропетровська	31914	945	0,02961	0,03333	-0,00372	1064	-119	302
Донецька	26517	1050	0,03960	0,03333	+0,00627	884	+166	59
Житомирська	29832	987	0,03309	0,03333	0,00024	994	-7	4
Закарпатська	12777	307	0,02403	0,03333	-0,0093	426	-119	74
Запорізька	27180	1024	0,03767	0,03333	+0,00434	906	+118	1
Івано-Франківська	13928	389	0,02793	0,03333	-0,0054	464	-75	6
Київська	28131	1068	0,03797	0,03333	+0,00464	938	+130	26
Кіровоградська	24588	726	0,02953	0,03333	-0,00380	820	-94	9
Луганська	26684	805	0,03017	0,03333	-0,00316	889	-84	102
Львівська	21833	668	0,03060	0,03333	-0,00273	728	-60	85
Миколаївська	24598	656	0,02667	0,03333	-0,00666	820	-164	95
Одеська	33310	980	0,02942	0,03333	-0,00391	1110	-130	341
Полтавська	28748	934	0,03249	0,03333	-0,00081	958	-24	8
Рівненська	20047	552	0,02754	0,03333	-0,00579	668	-116	47
Сумська	23834	788	0,03306	0,03333	-0,00027	794	-6	21
Тернопільська	13823	439	0,03176	0,03333	-0,00157	461	-22	8
Харківська	31415	865	0,02753	0,03333	-0,00580	1047	-182	26
Херсонська	28461	885	0,03110	0,03333	-0,00223	949	-64	40
Хмельницька	20629	531	0,02574	0,03333	-0,00759	688	-157	0
Черкаська	20900	575	0,02751	0,03333	-0,00582	697	-122	106
Чернівецька	8097	200	0,02470	0,03333	-0,00863	270	-70	21
Чернігівська	31865	870	0,02730	0,03333	-0,00603	1062	-192	7
м. Київ	836	91	0,10885	0,03333	+0,07552	28	+63	–
м. Севастополь	1079	41	0,03800	0,03333	+0,00467	36	+5	–
Разом у межах України	603763	18768	0,03109	0,03333	-0,00224	20125	-1357	1529

Доцільними, на наш погляд, є такі шляхи вирішення проблем, пов'язаних із втратою геодезичних пунктів:

- визначення показників допустимості втрат геодезичних пунктів на підставі аналізу щільності пунктів ДГМ та мереж згущення на території адміністративно-територіальних одиниць;
- удосконалення нормативного забезпечення процесу побудови та експлуатації ДГМ України в питаннях обов'язковості відновлення геодезичних пунктів;

– зменшення періоду обов'язкового обстеження та оновлення геодезичних пунктів – не рідше ніж один раз на п'ять років, а на території міст і зон активної господарської діяльності – не рідше ніж один раз на три роки;

– встановлення каналів інформаційної взаємодії між землевласниками або землекористувачами, на землях яких розміщені геодезичні пункти, та посадовими особами Держгеонагляду з усіх питань, що стосуються зберігання, охорони та відновлення геодезичних пунктів;

– належне правове оформлення і документування всіх випадків перенесення чи знесення геодезичних пунктів під час виконання будівельних робіт.

Бібліографічний список

1. Геопортал адміністративно-територіального устрою України. URL: <https://atu.gki.com.ua/ua/karta> (дата звернення: 26.06.2021).
2. Державна геодезична мережа України. URL: <https://dgm.gki.com.ua/> (дата звернення: 26.06.2021).
3. Інструкція з обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі України: наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру України від 28.02.2000 р. № 23. URL: http://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/Inst_z_obstezh_DGM_23.pdf (дата звернення: 26.06.2021).
4. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98): наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.1998 р. № 56. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98> (дата звернення: 26.06.2021).
5. Порядок обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі: наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 03.11.2014 р. № 435. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1467-14#Text> (дата звернення: 26.06.2021).
6. Порядок побудови Державної геодезичної мережі: Постанова Кабінету Міністрів України від 7.08.2013 р. № 646. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-%D0%BF#Text> (дата звернення: 26.06.2021).
7. Тревого І., Ільків Є., Галярник М. Аналіз сучасного стану ДГМ України. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2019. Вип. 2 (38). С. 54–60.
8. Тревого І. С., Ільків Є. Ю., Галярник М. В. Застосування магнітометрів для виявлення місцезнаходження ґрунтових металевих центрів, реперів. *Вісник геодезії та картографії*. 2012. № 5 (80). С. 18–21.
9. Jae-Hwa Choi. Evaluation of the accuracy of the new Primary Precise Geodetic Network in Korea. *Earth Planets Space*. 1998. No. 50. P. 629–634.
10. Phan Duc Hieu, Tran Bach Giang. Modernizing Geodetic Infrastructure for the Fourth industrial revolution in Vietnam. *FIG Working Week 2019. Geospatial information for a smarter life and environmental resilience*. Hanoi, Vietnam, April 22–26, 2019.

Стаття надійшла 30.06.2021