УДК 528.4 **DOI 10.33042/2522-1809-2021-4-164-128-135**

П.Б. Міхно, І.М. Шелковська, В.І. Козарь, С.П. Лашко

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна

ОСОБЛИВОСТІ СТАНУ ДЕРЖАВНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ У ЦЕНТРАЛЬНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

Досліджено особливості стану державної геодезичної мережі у центральному регіоні України, які визначають першочергові завдання її моніторингу. Проведено аналіз закріплення пунктів планової, висотної і гравіметричної мереж центрами, реперами, марками та зовнішніми геодезичними знаками. Запропоновано показник допустимості втрат геодезичних пунктів. Розрахунок за цим показником виконано для території Полтавської та Кіровоградської областей.

Ключові слова: *геодезичний пункт, державна геодезична мережа, центр пункту, зовнішній геодезичний знак.*

Постановка проблеми

Концепцією Державної цільової науково-технічної програми розвитку топографо-геодезичної діяльності та національного картографування на 2014–2018 роки було визначено проблеми топографо-геодезичного та картографічного забезпечення, а саме: невідповідність більшості карт і планів усіх масштабів сучасним потребам за актуальністю та інформаційним змістом; відсутність ефективної системи поновлення геопросторових даних; відсутність прив'язки місцевих систем координат населених пунктів до Державної геодезичної мережі (ДГМ).

Відомості про системи відліку координат і висот відносяться [2] до базових геопросторових даних. В контексті необхідності оновлення, оброблення, зберігання, постачання та використання геопросторових даних у різних сферах та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних значущість результатів топографо-геодезичної та картографічної діяльності є беззаперечною. Вочевидь, якість виконання топографо-геодезичних та картографічних робіт і їх результатів забезпечується дотриманням усіх нормативних вимог, пов'язаних із побудовою ДГМ, виконанням топографічних і кадастрових знімань. Водночас, негативними наслідками багаторічного функціонування ДГМ в Україні і її старіння є втрати геодезичних пунктів. У цьому зв'язку актуальними є питання дослідження регіональних особливостей закріплення пунктів ДГМ, які в сучасних умовах певним чином визначають надійність і збереженість її пунктів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідження у галузі геодезії та картографії М.В. Галярника, Є.Ю. Ільків, О.В. Серант, І.С. Тревого та інших вчених розглядають коло питань, пов'язаних із побудовою геодезичних мереж для різних цілей [1–3], забезпеченням необхідної точності знімальної основи [4], проблемами моніторингу геодезичних мереж та обліку геодезичних пунктів [5]. Питання, пов'язані із використанням референтних станцій GNSS-мереж, розглядаються у працях [6, 7]. Аналізом результатів досліджень державних геодезичних мереж бувших країн СРСР [8, 9] дозволив встановити деякі характерні риси: втрати через старіння пунктів планової, висотної і гравіметричної мереж вищих класів, необхідність перевизначення координат із систем СК-42 і СК-63 у національні системи координат, які визначаються положеннями побудови геодезичних мереж відповідних країн, необхідність розвитку мереж референцних станцій ГНСС. У деяких випадках геодезичні пункти планової та висотної геодезичної мереж, створені традиційними наземними методами у гірських районах [10], є малопридатними для виконання ГНСС-спостережень.

У зарубіжних країнах (зокрема, у Кореї та В'єтнамі) специфіка побудови або модернізації геодезичної мережі визначається втратами геодезичних пунктів внаслідок непередбачуваних суспільно-політичних подій, наприклад, військових дій [11, 12].

Результатами досліджень вітчизняних вчених є висновки, зокрема, про недостатність нормативно-правового забезпечення належного функціонування пунктів ДГМ у частині регламентування норм їх втрат, а також важливість ведення моніторингу стану геодезичних пунктів на регіональному рівні [1, 2]. Тому ці питання потребують подальшої науково-методичної розробки.

Завдання дослідження: дослідити сучасний стан ДГМ центрального регіону України; виявити

 © Міхно П.Б., Шелковська І.М., Козарь В.І., Лашко С.П.

особливості закріплення пунктів планової і висотної мереж; виконати аналіз втрат пунктів ДГМ; виділити наявні проблеми її функціонування. Безпосереднім об'єктом дослідження є територія Кіровоградської та Полтавської областей.

Виклад основного матеріалу

Планова мережа ДГМ об'єднує пункти 1, 2 і 3-го класів, постійно діючі станції глобальних навігаційних супутникових систем, висотна – пункти I, II, III і IV класів, гравіметрична – гравіметричні пункти.

ДГМ забезпечує поширення систем координат і висот та гравіметричної системи, є вихідною для створення інших мереж, використовується для визначення вертикальних рухів земної кори і не втрачає своєї актуальності навіть за сучасних умов розвитку супутникових технологій топографічного знімання.

Успішна реалізація основного призначення ДГМ потребує наявності усіх створених з цією метою геодезичних пунктів, адже втрата пунктів приводить до втрати геодезичних зв'язків між суміжними пунктами, що ускладнює пошук та прив'язку до вихідних пунктів під час виконання топографо-геодезичних, кадастрових та землевпорядних робіт, особливо за межами населених пунктів.

Моніторинг пунктів Державної геодезичної мережі проводиться Держгеокадастром шляхом забезпечення систематичного та періодичного обстеження та оновлення їх стану. Систематичне обстеження пунктів ДГМ здійснюються виконавцями геодезичних робіт під час проведення топографо-геодезичних робіт, кадастрових знімань та інженерно-геодезичних вишукувань, пов'язаних з використанням відповідних пунктів. Періодичне обстеження має здійснюватися не рідше одного разу на 10 років, а на території міст і зон активної промислової діяльності – не рідше одного разу на п'ять років.

Збереженість пунктів ДГМ забезпечується вибором місць їх встановлення, і конструкцією, яка має убезпечувати від порушення їх центрів (реперів) без застосування додаткових зусиль чи механізмів.

Загальною ознакою ДГМ центрального регіону України, як і в країні в цілому, є її старіння. Водночас, відмінності полягають у особливості закріплення на місцевості та сучасного стану її пунктів. Особливості закріплення пунктів ДГМ центрального регіону України геодезичними знаками (на прикладі територій Кіровоградської та Полтавської областей) дозволяють дослідити дані геопорталу ДГМ [13].

Відмінності у виборі типів геодезичних знаків обумовлювалися локальними фізико-географічними особливостями місцерозташування пункту, такими, як: властивості ґрунту, глибина промерзання ґрунту, умови видимості тощо.

Результати аналізу цих даних за різними ознаками зведено до табл. 1 і 2 та рис. 1.

У Кіровоградській області спостерігається 32 типи центрів, реперів і марок, що закріплюють пункти планової мережі 1, 2, 3-го класів і мережі постійно діючих станцій глобальних навігаційних супутникових спостережень, а 23 типи слугують нівелірними знаками (ґрунтовими, фундаментальними, стінними реперами, стінними та горизонтальними марками) висотної мережі I і II класів, в Полтавській області – 43 і 24 типи відповідно (табл. 1). Водночас, більша частка пунктів планової ДГМ на території об'єкта дослідження закріплена центрами для районів із неглибоким (до 1,5 м) промерзанням ґрунту: типів 1, 1оп, 2, 2оп, 146 (близько 80 %), висотної – ґрунтовими реперами типів 121, 160 та 160 пізн.зн., стінними реперами 143, стінними (тип 144) та контрольними марками (більше 85 %).

Абсолютна більшість пунктів планової мережі закріплені ґрунтовими центрами, поодинокі пункти закріплені марками та мають зовнішні знаки на дахах будівель.

Стінні репери та марки закріплюють пункти нівелювання I і II класів у стінах житлових та нежитлових будівель (залізничних вокзалів, залізничних будок, казарм, магазинів, шкіл, адміністративних будівель та ін. споруд). Контрольні марки та репери слугують для спостереження за деформаційними процесами. Горизонтальні марки закріплені у горизонтальних майданчиках мостів. Ґрунтові центри та репери (рис. 2) відрізняються конструктивними характеристиками та глибиною закладання.

Центри пунктів 1, 2 і 3-го класів одночасно слугують нівелірними знаками III і IV класів. Особливістю центрального регіону України є наявність пунктів, що є одночасно пунктами і планової ДГМ 1, 2 і 3-го класів, і висотної ДГМ I або II класів, закріплених або ґрунтовими центрами, або ґрунтовими реперами, або горизонтальними марками. Деякі пункти планової та висотної мереж є одночасно пунктами гравіметричної мережі. У Полтавській області 3 гравіметричні пункти закріплені гравіметричними знаками, 5 – скельними реперами типу 163, 1 – скельним репером типу 167. У Кіровоградській області єдиний гравіметричний пункт закріплений гравіметричним знаком.

Більшість пунктів зовнішніми геодезичним знаками мали піраміди (висотою 4–9 м).

Таблиця 1

Типи центрів, реперів та марок планової ДГМ центрального регіону України

№ з/п	Тип центру / репера	Кількість пунктів				№ з/п	Тип центру / репера	Кількість пунктів			
		Кіровоградська область		Полтавська область				Кіровоградська область		Полтавська область	
		шт.	%	шт.	%			шт.	%	шт.	%
1	1	195	29,86	187	20,83	29	69	–	–	2	0,22
2	1оп	80	12,25	64	7,13	30	121	–	–	1	0,11
3	2	50	7,66	118	13,15	31	131	1	0,15	–	–
4	2оп	183	28,02	134	14,93	32	142	–	–	2	0,22
5	28	2	0,31	–	–	33	146	5	0,77	207	23,05
6	28оп	–	–	1	0,11	34	146пізн.зн	–	–	2	0,22
7	30оп	1	0,15	–	–	35	154	–	–	1	0,11
8	31	2	0,31	1	0,11	36	154пізн.зн	–	–	4	0,45
9	32	2	0,31	1	0,11	37	155	–	–	4	0,45
10	32оп	1	0,15	–	–	38	157пізн.зн	–	–	1	0,11
11	37	18	2,76	8	0,89	39	160	–	–	33	3,68
12	37оп	9	1,38	1	0,11	40	160пізн.зн.	–	–	30	3,34
13	39	9	1,38	–	–	41	160оп	3	0,46	–	–
14	39оп	3	0,46	–	–	42	162	–	–	1	0,11
15	41	3	0,46	1	0,11	43	1гр	–	–	3	0,33
16	42	1	0,15	5	0,56	44	6гр	–	–	5	0,56
17	42оп	1	0,15	3	0,33	45	А	1	0,15	3	0,33
18	43	15	2,30	–	–	46	Б	–	–	5	0,56
19	43оп	8	1,23	–	–	47	Е	–	–	1	0,11
20	47	–	–	1	0,11	48	Д	–	–	1	0,11
21	50	10	1,53	26	2,90	49	Ж	1	0,15	–	–
22	50оп	7	1,07	10	1,11	50	У15	–	–	1	0,11
23	53	21	3,22	10	1,11	51	У16	–	–	1	0,11
24	53оп	13	1,99	1	0,11	52	марка в даху	1	0,15	5	0,56
25	56	2	0,31	2	0,22	53	гравіметричний знак	–	–	1	0,11
26	58	1	0,15	–	–	54	невідомий	1	0,15	3	0,33
27	61	–	–	4	0,45	55	разом	653	100	898	100
28	66	3	0,46	3	0,33						

Таблиця 2

Типи центрів, реперів та марок висотної ДГМ центрального регіону України

№ з/п	Тип центру (репера, марки)	Кількість пунктів			
		Кіровоградська область		Полтавська область	
		шт.	%	шт.	%
1	1	–	–	3	0,54
2	2	1	0,22	–	–
3	53оп	1	0,22	–	–
4	99	–	–	1	0,18
5	104	1	0,22	–	–
6	105	1	0,22	–	–
7	121	28	6,25	39	7,07
8	134	1	0,22	–	–
9	140	–	–	1	0,18
10	141	2	0,45	1	0,18
11	142	13	2,90	11	1,99
12	143	131	29,24	195	35,33
13	144	95	21,21	82	14,86
14	146	1	0,22	3	0,54
15	146пз	1	0,22	–	–
16	150	21	4,69	2	0,36
17	154	3	0,67	3	0,54
18	154пз	2	0,45	4	0,72
19	157	–	–	7	1,27
20	157пз	–	–	17	3,08
21	159	–	–	1	0,18
22	160	63	14,07	64	12,00
23	160пз	40	8,93	48	8,70
24	160оп	12	2,68	–	–
25	161	1	0,22	–	–
26	162	–	–	1	0,18
27	163	–	–	5	0,91
28	167	–	–	1	0,18
29	1гр	–	–	2	0,36
30	Контрольна марка	27	6,03	42	7,61
31	Контрольний репер	–	–	16	2,90
32	Водомірний пост	2	0,45	–	–
33	Гравіметричний знак	1	0,22	3	0,54
34	Разом	448	100	552	100

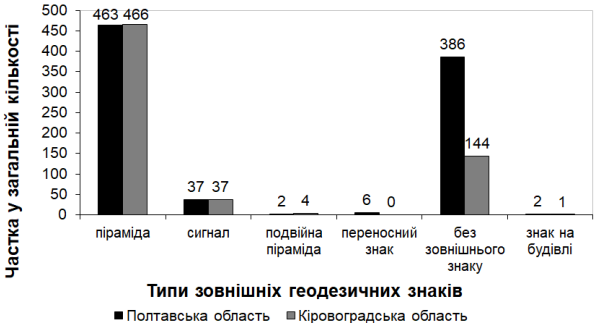

Рис. 1. Типи зовнішніх знаків ДГМ центрального регіону України

Обмежені випадки застосування сигналів (висотою 11–30 м) та інших зовнішніх знаків (переносних знаків, знаків на будівлі, подвійних пірамід) обумовлювалися рельєфом місцевості, характером забудови та призначенням мережі.

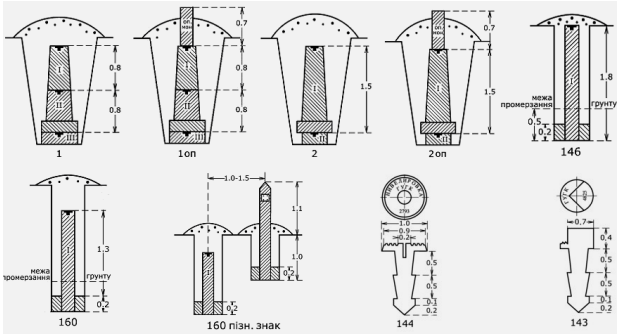

Рис. 2. Найбільш поширені типи центрів та реперів, якими закріплені пункти ДГМ центрального регіону України

Наразі не мають зовнішніх знаків (рис. 1) ті пункти, які під час побудови ДГМ мали пряму видимість із землі, або ті пункти, зовнішні знаки котрих були знищені під час існування ДГМ. Зовнішні знаки не є обов'язковими елементами пунктів ДГМ та не потребують обов'язкового відновлення.

Сучасний стан пунктів планової ДГМ (1, 2 і 3-го класи, постійно діючя станції ГНСС) та висотної ДГМ (I і II класи) центрального регіону України характеризують дані рис. 3 і 4.

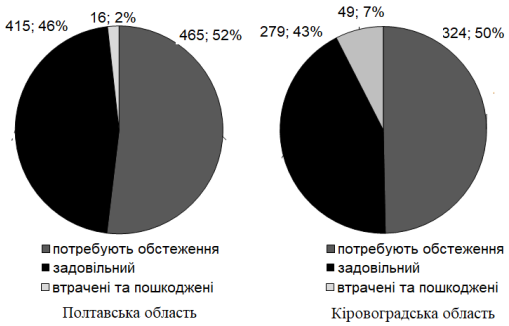

Рис. 3. Оцінка стану пунктів планової ДГМ центрального регіону України

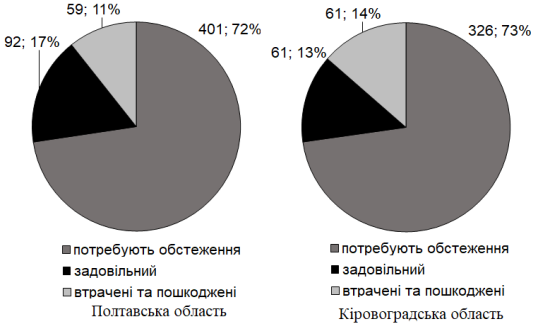

Рис. 4. Оцінка стану пунктів висотної ДГМ центрального регіону України

На більшу частину пунктів (рис. 3 і 4) відсутня інформація про їх стан та опис місцезнаходження у банку геодезичних даних геопорталу ДГМ України. Водночас, серед обстежених більшість перебуває в задовільному якісному стані. Не всі пункти збереглися.

Втрачені пункти (рис. 3 і 4) – ті, щодо яких відсутні зовнішні ознаки наявності усіх монолітів центру або присутні ознаки повного руйнування та знищення (розорене поле, реконструкція будівлі, знищення лісосмуги та ін.), або заходи з пошуку яких не дали позитивних результатів.

Пошкоджені пункти мають часткове пошкодження монолітів чи марок. У центральному регіоні України особливо актуальною проблема втрат геодезичних пунктів є для висотної мережі I і II класів. Враховуючи відсутність сучасної геодезичної інформації про значну частину пунктів і планової, і висотної мереж, то стан ДГМ центрального регіону України наразі не можна вважати задовільним в цілому та достатньо якісним для її належного подальшого функціонування.

Тому першочерговим завданням моніторингу ДГМ на території Полтавської та Кіровоградської областей є проведення обстеження пунктів (та пошуку за необхідності), щодо яких немає інформації про сучасний стан у банку геодезичних даних геопорталу ДГМ України.

Однією із проблем моніторингу ДГМ є ступінь обізнаності землевласників та землекористувачів про наявні пункти ДГМ та відповідальності за їх збереження.

Картки побудови, обстеження та оновлення геодезичних пунктів мають достатню інформацію про технічні характеристики геодезичних пунктів. У частині більшої інформатизації таких карток саме для потреб моніторингу на наш погляд доцільним є розширення їх змісту даними про права власності чи користування на земельні ділянки місцезнаходження пунктів та їх кадастрові номери. Відповідні дані мають покращити моніторинг та облік пунктів ДГМ.

В контексті забезпечення якості моніторингу та нормативно встановленої періодичності його проведення, наявність застарілої інформаціє (за 2005–2010 рр.) є особливістю, яку не можна вважати прийнятною. Тому необхідним є оновлення даних про ті пункти центрального регіону України, обстеження яких НДІГК було проведено до 2010 року. Однією із нагальних проблем моніторингу ДГМ є відсутність регламентованих нормативно-правовими документами норм втрат пунктів [2] або методичних рекомендацій щодо алгоритмів визначення ступеня допустимості втрат пунктів.

На наш погляд, показник допустимого ступеня втрат пунктів планової ДГМ має ґрунтуватися на геометричних параметрах, встановлених Порядком побудови ДГМ для мереж 1, 2 і 3 класів та їх призначенні. Враховуючи сутність мережі як системи пунктів, що мають рівномірно покривати територію країни за принципом «від загального до часткового» та чітко встановлені довжини сторін, то можна визначити площу, забезпечену кожним пунктом. Нормативні параметри довжин сторін різні, тому показник допустимості втрат пунктів ДГМ має визначатися окремо для 1, 2 і 3-го класів. До перевизначення та переведення геодезичних пунктів 4 класу, побудованих відповідно до Основних положень про державну геодезичну мережу СРСР 1954-1961 років, у 3 клас, ці пункти не мають враховуватися під час розрахунку показника допустимості втрат пунктів ДГМ.

Необхідну кількість пунктів планової ДГМ можна визначити на підставі розрахунку площі «обслуговування» окремого пункту суцільної мережі відповідного класу, побудованої методом тріангуляції у вигляді рівносторонніх трикутників, якщо радіусом впливу одного пункту прийняти половину нормативно встановленої гранично допустимої максимальної довжини сторони.

Тоді мінімально допустиму кількість геодезичних пунктів мережі відповідного класу можна визначити за формулами:

$$n_1 = \frac{P}{P_1}, n_2 = \frac{P}{P_2} - n_1, n_3 = \frac{P}{P_3} - n_3, \qquad (1)$$

де P_1, P_2, P_3 – площі, на які поширюється «дія» пунктів відповідно 1, 2 і 3-го класів:

$$P_i = \pi \cdot r_i^2, \qquad (2)$$

де r_i – радіус дії пункту i-го класу (половина максимально допустимої [8] довжини сторони ходу чи мережі i-го класу).

Показник допустимості втрат пунктів i-го класу пропонуємо визначати за формулою:

$$q_i = k_i - n_i, \qquad (3)$$

де k_i – фактична кількість пунктів i-го класу; n_i – мінімально допустима кількість пунктів i-го класу. При цьому у фактичній кількості пунктів не повинні враховуватися втрачені пункти.

Якщо за результатами розрахунку кількість пунктів менша за мінімально допустиму для відповідного класу, а показник допустимості втрат пунктів має знак мінус, то це означає, що відповідна мережа не відповідає нормативним технічним параметрам. Подальші втрати пунктів у такому разі не є допустимими, а втрачені пункти підлягають

обов'язковому відновленню.

У випадку висотних мереж допустимість втрат пунктів має визначатися на підставі нормативно встановлених Порядком побудови Державної геодезичної мережі (2013) максимально можливих відстаней між суміжними реперами на лініях нівелювання I і II класів: 5 км (у важкодоступних районах – 7 км). Будь-які втрати пунктів, що призводять до порушення цього параметра, не допустимі. Також недопустимими є втрати постійно діючих станцій спостережень глобальних навігаційних супутникових систем.

Відповідно до положень Порядку побудови Державної геодезичної мережі гранично допустимі максимальні довжини сторін мережі d_i становлять: d_1 = 50 км, d_2 = 12 км, d_3 = 8 км (для лінійно-кутового методу побудови планових мереж). Тоді радіуси дії становлять: r_1 = 25 км, r_2 = 6 км, r_3 = 4 км.

Обчислені за формулою (2) площі, на які поширюється дія пунктів відповідно 1, 2 і 3-го класів, становлять: P_1 = 1963,50 м^2, P_2 = 113,10 м^2, P_3 = 50,27 м^2.

Результати розрахунку показника допустимості втрат пунктів планової ДГМ для території Кіровоградської та Полтавської областей України наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Результати розрахунку показника допустимості втрат пунктів планової ДГМ

Область	Фактична кількість пунктів			Площа, м^2	Мінімально допустима кількість пунктів			Показник допустимості втрат пунктів		
	k_1	k_2	k_3	P	n_1	n_2	n_3	q_1	q_2	q_3
Кіровоградська	24	199	380	24588	13	205	271	+11	-6	+109
Полтавська	29	278	581	28662	15	239	317	+14	+39	+264

Результати розрахунку (табл. 3) свідчать, що нагальною проблемою моніторингу ДГМ на території Кіровоградської області є необхідність відновлення (проектування, побудови та визначення координат) 6 пунктів планової мережі 2-го класу та недопустимість подальших втрат пунктів цього класу.

Висновки

Досліджено сучасний стан ДГМ центрального регіону України (на прикладі Полтавської та Кіровоградської областей). Встановлено, що на більшість пунктів у банку геодезичних даних відсутня інформація щодо їх сучасного стану, тому вони потребують обстеження. Регіональні особливості виявляються у широкому різноманітті центрів, реперів та марок (загалом 70 типів), які закріплюють пункти планової, висотної та гравіметричної мереж ДГМ на території Полтавської та Кіровоградської областей, та відрізняються конструктивними характеристиками та глибиною закладання.

При цьому за поширенням суттєво переважають лише 9 типів: ґрунтові центри та репери для районів із неглибоким (до 1,5 м) сезонним промерзанням ґрунту типів 1, 1оп, 2, 2оп, 146, 160 та 160пізн.зн.; стінні репери типу 143 та стінні марки типу 144. Ще однією суттєвою особливістю є наявність пунктів, що є одночасно пунктами і планової ДГМ 1, 2, 3-го класів, і висотної ДГМ I або II класів, проте закріплені або ґрунтовими центрами, або ґрунтовими реперами, або горизонтальними марками.

Наявні випадки втрат пунктів ДГМ. У Кіровоградській області втрачено 8 % від загальної кількості пунктів планової мережі, і 14 % – висотної. Якщо не протидіяти цьому негативному явищу і не відновлювати втрачені пункти, то з часом збережені пункти не зможуть виконувати свої функції, а перетворяться лише на об'єкти історико-культурної спадщини.

На підставі нормативних параметрів планової ДГМ запропоновано показник допустимості втрат її пунктів, розрахунок за яким показав недопустимість втрат пунктів 2-го класу на території Кіровоградської області.

Література

1. *Тревого І. Про стан пунктів ДГМ України в Івано-Франківській області / І. Тревого, Ю. Мязіна, Є. Ільків, М. Галярник // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2019. – Вип. I (37). – С. 64–68.*
2. *Тревого І. Аналіз сучасного стану ДГМ України / І. Тревого, Є. Ільків, М. Галярник // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2019. – Вип. II (38). – С. 54–60.*
3. *Серант О.В. Особливості побудови геодезичної мережі для розробки відкритих родовищ рудних копалин / О.В. Серант, О.Д. Кубрак, Н.П. Ярема, М.В. Батура, В.І. Рачок // Молодий вчений. – 2020. – № 11 (87). – С. 9–14. DOI: https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-11-87-3*
4. *Тревого І.С. Забезпечення точності знімальної геодезичної основи і меж ділянок у містах методом полігонометрії / І. С. Тревого, О. В. Кучер // Вісник геодезії та картографії. – 2008. – № 1. – С. 5–7.*
5. *Тревого І. Кадастр геодезичних пунктів / І. Тревого, Є. Ільків, М. Галярник // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2014. – Вип. II (28). – С. 92–95.*
6. *Kenyeres A. (2010). Categorization of permanent GNSS reference stations [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.epncb.oma.be/_productsservices/coordinates/kenyeres_2010.pdf (дата звернення 02.08.2021 р.)*

7. Szafranek K. Configuration of the reference stations as the element of national reference frame reliability / Szafranek K., Bogusz J., Figurski M. // Geophysical Research Abstracts. – 2014. – Vol. 11, 1 (173). – PP. 5–15.

8. Молдабеков М.М. Система управления сетью референцных станций как элемент опорной геодезической сети в Казахстане / Молдабеков М.М., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г., Калиева Р.А. // Научное обозрение: электрон. журн. – 2020. – № 3. URL: https://srjournal.ru/2020/id256/

9. Рудницкая Н. Современное состояние геодезической инфраструктуры в Республике Беларусь и перспективы ее развития / Рудницкая Н., Забагонский С. // FIG Working Week 2019. Geospatial information for a smarter life and environmental resilience. Hanoi, Vietnam, April 22–26, 2019. URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2019/ppt/ts04d/TS04D_rudnitskaya_zabagonsky_10204_ppt.pdf

10. Doyle D.R. Development of the National Spatial [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: https://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/develop_NSRS.html (дата звернення 06.08.2021)

11. Jae-Hwa Choi. Evaluation of the accuracy of the new Primary Precise Geodetic Network in Korea / Jae-Hwa Choi // Earth Planets Space. – 1998. – 50. – 629–634.

12. Phan Duc Hieu. Modernizing Geodetic Infrastructure for the Fourth industrial revolution in Vietnam / Phan Duc Hieu, Tran Bach Giang // FIG Working Week 2019. Geospatial information for a smarter life and environmental resilience. Hanoi, Vietnam, April 22–26, 2019.

13. Державна геодезична мережа України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dgm.gki.com.ua/

References

1. Trevoho, I., Miazina, Yu., Ilkiv, Ye., Haliarnyk, M. (2019). About the status of the state geodetic network points of Ukraine in the Ivano-Frankivsk region. *Modern achievements of geodesic science and industry*, I (37), 64–68.

2. Trevoho, I., Ilkiv, Ye., Haliarnyk, M. (2019). Analysis of the current state of NGN of Ukraine. *Modern achievements of geodesic science and industry*, II (38), 54–60.

3. Serant, O.V., Kubrak, O.D., Yarema, N.P., Batura, M.V., Rachok, V.I. (2020). Peculiarities of construction of geodesic network for development of open mineral deposits. *Young Scientist*, 11 (87), 9–14. DOI: https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-11-87-3

4. Trevoho, I.S., Kucher, O.V. (2008). Zabezpechennia tochnosti znimalnoi heodezychnoi osnovy i mezh dilianok u mistakh metodom polihonometrii. *Bulletin of Geodesy and Cartography*, 1, 5–7.

5. Trevoho, I., Ilkiv, Ye., Haliarnyk, M. (2014). Cadastre geodetic points. *Modern achievements of geodesic science and industry*, II (28), 92–95.

6. Kenyeres, A. (2010). Categorization of permanent GNSS reference stations. http://www.epncb.oma.be/_productsservices/coordinates/kenyeres_2010.pdf. (accessed 02.08.2021)

7. Szafranek, K., Bogusz, J., Figurski, M. (2014). Configuration of the reference stations as the element of national reference frame reliability. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, 1 (173), pp. 5–15.

8. Moldabekov, M.M., Eremin, D.I., Zhaksygulova, D.G., Kalieva, R.A. (2020). Sistema upravlenija set'ju referencnyh stancij kak jelement opornoj geodezicheskoj seti v Kazahstane. *Nauchnoe obozrenie*: jelektron. zhurn., 3. URL: https://srjournal.ru/2020/id256/

9. Rudnickaja, N., Zabagonskij, S. (2019). Sovremennoe sostojanie geodezicheskoj infrastruktury v Respublike Belarus' i perspektivy ee razvitija. FIG Working Week 2019. Geospatial information for a smarter life and environmental resilience. Hanoi, Vietnam, April 22–26, 2019. URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2019/ppt/ts04d/TS04D_rudnitskaya_zabagonsky_10204_ppt.pdf

10. Doyle, D.R. Development of the National Spatial. URL: https://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/develop_NSRS.html (accessed 06.08.2021)

11. Jae-Hwa, Choi. (1998). Evaluation of the accuracy of the new Primary Precise Geodetic Network in Korea. Earth Planets Space, no. 50, pp. 629–634.

12. Phan Duc Hieu, Tran Bach Giang. (2019). 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.

13. National Geodetic Network of Ukraine. URL: https://dgm.gki.com.ua/

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Шмандій, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна.

Автор: МІХНО Павло Борисович
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
E-mail – mikhno1982@gmail.com
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8045-6478

Автор: ШЕЛКОВСЬКА Інна Миколаївна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
E-mail – selkovskaya291@gmail.com
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0986-381X

Автор: КОЗАРЬ Валентин Іванович
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
E-mail – v.kozar@meta.ua
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4084-3507

Автор: ЛАШКО Сергій Петрович
кандидат геологічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
E-mail – lashkos@sat.poltava.ua
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9146-5687

PECULIARITIES OF ESTATE OF THE NATIONAL GEODESIC NETWORK IN THE CENTRAL REGION OF UKRAINE

P. Mikhno, I. Shelkovska, V. Kozar, S. Lashko
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine

A common feature of NGN in the central region of Ukraine is aging. The differences are determined by the peculiarities of fixing its points on the locallity place. The choice of a specific type of geodetic signal was determined by local physical and geographical features of the location of the point, such as: soil properties, depth of soil freezing, visibility conditions, etc. On the territory of Poltava and Kirovohrad regions there are 70 types of centers, benchmarks and brands, which are fixed points of the planimetric, altitude and gravimetric networks. At the same time, only 9 types significantly prevail of distribution: soil centers and benchmarks for areas with shallow (up to 1.5 m) seasonal soil freezing of types 1, 1op, 2, 2op, 146, 160 and 160 Late; wall benchmarks type 143 and wall beacons type 144.

The peculiarity of the central region of Ukraine is the presence of points that are both points of the planimetric NGN 1, 2 and 3 classes, and altitude NGN I or II classes. Thus such points are fixed either by the ground centers, or ground benchmarks, or horizontal beacons.

Because of the lack of geodetic information on a significant part of the points of the planned and altitude networks, the condition of the NGN of the central region of Ukraine cannot be considered satisfactory at present. For the requirements of monitoring, it is proposed to expand the content of maps of construction, survey and updating of geodetic points with data on the rights of ownership or use of land locations of points and their cadastral numbers. It is also necessary to update the data on those points in the central region of Ukraine, the inspection of which was realized before 2010.

The indicator of admissibility of losses of points of NGN which should be defined separately for networks of 1, 2 and 3 classes is offered. If according to the results of the calculation the actual amount of points is less than the minimum allowable for the corresponding class, and the indicator of admissibility of losses of points has a minus sign, then the corresponding network does not meet the technical parameters. Loss of points in this case is not allowed, and lost points must be restored.

The results of the calculation of this indicator for the central region of Ukraine indicate the need to restore 6 points of the planimetric network of the 2 class in the Kirovohrad region and the inadmissibility of further losses of points of this class.

Keywords: *station, national geodetic network, point center, external geodetic signal.*