

$$a_{\text{пд}} = \sqrt{(6055995,4 - 6056051,1)^2 + (5439447,2 - 5435410,4)^2} = 4037,2 \text{ м}$$

$$c = \sqrt{(6060689,1 - 6056051,1)^2 + (5435476,5 - 5435410,4)^2} = 4638,5 \text{ м}$$

$$d = \sqrt{(6060689,1 - 6055995,4)^2 + (5435476,5 - 5439447,2)^2} = 6147,9 \text{ м}$$

$$P = 4638,5 \cdot \frac{4033,0 + 4037,2}{2} = 18716811 \text{ м}^2 = 1872 \text{ га} = 18,72 \text{ км}^2.$$

Якщо заокруглити розраховані за координатами розміри трапецій до метрів та перевести в масштаб 1:10 000, то розміри рамок трапеції N-35-53-A-a-1 повинні відрізнятись від вписаних значень (рис. 2) із таблиць [11] в межах поправок.

В пояснювальній записці потрібно вказати область, район та назву найбільшого населеного пункту, знайденого за геодезичними або прямокутними координатами трапеції масштабу 1:10 000 за допомогою рис. 3, а також сервісу www.maps.google.com.

1.2 ПОБУДОВА МІСЦЕВОЇ СИСТЕМИ КООРДИНАТ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ЗЕМЛЕУСТРОЮ В МАСШТАБІ 1:2 000

Завданням передбачається, що площа району робіт менша 20 км², а це означає, що прямокутних координат рамок трапецій 1:5 000, 1:2 000 в проекції Гаусса-Крюгера обчислювати не потрібно – такі обчислення виконують тільки тоді, коли площа району робіт більше 20 км² [3]. Центр району робіт має геодезичні координати такі, як і центр трапеції масштабу 1:2 000.

В зв'язку з цим, потрібно запроектувати місцеву систему координат (МСК) згідно з наведеними вимогами:

1) початок координат умовної системи повинен бути достатньо віддаленим від району робіт (з урахуванням того, що його межі можуть в майбутньому розширяться) з метою уникнення від'ємних значень координат. Як правило, в центрі

району робіт абсциси повинні мати значення в два рази більші за значення ординат;

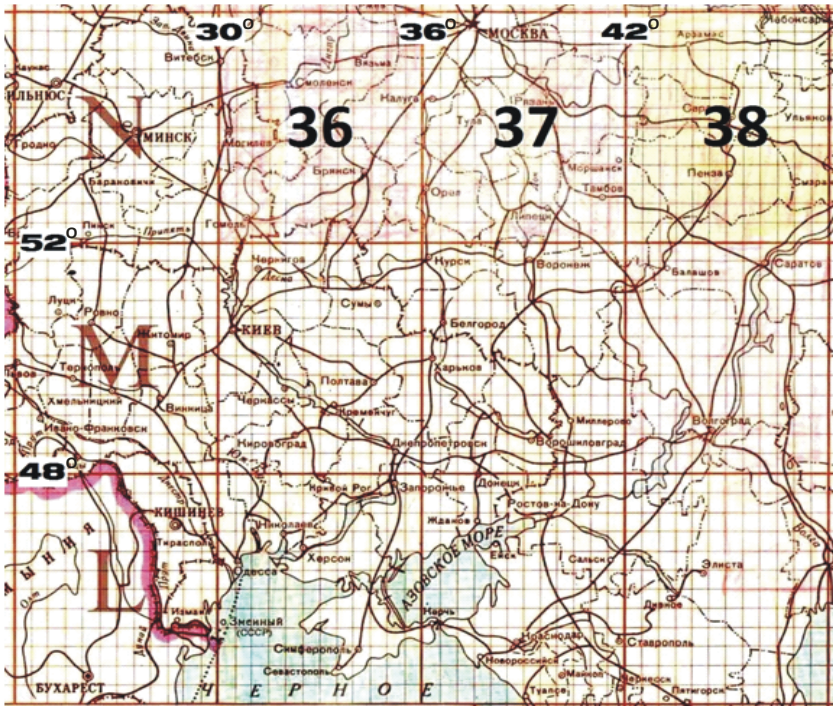


Рис. 3 Фрагмент номенклатури масштабу 1:1 000 000

2) розграфлення планшетів прямокутне, а не у вигляді трапецій. Рамки аркушів планів повинні збігатись з лініями кілометрової сітки;

3) за основу розграфлення приймаються листи масштабу 1:5 000, що позначаються арабськими цифрами. Кожному листу масштабу 1:5 000 відповідають 4 листи масштабу 1:2 000, кожен з яких позначається приєднанням до номера листа масштабу 1:5 000 однієї з перших великих букв українського алфавіту (А, Б, В, Г), наприклад 10-Г;

4) листи масштабу 1:5 000 нумеруються рядами зліва направо, починаючи з лівого верхнього;

цьому, як правило, визначається одночасно планове і висотне положення точок.

Полігонометричні мережі 4 класу, 1 і 2 розрядів повинні задовольняти вимоги галузевої Інструкції [3], витяги з якої наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Вимоги до полігонометричних ходів та мереж згущення

№	Показники	4клас	1 розряд	2 розряд	Теод. ходи ¹
1.	Гранична довжина ходу в км:				
	- окремого	14	7	4	7
	- між вихідною і вузловою точкою	9	5	3	
	- між вузловими точками	7	4	2	
2.	Граничний периметр полігону в км:	40	20	12	
3.	Довжини сторін в км:				
	- найбільша	3,0	0,8	0,5	1,5
	- найменша	0,25	0,12	0,08	0,04
	- оптимальна	0,50	0,30	0,20	
4.	Число сторін в ході не більше	15	15	15	20
5.	Відносна помилка ходу	1:25 000	1:10 000	1:5 000	1:2 000 ²
6.	Середня квадратична помилка вимірювання кута, сек	3"	5"	10"	
7.	Кутова нев'язка ходу або полігону не більше, сек, де n — кількість кутів у ході	$5''\sqrt{n}$	$10''\sqrt{n}$	$20''\sqrt{n}$	$20''\sqrt{n}$

Примітки:

¹ із застосуванням електронних тахеометрів та оптичних теодолітів зі світловіддалемірними насадками для масштабу знімання 1:2 000;

$$s_c = \frac{[s]}{n} \quad (13)$$

5) Максимальна довжина лінії S_{max} км при допустимій $ep.S_{max}$ км;

6) Мінімальна довжина лінії S_{min} км при допустимій $ep.S_{min}$ км.

Всі величини визначають графічно за допомогою вимірника та поперечного масштабу, а також, транспортира.

На кресленні проекту планово-висотного обґрунтування потрібно навести характеристики запроектованих ходів та засічок в табличній формі (табл. 6 – 8).

Таблиця 6

Характеристики полігонометричних ходів

Хід	Розряд	Початок/ кінець ходу	Число сторін, n	Довж. ходу [s], км	Зами- каюча, L , км	Довжини ліній, км		
						min	сер.	max
1	1	Ставки/2348	5	2,76	2,54	0,160	0,552	0,624
2	2	2348/ОПВ-1	2	0,34	0,29	0,110	0,170	0,230
...

Таблиця 7

Характеристика засічок

Назва ОПВ	Вихідні пункти	Кути при точці, що визначається			
		γ_{min}	γ_{max}	$\gamma_{доп}$	$\gamma_{опт}$
ОПВ-4	3, 6, 9, ОПВ-2	35,5 ⁰	121,5 ⁰	30 ⁰	110 ⁰ – 120 ⁰
ОПВ-10	3, 4, ОПВ-1	49,5 ⁰	94,0 ⁰	30 ⁰	90 ⁰
...

Примітка:

γ_{min} – мінімальний кут між сусідніми напрямками;

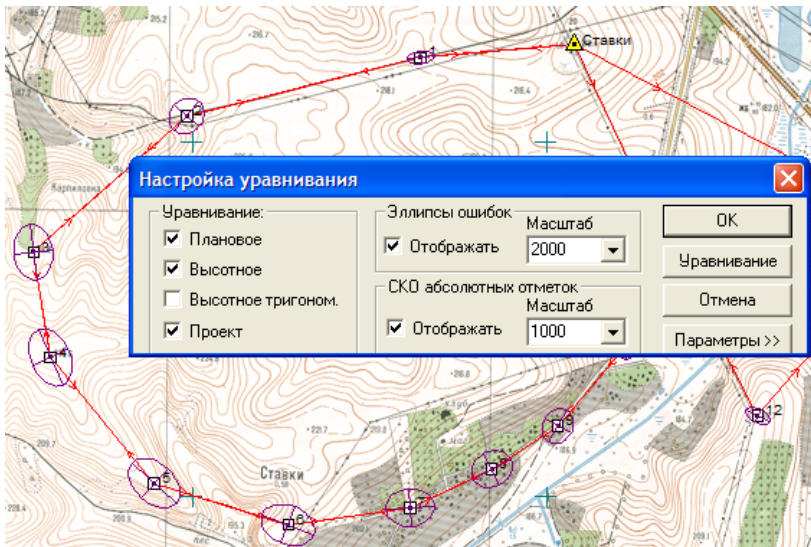
γ_{max} – максимальний кут між сусідніми напрямками
(якщо більший 180⁰, то беруть доповнючий 360⁰- γ_{max});

$\gamma_{доп}$ – допустимий найменший кут між двома
вибраними напрямками;

За результатами попередньої оцінки точності запроєктованої мережі потрібно в пояснювальній записці представити такі матеріали:

1) схема еліпсів помилок на листі формату А4 (два варіанти, кожен на окремому листі). Перед друком необхідно в налаштуваннях вибрати оптимальний (довільний) масштаб відображення еліпсів помилок;

2) таблиці для порівняння та вибору оптимального (за критеріями – довжина, точність) варіанту планово-висотного обґрунтування (табл. 11, 12).



РОЗДІЛ 4

ЗРІВНОВАЖЕННЯ НІВЕЛІРНИХ МЕРЕЖ III КЛАСУ

4.1 ЗРІВНОВАЖЕННЯ НІВЕЛІРНОЇ МЕРЕЖІ III КЛАСУ СПОСОБОМ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ЗАМІНИ

4.1.1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Одним із способів зрівноваження мереж нівелірних ходів є спосіб еквівалентної заміни [10].

Суть способу полягає у переході від зрівноваження мережі з декількома вузловими точками до мережі ходів з однією вузловою точкою. Для такого переходу потрібно скласти еквівалентний хід (e) із тих ходів, які сходяться в суміжній вузловій точці ($k - 1$). Потім із еквівалентного та зв'язуючого (між вузлами ($k - 1$) та (k)) ходів утворюється складений хід, який поряд з іншими простими ходами, що виходять від вихідних реперів і сходяться в даному вузлі (k), бере участь у знаходженні зрівноваженого (середньовагового) значення відмітки (k) (рис. 21).

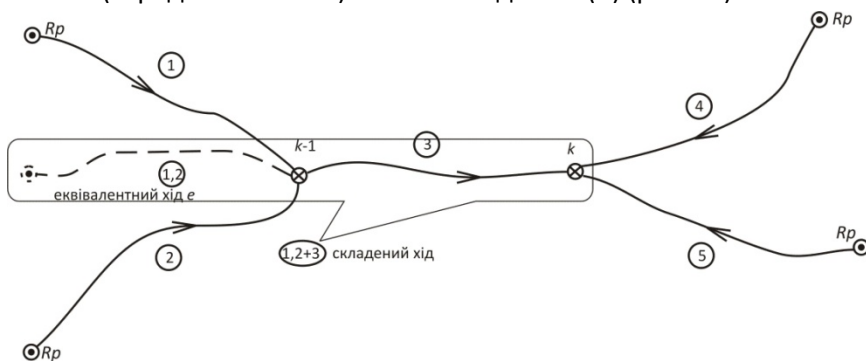


Рис. 21 Принципова схема нівелірної мережі при зрівноваженні способом еквівалентної заміни

3. Зрівноваження мережі виконується у відомості обчислення висот вузлових точок (табл. 14).

Обчислення починають з вирахування ваг ходів в колонці 6:

$$p_i = \frac{c}{L_i} \quad (60)$$

де p_i – ваги ходів, що сходяться в спільному вузлі;

L_i – довжини ходів, що сходяться в спільному вузлі;

$c = const$ (довжина такого умовного ходу, вага якого рівна одиниці). В даному прикладі за одиницю ваги прийнятий хід довжиною 10 км ($c = 10$ км).

Таблиця 14

ВІДОМІСТЬ обчислення висот вузлових точок

Номер ходу	Назва вих. репера	Висота вих. репера $H_{вих}$, м	Перевищення h_i , м	Довж. Ходу L_i , км	Вага ходу $p_i = 10/L_i$	Обчисл. висоти вузлів H_k^i , м	Кінцеві висоти вузлів $H_{к}$, м	Поправка v_i , мм	$p_i v_i^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					Rp1		222,707		
1	790	223,620	-0,897	4,21	2,38	222,723		-16	609,3
2	219	217,863	+4,839	10,84	0,92	222,702		+5	23,0
1,2				3,03	3,30	222,717		-10	-
3			+0,872	6,28	1,59			-21	701,2
					Rp2		217,932		
4	219	217,863	+0,055	6,38	1,57	217,918		+14	307,7
5	888	229,253	-11,294	10,45	0,96	217,959		-27	699,8
6	777	228,772	-10,834	8,99	1,11	217,938		-6	40,0
4,5,6				2,75	3,64	217,935		-3	-
7			+5,631	3,60	2,78			-5	69,5
					Rp3		223,558		
1,2+3				9,31	1,07	223,589		-31	-
4,5,6+7				6,35	1,57	223,566		-8	-
8	777	228,772	-5,234	7,58	1,32	223,538		+20	528,0
9	228	235,552	-12,001	5,47	1,83	223,551		+7	89,7
10	789	223,929	-0,377	10,02	1,00	223,552		+6	36,0
Сума					6,79	223,558			3104,2

Таблиця 16

ВІДОМІСТЬ вирахування висот вузлових точок

Номер ходу	Назви вих. реперів	Вих. висоти $H_{\text{вих}}$, м	Перевищ. $h_{\text{вим}}$, м	Довж. L_i , км	Вага $p_i=c/L_i$	$p'_i=p_i/[p]$	Наближення: $H_{\text{вир}}=H_{\text{вих}}+h_{\text{вим}}$				$v_i=H_k-H'_i$, мм	$p_i v_i^2$
							1	2	3	4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rp1												
1	790	223,620	-0,897	4,21	2,38	0,49	222,723	222,723	222,723	222,723	-16	609,3
2	219	217,863	+4,839	10,84	0,92	0,19	222,702	222,702	222,702	222,702	+5	23,0
3	Rp3	-	-0,872	6,28	1,59	0,32	----	222,689	222,687	222,686	+21	701,2
					4,89	1,00	222,717	222,708	222,707	222,707		
Rp2												
4	219	217,863	+0,055	6,38	1,57	0,25	217,918	217,918	217,918	217,918	+14	307,7
5	888	229,253	-11,294	10,45	0,96	0,15	217,959	217,959	217,959	217,959	-27	699,8
6	777	228,772	-10,834	8,99	1,11	0,17	217,938	217,938	217,938	217,938	-6	40,0
7	Rp3	-	-5,631	3,60	2,78	0,43		217,930	217,928	217,927	+5	69,5
					6,42	1,00	217,935	217,933	217,932	217,932		
Rp3												
3	Rp1	-	+0,872	6,28	1,59	0,19	223,589	223,580	223,579		-21	--
7	Rp2	-	+5,631	3,60	2,78	0,33	223,566	223,564	223,563		-5	--
8	777	228,772	-5,234	7,58	1,32	0,15	223,538	223,538	223,538		+20	528,0
9	228	235,552	-12,001	5,47	1,83	0,21	223,551	223,551	223,551		+7	89,7
10	789	223,929	-0,377	10,02	1,00	0,12	223,552	223,552	223,552		+6	36,0
					8,52	1,00	223,561	223,559	223,558			3104,2

Примітка: H_k – середньозважене значення висоти вузла в останньому наближенні;
 H'_i – обчислене значення висоти вузла в тому ж наближенні з i -го ходу.

Відомість вирахування координат точок полігонометричних ходів 4 класу

№ пункту	Вимірні кути β	Виправлені кути β'	Дирекційні кути α	Довжини ліній S , м	Прирости координат, м				Координати, м	
					Вимірні		Виправлені			
					ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y
Хід 1										
А			191°57'01"							
Б	164°19'50"	164°19'50"							4678,944	12248,114
			176°16'51"	426,564	-425,666 ⁺³	+27,670	-425,663	+27,670		
1	183°22'01"	183°22'01"							4253,281	12275,784
			179°38'52"	472,360	-472,351 ⁺⁴	+2,904 ⁺¹	-472,347	+2,905		
2	196°14'48"	196°14'48"							3780,934	12278,689
			195°53'40"	459,707	-442,131 ⁺⁴	-125,898	-442,127	-125,898		
3	166°09'27"	166°09'27"							3338,807	12152,791
			182°03'07"	454,952	-454,660 ⁺⁴	-16,290	-454,656	-16,290		
4	203°42'14"	203°42'14"							2884,151	12136,501
			205°45'21"	422,447	-380,479 ⁺³	-183,569	-380,476	-183,569		
В	184°14'38"	184°14'38"							2503,675	11952,932
			209°59'59"							
Г										

$$\sum \beta_{np} = 1098^{\circ}02'58''$$

$$\sum \beta_m = \alpha_k - \alpha_n + 180(n + 1) = 1098^{\circ}02'58''$$

$$f_{\beta} = \sum \beta_{np} - \sum \beta_m = 0''$$

$$f_{\beta_{\text{вп}}} = \pm 5'' \sqrt{n + 1} = \pm 5'' \sqrt{5 + 1} = \pm 12''$$

$$[s] = 2236,030 \text{ м}$$

$$\sum \Delta X_{np} = -2175,287 \text{ м}$$

$$\sum \Delta X_m = X_k - X_n = -2175,269 \text{ м}$$

$$f_x = \sum \Delta X_{np} - \sum \Delta X_m = -0,018 \text{ м}$$

$$f_{\text{обс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \pm 0,018 \text{ м}$$

$$\sum \Delta Y_{np} = -295,183 \text{ м}$$

$$\sum \Delta Y_m = Y_k - Y_n = -295,182 \text{ м}$$

$$f_y = \sum \Delta Y_{np} - \sum \Delta Y_m = -0,001 \text{ м}$$

$$f_{\text{відн}} = \frac{1}{P/f_{\text{обс}}} = \frac{1}{2236,030/0,018} = \frac{1}{124200}$$

В графу 1 вписують номери (назви) відомих та закладених пунктів, координати яких потрібно визначити.

У графу 2 вписують всі виміряні кути, в графу 3 – відомі (вихідні) дирекційні кути (останні – червоним кольором), в графу 4 – виміряні лінії. Крім того, визначають довжину ходу $[s]$ та вписують координати відомих пунктів. Далі визначають кутову нев'язку ходу f_{β} та порівнюють з допустимою $_{гр}f_{\beta} = 5''\sqrt{n+1}$, де n – кількість сторін в ході. При виконанні умови вираховують первинні поправки в кути (ліквідовують кутову нев'язку) за формулою $v_{\beta} = -f_{\beta}/(n+1)$. Первинні поправки вписують над вимірними кутами червоним кольором. Потім, за виправленими первинними поправками кутами, вираховують дирекційні кути та записують їх у графу 3. Контроль: обчислений кінцевий дирекційний кут має точно співпасти з вписаним.

Наступний крок – знаходження приростів координат Δx та Δy (графи 6 та 7) за відомими формулами. Потім обчислюють величини $\sum \Delta x_{пр}$, $\sum \Delta y_{пр}$, $\sum \Delta x_{т}$, $\sum \Delta y_{т}$, а також f_x , f_y , f_s , f_B . Відносна нев'язка має бути меншою за 1:25 000 (для 4 класу).

Потім в графу 12 записують наближені абсциси X' , які утворюються шляхом додавання довжин ліній, заокруглених до цілих метрів. Абсцису центру ваги ходу обчислюють за формулою:

$$X'_{ц} = \frac{[X'_i]}{n+1}. \quad (93)$$

В графу 13 записують абсциси точок ходу відносно центру ваги, які вираховують за формулою:

$$\xi_i = X'_i - X'_{ц}. \quad (94)$$

У графі 14 обчислюють квадрати цих абсцис ξ^2 та їх суму $[\xi^2]$.

Далі, за межами таблиці, виконують такі обчислення:

1) Знаходять поздовжній та поперечний зсуви t та u за формулами:

Вар.	Масштаб зальотів 1/m	Поздовжнє перекриття P, %	Поперечне перекриття Q, %
1	2	3	4
47.	1:5100	74	39
48.	1:5200	65	42
49.	1:5000	76	44
50.	1:5100	61	36
51.	1:5200	72	32
52.	1:5300	74	39
53.	1:5400	63	47
54.	1:5500	76	31
55.	1:5600	66	43
56.	1:5700	80	46
57.	1:5800	77	49
58.	1:5300	73	40
59.	1:5400	68	33
60.	1:5500	78	43
61.	1:5600	77	39
62.	1:5700	71	41
63.	1:5800	70	38
64.	1:5900	69	42
65.	1:6000	63	45
66.	1:5000	72	37
67.	1:5100	71	30
68.	1:5200	75	36
69.	1:6300	63	40
70.	1:6400	68	33
71.	1:7500	78	43
72.	1:7500	77	39
73.	1:6500	81	41
74.	1:6600	70	31
75.	1:6600	79	30
76.	1:6600	63	35
77.	1:6600	69	37
78.	1:6600	71	30
79.	1:7700	75	36
80.	1:7600	76	44
81.	1:8600	61	36
82.	1:6800	72	32
83.	1:7400	74	39
84.	1:8100	63	47

Вар.	Масштаб зальотів 1/m	Поздовжнє перекриття P, %	Поперечне перекриття Q, %
1	2	3	4
85.	1:7200	76	31
86.	1:6300	66	43
87.	1:8000	75	37
88.	1:7400	77	35
89.	1:7400	65	42
90.	1:7400	73	40
91.	1:7400	74	39
92.	1:6600	75	42
93.	1:5600	63	40
94.	1:5700	68	33
95.	1:5700	78	43
96.	1:5700	77	39
97.	1:5700	81	41
98.	1:5700	70	31
99.	1:5700	80	30
100.	1:5800	63	35
101.	1:5900	69	37
102.	1:5700	71	30
103.	1:5700	75	36
104.	1:5700	76	44
105.	1:5700	61	36
106.	1:5700	72	32
107.	1:5700	64	39
108.	1:5700	63	47
109.	1:5800	76	31
110.	1:5800	66	43

д) Назва та марка приладу для вимірювання ліній _____

8. Вихідні дані для зрівноваження мережі нівелірних ходів вписуються з додатку 4 згідно варіанта, виданого викладачем.

9. Вихідні дані для зрівноваження мережі полігонометричних ходів та строгого зрівноваження полігонометричного ходу:

а) Для строгого зрівноваження полігонометричного ходу необхідно із схеми мережі полігонометричних ходів вибрати номер ходу, номер варіанту ходу (довжини ліній і виміряні кути) та координати за такими правилами:

Номер ходу – Вказує викладач. Номер ходу: _____

Номер варіанту ходу – остання цифра залікової книжки.

Координати – із каталогу координат, які отримані після зрівноваження мережі полігонометричних ходів.

б) Варіанти ходів та координат

Хід	Вихідні дані (правила вибору варіанта)	Варіант
1	Остання цифра залікової книжки	
2	Передостання цифра залікової книжки	
3	Третя цифра з кінця із залікової книжки	
4	Остання цифра у списку викладача в журналі	
5	Остання цифра у списку викладача в журналі + 1 (із результату беремо останню цифру)	
Коорд.	Номер за порядком у списку в журналі викладача	

в) Координати вихідних пунктів, довжини ліній та значення вимірних кутів приведені в додатку 5.

10. Розподіл балів за курсову роботу:

Пояснювальна записка (оформлення)	Частина проектування (номенклатура, проект ходу, зрівноваження, оцінка точності)	Захист роботи (теоретичні знання та практичні навички)	Сума
До 15	До 45	До 40	100

11. Терміни видачі та захисту курсової роботи:

Видача та отримання завдання				Здача закінченої роботи	
Дата	Видав	Дата	Отримав	Дата	Отримав на перевірку

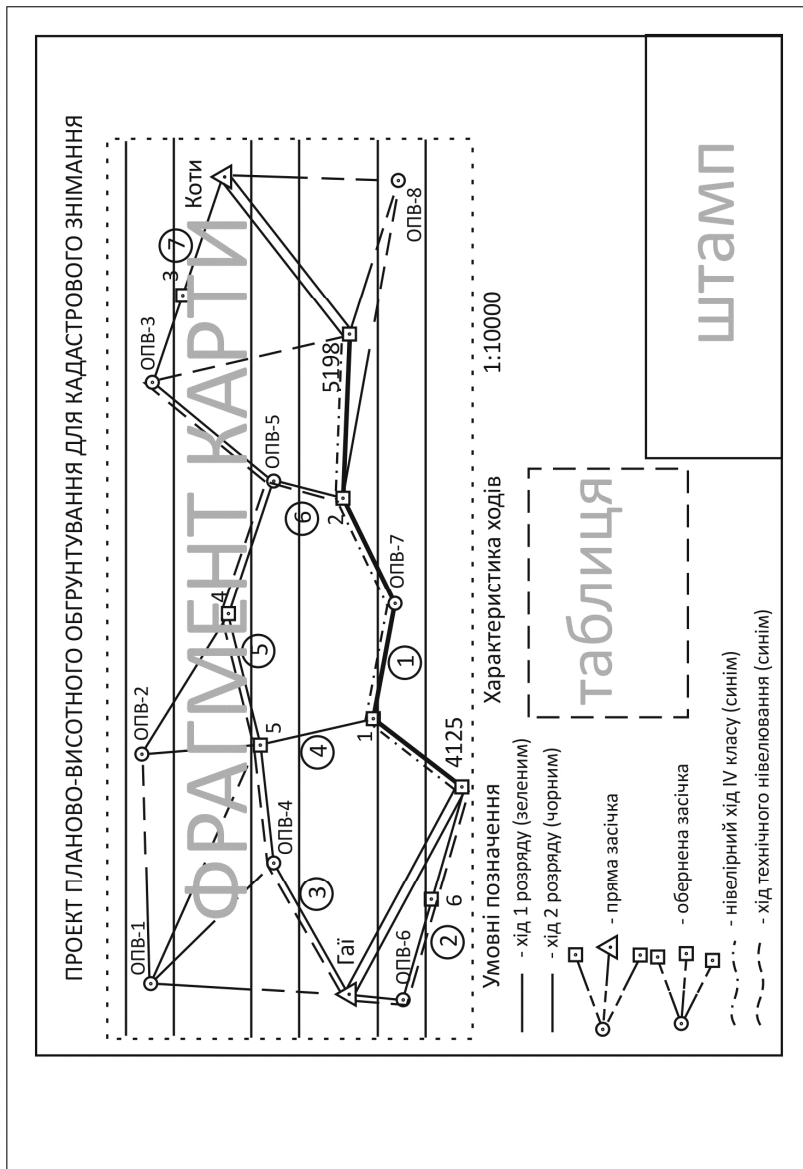


Рис. Д.4 Приклад проекту планово-висотного обґрунтування для кадастрового змінання