



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства  
та природокористування

Кафедра геодезії та картографії

**05-04-052**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання розрахунково-графічної роботи  
з дисципліни „Геодезія”

**«Складання топографічного плану за результатами  
тахеометричного знімання»**

студентами за напрямами підготовки 6.090101 «Агрономія» та  
6.090201 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної  
форм навчання

Рекомендовано  
методичними комісіями за напрямами  
6.090101 «Агрономія», протокол №4  
від 24 квітня 2015 р.,  
6.090201 «Водні біоресурси та  
аквакультура», протокол №3  
від 2 березня 2015 р.

**Рівне – 2015**



Національний університет

водного господарства  
та природокористування

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни „Геодезія”. «Складання топографічного плану за результатами тахеометричного знімання» студентами напрямів 6.090101 «Агрономія» та 6.090201 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форм навчання / С.М. Трохимець, В.Р. Ревуцький - Рівне. – НУВГП. – 2015. – 34 с.

Упорядник: С.М. Трохимець, старший викладач,  
В.Р. Ревуцький, асистент.

Відповідальний Р.М. Янчук, к.т.н., доцент, завідувач  
за випуск: кафедри геодезії та картографії



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



## З М І С Т

Вступ.....	3
1. Завдання на виконання розрахунково-графічної роботи та вихідні дані.....	4
2. Обробка журналу вимірювання ліній .....	12
3. Обробка журналу вимірювання горизонтальних кутів .....	13
4. Обробка журналу технічного нівелювання .....	13
5. Обчислення координат точок замкненого теодолітного ходу .....	15
6. Обробка журналу тахеометричного знімання .....	18
7. Побудова топографічного плану ділянки місцевості.....	19
Питання для захисту РГР.....	21
Зразок виконання РГР.....	23
Список рекомендованої літератури .....	32

### Вступ

Методичні вказівки призначені до виконання розрахунково-графічної роботи студентами денної та заочної форм навчання за напрямками підготовки 6.090101 «Агрономія» та 6.090201 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форм навчання та складено відповідно до робочої програми з дисципліни «Геодезія».

Метою виконання цієї роботи є закріплення знань, отриманих на лекціях та під час лабораторних робіт, активізація самостійної роботи студентів при обробці журналів технічного нівелювання і тахеометричного знімання, обчислення відомості координат точок теодолітного ходу, складання топографічного плану за результатами тахеометричного знімання.

Методичні вказівки складаються з двох частин. У першій частині наведено послідовність виконання завдання. У другій частині подано зразок виконання розрахунково-графічної роботи.



## ЗАВДАННЯ

### НА ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

#### Вихідні дані

##### 1.1. Схема замкнутого теодолітного ходу.

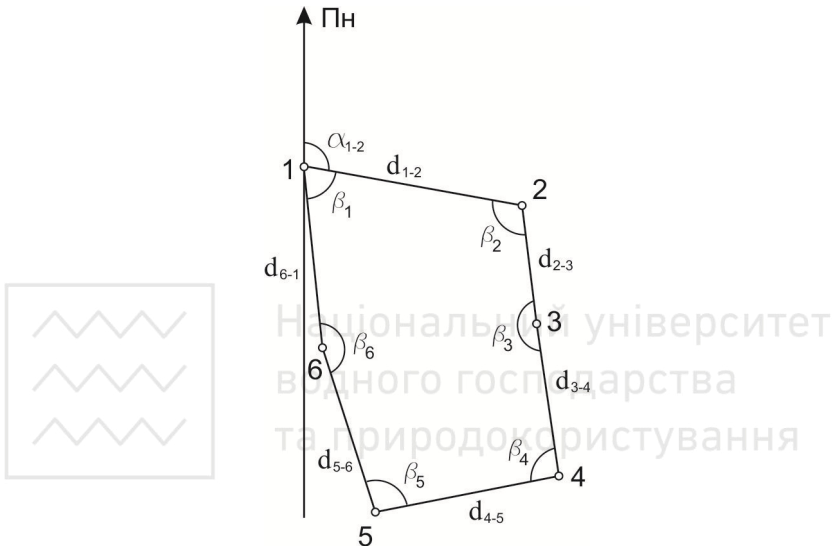


Рисунок 1– Схема теодолітного ходу

##### 1.2. Дирекційний кут вихідного напрямку $\alpha_{1-2}$

$$\alpha_{1-2} = 100^{\circ} + 10n',$$

де  $n$  – номер варіанта в мінутах.

##### 1.3. Координати початкової станції 1

$$X_1 = 3000,00m + n;$$

$$Y_1 = 3000,00m + n;$$

де  $n$  – номер варіанта в метрах.

##### 1.4. Висота вихідної станції 1

$$H_{cm.1} = 200m + 5n(m) - 5n(cm);$$

де  $n$  - номер варіанта.



Таблиця 1 – Журнал технічного нівелювання точок теодолітного ходу

№№ станції	Назва точки	Відліки, мм		Перевищення, мм			Висота, Н, м
		З	П	h=З-П	hсер.	hвипр.	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0023					200+0.1n
		4703					
	2		2479+11n				
			7155+11n				
2	2	2826					
		7510					
	3		0712				
			5396				
3	3	0325					
		5007					
	4		2873				
			7551				
4	4	2425					
		7105					
	5		0747				
			5427				
5	5	1914					
		6597					
	6		2957				
			7642				
6	6	2618					
		7298					
	1		0355-12n				
			5039-12n				

Посторінковий  $\Sigma Z =$  \_\_\_\_\_  $\Sigma P =$  \_\_\_\_\_  $\Sigma h =$  \_\_\_\_\_  $\Sigma h_{сер.} =$  \_\_\_\_\_

$$\frac{\Sigma Z - \Sigma P}{2} = \Sigma h_{сер.}$$

Контроль:  $\Sigma Z - \Sigma P = \Sigma h$  \_\_\_\_\_

$\Sigma h_{теор.} = 0$ ;  $f_h = \Sigma h_{пр.} - \Sigma h_i = \Sigma h_{пр.; доп.}$   $f_h = 50$  мм  $\sqrt{L}$ ,  $L$  – довжина ходу, км



Таблиця 2 – Журнал вимірювання довжин ліній

$t_{\text{комп}} = 12^\circ$ ,  $L = 19,96$  м,  $t_{\text{комп}} = 18^\circ$ .

№ точок	Результати вимірювань								$D_{\text{ср, м}}$	$\Delta D_{k, \text{ м}}$	$\Delta D_t, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$\Delta D_h, \text{ м}$	$d, \text{ м}$
	Вперед				Назад									
	$L_{0, \text{ м}}$	$n$	$r, \text{ м}$	$D, \text{ м}$	$L_{0, \text{ м}}$	$n$	$r, \text{ м}$	$D, \text{ м}$						
1														
2	20,0	7	12,32		20,0	7	12,26							
3	20,0	4	2,21		20,0	4	2,17							
	20,0	5	5,69		20,0	5	5,75							
4	20,0	6	7,43		20,0	6	7,31							
	20,0	5	18,14		20,0	5	18,20							
6	20,0	6	5,33		20,0	6	5,29							

$$D = L_0 \cdot n + r; \Delta D_k = \frac{D}{L_0} \Delta L; \Delta L = L - L_0; \Delta D_t = D \cdot \alpha \cdot (t_{\text{вим}} - t_{\text{комп}});$$

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{град}}; \Delta D_h \approx \frac{h^2}{2D}; d = D + \Delta D_k + \Delta D_t + \Delta D_h$$

Таблиця 3 – Журнал вимірювання горизонтальних кутів

№ точки	Кутові відліки				Виміряні кути $\beta$					№ кута
	КЛ		КП		КЛ		КП		Середнє	
2	24	06	204	05						
6	97	47	277	47						
3	184	33	04	33						
1	291	35	111	34						
4	273	46	93	47						
2	95	18	275	18						
5	125	14	305	14						
3	217	45	37	44						
6	37	52	217	51						
4	135	07	315	08						
1	308	37	128	37						
5	116	39	296	39						

Таблиця 4 – Відомість обчислення координат точок теодолітного ходу

№№ точ.	Виміряні кути	Поправки	Виправлені кути	Дирекційні кути	Гориз. прокла- дання,м	Прирости координат				Прямокутні координати	
						Обчислені		Виправлені		X	Y
						$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
1											

$$\begin{aligned}
 \sum \beta_{np} &= \text{_____} & \sum \Delta X_{np} &= \text{_____} & \sum \Delta Y_{np} &= \text{_____} \\
 \sum \beta_m &= 180(n - 2) = \text{_____} & \sum \Delta X_m &= X_K - X_{II} = \text{_____} & \sum \Delta Y_m &= Y_K - Y_{II} = \text{_____} \\
 f_\beta &= \sum \beta_{np} - \sum \beta_m = \text{_____} & f_x &= \sum \Delta X_{np} - \sum \Delta X_m = \text{_____} & f_y &= \sum \Delta Y_{np} - \sum \Delta Y_m = \text{_____} \\
 f_{\beta ep} &= \pm 1' \sqrt{n} = \text{_____} & f_{abc} &= \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \text{_____} & f_{\text{вiдн}} &= \frac{1}{P/f_{abc}} = \frac{1}{\text{_____}}
 \end{aligned}$$

Таблиця 5 – Журнал тахеометричного знімання

№№ пікетних точок	Віддалемірні відстані D, м	Горизонт. прокладання d, м	Відліки		Кут нахилу $v$	Висота наведення $v$	Перевищення h, м	Висота точки H, м
			ГК	ВК (КЛ)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Станція 1, $H_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ м, $i = 1,38$ м, $MO = +0^\circ 01'$ , лімб орієнтований на станцію 2 ходу								
1	75,23		$3^\circ 24'$	$-0^\circ 20'$		1,38		
2	74,23		$15^\circ 42'$	$+0^\circ 43'$		1,38		
3	77,12		$32^\circ 05'$	$+1^\circ 52'$		1,38		
4	87,50		$47^\circ 10'$	$+1^\circ 38'$		1,38		
5	75,05		$54^\circ 10'$	$+1^\circ 16'$		1,38		
6	62,43		$58^\circ 15'$	$+1^\circ 45'$		1,38		
7	56,37		$38^\circ 05'$	$+0^\circ 31'$		1,38		
8	55,10		$17^\circ 40'$	$+1^\circ 42'$		1,38		
9	32,53		$17^\circ 40'$	$+0^\circ 06'$		1,38		
10	40,08		$58^\circ 15'$	$+0^\circ 21'$		1,38		
Станція 2, $H_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ м, $i = 1,51$ м, $MO = 0^\circ 00'$ , лімб орієнтований на станцію 3 ходу								
11	77,50		$13^\circ 05'$	$-0^\circ 53'$		1,51		
12	78,14		$30^\circ 40'$	$+0^\circ 15'$		1,51		
13	80,32		$48^\circ 20'$	$+2^\circ 11'$		1,51		
14	85,62		$69^\circ 05'$	$+3^\circ 28'$		1,51		

продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	69,20		77°15'	+3°15'		1,51		
16	60,83		54°30'	+2°50'		1,51		
17	58,05		35°20'	+0°50'		1,51		
18	62,50		30°50'	-0°29'		1,51		
19	41,03		4°58'	-1°34'		1,51		
20	33,17		26°05'	+0°43'		1,51		
21	34,51		60°40'	+2°33'		1,51		
22	45,11		88°40'	+2°28'		1,51		
23	60,08		99°58'	+2°20'		1,51		
24	19,23		48°20'	+1°30'		1,51		
Станція 3, $H_3 =$ _____ м, $i = 1,42$ м, $MO = 0°00'$ , лімб орієнтований на станцію 4 ходу								
25	74,03		9°45'	+2°59'		1,42		
26	61,08		29°20'	+4°53'		1,42		
27	63,24		43°56'	+5°40'		1,42		
28	67,93		57°30'	+5°50'		1,42		
29	75,12		70°52'	+5°13'		1,42		
30	60,09		91°06'	+4°51'		1,42		
31	45,92		76°20'	+6°24'		1,42		
32	37,12		64°42'	+7°47'		1,42		
33	34,02		38°43'	+7°38'		1,42		
34	38,08		9°02'	+4°59'		1,42		

продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
35	18,17		29°25'	+9°30'		1,42		
36	25,20		70°48'	+8°03'		1,42		
37	36,48		88°03'	+5°33'		1,42		
38	50,93		99°52'	+4°33'		1,42		
39	68,02		106°47'	+4°26'		1,42		
40	21,05		91°10'	+5°56'		1,42		
Станція 4, $H_4 =$ _____ м, $i = 1,46$ м, $MO = 0^00'$ , лімб орієнтований на станцію 5 ходу								
41	56,23		9°12'	+2°43'		1,46		
42	61,28		22°20'	+2°57'		1,46		
43	70,09		35°35'	+3°16'		1,46		
44	78,83		46°05'	+3°19'		1,46		
45	59,63		51°26'	+3°32'		1,46		
46	50,09		35°38'	+2°53'		1,46		
47	39,42		13°40'	+2°35'		1,46		
48	21,91		22°24'	+2°29'		1,46		
49	31,17		51°32'	+2°47'		1,46		
50	27,53		86°28'	+1°37'		1,46		
Станція 5, $H_5 =$ _____ м, $i = 1,48$ м, $MO = 0^00'$ , лімб орієнтований на станцію 6 ходу								
51	59,50		9°58'	-1°01'		1,48		
52	63,61		31°09'	+0°41'		1,48		
53	73,28		46°05'	+2°09'		1,48		

продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
54	61,24		64°10'	+1°11'		1,48		
55	46,57		78°46'	-0°12'		1,48		
56	37,39		87°18'	-1°14'		1,48		
57	24,58		20°15'	-0°59'		1,48		
58	42,03		50°15'	+1°05'		1,48		
59	58,17		71°05'	+1°36'		1,48		
Станція 6, Н <sub>6</sub> = _____ м, і = 1,44 м, МО = 0°00', лімб орієнтований на станцію 6 ходу								
60	47,48		20°15'	+2°21'		1,44		
61	51,92		50°28'	+3°05'		1,44		
62	70,48		71°05'	+3°05'		1,44		
63	72,04		91°53'	+2°37'		1,44		
64	83,12		105°09'	+2°58'		1,44		
65	62,23		106°05'	+3°31'		1,44		
66	47,19		91°50'	+1°49'		1,44		
67	32,93		57°32'	+1°40'		1,44		
68	16,53		65°06'	+0°18'		1,44		
69	36,64		115°53'	+0°45'		1,44		
70	61,38		124°12'	+2°35'		1,44		
71	45,63		139°22'	+1°11'		1,44		



## 2. Обробка журналу вимірювання довжин ліній

В результаті вимірювання відстаней між сусідніми пунктами знімальної мережі сталевую стрічкою довжиною 20 м отримані кількість цілих прокладань стрічки ( $n$ ) та значення залишку ( $r$ ). Кожна відстань вимірювалась в прямому та зворотному напрямках. До початку вимірювань виконано компарування стрічки і встановлено, що фактична її довжина  $L=19.96$ м. Також була зафіксована температура повітря під час компарування та під час вимірювання.

Головною метою обробки журналу є обчислення горизонтальних прокладань усіх ліній. Обробка виконується в наступній послідовності:

1. Обчислюють віддалі між пунктами, виміряні в прямому та зворотному напрямках:

$$D = L_0 \cdot n + r, \quad (1)$$

де  $L_0$  – довжина мірної стрічки;

$n$  – кількість цілих прокладань стрічки;

$r$  – значення залишку після цілих прокладань стрічки.

2. Із прямого та зворотного значень довжин ліній визначають середнє:

$$D_{\text{сер}} = \frac{D_{\text{пр}} + D_{\text{зв}}}{2} \quad (2)$$

3. Обчислюють поправки за компарування стрічки:

$$\Delta D_k = \frac{D}{L_0} \cdot \Delta L; \quad (3)$$

$$\Delta L = L - L_0, \quad (4)$$

де  $D$  – довжина виміряної лінії;

$L_0$  – номінальна довжина мірної стрічки ( $L_0=20$ м);

$L$  – фактична довжина мірної стрічки

$\Delta L$  – різниця фактичної та номінальної довжини мірної стрічки.

4. Обчислюють поправки за різницю температур:

$$\Delta D_t = D \cdot \alpha \cdot (t_{\text{вим}} - t_{\text{комп}}), \quad (5)$$

де  $\alpha$  – лінійний коефіцієнт розширення сталі ( $12 \cdot 10^{-6}$  м/град);

$t_{\text{вим}}$  – середня температура в період вимірювань;

$t_{\text{комп}}$  – температура в період компарування.

5. Обчислюють поправки за різницю висот пунктів:

$$\Delta D_v = -\frac{h^2}{2D}, \quad (6)$$



де  $h$  – перевищення між пунктами.

6. Обчислюють горизонтальні прокладання ліній:

$$d = D + \Delta D_k + \Delta D_t + \Delta D_v. \quad (7)$$

Усі обрахунки виконуються в журналі вимірювання довжин ліній. Форма журналу та приклад його заповнення наведений у зразку виконання РГР.

### 3. Обробка журналу вимірювання горизонтальних кутів

Кути при вершинах знімальної мережі вимірювалися способом прийомів, тобто кожен кут вимірювався двічі (круг ліворуч КЛ та круг праворуч КП). Обчислення виконують у наступній послідовності:

1. Обчислюють значення кожного з кутів, виміряних при положенні КЛ і КП. Від відліку з точки, що знаходиться правіше віднімають відлік із точки, що знаходиться лівіше. Якщо правий відлік менший від лівого, то до нього додають  $360^\circ$  і віднімають лівий відлік.

Наприклад: при положенні круга ліворуч лівий відлік становить  $354^\circ 18'$ , а правий  $-45^\circ 27'$ , тоді кут  $\beta(\text{КЛ}) = 45^\circ 27' + 360^\circ - 354^\circ 18' = 51^\circ 09'$  і при положенні круга праворуч лівий відлік становить  $174^\circ 18'$ , а правий  $-225^\circ 26'$ , тоді  $\beta(\text{КП}) = 225^\circ 26' - 174^\circ 18' = 51^\circ 08'$ .

2. Обчислюють середні значення кутів з точністю до  $0,5'$ .

$$\beta_{\text{сеп}} = \frac{\beta(\text{КЛ}) + \beta(\text{КП})}{2} = \frac{51^\circ 09' - 51^\circ 08'}{2} = 51^\circ 08,5' \quad (8)$$

Усі обрахунки виконуються в журналі вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів. Форма журналу та приклад його заповнення наведений у зразку виконання РГР.

### 4. Обробка журналу технічного нівелювання

Обробку журналу технічного нівелювання точок замкнутого теодолітного ходу виконують в такій послідовності:

1. Здійснюють контроль зняття відліків з чорної та червоної сторін рейки (обчислюють п'ятку рейки).

2. Обчислюють перевищення за чорними і червоними сторонами рейки за формулою

$$h = Z - П, \quad (9)$$

де  $h$  – перевищення в мм,  $Z$  і  $П$  – відповідно відліки, зняті із задньої і передньої рейок.



3. Визначають середнє значення перевищень, отриманих з чорних і червоних сторін рейок за умови, що різниця між ними не перевищує 4 мм.

4. Виконують посторінковий контроль обчислень. Для цього підраховують суму задніх і передніх відліків ( $\Sigma Z$ ,  $\Sigma П$ ), суму перевищень з чорної і червоної сторін рейки ( $\Sigma h$ ) і суму середніх перевищень ( $\Sigma h_{сер.}$ ). Контроль здійснюють за формулами

$$\Sigma Z - \Sigma П = \Sigma h; \quad (10)$$

$$\frac{\Sigma h}{2} = \Sigma h_{сер.}. \quad (11)$$

5. Аналогічно виконують контроль обчислень всього ходу.

6. Нев'язку у замкненому нівелірному ході обчислюють за формулою

$$f_h = \Sigma h_{сер.}. \quad (12)$$

Отримана невязка не повинна перевищувати допустимої, значення якої визначають за формулою

$$f_{h, доп.} = 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (13)$$

де  $L$  – довжина нівелірного ходу в км,  $f_{h, доп.}$  – допустиме значення невязки.

Якщо  $f_h \leq f_{h, доп.}$ , то невязку розподіляють із протилежним знаком порівну у вирахуванні середніх перевищень у вигляді поправок, які знаходять за формулою:

$$v_h = -\frac{f_h}{n}, \quad (14)$$

де  $n$  – кількість станцій.

Поправки заокруглюють до цілих міліметрів, і взагалі, всі обчислення в журналі технічного нівелювання виконують з точністю до 1 мм. Для контролю правильності розподілення поправок, підраховують суму поправок, яка повинна дорівнювати невязці з протилежним знаком

$$\Sigma v_h = -f_h. \quad (15)$$

7. Значення виправлених перевищень обчислюють за формулою

$$h_{випр.} = h_{сер.} + v_h, \quad (16)$$



де  $h_{ср.}$  – середнє перевищення,  $\vartheta_n$  – поправка.

8. Виконують контроль обчислень за формулою

$$\Sigma h_{випр.} = \Sigma h_{теор.} = 0. \quad (17)$$

9. Обчислюють висоти зв'язуючих точок за формулою

$$H_{i+1} = H_i + h_{випр.}. \quad (18)$$

Контролем обчислень буде співпадання вирахуваної і відомої висоти вихідної точки 1. Усі обрахунки виконуються в журналі технічного нівелювання. Форма журналу та приклад його заповнення наведені у зразку виконання РГР.

## 5. Обчислення координат точок замкнутого теодолітного ходу

Обробку відомості координат точок замкнутого теодолітного ходу виконують в наступній послідовності:

1. Виписують номери всіх вершин точок теодолітного ходу, значення вимірних горизонтальних кутів і обчислюють суму цих кутів  $\Sigma\beta$ .

2. Визначають значення кутової нев'язки за формулою

$$f_{\beta} = \Sigma\beta - 180^{\circ}(n - 2), \quad (19)$$

де  $\Sigma\beta$  – сума вимірних горизонтальних кутів;  $n$  – кількість кутів теодолітного ходу. Після обчислення кутової нев'язки визначають значення допустимої кутової нев'язки за формулою

$$f_{\beta, доп.} = 1' \sqrt{n}, \quad (20)$$

де  $n$  – кількість вимірних кутів.

Якщо виконується нерівність  $f_{\beta} \leq f_{\beta, доп.}$ , то всі кути ходу необхідно зрівноважити. Зрівноваження кутів полягає у розподіленні нев'язки порівну на кожний кут, тобто до виміряного значення кута  $\beta$  додають поправку, яку визначають за формулою

$$\vartheta_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n}. \quad (21)$$

Отриману поправку заокруглюють до 0,1 мінути. Виправлені значення кутів розраховують за формулою

$$\beta_{випр.} = \beta + \vartheta_{\beta}. \quad (22)$$



**Контроль:** сума поправок повинна дорівнювати нев'язці з оберненим знаком

$$\sum \vartheta_{\beta} = -f_{\beta} \quad (23)$$

2. Після зрівноваження кутів теодолітного ходу визначають дирекційні кути сторін лінії. Вихідний дирекційний кут  $\alpha_{1-2}$  сторони 1-2 задається у завданні (п.1.2.), а дирекційний кут наступної лінії дорівнює дирекційному куту попередньої лінії плюс  $180^{\circ}$  і мінус значення правого кута за ходом. В роботі виміряні праві кути, тому формули будуть наступні:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^{\circ} - \beta_2;$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^{\circ} - \beta_3;$$

$$\alpha_{4-5} = \alpha_{3-4} + 180^{\circ} - \beta_4;$$

$$\alpha_{5-6} = \alpha_{4-5} + 180^{\circ} - \beta_5; \quad (24)$$

$$\alpha_{6-1} = \alpha_{5-6} + 180^{\circ} - \beta_6;$$

*Контроль*

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{6-1} + 180^{\circ} - \beta_1.$$

Контролем правильності обчислень дирекційних кутів у замкненому теодолітному ході є співпадання вирахуваного і відомого значень вихідного дирекційного кута  $\alpha_{1-2}$  лінії 1-2.

4. Прирости координат  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  обчислюють згідно прямої геодезичної задачі за формулами

$$\Delta X = d \cdot \cos \alpha; \quad (25)$$

$$\Delta Y = d \cdot \sin \alpha.$$

Прирости координат визначають з точністю до 0,01 м.

5. Обчислюють нев'язки в приростах координат по  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  за формулами:

$$f_x = \sum \Delta X_{\text{вир.}} - \sum \Delta X_{\text{теор.}}; \quad (26)$$

$$f_y = \sum \Delta Y_{\text{вир.}} - \sum \Delta Y_{\text{теор.}},$$

де  $\sum \Delta X_{\text{вир.}}$ ,  $\sum \Delta Y_{\text{вир.}}$  і  $\sum \Delta X_{\text{теор.}}$ ,  $\sum \Delta Y_{\text{теор.}}$  - відповідно суми вирахуваних і теоретичних приростів координат  $X$  і  $Y$ .



В замкненому теодолітному ході суми теоретичних приростів прямокутних координат дорівнюють нулю, тобто

$$\begin{aligned}\Sigma \Delta X_{теор.} &= 0; \\ \Sigma \Delta Y_{теор.} &= 0.\end{aligned}\tag{27}$$

Лінійну, або абсолютну нев'язку визначають за формулою

$$f_{абс.} = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2}.\tag{28}$$

Відносну нев'язку вираховують за формулою

$$f_{відн.} = \frac{f_{абс.}}{P} = \frac{1}{P / f_{абс.}},\tag{29}$$

де  $P$  – довжина теодолітного ходу.

Критерієм точності прокладеного теодолітного ходу є відносна лінійна нев'язка, значення якої не повинно перевищувати 1:2000 або 0,0005.

6. Зрівноваження приростів координат виконують окремо за абсцисами і ординатами. Отриману нев'язку за цими осями розподіляють пропорційно довжині виміряної сторони за формулами

$$\begin{aligned}\vartheta_{\Delta X_i} &= -\frac{f_X}{P} \cdot d_i; \\ \vartheta_{\Delta Y_i} &= -\frac{f_Y}{P} \cdot d_i.\end{aligned}\tag{30}$$

Вирахувані поправки вводять з протилежним знаком до нев'язки з точністю до 0,01м.

**Контроль:** сума поправок повинна дорівнювати нев'язці з протилежним знаком.

Виправлені прирости координат  $\Delta X_{випр.}$ ,  $\Delta Y_{випр.}$  знаходять як:

$$\begin{aligned}\Delta X_{випр.} &= \Delta X_i + \vartheta_{\Delta X_i}; \\ \Delta Y_{випр.} &= \Delta Y_i + \vartheta_{\Delta Y_i}.\end{aligned}\tag{31}$$

Після цього сума виправлених приростів координат в замкненому теодолітному ході повинна дорівнювати нулю, тобто:



$$\begin{aligned}\sum \Delta X_{\text{випр.}} &= 0; \\ \sum \Delta Y_{\text{випр.}} &= 0.\end{aligned}\tag{32}$$

7. Визначають координати точок теодолітного ходу за таким правилом: координата наступної точки дорівнює координаті попередньої точки плюс відповідний виправлений приріст, наприклад:

$$\begin{aligned}X_2 &= X_1 + \Delta X_{1-2}; \\ Y_2 &= Y_1 + \Delta Y_{1-2}.\end{aligned}\tag{33}$$

Координати початкової точки задані у завданні (п.1.3.).

В результаті наведених вище обрахунків отримують координати всіх інших точок теодолітного ходу. Контролем правильності обчислень є співпадання вирахуваних і заданих значень координат початкової точки 1 замкненого теодолітного ходу.

Усі обрахунки виконуються у відомості обчислення координат точок теодолітного ходу. Форма відомості та приклад її заповнення наведений у зразку виконання РГР.

## 6. Обробка журналу тахеометричного знімання

Обробку польових матеріалів журналу тахеометричного знімання виконують в наступній послідовності:

1. Вираховують значення місця нуля МО. Для виконання РГР МО задане у завданні, загальне для всіх варіантів.

2. Визначають кут нахилу за формулою

$$\nu = KL - MO,\tag{34}$$

де  $KL$  – відлік з шкали вертикального круга при його положенні ліворуч відносно візирної труби.

3. Визначають остаточне перевищення  $h$  і горизонтальне закладання  $d$  за формулами

$$h = h' + i - \varphi;\tag{35}$$

$$d = D \cdot \cos^2 \nu,\tag{36}$$

де  $h'$  – попереднє перевищення рейкових точок над станціями, обчислюється за формулою



$$h' = \frac{1}{2} D \cdot \sin 2\nu, \quad (37)$$

де  $D$  – похила віддаль, виміряна оптичним нитковим віддалеміром;  $i$  і  $\nu$  - відповідно висота приладу і висота візування зорової труби на рейку. Значення горизонтального прокладання визначають з точністю до 0,1 м, а перевищення - до 0,01 м.

4. Висоти пікетних точок знаходять за формулою

$$H = H_{cm.} + h, \quad (38)$$

де  $H_{cm.}$ - висота станції;  $h$ - обчислене перевищення пікетної точки над станцією.

Усі обрахунки виконуються в журналі тахеометричного знімання. Форма журналу та приклад його заповнення наведений у зразку виконання РГР.

## 7. Побудова топографічного плану ділянки місцевості

Метою графічної обробки матеріалів тахеометричного знімання є побудова топографічного плану ділянки місцевості за результатами виконаних вимірів і обчислень.

За матеріалами тахеометричного знімання складають топографічний план в масштабі 1:1000, з висотою перерізу рельєфу 1 м в наступній послідовності:

1. На аркуші креслярського паперу розміром 297x420 мм (формат А-3) будують координатну сітку із сторонами квадратів по 10 см. Правильність побудови сітки контролюють порівнянням сторін, або діагоналей квадратів. Похибка побудови не повинна перевищувати  $\pm 0,2$  мм. Сітку координат підписують у відповідності до координат точок теодолітного ходу. (див. відомість обчислення координат точок теодолітного ходу, табл. 9) так, щоб теодолітний хід був розміщений посередині аркуша паперу.

2. За прямокутними координатами  $X_i$   $Y$  наносять на план точки теодолітного ходу. Побудову точок виконують за допомогою циркуля-вимірника і масштабної лінійки. Для побудови точки необхідно за її координатами, знайти квадрат сітки, в якому вона повинна знаходитись.



Від початку координат (південно-західний кут квадрату сітки) на сторонах квадрату сітки слід відкласти різниці координат точки і початку координат (прирости координат):

$$\begin{aligned}\Delta X &= X - X_0; \\ \Delta Y &= Y - Y_0,\end{aligned}\tag{39}$$

де  $X, X_0$  і  $Y - Y_0$ , відповідно координати шуканої точки і координати початку координат квадрату сітки, в якому вона знаходиться.

Аналогічно виконують побудову всіх інших точок теодолітного ходу. Кожну точку проколюють голкою діаметром 0,1 мм і обводять кружечком діаметром 1,5 мм, записують у вигляді дробу: в чисельнику – номер точки, а в знаменнику – її висоту з точністю до сотих долей метра (див. табл. 6). Правильність побудови точок контролюють, порівнюючи відстані між ними з відповідними горизонтальними прокладаннями (див. табл.7). Розходження не повинно перевищувати  $\pm 0,2$  мм. Після побудови вершин теодолітного ходу, їх послідовно з'єднують тонкими лініями.

3. Рейкові точки наносять на план за допомогою циркуля-вимірника, масштабної лінійки і транспортира. Дані для побудови точок беруть з журналу тахеометричного знімання (табл. 10). Для побудови точок центр транспортира суміщають з вершиною ходу, яку приймають за полюс, а нуль транспортира суміщають з вихідним орієнтирним напрямком. За дугою транспортира відкладають горизонтальні кути (табл. 10 колонка 4). В напрямку побудованих кутів від вершини ходу відкладають відстані (див. табл. 10 колонка 3). Відстані відкладають за допомогою масштабної лінійки в масштабі 1:1000. Нанесену на план пікетну точку позначають проколом голки і обводять кружком діаметром 0,5 мм. Праворуч від кожної точки підписують у вигляді дробу: в чисельнику номер точки, а в знаменнику – її висоту, з точністю до 0,01 м.

4. Нанесення ситуації виконують в масштабі 1:1000 згідно умовних знаків і абрису (додаток Б).

5. За висотами станцій і пікетних точок на плані проводять горизонталі з перерізом рельєфу через 1 м.



Сліди горизонталей вишуковують графічною інтерполяцією за допомогою прозорої палетки. Інтерполяцію виконують між точками, які на абрисах з'єднані стрілками. Знайдені інтерполяцією сліди одноіменних горизонталей, з'єднують плавними кривими лініями і таким чином отримують горизонталі. Висоти горизонталей, кратні 5 м підписують, при цьому верх цифр повинен бути направлений в бік підвищення схилу місцевості. На деяких горизонталях проставляють бергштрихи в напрямках пониження рельєфу.

6. Координати всіх кутів координатної сітки підписують. Всі контури і рельєф, які зображають на плані, викреслюють у відповідності до умовних знаків для масштабу 1:1000. Товщина горизонталей повинна бути 0,1 мм, а горизонталі з висотами, кратним 5 м, потовщують у 2,5 рази і підписують. У верхній частині аркуша підписують “Топографічний план”, висота букв – 5 мм, знизу, посередині, вказують числовий масштаб плану 1:1000, висота букв 3,5 мм, під масштабом, посередині, в один рядок вказують висоту перерізу рельєфу “Суцільні горизонталі проведені через 1 м”, висота букв 2 мм. Праворуч в нижньому кутку пишуть в три рядки: План склав /ла/ ст. 2 к. – перший рядок, гр. АГХ-21 ННІАЗ Павлюк С.В. – другий рядок, перевірів: (прізвище, ініціали викладача) – третій рядок, висота букв 2 мм.

Приклад оформлення топографічного плану наведено в додатку А.

### Питання для захисту РГР

1. Обчислення перевищень і висот зв'язуючих точок.
2. Визначення горизонту приладу і обчислення висот проміжних точок.
3. Урівнювання нівелірного ходу.
4. Посторінковий контроль журналу нівелювання.
5. Як визначають кутову нев'язку в замкненому теодолітному ході?
6. За якою формулою визначають допустиму кутову нев'язку?
7. За якою формулою обчислюють дирекційні кути сторін теодолітного ходу?



8. Як виконують контроль обчислення дирекційних кутів сторін теодолітного ходу?
9. Як визначають лінійну нев'язку теодолітного ходу?
10. Яка допустима відносна нев'язка теодолітного ходу?
11. Як виконують контроль обчислення координат точок в замкненому теодолітному ході?
12. Яка послідовність роботи на станції при тахеометричному зніманні?
13. За якою формулою обчислюють кут нахилу при тахеометричному зніманні?





## **Зразок виконання РГР**

### **Міністерство освіти і науки України**

Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Кафедра геодезії та картографії



Національний університет  
водного господарства

### **СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ ДЛЯНКИ МІСЦЕВОСТІ**

(Розрахунково - графічна робота)

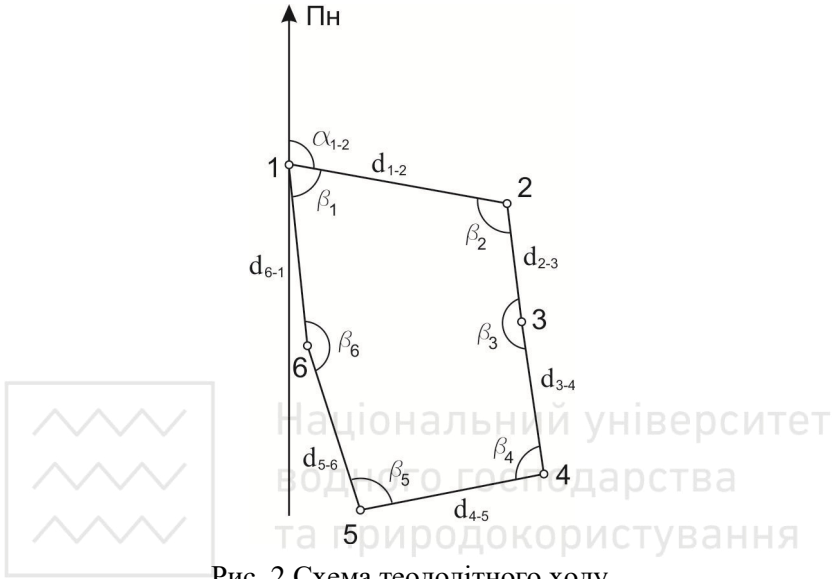
Варіант 29  
Виконав студент гр. АГХ –2.1  
2 курсу ННІАЗ  
Павлюк С.В  
Перевірив:

Рівне 2015 р.



## Вихідні дані

Схема замкнутого теодолітного ходу.



Дирекційний кут вихідного напрямку  $\alpha_{1-2}=100^\circ$

Координати початкової станції 1

$$X_1 = 1000,00\text{м};$$

$$Y_1 = 1000,00\text{м};$$

Висота вихідної станції 1

$$H_{em.1} = 270\text{м};$$



Таблиця 6 – Журнал технічного нівелювання точок теодолітного ходу

№№ станції	Назва точки	Відліки, мм		Перевищення, мм			Висота, Н, м
		З	П	h=З-П	h <sub>сер.</sub>	h <sub>випр.</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0023					270,00
		4703		-2456	-2		
	2		2479		-2454	-2456	267,544
			7155	-2452			
2	2	2826					
		7510		+2114	-2		
	3		0712		+2114	+2112	269,656
			5396	+2114			
3	3	0325					
		5007		-2548	-2		
	4		2873		-2546	-2548	267,108
			7551	-2544			
4	4	2425					
		7105		+1678	-1		
	5		0747		+1678	+1677	268,785
			5427	+1678			
5	5	1914					
		6597		-1043	-1		
	6		2957		-1044	-1045	267,740
			7642	-1045			
6	6	2618					
		7298		+2263	-1		
	1		0355		+2261	+2260	270,00
			5039	+2259			

Посторінковий  $\Sigma Z=48351$   $\Sigma П=48333$   $\Sigma h=+18$   $\Sigma h_{сер.}=+9$

контроль:  $\Sigma Z - \Sigma П = \Sigma h = 48351 - 48333 = +18$

$$\frac{\Sigma Z - \Sigma П}{2} = \Sigma h_{сер.} = \frac{48351 - 48333}{2} = +9; \Sigma h_r = 0; fh = \Sigma h_{випр.} - \Sigma h_r = +9 \text{ мм}$$

$$f_{доп} = 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{L} = 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{0.71 \text{ км}} = \pm 42 \text{ мм.}$$



Таблиця 7 – Журнал вимірювання довжин ліній

$t_{\text{комп}} = 12^\circ$ ,  $L = 19.96$  м,  $t_{\text{комп}} = 18^\circ$ .

№ точки	Результати вимірювань								$D_{\text{сеп, м}}$	$\Delta D_k, \text{ м}$	$\Delta D_t, \text{ м}$	h, м	$\Delta D_h, \text{ м}$	d, м
	Вперед				Назад									
	$L_0, \text{ м}$	n	r, м	D, м	$L_0, \text{ м}$	n	r, м	D, м						
1	20,0	7	12,32	152,32	20,0	7	12,26	152,26	152,29	-0,30	0	2,46	-002	151,97
2	20,0	4	2,21	82,21	20,0	4	2,17	82,17	82,19	-0,16	0	2,11	-0,03	82,00
3	20,0	5	5,69	105,69	20,0	5	5,75	105,75	105,72	-0,21	0	2,55	-0,03	105,48
4	20,0	6	7,43	127,43	20,0	6	7,31	127,31	127,37	-0,25	0	1,68	-0,01	127,11
5	20,0	5	18,14	118,14	20,0	5	18,20	118,20	118,17	-0,24	0	1,04	0	117,93
6	20,0	6	5,33	125,33	20,0	6	5,29	125,29	125,31	-0,25	0	2,26	-0,02	125,04

$$D = L_0 \cdot n + r; \Delta D_k = \frac{D}{L_0} \Delta L; \Delta L = L - L_0; \Delta D_t = D \cdot \alpha \cdot (t_{\text{вим}} - t_{\text{комп}});$$

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{град}}; \Delta D_h \approx -\frac{h^2}{2D}; d = D + \Delta D_k + \Delta D_t + \Delta D_h$$

Таблиця 8 – Журнал вимірювання горизонтальних кутів

№ точки	Кутові відліки				Виміряні кути $\beta$						№ кута
	КЛ		КП		КЛ		КП		Середнє		
	о	'	о	'	о	'	о	'	о	'	
2	24	06	204	05	73	41	73	42	73	41,5	1
6	97	47	277	47							
3	184	33	04	33	107	02	107	01	107	01,5	
1	291	35	111	34							
4	273	46	93	47	181	32	181	31	181	31,5	3
2	95	18	275	18							
5	125	14	305	14	92	31	92	30	92	30,5	
3	217	45	37	44							
6	37	52	217	51	97	15	97	17	97	16	5
4	135	07	315	08							
1	308	37	128	37	168	02	168	02	168	02	
5	116	39	296	39							

Таблиця 9 – Відомість обчислення координат точок теодолітного ходу

№№ точ.	Виміряні кути	Поправки	Виправлені кути	Дирекційні кути	Гориз. прокла- дання,м	Прирости координат				Прямокутні координати	
						Обчислені		Виправлені		X	Y
						$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$		
1	73°41,5′	-0,5′	73°41′	100°00′	151,97	+0,03	+0,04	-26,36	+149,70	1000,00	1000,00
2	107°01,5′	-0,5′	107°01′		172°59′	82,00	+0,02	+0,02	-81,36	+10,04	973,64
3	181°31,5′	-0,5′	181°31′	171°28′	105,48	+0,02	+0,03	-104,29	15,68	892,28	1159,74
4	92°30,5′	-0,5′	92°30′	258°58′	127,11	+0,03	+0,03	-24,30	-124,71	787,99	1175,42
5	97°16′	-0,5′	97°15,5′	341°42,5′	117,93	+0,03	+0,03	+112,00	-36,98	763,69	1050,71
6	168°02′	-0,5′	168°01,5′	353°41′	125,04	+0,03	+0,03	+124,31	-13,73	875,69	1013,73
1	73°41,5′		73°41′	100°00′						1000,00	1000,00

P=709,53м

$$\sum \beta_{np} = 720^{\circ}03'$$

$$\sum \beta_m = 180^{\circ}(n - 2) = 180^{\circ}(6 - 2) = 720^{\circ}$$

$$f_{\beta} = \sum \beta_{np} - \sum \beta_m = 720^{\circ}03' - 720^{\circ} = +03'$$

$$f_{\beta_{zp}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{6} = \pm 2,4'$$

$$\sum \Delta X_{np} = -0,16 \text{ м}$$

$$\sum \Delta X_m = X_K - X_{II} = 0$$

$$f_x = \sum \Delta X_{np} - \sum \Delta X_m = -0,16 \text{ м}$$

$$f_{a\bar{o}c} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \pm 0,24 \text{ м}$$

$$\sum \Delta Y_{np} = -0,18 \text{ м}$$

$$\sum \Delta Y_m = Y_K - Y_{II} = 0$$

$$f_y = \sum \Delta Y_{np} - \sum \Delta Y_m = -0,18 \text{ м}$$

$$f_{\text{відн}} = \frac{1}{P/f_{a\bar{o}c}} = \frac{1}{709,53/0,24} = \frac{1}{2954}$$

Таблиця 10 – Журнал тахеометричного знімання

№№ пікетних точок	Віддалемірні відстані D, м	Горизонт. прокладання d, м	Відліки		Кут нахилу v	Висота наведення v	Перевищення h, м	Висота точки H, м
			ГК	ВК (КЛ)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Станція 1, $H_1 = 270,00$ м, $i = 1,38$ м, $MO = +0^{\circ}01'$ , лімб орієнтований на станцію 2 ходу								
1	75,23	75,23	3°24'	-0°20'	-0°21'	1,38	-0,46	269,54
2	74,23	74,22	15°42'	+0°43'	+0°42'	1,38	+0,91	270,91
3	77,12	77,04	32°05'	+1°52'	+1°51'	1,38	+5,49	272,49
4	87,50	87,43	47°10'	+1°38'	+1°37'	1,38	+2,49	272,49
5	75,05	75,01	54°10'	+1°16'	+1°15'	1,38	+1,64	271,64
6	62,43	62,42	58°15'	+1°45'	+0°44'	1,38	+0,80	270,80
7	56,37	56,33	38°05'	+0°31'	+1°30'	1,38	+1,48	271,48
8	55,10	55,09	17°40'	+1°42'	+0°41'	1,38	+0,66	270,66
9	32,53	32,53	17°40'	+0°06'	+0°05'	1,38	+0,05	270,05
10	40,08	40,08	58°15'	+0°21'	+0°20'	1,38	+0,23	270,23
Станція 2, $H_2 = 267,54$ м, $i = 1,51$ м, $MO = 0^{\circ}00'$ , лімб орієнтований на станцію 3 ходу								
11	77,50	77,48	13°05'	-0°53'	-0°53'	1,51	-1,19	266,35
12	78,14	78,14	30°40'	+0°15'	+0°15'	1,51	+0,34	267,88
13	80,32	80,20	48°20'	+2°11'	+2°11'	1,51	+3,05	270,59

продовження таблиці 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	85,62	85,30	69°05'	+3°28'	+3°28'	1,51	+5,17	272,71
15	69,20	68,98	77°15'	+3°15'	+3°15'	1,51	+3,91	271,45
16	60,83	60,68	54°30'	+2°50'	+2°50'	1,51	+3,00	270,54
17	58,05	58,04	35°20'	+0°50'	+0°50'	1,51	+0,84	268,38
18	62,50	62,46	30°50'	-0°29'	-0°29'	1,51	-0,80	266,74
19	41,03	41,03	4°58'	-1°34'	-1°34'	1,51	-0,41	267,13
20	33,17	33,16	26°05'	+0°43'	+0°43'	1,51	+0,41	267,95
21	34,51	34,44	60°40'	+2°33'	+2°33'	1,51	+1,53	269,07
22	45,11	45,03	88°40'	+2°28'	+2°28'	1,51	+1,93	269,47
23	60,08	59,98	99°58'	+2°20'	+2°20'	1,51	+2,44	269,98
24	19,23	19,22	48°20'	+1°30'	+1°30'	1,51	+0,50	268,04
Станція 3, $H_3 = 269,66$ м, $i = 1,42$ м, $MO = 0°00'$ , лімб орієнтований на станцію 4 ходу								
25	74,03	73,83	9°45'	+2°59'	+2°59'	1,42	+3,85	273,51
26	61,08	60,64	29°20'	+4°53'	+4°53'	1,42	+5,18	274,84
27	63,24	62,62	43°56'	+5°40'	+5°40'	1,42	+6,21	275,87
28	67,93	67,23	57°30'	+5°50'	+5°50'	1,42	+6,87	276,53
29	75,12	74,50	70°52'	+5°13'	+5°13'	1,42	+6,80	276,46
30	60,09	59,66	91°06'	+4°51'	+4°51'	1,42	+5,06	274,72
31	45,92	45,55	76°20'	+6°24'	+6°24'	1,42	+5,09	274,75

продовження таблиці 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
32	37,12	36,44	64°42'	+7°47'	+7°47'	1,42	+4,98	274,64
33	34,02	33,42	38°43'	+7°38'	+7°38'	1,42	+4,48	274,14
34	38,08	37,79	9°02'	+4°59'	+4°59'	1,42	+3,30	272,96
35	18,17	17,68	29°25'	+9°30'	+9°30'	1,42	+2,96	272,62
36	25,20	24,71	70°48'	+8°03'	+8°03'	1,42	+3,49	273,15
37	36,48	36,14	88°03'	+5°33'	+5°33'	1,42	+3,51	273,17
38	50,93	50,61	99°52'	+4°33'	+4°33'	1,42	+4,03	273,69
39	68,02	67,61	106°47'	+4°26'	+4°26'	1,42	+5,24	244,90
40	21,05	20,82	91°10'	+5°56'	+5°56'	1,42	+2,16	271,82
Станція 4, $H_4 = 267,11$ м, $i = 1,46$ м, $MO = 0^{\circ}00'$ , лімб орієнтований на станцію 5 ходу								
41	56,23	56,10	9°12'	+2°43'	+2°43'	1,46	+2,65	269,76
42	61,28	61,12	22°20'	+2°57'	+2°57'	1,46	+3,15	270,26
43	70,09	69,86	35°35'	+3°16'	+3°16'	1,46	+3,99	271,10
44	78,83	78,57	46°05'	+3°19'	+3°19'	1,46	+4,55	271,66
45	59,63	56,40	51°26'	+3°32'	+3°32'	1,46	+3,67	270,78
46	50,09	49,96	35°38'	+2°53'	+2°53'	1,46	+2,52	269,63
47	39,42	39,34	13°40'	+2°35'	+2°35'	1,46	+1,77	268,88
48	21,91	21,87	22°24'	+2°29'	+2°29'	1,46	+0,95	268,06
49	31,17	31,11	51°32'	+2°47'	+2°47'	1,46	+1,51	268,62
50	27,53	27,51	86°28'	+1°37'	+1°37'	1,46	+0,78	267,89

продовження таблиці 10

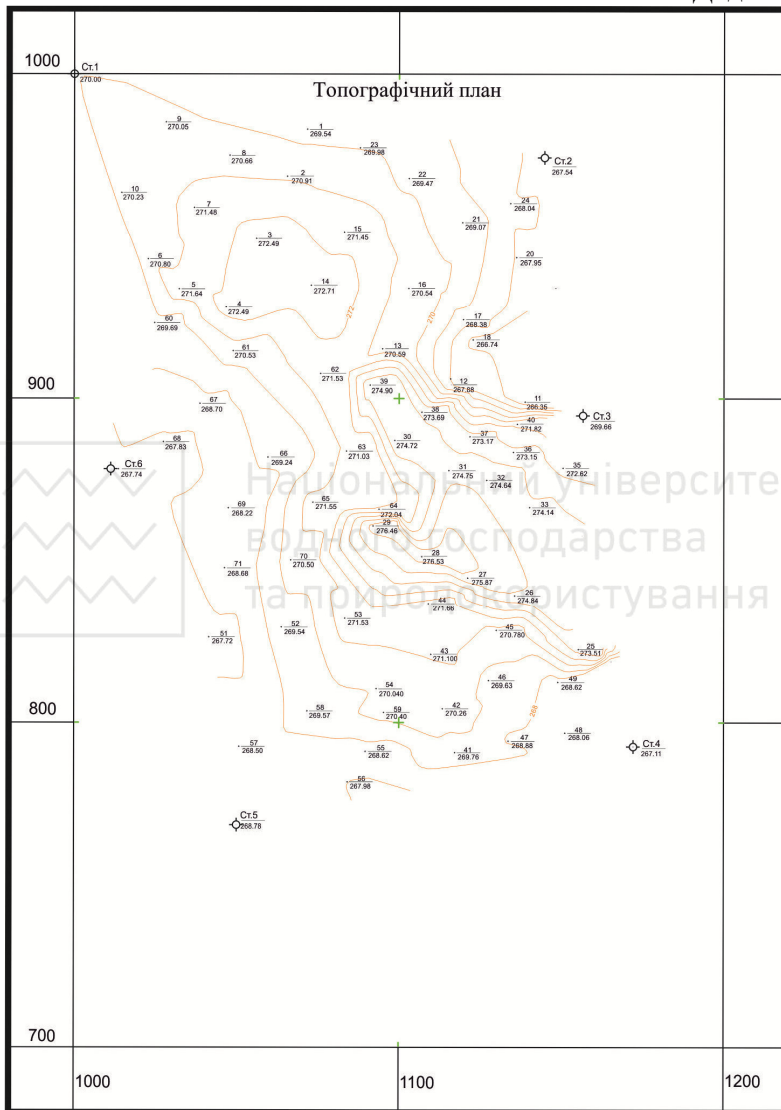
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Станція 5, $H_5 = 268,78$ м, $i = 1,48$ м, $MO = 0^{\circ}00'$ , лімб орієнтований на станцію 6 ходу								
51	59,50	59,48	9°58'	-1°01'	-1°01'	1,48	-1,06	267,72
52	63,61	63,60	31°09'	+0°41'	+0°41'	1,48	+0,76	269,54
53	73,28	73,18	46°05'	+2°09'	+2°09'	1,48	+2,75	271,53
54	61,24	61,21	64°10'	+1°11'	+1°11'	1,48	+1,26	270,04
55	46,57	46,57	78°46'	-0°12'	-0°12'	1,48	-0,16	268,62
56	37,39	37,37	87°18'	-1°14'	-1°14'	1,48	-0,80	267,98
57	24,58	24,57	20°15'	-0°59'	-0°59'	1,48	-0,28	268,50
58	42,03	42,01	50°15'	+1°05'	+1°05'	1,48	+0,79	269,57
59	58,17	58,12	71°05'	+1°36'	+1°36'	1,48	+1,62	270,40
Станція 6, $H_6 = 267,74$ м, $i = 1,44$ м, $MO = 0^{\circ}00'$ , лімб орієнтований на станцію 6 ходу								
60	47,48	47,40	20°15'	+2°21'	+2°21'	1,44	+1,95	269,69
61	51,92	51,77	50°28'	+3°05'	+3°05'	1,44	+2,79	270,53
62	70,48	70,28	71°05'	+3°05'	+3°05'	1,44	+3,79	271,53
63	72,04	71,89	91°53'	+2°37'	+2°37'	1,44	+3,29	271,03
64	83,12	82,90	105°09'	+2°58'	+2°58'	1,44	+4,30	272,04
65	62,23	62,00	106°05'	+3°31'	+3°31'	1,44	+3,81	271,55
66	47,19	47,14	91°50'	+1°49'	+1°49'	1,44	+1,50	269,24
67	32,93	32,90	57°32'	+1°40'	+1°40'	1,44	+0,96	268,70
68	16,53	16,53	65°06'	+0°18'	+0°18'	1,44	+0,09	267,83
69	36,64	36,63	115°53'	+0°45'	+0°45'	1,44	+0,48	268,22
70	61,38	61,26	124°12'	+2°35'	+2°35'	1,44	+2,76	270,50
71	45,63	45,61	139°22'	+1°11'	+1°11'	1,44	0,94	268,68



## Рекомендована література

1. Черняга П.Г. та інш. Інженерна геодезія. Лабораторні роботи. Навчальний посібник. – Рівне, 1999. – 137 с.
2. Панчук Ю.М., Янчук О.Є. Лабораторний практикум з інженерної геодезії. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2010. – 134 с.
3. Панчук Ю.М., Бялик І.М., Янчук О.Є. Інженерна геодезія. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 337 с.
4. Остапчук С.М., Романчук С.В. Камеральні геодезичні роботи. Навчальний посібник. – Рівне: УПВГ, 1994. – 123 с.
5. Ратушняк Г.С. Інженерна геодезія: Практикум: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1992. -179с.
6. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – Київ, 2001.





План склав: ст.2 к. суцільні горизонталі проведені через 1м.  
гр.АГХ-21 ННІАЗ Павлюк, С.В.  
Перевірив: Ревуцький В.Р.



АБРИСИ

