

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Одеська політехніка»

Кафедра інформаційних технологій проектування та дизайну

Методичні вказівки

до виконання розрахунково-графічних робіт з «Інженерної геодезії» студентами
першого курсу

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Затверджено
на засіданні кафедри
Інформаційних технологій
проектування та дизайну
Протокол № 1 від 27.08.2025

Одеса, 2025

Методичні вказівки щодо виконання розрахунково-графічних робіт з дисципліни: «Інженерна геодезія» студентами першого курсу спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»/ Укл.: Третенков В.М., Зінченко Г.В., Дорофєєв В.С. – Одеса: НУ «Одеська політехніка», 2025. – 29 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доцент Третенков В.М.,

канд. техн. наук, доцент Зінченко Г.П. :

доктор техн. наук, професор Дорофєєв В.С.

1. Вступ

Дані методичні вказівки укладені для надання допомоги студентам першого курсу за фахом «Будівництво та цивільна інженерія» при виконанні розрахунково-графічних робіт, що рекомендовані навчальною програмою курсу Інженерна геодезія.

Згідно навчальної програми студенти повинні виконувати чотири розрахунково-графічні роботи, а саме:

1. Складання плану топографічного знімання земельної ділянки під будівництво.
2. Підготування поздовжнього і поперечного профілів траси автодороги.
3. Проектування вертикального планування будівельної ділянки.
4. Розрахунок і складання розмічувального креслення для виносу на місцевість основних осей споруди.

Література:

1. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник - К:Знання,2012. - 557с.
2. Войтенко С.П., Юрковський Р.Г., інші. Основи інженерної геодезії. /Навч. посібник/ - Одеса:ОДАБА, 2012. – 212 с.
3. Шаульський Д.В. Конспект лекцій з Інженерної геодезії для студентів 1 курсу напряму підготовки «Будівництво». – Х: ХНУМГ, 2013.- 64 с.
4. ДБН В.1.3 -2:2010. Геодезичні роботи в будівництві. Київ:Мінрегіонбуд України, 2010. –70 с.
5. ДБН А.2.1-1 -2014. Інженерні вишукування для будівництва. К.; Мінрегіонбуд України, 2008. – 72 с.
6. ДСТУ 2756-94 Геодезія. Терміни та визначення./К.Держстандарт України,1994.
7. Умовні знаки для топографічних планів М 1:5000, М 1:2000, М 1:1000, М 1:500. – К. «Фотопринт», 2001. 254 с.
8. Остроух В.І. Практикум з геодезії - К: ДНВП «Картографія»,2022.-44 с.
9. Винограденко С.О. Практикум з геодезії та землеустрою. Харківський аграрний ун-т ім. Докучаєва В.В.- Х., 2020. – 77 с.
10. Пеньков В.О. Методичні вказівки з навч. дисципліни Інженерна геодезія для студентів спец. « Будівництво ». - Харків, ХНУМГ ім Бекетова, 2016. – 45 с.
11. Зуска А.В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами з дисципліни Інженерна геодезія напряму підготовки « Геодезія, картографія та землеустрій». – Донецьк: НГУ, 2016. – 55 с.

Розрахунково-графічна робота № 1.

Складання плану топографічного знімання земельної ділянки під будівництво.

Робота складається із розв'язання наступних питань :

- 1.1. Обчислення дирекційних кутів сторін і координат X, Y точок теодолітного ходу (табл..1).
- 1.2 . Обчислення висотних відміток Н точок тахеометричного знімання і теодолітного ходу (табл..2).
- 1.3. Накреслення на листі аркушу сітки умовних координат у масштабі 1: 1000 та нанесення даних теодолітного і тахеометричного знімання згідно вимог Умовних знаків для топографічних планів М 1:5000, М 1:2000, М 1:1000, М 1:500 (5). 1.4.
- Виконання поза рамкових написів (назва плану, масштаб) шрифтом, дивись зразок рис.4.

1.1. Обчислення дирекційних кутів сторін і координат X, Y точок теодолітного ходу (табл..1). треба виконати у такій послідовності.

1.1.1. За початковою літерою свого прізвища та останньою цифрою шифру в табл.5 (додаток) знайдіть дирекційний кут сторони α_{1-11} теодолітного ходу і запишіть це значення у графу 4 табл.1 проти вершин 1, 11. А в графі 11 і 12 проти точки 1 запишіть координати $X_1 = 100, 00$, $Y_1 = 100, 00$. Так,наприклад, студент Сидоров С.С., шифр якого 92068 бути мати дирекційний кут сторони α_{1-11} рівний $41^0 50'$.

За даними табл.1 «Відомість обчислення координат точок теодолітного ходу необхідно визначить:

- фактичну суму кутів теодолітного ходу за формулою $\sum \beta_{\text{факт}} = \beta_{11} + \beta_{111} + \beta_{1Y} + \beta_Y + \beta_1$;
- теоретичну суму кутів теодолітного ходу за формулою

$$\sum \beta_T = 180^0 (n - 2), \quad \text{де } n - \text{кількість виміряних кутів.}$$

1.1.2. Визначить кутову нев'язку $f_\beta = \sum \beta_{\text{факт}} - \sum \beta_T$, причому $f_{\beta_{\text{доп}}} \leq \pm 1' \sqrt{n}$.

1.1.3.Порівняти кутову нев'язку f_β з допустимою кутовою нев'язкою $f_{\beta_{\text{доп}}}$ і, якщо $f_\beta \leq f_{\beta_{\text{доп}}}$, то розподіляють f_β з оберненим знаком порівну на виміряні кути (див. графу 2 табл.1). Поправки треба підписати понад хвилинами виміряних кутів червоним кольором.

1.1.4. Обчисліть виправлені кути за формулою $\beta_{\text{випр}} = \beta_{\text{вим}} + (\pm \Delta\beta)$, де $\Delta\beta$ – поправка у виміряний кут з точністю 0,1'. Виправлені кути запишіть в графу 3 табл.1.

1.1.5. Виконати контроль виправлення кутів за формулою $\beta_{\text{випр}} = \sum \beta_T = 180^0 (n - 2)$.

1.1.6. Далі обчислюють дирекційні кути сторін теодолітного ходу, починаючи з другої до п'ятої, а потім для контролю ще раз вихідної першої сторони за формулою

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + 180^\circ - \beta_{i-\text{випр}},$$

де α_{n+1} - дирекційний кут наступної сторони ;

α_n - дирекційний кут попередньої сторони;

$\beta_{i-\text{випр}}$ – внутрішній виправлений і –й горизонтальний кут;

α_{1-11} – задане значення дирекційного кута з вихідних даних

і потім знову виконують контроль обчислення дирекційних кутів

$$\alpha_{1-11} = \alpha_{y-1} + 180^\circ - \beta_{1-\text{випр}}.$$

В нашому прикладі (табл.2) вихідний дирекційний кут $\alpha_{1-11} = 41^\circ 50'$, румб ПнСх: $41^\circ 50'$.

$$\begin{aligned} \alpha_{11-111} &= 41^\circ 50' + 180^\circ - 94^\circ 53' = 126^\circ 57', & \text{румб ПдСх: } 53^\circ 03'; \\ \alpha_{111-1Y} &= 126^\circ 57' + 180^\circ - 104^\circ 42' = 202^\circ 15', & \text{румб ПдЗх: } 22^\circ 15'; \\ \alpha_{1Y-Y} &= 202^\circ 15' + 180^\circ - 100^\circ 37' = 281^\circ 38', & \text{румб ПнЗх: } 78^\circ 22'; \\ \alpha_{Y-1} &= 281^\circ 38' + 180^\circ - 102^\circ 36' = 359^\circ 02', & \text{румб ПдСх: } 0^\circ 58'; \\ \alpha_{1-11} &= 359^\circ 02' + 180^\circ - 137^\circ 12' = 401^\circ 50' - 360^\circ = 41^\circ 50' (\text{контроль}). \end{aligned}$$

Обчислені дирекційні кути наступних сторін треба записати в графу 4, а румби та їх назви в графу 5 табл.1. Залежність між дирекційними кутами та румбами наступна. Таблиця 1а

Чверть	дирекційний кут α	румб		Осі координат	
		назва	величина	X	Y
1	$0 \dots 90^\circ$	ПнС	$r = \alpha$	+	+
11	$90 \dots 180^\circ$	ПдС	$r = 180^\circ - \alpha$	-	+
111	$180 \dots 270^\circ$	ПдЗ	$r = \alpha - 180^\circ$	-	-
1Y	$270 \dots 360^\circ$	ПнЗ	$r = 360^\circ - \alpha$	+	-

1.1.7. Обчисліть з точністю 0.01 м прирости координат Δx , Δy за формулами .

$$\Delta x = d \cos \alpha, \quad \Delta y = d \sin \alpha \quad \text{або} \quad \Delta x = d \cos r, \quad \Delta y = d \sin r,$$

де d - горизонтальне прокладення сторони , α дирекційний кут, r – румб відповідного напрямку.

Обчислені прирости запишіть у графи 7 і 8 табл.1. Знаки приростів визначають за назвами румбів відповідних сторін теодолітного ходу.

1.1.8. За результатами приростів координат обчислите:

$$\text{- нев'язки в приростах координат за формулами} \quad f_x = \sum_n \Delta x, \quad f_y = \sum_n \Delta y;$$

$$\text{- абсолютну нев'язку в периметрі теодолітного ходу} \quad f_p = \sqrt{f_x^2 + f_y^2};$$

$$\frac{f_p}{P} = \frac{f_p : f_p}{P : f_p} \leq \frac{1}{2000} ,$$

1.1.9. Якщо $\frac{f_p}{p} \leq \frac{1}{2000}$, обчислюють поправки Δf_x та Δf_y

(табл..2) $\Delta f_{x1} = \frac{0,17}{413,70} \cdot 72,75 =$

$$\Delta f_{x_3} = \frac{0,17}{413,70} \cdot 93,88 = 0,038 \text{ адо} + 4 \text{ см}; \quad \Delta f_{x_4} = \frac{0,17}{413,70} \cdot 86,24 = 0,035 \text{ адо} + 3 \text{ см}$$
$$\Delta f_{x5} = \frac{0,17}{413,70} \cdot 69,83 = 0,028 \text{ або } +3 \text{ см і разом } +17 \text{ см.}$$

Абрис

II

X

38,0

Чагарник

Пустир

Грунт. Дорога

40,0

46,0

9,0

15,0

48

Y



Вихідні дані: $\alpha_{1-2} = 41^{\circ}50'$; $X_1 = 100,00$ м; $Y_1 = 100,00$ м.

$\beta_1 = 137^{\circ}12,2'$; $\beta_2 = 94^{\circ}53,2'$; $\beta_3 = 104^{\circ}42,2'$; $\beta_4 = 100^{\circ}37,2'$; $\beta_5 = 102^{\circ}36,2'$;

$d_{1-2} = 72,75$ м; $d_{2-3} = 91,00$ м; $d_{3-4} = 93,88$ м; $d_{4-5} = 86,24$ м; $d_{5-1} = 69,83$ м;

Мал. 1. Абрис теодолітного знімання ділянки.

Обчислені поправки Δf_x та Δf_y в сантиметрах із знаком «+» або «-» запишіть у графі 7 і 8 табл.1 понад сантиметрами відповідного приросту.

Наприклад: 3см та - 1 см (табл..1)
+54,21 +4852

1.1.10. Обчислимо виправлені прирости координат за формулами:

$$\Delta x_{\text{випр}} = \Delta x_{\text{обч}} + (\pm \Delta f_x), \quad \Delta y_{\text{випр}} = \Delta y_{\text{обч}} + (\pm \Delta f_y).$$

1.1.11. Виконання контролю обчислень $\sum \Delta x_{\text{випр}} = 0$, $\sum \Delta y_{\text{випр}} = 0$.

1.1.12. За даними координатами першої точки обчислити координати решти точок теодолітного ходу за формулами:

$$X_{n+1} = X_n + \Delta x_{\text{випр}}, \quad Y_{n+1} = Y_n + \Delta y_{\text{випр}},$$

де X_{n+1}, Y_{n+1} - координати наступної точки; X_n, Y_n - координати попередньої точки;

$\Delta x_{\text{випр}}$ і $\Delta y_{\text{випр}}$ – виправлені прирости.

Контролем відсутності помилок в обчисленнях координат точок служить одержання значень координат вихідної точки, тобто X_1, Y_1 в нашому замкнутому ході. Координати обчислених точок запишемо в графі 11 і 12 табл.1

№ № ве р	Внутрішні кути (праві) β	Дирекц іоні кути	Румби	Гориз онта льне прокл	Прирости координат,м	Координати,м	№ № ве р
-------------------	-----------------------------------	------------------------	-------	--------------------------------	----------------------	--------------	-------------------

ш ин	Виміряні	Виправ лені	° ' "	На зв а	Величи на ° ' "	аденн я d, м	Обчислені		Виправлені		X	Y	ш ин
	° ' "	° ' "					± Δx	± Δy	± Δx	± Δy			
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13
I			41 ⁰ 50'	Пн С	41 ⁰ 50'	72,75	+3 +54,21	-1 +48,52	+54,24	+48,51	100,00 154,24	100,00 148,51	I II
II	-0,2 94 ⁰ 53,2'	94 ⁰ 53'											
			126 ⁰ 57'	Пд С	53 ⁰ 03'	91,00	+4 -- 54,70	-1 +72,72	-54,66	+72,71	99,58	221,22	
III	- 0,2 104 ⁰ 42,2'	104 ⁰ 42'											
IУ	-0,2 100 ⁰ 37,2'	100 ⁰ 37'	202 ⁰ 15'	Пд З	22 ⁰ 15'	93,88	+4 -86,89	-1 -35,55	-86,85	-35,56	12,73	185,66	IУ
У	0,2 102 ⁰ 36,2'	102 ⁰ 36'	281 ⁰ 38'	Пн З	78 ⁰ 22'	86,24	+4 +17,39	-1 -84,47	+17,43	-84,48			
I	0,2 137 ⁰ 12,2'	137 ⁰ 12'	359 ⁰ 02'	Пн З	0 ⁰ 58'	69,83	+2 +69,82	-1,18	+69,84	-1,18	100,00	100,00	I
			41 ⁰ 50'										
Σ β _{факт} = 540 ⁰ 01'				P = 413,70							Розмір плану,мм: X _{max} = 154,24 X _{min} = 12,73		
Σ β _т = 180 ⁰ (n-2),				Σ+ Δx= 141,42, Σ+ Δy= 121,24							Δx = 141,51.		
f _β = Σ β _{факт} - Σ β _т = +0 ⁰ 01'				Σ- Δx= 141,59. Σ- Δy= 121,20							Y _{max} = 221,22 Y _{min} = 100,00		
f _{β_{доп}} ≤ ±1'√n = ±1'√5 = ± 2, 2' ,				f _x = -0,17, f _y = +0,04.							Δy= 121,22		
f _β < f _{β_{доп}} .				f _p = √f _x ² + f _y ² = √0,0289 + 0,0016 = ± 0,17,									
Поправка ε _β = - 0,2'				f _p / P = 1 / P : f _p = 1 / 413,70 : 0,17 = 1 / 2434 < 1 / 2000									
				Поправки по осях Δf _x = -f _x / P d ; Δf _y = -f _y / P d									

Відомість обчислення координат точок теодолітного ходу.

Таблиця 1

1.2. Обробка журналу тахеометричного знімання.

Теодоліт 2Т30П №27

№ то чо к	Висо та візу вання, l, м	Відліки:			Місце нуля - МО	Кут нахилу v ° ' "	Горизо нтальн а довжин а - d _i , м	Перевищення, h _i		Висотн і відмітк и точок, H _i , м	Приміт ки
		Відста ней по далеко міру	по горизонт альному кругу	по вертик альному у кругу				h _i = d _i tan v	h _i = h _i + d _i - l		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Знімальна станція теодоліта: Ст. I i = 1,45 м H _i = 35,88 м									Лімб 0° 00' орієнто
			КП 2° 08'	КЛ -2° 10'	МО - 0° 01'						

II	1,45	72,75	0°00'	- 1°19'	- 0°01'	- 1°18'		-1,65	-1,65	34,23	ван на т. II
III	1,45	119,5		- 2°01'		- 2°01'		-4,55	-4,55	31,33	
IV	1,45	122,0		- 1°00'		- 1°00'		-2,24	-2,24	33,64	
V	1,45	69,83		+ 0°01'		+ 0°01'		+0,35	+0,35	36,23	
1	1,45	38,0	0°00'	- 1°09'	- 0°01'	- 1°08'	38,0	-0,75	-0,75	35,13	Грунт.
2	1,45	35,0	61°30'	- 1°48'		- 1°04'	35,0	-1,09	-1,09	34,79	дорога
3	1,45	35,0	137°12'	+ 0°26'		+ 0°02'	35,0	+0,27	+0,27	36,15	
4	2,00	86,7	111°41'	+ 0°07'		+ 0°00'	86,7	+0,20	-0,35	35,53	
5	1,45	52,0	94°28'	- 0°54'		- 0°05'	52,0	-0,80	-0,80	35,08	
6	1,45	58,0	27°15'	- 1°57'		- 1°05'	57,9	-1,96	-1,96	33,92	
7	1,45	86,0	55°00'	- 1°58'		- 1°05'	85,9	-2,92	-2,92	32,96	
8	1,45	93,0	88°05'	- 1°06'		- 1°00'	93,0	-1,76	-1,76	34,12	
9	1,45	112,5	67°36'	- 1°46'		- 1°04'	112,5	-3,42	-3,42	32,46	Грунт. дорога

Формули розрахунку:

$$H_i = H_I + h_i; \quad h_i = d_i \tan \tan v + i - l; \quad d_i = D_i \cos^2 v; \quad v_i = \text{КЛ}_i - \text{МО} = \text{МО} - \text{КП}_i = \frac{\text{КЛ} - \text{КП}}{2}$$

; Місце нуля МО = $\frac{1}{2} (\text{КЛ} + \text{КП})$; КП і КЛ – відліки по вертикальному кругу.

Таблиця 2

Порядок обчислень журналу тахеометричного знімання.

1.2.1. Обчисліть кути нахилу - v для всіх напрямків за формулами

$$v = \text{КЛ}_i - \text{МО} = \text{МО} - \text{КП}_i = \frac{\text{КЛ} - \text{КП}}{2}. \text{ Обчислені значення кута } v \text{ запишіть в графу 7 табл.2.}$$

1.2.2. Із графи 2 табл.2 переписіть у графу 8 горизонтальні прокладання між станцією I і знімальними точками 1....9.

1.2.3 Обчисліть перевищення $h_i = d_i \tan \tan v + i - l$ за формулою і записати в графу 9,10.

Тут d_i – горизонтальне прокладання між станцією і точками;

i – висота приладу на станції;

l – висота візування середньою ниткою труби теодоліту на рейку;

v – кут нахилу зорової труби при наведенні на рейку. (графа7).

Якщо висота візування – l дорівнює висоті приладу – i , тоді користуйтеся скороченою формулою $h_i = h'_i = d_i \tan \tan v$.

1.2.4. Обчислюють висотні відмітки решти точок за формулою $H_{i+1} = H_I + (\pm h_i)$,

де H_{i+1} – висотна відмітка наступної точки; H_I – висота вихідної станції I (графа 11);

h_i = Обчислене в табл.2 графа 10 перевищення між станцією I та знімальними точками.

1.3. Складання топографічного плану.

1.3.1. Складання плану ділянки місцевості в масштабі 1:1000 (див. стор. 10 цих Метод. вказівок) виконується у такій послідовності:

- накреслити координатну сітку 10×10 см на аркуші для комп'ютеру формату А4 (товщиною 0,2 – 0,3 мм), а також зовнішню (товщиною 0,5 – 1,0 мм) та внутрішню (товщиною 0,3 мм) рамки плану з полями 2,5...1,01,0 ;....1,0 см та між рамками 1,0 см;

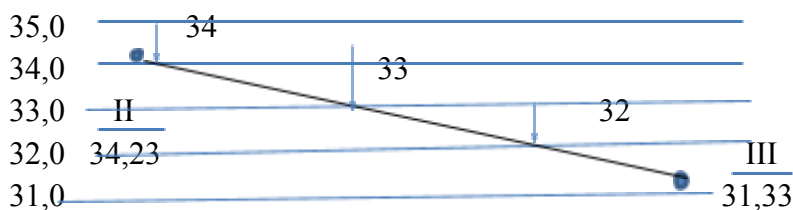
- цифруйте виходи координатної сітки між внутрішньою і зовнішньою рамками відповідно кратності до масштабу 1:1000, тобто (для координати X – це буде 0...100.....200 м і для координати Y – це буде 100....200 м);

- нанесіть на план за допомогою поперечного масштабу (або лінійки з діленнями 1 мм, а краще 0,2 мм) точки теодолітного ходу гостро заточеним олівцем з точністю 0,2 мм відповідно до обчислених координат в табл. 1;

- з'єднайте отримані точки лініями олівцем і по горизонтальних відстанях (графа 6 табл.1) перевірте правильність нанесення точок (з точністю $\pm 0,3$ мм). Поряд з нанесеними точками у вигляді дробі підписати висотою 2,5 – 3,0 мм (див. умовні позначення) – номер точки в чисельнику римською цифрою (I....II....III...т.д.), а в знаменнику висотну відмітку арабськими цифрами (див. графа 11 табл.2);

1.3.2. За даними абрису (мал.1) нанесіть на план ділянки місцевості ситуацію, а саме межу чагарнику, ґрунтову дорогу, що перетинає сторони теодолітного ходу, двох поверховий кам'яний будинок, відповідно до умовних знаків. В умовних знаках покажіть перетинання координатних ліній, точки теодолітного ходу.

1,3.3. Для відображення рельєфу на плані виконайте за допомогою пів зоровій палетки графічне інтерполювання горизонталей з перерізом рельєфу 1 метр. Для цього прокресліть на кальці розміром 6×10 см ряд паралельних ліній, що відлягають одна від одної на 5 мм. Підпишіть ці лінії через 1 м згідно з найменшій і найбільшій відмітками точок (мал..2)..



Мал.2. Схема графічного інтерполювання горизонталей через 1 м.

Накладіть палетку на план так, щоб точки, між якими виконується інтерполювання, наприклад II і III зайняли положення відповідно до своїх висотних відміток, закріпіть палетку.

Переколіть на план точки 32, 33, 34, в яких лінії палетки перетинають лінію, яка сполучає точки II і III. Аналогічно таке інтерполювання виконайте за всіма напрямками між двох сусідніх точках. Сполучить від руки знайдені точки з однаковими відмітками лініями – горизонталями коричневим кольором товщиною 0,3 мм.

1.3.4. Відмітки горизонталей, кратні 5 м (наприклад 35,0) підпишіть теж коричневим кольором у розриві горизонталі, при цьому верх цифри повинен бути направлений в бік підвищення місцевості.

1.3.5. Сітка координат викреслюється чорним кольором, товщина ліній 0,2 – 0,3 мм, горизонталі викреслюють коричневим кольором товщиною ліній 0,3 – 0,5 мм.

1.4. Поза рамкові написи виконують чорним кольором, висота літерів 3-5 мм, згідно умовних позначень [6] або шрифту комп'ютера.

1.5. Варіанти складання топографічного плану :
остання цифра номеру залікової книжки або табельного журналу.

Таблиця 3

Остання цифра номеру залікової книжки або журналу	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Відмітка точки Н _і	35,88	37,88	38,88	39,88	40,88	41,88	42,88	43,88	44,88	45,88
Дирекційний кут сторони I-II	40° 30'	42° 30'	43° 30'	44° 30'	45° 30'	46° 30'	47° 30'	48° 30'	49° 30'	50° 30'

Інші вихідні дані залишаються без зміни згідно наведеного варіанту.

1.6. Дайте відповідь на одне з питань самоперевірки, обране самостійно

Питання для самоперевірки.

1. Що називають Інженерна геодезія та її призначення у будівництві?
2. Що розуміють під топографічним планом ділянки місцевості?
3. З якою ціллю використовують топографічний план у будівництві?
4. Яка система координат і висот застосується на топографічному плані?
5. Що таке масштаб і які масштаби застосовують на топографічному плані?
6. Що таке ситуація місцевості і яким чином вона зображується на плані?
7. Що таке рельєф місцевості та як він зображується на топографічному плані?
8. Яким чином виконується орієнтування ліній на плані?
9. Назвіть пряму геодезичну задачу і як вона вирішується в геодезії?
10. Що називають «Геодезичні вимірювання на місцевості» ?
11. Для якої ділянки місцевості за розміром можна складати топографічний план?
12. Які геодезичні прилади використовують для топографічного знімання місцевості?
13. Які вимоги уявляє ДБН [4, 5] для складання топографічного плану?

Розрахунково-графічна робота № 2.

Складання профілю траси автодороги і нанесення проектної лінії.

Задачі роботи:

- 2.1. Обробка журналу технічного нівелювання траси.
- 2.2. Обробка пікетажного журналу.
- 2.3. Побудова поздовжнього профілю траси.
- 2.4. Нанесення на поздовжній профіль проектної лінії.
- 2.5. Складання поперечного профілю.
- 2.6. Оформлення профілю траси дороги.

2.1. Обробка журналу технічного нівелювання траси (табл.3) виконується у такій послідовності:

2.1.1. Дано журнал нівелювання (записи польових вимірювань на трасі), який включає:

- наступну таблицю 3 (11 граф і 9 рядків),
- записи результатів геометричного нівелювання по трасі за допомогою нівеліру та нівелірної рейки (в 1 - 5 графах, рядки 1 - 9),
- впишіть в таблицю 3 висотні відмітки двох вихідних реперів, які найближчі до траси, це початковий вихідний репер Рп1 з висотною відміткою $H_{\text{Рп1}} = 100,000$ м і кінцевий вихідний репер Рп2 з висотною відміткою $H_{\text{Рп2}} = 93,941$ м., які вказати в графах 10 – 11 та рядках 1 та 9. (див. табл.3 і схему траси рис.).

2.1.2. Для подальшого побудування профілю необхідно: виконати обчислення в графах 6 – 11, в рядках 1 – 11 а також визначити висотні відмітки всіх пікетів траси, ПК0, ПК1, ..., ПК6, які закладені на трасі дороги через кожні 100 м починаючи з початку траси це ПК0 і при кінці траси - ПК6 (див. табл.3).

Для вирішення цієї задачі студенту необхідно по перед всього з'ясувати польові роботи при нівелюванні. Так нівелювання починається з першої станції нівеліра, якій встановлюється по середині між Рп1 і ПК0. Репер1, являє собою металевий стержень, забетонований у ґрунті нерухомо на стійкій основі, належить державній геодезичній мережі і довгочасно зберігає свою висотну відмітку. Такім же є Рп2 поблизу кінця траси і він також зберігає свою висотну відмітку. ПК0, являє собою також металевий стержень, забетонований в ґрунті і який вказує початок траси на місцевості. Передача висотної відмітки з Рп1 на ПК0 називають прив'язкою по висоті початку траси до Рп1.

2.1.3. При цьому польове нівелювання виконується у такій послідовності. Нівелір встановлено на станції 1, а помічник встановлює нівелірну рейку прямовисно на Рп1 спочатку червоними діленнями у напрямку нівеліру та береться відлік по рейці 5038 мм (дивись табл.3 станція 1). Потім помічник повертає рейку уздовж прямовисної осі чорними діленнями і береться за допомогою нівеліру чорний відлік 0354 мм. Ці відліки записується в третю графу першого рядку (задні – а) відлік. Беруться обов'язково чотири цифри в мм. Потім помічник встановлює нівелірну рейку на ПК0. Вимірювання повторюються і беруть відліки 6327 мм і 1639 мм записують в графу 4 (передні - в) відліки. Потім в графі 6 обчислюють перевищення між червоними відліками за формулою

№с тан ції	№ рейко вих точок	Відліки по рейці в мм:			Перевищення h, м			Висотні відмітки, Н _i , м		
		задні - а	Передн і - в	Промі жні - с	Обчисл ені	середні	виправле ні	Горизонт у прила ду ГП _i	Обчисле ні Н _i обч.	Заокругл ені до 0,01 м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Рп1	5038 0354			-1,289 -1,285	+2 -1,287	-1,285		100,000	100,00
	ПК0		6327 1639						98,715	98,72
2	ПК0 +60	7535 2847		2911	+1,686 +1,683	+2 +1,684	+1,686	101,562 101,564	98,715 98,653	98,72 98,65
	ПК1		5849 1164					101,565	100,401	100,40
3	ПК1	6557 1870			+1,375 +1,376	+2 +1,376	+1,378		100,401	100,40
	ПК2		5182 0494						101,779	101,78
4	ПК2	6978 2291		0129	+1,821	+1		104,070	101,779	101,78
	П20			2551	+1,819	+1,820	+1,821	104,071	103,942	103,94
	Л20		5157					101,520	101,52	
	ПК3		0472					104,072	103,600	103,60
5	ПК3 +40	5137 0453		1785	-2,108 -2,106	+1 -2,107	-2,106	104,053 104,053	103,600 102,268	103,60 102,27
	ПК4		7245 2559					104,053	101,494	101,49
6	ПК4	5520 0832			-1,363 -1,367	+1 -1,365	-1,364		101,494	101,49
	X		6883 2199						100,130	100,13
7	X	5362 0674			-1,488 -1,491	+1 -1,490	-1,489		100,130	100,13
	ПК5		6850 2165						98,641	98,13
8	ПК5	5181 0494			-2,321 -2,325	+1 -2,323	-2,322		98,641	98,64
	ПК6		7502 2819						96,319	96,32
9	ПК6	5212 0527			-2,379 -2,380	+2 -2,380	-2,378		96,319	96,32
	Рп2		7591 2907						93,941	93,94
		[62862]	[75004]		[+9,760 -21,902]	[+4,880 -10,952]	[+4,885 -21,944]			
		-12142			-12,142	- 6,072	- 6,059			

$$\sum h_{\text{факт}} = \sum h_{\text{серед}} = - 6,072 \text{ м},$$

$$\sum h_{\text{теорет}} = H_{\text{Рпкінц}} - H_{\text{Рппоч}} = H_{\text{Рп2}} - H_{\text{Рп1}} = 93,941 - 100,000 = - 6,059 \text{ м},$$

$$f_h = \sum h_{\text{факт}} - \sum h_{\text{теорет}} = - 6,072 - (- 6,059) = - 0,013 \text{ м} = - 13 \text{ мм},$$

$$f_{\text{hдоп.}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{9} = \pm 30 \text{ мм}. \quad \text{Отже } f_h < f_{\text{hдоп.}}$$

$$h_{i \text{ черв}} = a_{\text{задн. і черв.}} - b_{\text{перед і. черв.}} = Z_{i \text{ черв}} - P_{i \text{ черв}} = 5038 - 6327 = -1,289 \text{ м.}$$

і відділяють комою метри. Так само обчислюють між чорними відліками.

$$h_{i \text{ чор}} = Z_{i \text{ чор}} - P_{i \text{ чор}} = 0354 - 1639 = -1,285 \text{ м.}$$

2.1.4. Згідно з умовою Інструкції з нівелювання різниця між двома значеннями перевищення не повинна перевищувати 5 мм, тобто

$$(-1,289) - (-1,285) = -4 \text{ мм} \leq \pm 5 \text{ мм, тобто } h_{i \text{ серед.}} = \frac{(-1,289) + (-1,285)}{2} = (-1,287) \text{ м.}$$

Отже у нашому випадку маємо обчислити середнє значення перевищення, тобто $(-1,287) \text{ м}$, яке записуємо в графу 7 табл.3 в перший рядок.

Так само обчислюються перевищення на всіх інших станціях нівеліру. Обов'язково помітимо, що згідно Інструкції з нівелювання нівелір встановлюють по середині між заднім і переднім пікетами, тобто додержуються умови «рівності пліч» нівеліру щодо рейки. Рейку повинно встановлювати завжди на пікеті прямовисно і нерухомо.

2.1.5 В журналі нівелювання наведено 9 станцій нівеліру в 9 рядках. В останньому 9 рядку виконана прив'язка по висоті ПК6 до Рп2 і обчислені всі червоні, чорні і середні перевищення в графах 6 і 7.

2.1.6. Виконайте контроль вірності обчислення середніх перевищень. Для цього всі значення елементів контролю запишіть у нижній частині журналу нівелювання (табл.3) . При вірних обчисленнях повинна бути дотримана рівність

$$\frac{\Sigma a - \Sigma b}{2} = \frac{\Sigma h_{\text{обч.}}}{2} = \Sigma h_{\text{серед.}} = -6,072 \text{ м}$$

2.1.7. Обчисліть фактичну f_h і допустиму $f_{\text{доп.}}$ нев'язки нівелірного ходу та $f_h < f_{\text{доп.}}$ і запишіть їх у нижній частині журналу нівелювання.

2.1.8. Розподіліть фактичну нев'язку на всі середні перевищення з оберненим знаком порівну з точністю до 1 мм і обчисліть потім виправлені перевищення як алгебраїчні суми середніх перевищень та їхніх поправок.

2.1.9. Запишіть виправлені перевищення в графу 8 і виконайте контроль вірності їхніх обчислень за формулою

$$\Sigma h_{\text{випр.}} = H_{\text{Рп2}} - H_{\text{Рп1}}.$$

2.1.10. Обчисліть висотні відмітки всіх зв'язуючих точок нівелірного ходу за формулою

$$H_{n+1} = H_n + (\pm h_{\text{випр.}}),$$

починаючи від Рп1 і закінчуючи Рп2. Результати запишіть у графу 10 проти відповідних пікетів.

2.1.11. На станціях 2, 4 і 5, де є проміжні точки, обчислюють горизонти приладу (ГП) за формулою

$$H_{\text{ГП}} = H_{\text{ПК}} + a_{\text{чорн.}}$$

І запишіть їх значення в графу 9 проти номеру відповідної станції.

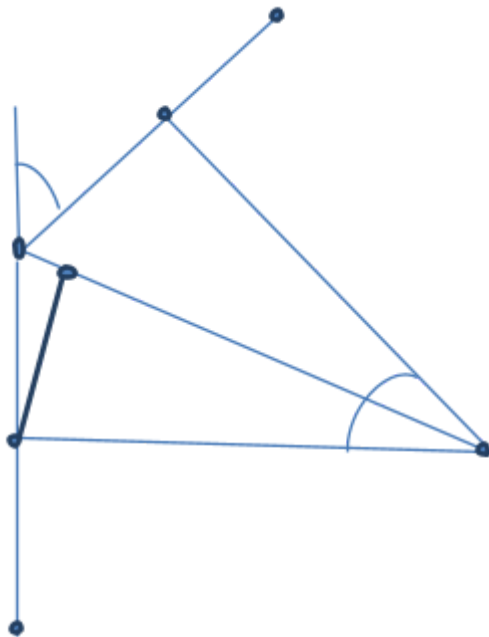
2.1.12. Обчисліть висотні відмітки проміжних точок за формулою $H_{\text{пром.}} = H_{\text{ГП}} + c$,

де c – відлік по рейці на проміжній точці. Отримані висотні відмітки впишіть у графу 10 проти відповідних проміжних точок.

2.1.13. Округліть висотні відмітки всіх точок і пікетів до 0,01м і запишіть їх в графу 11.

2.2. Обробка пікетажного журналу.

2.2.1. За заданим кутом повороту траси θ і радіусом заокруглення R визначить за формулами елементи кругової кривої: T – тангенс; K – криву; B – бісектрису і D – домір.



$$T = R \operatorname{tg} \frac{\theta}{2};$$

$$K = R \theta;$$

$$B = 2 R \sin \frac{\theta}{2};$$

$$D = 2T + K.$$

ВК. ПК3

ПК

ПК2

КК

ПК4

СК

Т

Т

К

Р

R

R

90°

90°

О.

θ

Б

Мал.3. Схема кривої траси.

2.2.2 Використовуючи приклад, наданий у пікетажному журналі, обчисліть пікетажне положення головних точок кривої – початку кривої (ПК), кінця кривої (КК) і середини кривої (СК) та виконайте контроль обчислення кінця кривої КК.

2.2.3. По заданому дирекційному куту прямої ділянки початку траси $\alpha_{\text{ПК0-ПК}}$ і куту повороту θ обчисліть дирекційний кут другої прямої ділянки траси $\alpha_{\text{КК-ПК6}}$ за формулою

$$\alpha_{\text{КК-ПК6}} = \alpha_{\text{ПК0-ПК}} + \theta.$$

Дирекційні кути перекладіть у румби, користуючись залежністю між дирекційними кутами і румбами (див. табл.1).

2.2.4. Користуючись пікетажним значенням початку і кінця траси, обчисліть довжини прямих ділянок траси. Сума прямих ділянок траси і розміру кривої повинна дорівнювати довжині траси.

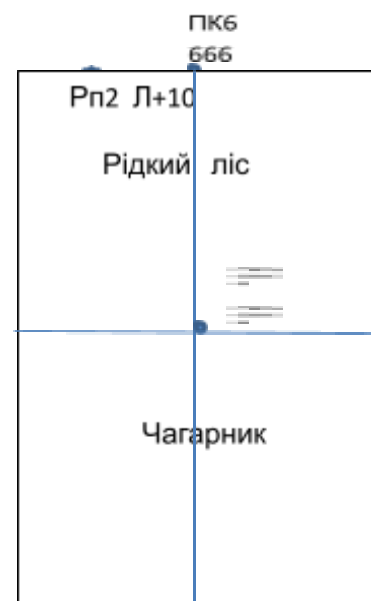
2.3.1. Поздовжній профіль траси побудуйте на аркуші міліметрового паперу (арк.9 а «Альбом розрахунково-графічних робіт») за даними нівелірного і пікетажного журналів

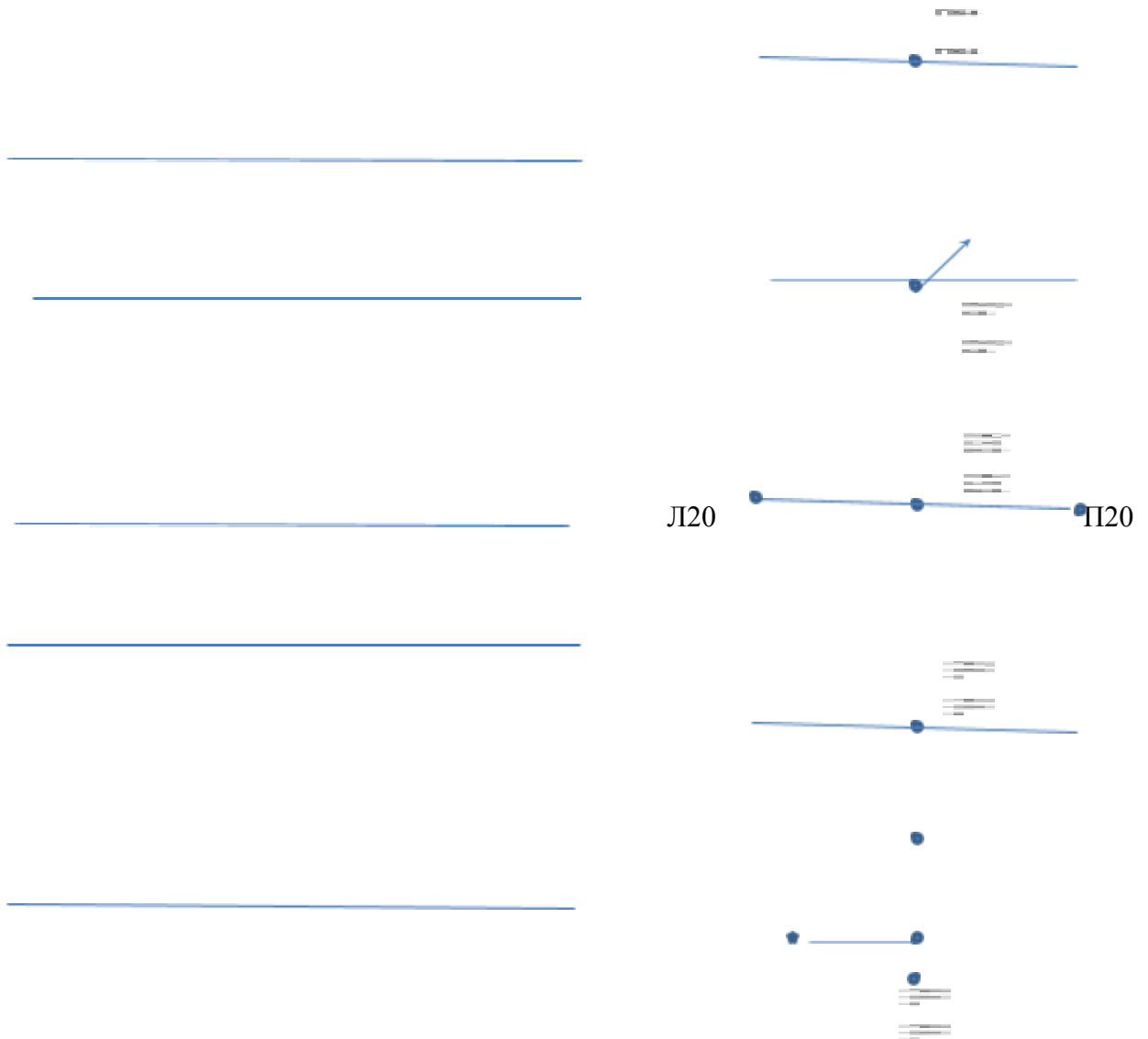
Елементи кругової кривої:

- кут повороту траси $=$;
- радіус $= 100,00 \text{ м}$;
- тангенс $T = 25,64 \text{ м}$;
- крива $K = 50,18 \text{ м}$;
- бісектриса $B = 3,24 \text{ м}$;
- домір $D = 2T - K = 1,10 \text{ м}$.

Розрахунок пікетажного положення

головних точок кругової кривої





Мал.4 Пікетажний журнал

2.3. Побудова поздовжнього профілю траси.

2.3.2. Заповніть графу відстаней за даними журналу нівелювання (графа 2 табл.3), відкладаючи в ній горизонтальні відстані у масштабі 1:2000. Планове положення пікетів і плюсових точок позначте вертикальними лініями і запишіть горизонтальну відстань між двома сусідніми точками профілю. Сума відстаней між пікетами повинна дорівнювати 100 м.

2.3.3. У графі «пікети» підпишіть номери пікетів.

2.3.4. У графу фактичних відміток запишіть з журналу (табл.3 графа 11) відмітки пікетів і плюсових точок.

2.3.5. Виберіть умовний горизонт, кратний 10 м, з таким розрахунком, щоб сама нижня точка профілю відстояла від лінії умовного горизонту на 3 – 4 см.

2.3.6. Всі пікети і плюсові точки побудуйте на ординатах, проведених уверх від лінії умовного горизонту проти цих точок, відкладаючи їх відмітки на ординатах у масштабі 1:200. Послідовно з'єднайте прямими лініями вершини ординат.

2.3.7. Заповніть графу «План траси» за даними пікетажного журналу (мал.4). Посередині графи проведіть червоним кольором вісь дороги, умовно розгорнути в пряму лінію, і в масштабі 1:2000 побудуйте план смуги місцевості, що прилягає до траси.

2.3.8. За даними пікетажного журналу заповніть графу «План прямих і кривих». На лінії, яка відображує вісь траси, відзначте точки пікетажного значення початку і кінця кривої. В отриманих точках побудуйте перпендикуляри до перетинання з лінією пікетів. Уздовж перпендикулярів запишіть відстані від початку або кінця до найближчих заднього і переднього , опуклістю нагору, а при поворотах її ліворуч – опуклістю униз. Під кривою запишіть значення усіх шести її елементів. По над серединою кожної прямої вставки траси випишіть її довжину, а під нею – її румб.

2.3.9. Понад фактичною лінією профілю (відступіть приблизно 2 см) покажіть положення реперів. Для цього у відповідному місці проведіть вертикальну лінію довжиною 2 см, вздовж якої запишіть елементи прив'язки репера до траси (див. пікетажний журнал).

2.4. Нанесення на поздовжній профіль проектної лінії.

2.4.1. Завдайте проектну лінію на профіль траси з дотриманням таких умов:

- щоб проектні відмітки початку і кінця траси приблизно дорівнювали фактичним;
- забезпечення мінімуму земельних робіт;
- виконано баланс земельних робіт;
- проектні ухили окремих ділянок не повинні перевищувати 0,050;
- проектна лінія повинна складатися не менше ніж із трьох окремих ділянок;
- ділянки проектної лінії з різним ухилом повинні бути сполучені горизонтальними ділянками.

2.4.2. Ухил проектної лінії по кожній ділянці підрахуйте за формулою:

$$i = \frac{H_k - H_n}{d} = \frac{h}{d},$$

де H_k і H_n – проектні відмітки відповідно кінцевої і початкової точок ділянки (відмітки визначити графічно);

d – Горизонтальна відстань між точками (горизонтальна довжина ділянки).

Ухил підрахуйте з округленням до тисячної частки. З округленою величиною i уточніть проектну позначку H_k першої ділянки за формулою:

$$H_k = H_n + i \cdot d.$$

2.4.3. Прийняв проектну відмітку кінцевої точки першої ділянки за вихідну, аналогічно визначити ухили наступних ділянок проектної лінії.

2.4.4. Заповнить графу «Ухили», відкреслив вертикальними лініями точки змінення ухилу проектної лінії. В утворених прямокутниках проведіть діагоналі, які показують напрямок ухилу. Підйом позначте лінією, яка їде знизу угору, спуск – лінією, яка їде згори униз, а горизонтальну ділянку – горизонтальною прямою. Над діагоналлю запишіть ухили, над горизонтальною смугою – нуль. Під діагоналлю запишіть величину горизонтального прокладення.

2.4.5. Обчисліть проектні відмітки решти пікетів і плюсових точок проектного профілю за формулою

$$H_{n+1} = H_n + i \cdot d,$$

де H_n – відома відмітка попередньої точки проектної лінії;

i – ухил проектної лінії на даній ділянці; d – горизонтальна відстань між точками.

Враховуючі проектні позначки округліть до сотої частки метра, після чого запишіть у графу проектних позначок. При наявності горизонтальної площадки проектні позначки будуть однакові на всій ділянці.

2.4.6. Обчисліть робочі відмітки на пікетах і проміжних точках як різницю між проектними і фактичними відмітками:

$$h = H_n - H_{\text{факт}}.$$

Робочі відмітки запишіть над проектною лінією, якщо вони відносяться до насипу і під нею, якщо вони відносяться до виїмки. Над точками перетинання фактичної і проектної ліній запишіть синім кольором робочу відмітку, яка дорівнює 0,00.

2.4.7. З точок нульових робіт провести до лінії умовного горизонту пунктирну лінію. Обчислити відстані (x та y) від ближніх заднього і переднього пікетів (плюсових точок) до точки нульових робіт (x та y) за формулами:

$$x = \frac{|h_1|}{|h_1| + |h_2|} \cdot d, \quad y = \frac{|h_2|}{|h_1| + |h_2|} \cdot d,$$

де h_1 та h_2 – робочі відмітки заднього і переднього пікетів,

d – горизонтальні відстані між пікетами (пікетом і плюсовою точкою).

2.4.8. Обчисліть проектні позначки точок нульових робіт за формулою:

$$H_0 = H_n + i \cdot x.$$

Відмітки точок нульових робіт, округлені до сотої частки метра, запишіть уздовж ординат, проведених з цих точок до лінії умовного горизонту.

2.5. Поперечний профіль.

По над пікетом 2 побудуйте поперечний профіль у масштабі 1:500 як для горизонтальних, так і для вертикальних відстаней.

У сітці поперечного профілю покажіть три графі – «проектні відмітки», «фактичні відмітки» і «відстані», які заповніть відповідно даних журналу нівелювання і профілю траси.

По фактичним відміткам будується лінія профілю, по проектним відміткам – проектна. Обчислюють робочі відмітки і відстані до точок нульових робіт.

2.6. Оформлення профілю траси дороги.

Червоним кольором оформити проектну лінію і всі робочі відмітки (крім нульових), вісь дороги в графі 1, всі лінії і цифри в графі ухилів, проектні відмітки, всі лінії і написи в графі 6(крім номерів пікетів).

Синім кольором показати перпендикуляри з точок нульових робіт на лінію умовного горизонту, робочі відмітки 0,00, сині відмітки (висоти) точок нульових робіт, горизонтальні відстані x та y .

Всі інші лінії, написи і цифри виконати чорним кольором.

Написи цифри виконайте нормальним шрифтом. Висота літерів заголовної написи – 10мм, висота літерів і цифр інших написів 2,5 мм.

На креслені зробити заголовний напис «Профіль траси дороги».

Внизу по середині Масштаби: горизонтальний 1:2000,

вертикальний 1:200, поперечника 1:500. (див. рисунок профілю).

Що до виконаного завдання не обхідно надати:

1. Журнал технічного нівелювання.
2. Пікетажний журнал.
3. Поздовжній профіль траси дороги.
4. Поперечний профіль.

Вихідні данні до роботи за варіантом:

Таблица 5.

Варіанти:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Відмітка Рп1	100 м									
Відмітка Рп2	93,941	93,039	93, 937	93,935	93,033	93,943	93,945	93,947	93,949	93,951
Кут повороту θ	21°27'	25°16'	29°46'	24°53'	28°27'	29°06'	27°18'	26°37'	25°52'	31°27'

Варіант роботи – це остання цифра залікової книжки студента, або табельного журналу.

2.7. Дайте відповідь на одне з питань самоперевірки, обране самостійно

Питання для самоперевірки.

1. Суть геометричного нівелювання точок місцевості?
2. Методи геометричного нівелювання « із середини » і « вперед » ?
3. Які прилади та обладнання використовують для геометричного нівелювання?
4. Що таке висотні вихідні реperi на місцевості державного призначення?
5. Порядок розмічування траси автодороги на місцевості пікетами?
6. Як здійснюють прив'язку пікетів траси до вихідних реперів?

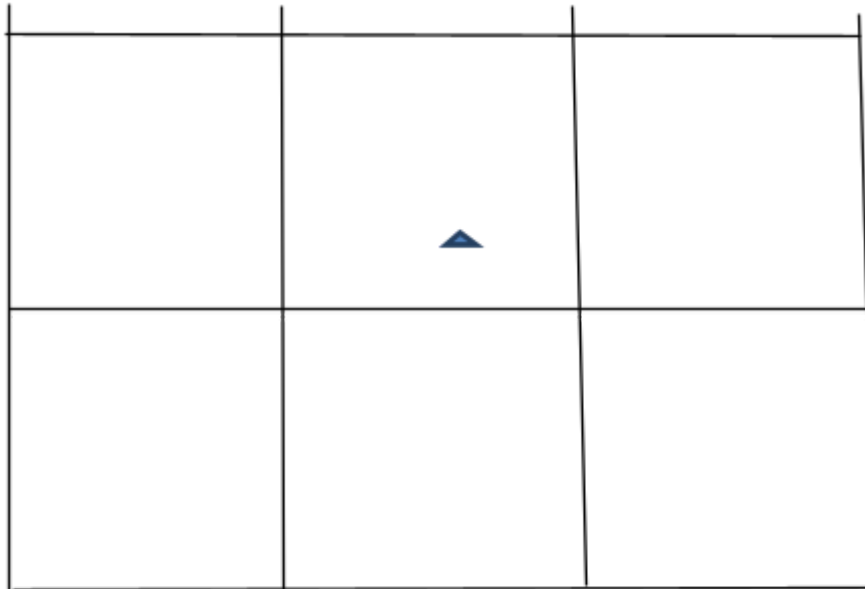
7. Яка допустима інструкцією [4] нев'язка геометричного нівелювання траси автодороги?
8. Суть гідростатичного нівелювання окремих точок на будівельній ділянці.?
- 9, Що таке поперечний профіль траси дороги і коли його застосують?
10. Що називають пікетами на трасі ?

Розрахунково-графічна робота №3

Проектування вертикального планування будівельної ділянки.

3.1. Вертикальне планування на території ділянки – це перепланування існуючого рельєфу місцевості шляхом переміщення земельних мас за вимогами проекту будівництва.

3.2 На першому етапі робіт складається схема – журнал нівелювання території ділянки, яка розмічається за допомогою сітки квадратів. Сітка квадратів розмічається на ділянці за допомогою теодоліту і мірної стрічки або рулетки довжиною 10...20... 50 м,(у нашому прикладі 20 м), а вершини цих квадратів закріплюють дерев'яними або металевими кілками.



1

1

2

2

9

9

4

4

3

3

7

7

6

6

5

5

0755

0755

10

10

8

8

12

12

11

11

1080

1080

1226

1226

1250

1250

1380

1380

1884

1884

1207

1207

1741

1741

2332

2332

0849

0849

1108

1108

1212

1212

Станція нівеліра

Ст. нівеліра

рілля

рілля

$$\begin{array}{r} H_{pn1}=10,000 \\ \hline a= \quad 2,173 \quad H_{гп}=12,173 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} H_{pn1}=10,000 \\ \hline a= \quad 2,173 \quad H_{гп}=12,173 \end{array}$$

Рп1

Рп1

a=2,173

a=2,173

Пустир

Пустир

20 м

20 м

Мал. 6. Схема – журнал нівелювання вершин квадратів.

Нівелювання вершин квадратів виконують за допомогою нівеліру методом «вперед», тобто за умову, що вихідний репер Рп1 є відомою висотною відміткою $H_{\text{Рп1}}$, який розташований біля будівельної ділянки. Всі вершини квадратів є точками нівелювання для визначення їх висотних відміток. 3.3. За даними схеми – журналу нівелювання поверхні по квадратах (Мал.6) необхідно обчислити горизонт приладу (нівеліру) $H_{\text{ГП}}$ за формулою

$$H_{\text{ГП}} = H_{\text{Рп1}} + a, = 10,000 + 2,173 = 12,173 \text{ м},$$

де $H_{\text{Рп1}} = 10,000 \text{ м}$ – відмітка Рп1 (див. вихідні дані);

$a = 2,173 \text{ м}$ – відлік за допомогою нівеліру по чорному боку рейки, яка встановлена на Рп1.

3.4. Обчисліть відмітки всіх вершин квадратів H_i за формулою

$$H_i = H_{\text{ГП}} - c_i,$$

де c_i - відлік по чорному боку рейки на цієї же вершині квадрату.

Результати обчислень відміток занести в табл.6

Таблиця 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$H_{\text{ГП}}, \text{м}$	12,173											
$c_i, \text{м}$	0,755	1,080	1,226	1,250	1,380	1,884	2,332	1,741	0,849	1,108	1,212	1,207
$H_{\text{М}}, \text{м}$	11,418	11,093	10,947	10,923	10,793	10,289	9,841	10,432	11,324	11,065	10,961	10,966

3.5. Випишіть із таблиці 5 висотні відмітки вершин квадратів, заокруглені до сотих 0,01 метру, на план будівельної ділянки (Мал.7). За допомогою палетки (мал.7) проведіть горизонталі рельєфу ділянки з висотою перерізу 0,25 м

9,84

10,29

10,29

10,79

10,79

11,06

11,06

10,43

10,43

10,97

10,97

10,96

10,96

Рілля

Рілля

Пустир

Пустир

20 м

20 м

11,00

11,00

10,00

10,00

Мал.7. План рельєфу будівельної ділянки. Масштаб 1:500

Висота перерізу рельєфу 0,25 м.

3.6. Запроектуйте горизонтальну площадку під умовою нульового балансу земельних робіт. Для цього:

3.6.1. Обчисліть проектну відмітку - $H_{\text{проект}}$ цієї площадки за формулою

$$H_{\text{проект}} = \frac{\sum H_I + 2\sum H_{II} + 4\sum H_{IV}}{4n} = \frac{44,03 + 130,56 + 80,52}{4 \cdot 6} = \frac{255,71}{24} = 10,65 \text{ м.}$$

$$\text{де } \sum H_I = H_1 + H_4 + H_9 + H_{12} = 11,42 + 10,92 + 11,32 + 10,97 = 44,03;$$

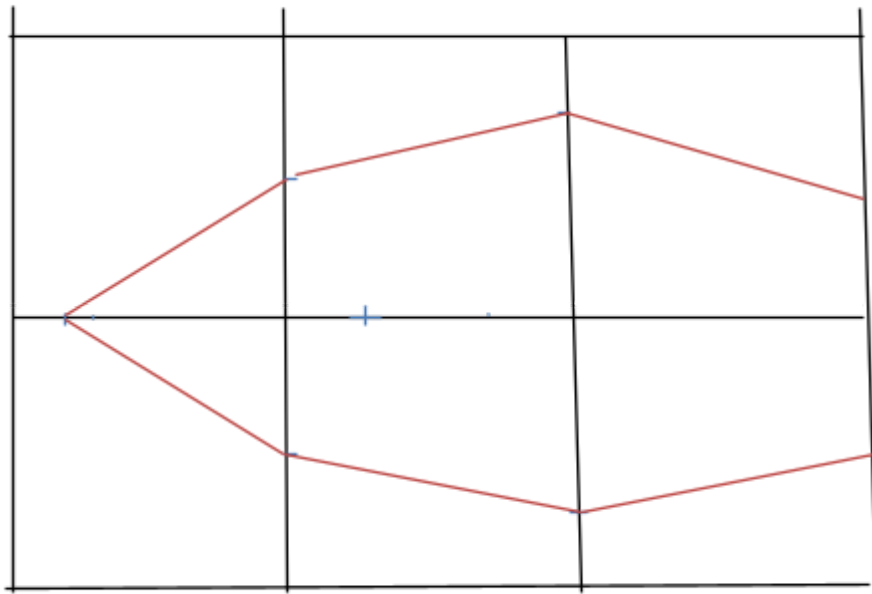
$$2\sum H_{II} = 2 (11,09 + 10,95 + 10,79 + 10,43 + 11,06 + 10,96) = 2 \cdot 65,28 = 130,56;$$

$$4\sum H_{IV} = 4 (10,29 + 9,84) = 4 \cdot 20,13 = 80,52 ,$$

де n – кількість квадратів на ділянці.

Таким чином проектна відмітка будівельної ділянки склала $H_{\text{проект}} = 10,65 \text{ м.}$

3.6.2. Далі обчисліть робочі відмітки $h_i = H_{\text{проект}} - H_i$ і випишіть їх червоним кольором у вершинах квадратів картограми земельних робіт. (мал..8)



Мал.8. Картограма земельних робіт. Масштаб 1:500

11,42

11,42

11,09

11,09

11,32

11,32

10,92

10,92

10,95

10,95

9,84

9,84

10,29

10,29

10,79

10,79

11,06

11,06

10,43

10,43

10,97

10,97

10,96

10,96

Виїмка

Виїмка

Насип

Насип

20 m

20 m

11,42

11,42

-0,77

-0,77

-0,44

-0,44

-0,30

-0,30

-0,27

-0,27

-0,14

-0,14

+0,36

+0,36

+0,81

+0,81

+0,22

+0,22

-0,67

-0,67

-0,41

-0,41

-0,31

-0,31

-0,32

-0,32

2

2

1

1

3

3

5

5

4

4

6

3.6.3. На сторонах квадратов, вершины яких мають різні знаки робочих відміток, знайдіть положення точок нульових робіт. Відстань від вершини квадрата до точки нульових робіт

обчисліть за формулою
$$x = \frac{|h_1|}{|h_1| + |h_2|} \cdot d,$$

де $|h_1|$ і $|h_2|$ - значення робочих відміток двох сусідніх вершин квадрату, взяті за модулем;

$d = 20$ м – сторона квадрату.

Так для сторони 2 – 6, (Мал.6) $x = \frac{0,44}{0,44 + 0,36} \cdot 20 = 11$ м., а у масштабі 1:500 це складе 22 мм.

3.6.4. З'єднуючи точки нульових робіт, визначимо положення лінії нульових робіт, яку накреслити відрізками прямих червоного кольору.

3.6.5. Підрахуйте обсяг земельних робіт для кожного квадрату роздільно для насипу і

виїмки за формулами:

$$v_{\text{в}} = \frac{(\Sigma - h)}{\Sigma |h|} \cdot \frac{S}{4} \quad v_{\text{н}} = \frac{(\Sigma + h)}{\Sigma |h|} \cdot \frac{S}{4}.$$

де $v_{\text{в}}$ – обсяг виїмки; $v_{\text{н}}$ – обсяг насипу,

$(\Sigma - h)$ – сума робочих відміток вершин квадратів, які мають знак «мінус»;

$(\Sigma + h)$ – сума робочих відміток вершин квадратів, які мають знак «плюс»;

$\Sigma |h|$ - сума значень робочих відміток окремого квадрату; S – площа квадрату.

Результати обчислень обсягів насипу і виїмки занесіть в табл. 7.

Таблиця 7

№ квадрату	$(\Sigma - h)$	$(\Sigma + h)$	$\Sigma h $	$\frac{S}{4}$	Обсяг земельних мас, м ³	
					- виїмка	+ насип
1	1,8225	0,1296	1,71	100	106,58	7,58
2	0,5476	1,3689	1,81	100	28,67	71,67
3	0,3249	1,0609	1,60	100	20,31	66,31
4	1,4884	0,1296	1,58	100	94,20	8,20
5	0,5134	1,3689	1,89	100	27,43	72,43
6	0,3969	1,0609	1,66	100	23,91	63,91
				Разом	301,10	290,10

3.6.6. Обчисліть розбіжність в обсягах виїмки і насипу, яке не повинно перевищувати 5%.

$$\Delta V = \frac{v_{\text{в}} - v_{\text{н}}}{0,5(v_{\text{в}} + v_{\text{н}})} \cdot 100\% = \frac{301,1 - 290,1}{0,5(301,1 + 290,1)} \cdot 100\% = 3,7\% < 5\%.$$

По перед виробництва земельних робіт вершини всіх квадратів і точки на сторонах квадратів, що вказують лінію нульових робіт, закріплюють кілками. На кілках фарбою підписують знак і величину робочих відміток і вказують їх виробникам земельних робіт.

3.7. Дайте відповідь на одне з питань самоперевірки, обране самостійно

Питання для самоперевірки.

1. Мета вертикального перепланування рельєфу на будівельній ділянці?
2. Основні елементи вертикального планування території ділянки?
3. Що називають робочою відміткою при переплануванні рельєфу місцевості.?
4. Які застосовують методи знімання території, що перепланується?
5. Що називають позитивною, від'ємною та нульовою робочими відмітками при плануванні?
6. Що називають картограмою земельних робіт?
7. Визначення проектної відмітки будівельної площадки при її переплануванні?
8. Формули визначення обсягу земельних мас на квадратній території ділянки?
9. Що приймають за вихідну висотну відмітку при зніманні території ділянки?

Таблиця 8

Номер варіанту	1	2	4	4	5	6	7	8	9
$H_{\text{рп1}}, \text{м}$	9,500	10,500	11,000	11,500	12,000	12,500	13,000	13,500	14,000

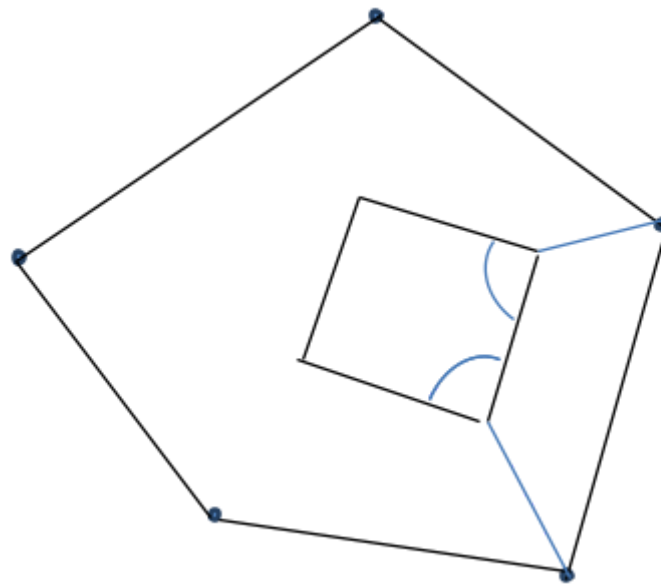
Варіант роботи – це остання цифра залікової книжки студента, або табельного журналу.

Розрахункова робота № 4

Розрахунок розмічувальних елементів і складання розмічувального креслення.

Розмічувальне креслення складається для виносу на будівельну ділянку на сам перед основних осей запроектованого будинку. Порядок дій наступний:

4.1. На тахеометричному плані студент проектує розташування будинку розміром 16 x 18 м, причому сторону будинку АВ повинна бути розміщена паралельно стороні ІІІ – ІV теодолітного ходу (див. мал..9). Ця умова дозволяє зменшити обсяг обчислень.



18,00

18,00

16,00

16,00

90°

90°

A

B

II

I

III

Y

IV

Мал. 9. Схема виносу будівлі на місцевість за допомогою точок III і IV теодолітного ходу.

4.2. На плані визначають графічно за допомогою вимірника і поперечного масштабу або лінійки з міліметровими діленнями координати точки А - X_A і Y_A з точністю 0,2 – 0,3 мм.

Координату точки В - X_B і Y_B обчислюють за формулами

$$X_B = X_A + 18 \cos \cos \alpha_{III-IV} \quad \text{і} \quad Y_B = Y_A + 18 \sin \sin \alpha_{III-IV}$$

4.3. Для виконання цих дій та наочності, скористаємося визначеними раніше з іншого прикладу координатами точки А - $X_A = 120,88$ м і $Y_A = 221,51$ м.

Координати точки В складуть; $X_B = X_A + \Delta X = 120,88 + 18 \cos \cos 336^\circ = 137,32$ м,

$$Y_B = Y_A + \Delta Y = 221,51 + 18 \sin \sin 336^\circ = 214,19 \text{ м,}$$

4.4. Маємо наступну таблицю 8 з координатами пунктів III, IV, А і В:

Таблиця 8

Назва точок	Координати точок		Дирекційний кут сторони теодолітного ходу α_{III-IV}
	X	Y	
III	105,40	202,40	
IV	139,40	187,27	$336^\circ 00'$
A	120,88	221,51	
B	137,32	214,19	

4,5. Обчислимо необхідні елементи розмічувального креслення: Таблиця 9.

Позначення	Напрями		Визначення кутів: β_{IV}, β_{III}	Розмічувальні елементи
	IV (к) - В(п)	III (к) - А (п)		
Y_k Y_p $\Delta Y = Y_k - Y_p$	214,19 187,27 26,92	221,51 202,40 19,11	$\beta_{IV} = \alpha_{IV-III} - \alpha_{IV-B} =$ $= 336^\circ 00' - 180^\circ - 94^\circ 25' 06'' =$ $= 61^\circ 34' 54''$	$\beta_{IV} = 61^\circ 34,9'$ $d_{IV-B} = 27,00 \text{ м}$
$\text{tg } r = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	-2,94231	1,23450	$\beta_{III} = \alpha_{III-A} - \alpha_{III-IV} =$ $= 50^\circ 59' 27'' - 336^\circ 00' + 360^\circ =$ $= 74^\circ 59' 24''$	$\beta_{III} = 74^\circ 59,4'$ $d_{III-A} = 24,59 \text{ м}$
$r = \text{arc tg } r$	ПДСХ = $-85^\circ 34' 54''$	ПНСХ = + $50^\circ 59' 27''$		
α	$94^\circ 25' 06''$	$50^\circ 59' 27''$		
$d = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2}$	27,00 м	24,59 м		

Обчислення елементів розмічувального креслення виконується двічі (в дві руки) для контролю. Потім за допомогою теодоліта і рулетки або електронного тахеометра обчислені розмічувальні елементи виносять на будівельній ділянці від точок теодолітного ходу III і IV полярним способом.

Спочатку теодоліт встановлюють на точці III, центрують над точкою і приводять в робоче положення. Виносять точку А, закріплюють її на місцевості металевим стержнем нерухомо. Потім встановлюють теодоліт на точці IV і виносять на ділянці точку В, закріплюють

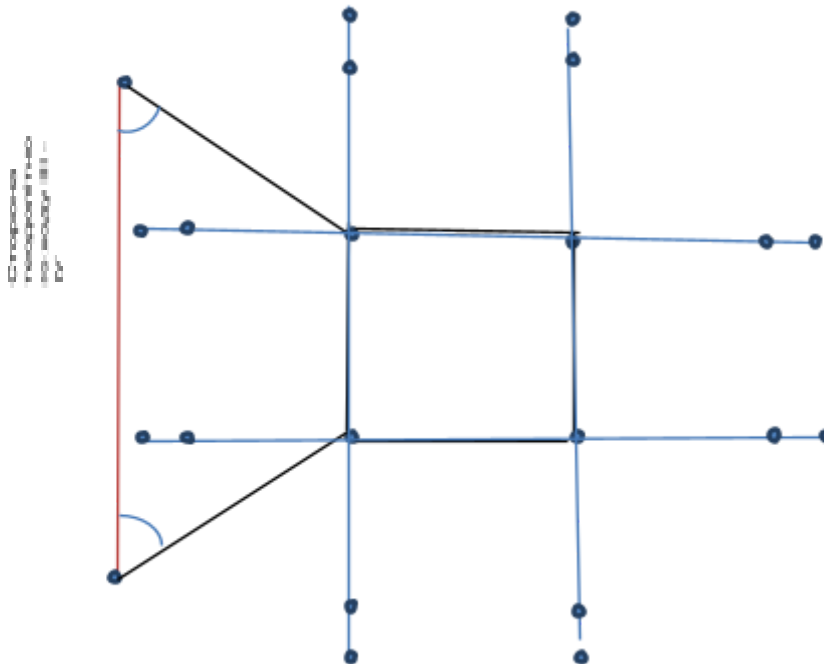
її металевим стержнем також нерухомо. Аналогічно виносять точки С і Д. основних осей від точок А і В.

Після з точок А, В, С, Д виносять всі основні осі будинку і закріплюють їх на місцевості металевими стержнями нерухомо на вісь період будівництва (див. мал.10) за межами земельних робіт.

4.6. Дайте відповідь на одне з питань самоперевірки, обране самостійно

Питання для самоперевірки.

1. Що називають розмічувальним кресленням?
2. Назвіть вихідні дані для складання розмічувального креслення?
3. Назвіть графо - аналітичним методом визначення координат кутів проектного будинку?
4. За якими формулами визначають розмічувальні кути β_{III} і β_{IV} ?
5. За якими формулами визначають розмічувальні довжини d_{III-A} , d_{IV-B} ?
6. Порядок виносу основних осей будинку на робочу ділянку?
7. Як зберегти основні осі будинку на вісь період будівельних робіт?
8. Як контролюють правильність виконання розмічувальних робіт?



Д

С

B

A

IУ

III

5

5

5

5

5

5

5

5

15

15

15

15

$61^{\circ} 34,9'$

15

15

15

Будинок

15

16,00

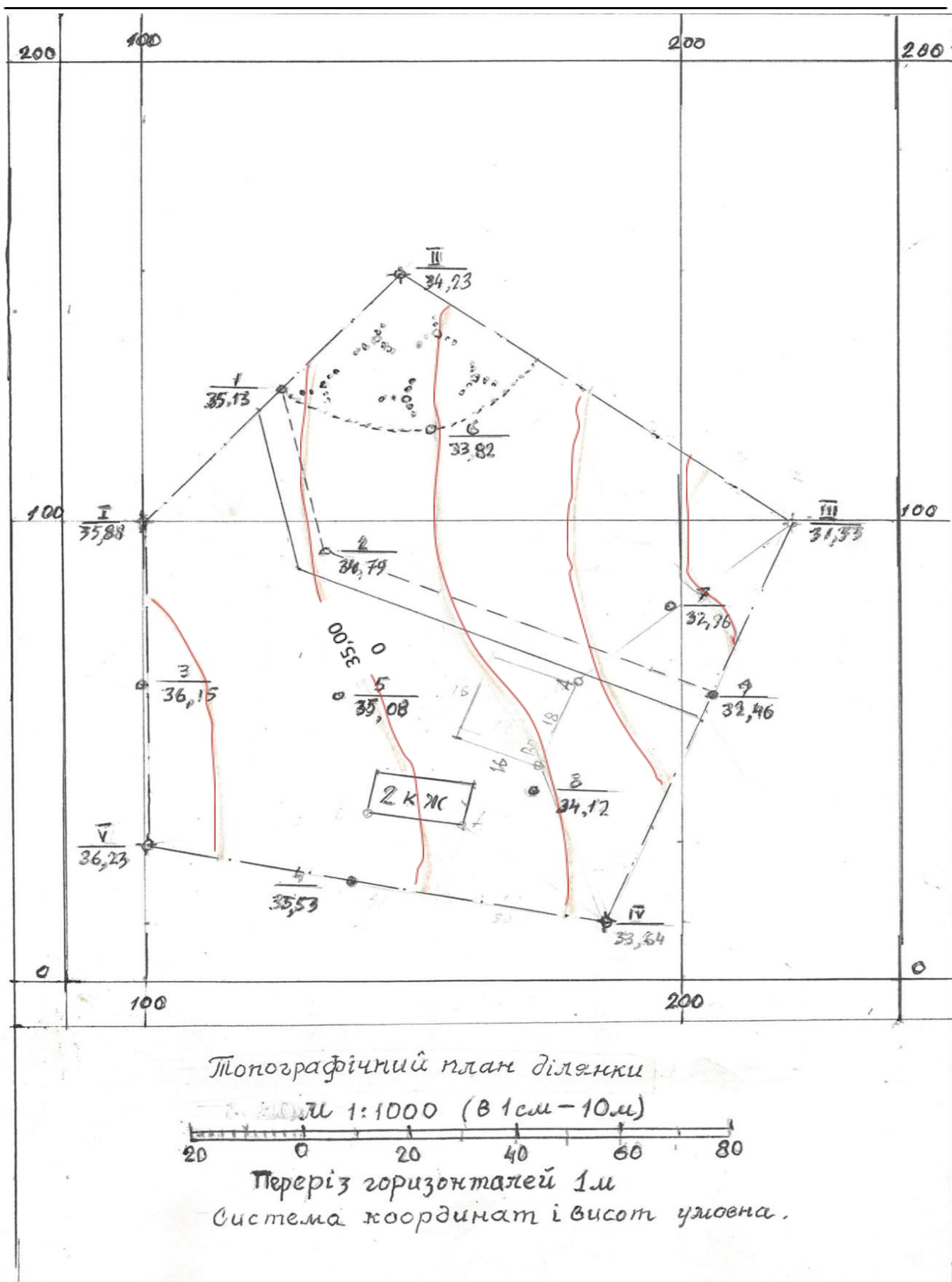
18,00

$74^{\circ} 59,4'$

27,00

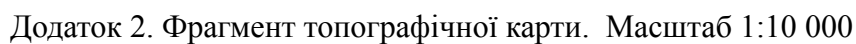
24,59

Мал.10. Розмічувальне креслення основних осей окремого будинку.

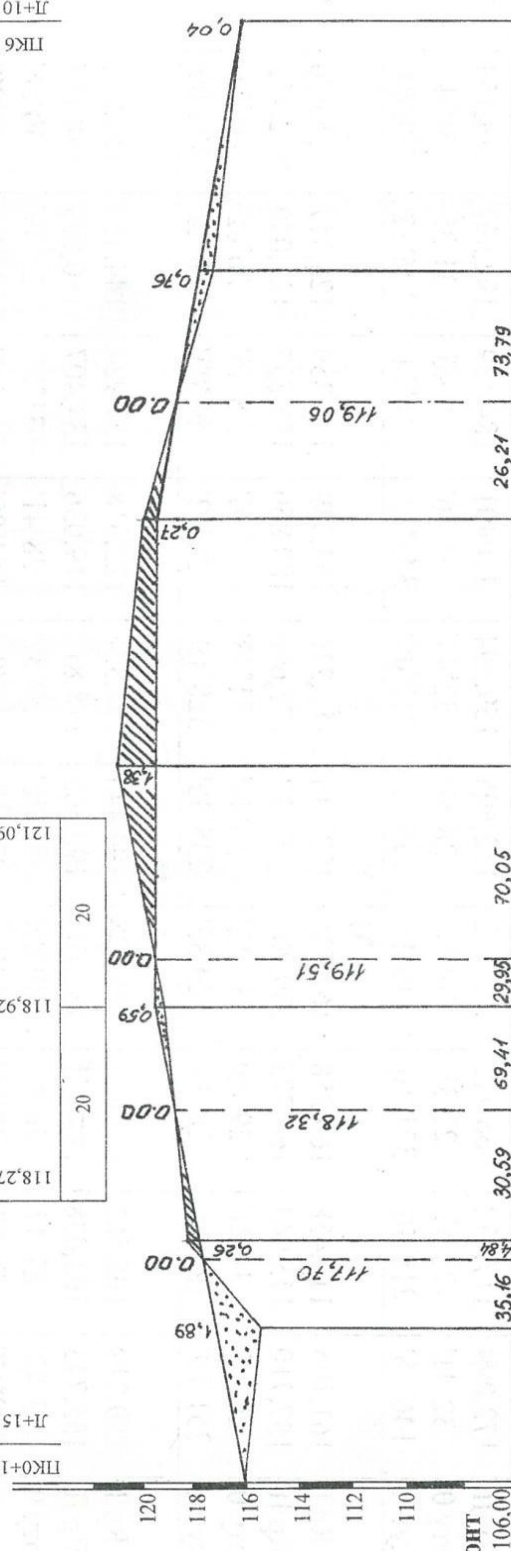
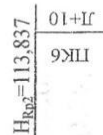
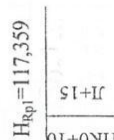


Додаток 1. Топографічний план земельної ділянки під будівництво. Масштаб 1:1000

у-34-37-В-В-4



ПРОФІЛЬ ПОПЕРЕЧНИКА



План траси	Рілля		луг		ВК	чагарник		Рілля	
	Рілля	Рілля	луг	луг		чагарник	чагарник	Рілля	Рілля
Проектні ухили	0,0172		0,0171		0	0,0171			
Проектні позначки	116,07	117,10	118,92	119,51	119,51	119,51	117,80	116,09	
Фактичні позначки	116,07	115,21	118,05	117,79	120,89	119,78	117,04	116,05	
Відстані	0	60	40	1	3	4	5	6	
Шкети План	274,36				275,46				
прямих і кривих	ПідСх: 81°57'				ПідСх: 53°11'				

Масштаб: Горизонтальный 1:2000
Вертикальный 1:200
Поперечника 1:500

К=50,18
Д= 1,10
Б= 3,24

Пол. 81°57'

$R=100\text{ M}$
T-2564