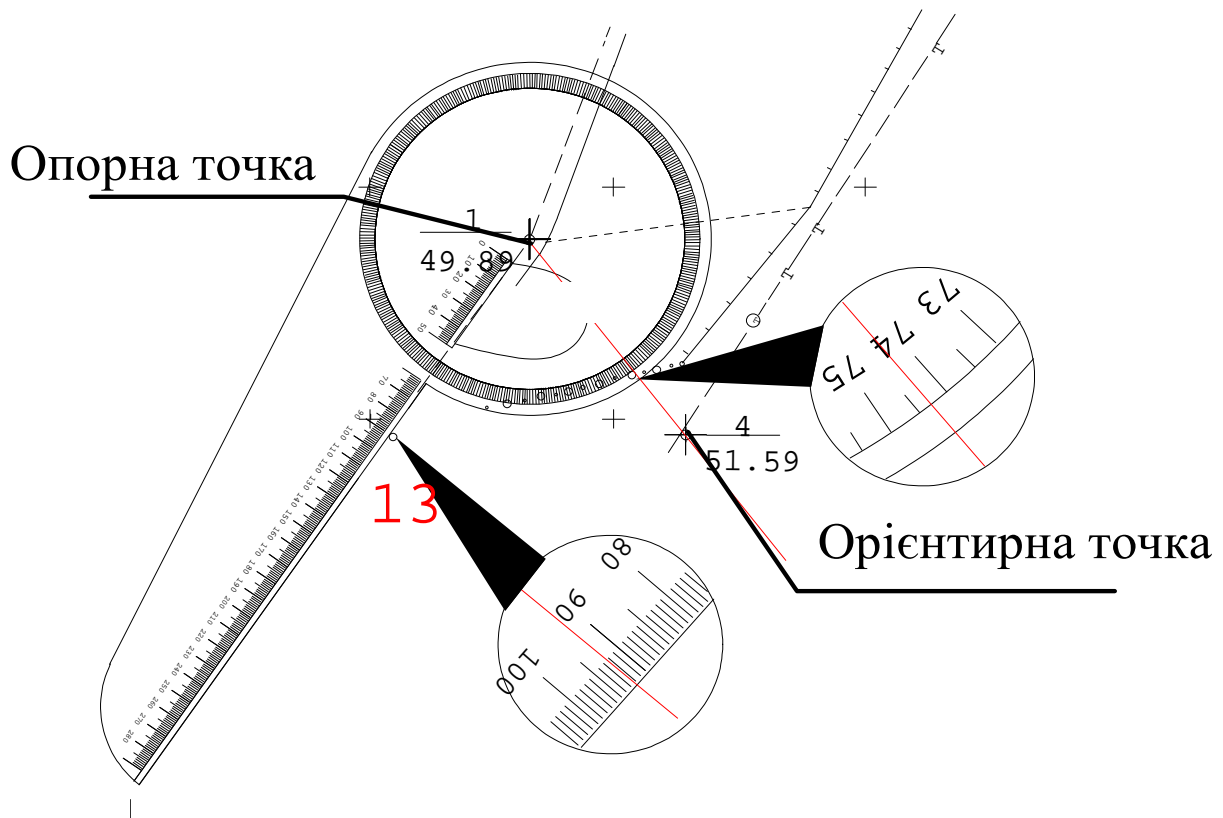




Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний  
університет будівництва та архітектури  
Кафедра інженерної геодезії  
Комп'ютерний учбово-методичний комплекс по  
інженерній геодезії. Серія «Архітектура»

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК**  
**ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ РОБІТ**  
**по дисципліні «ГЕОДЕЗІЯ»**  
**для студентів спеціальності «Архітектура і містобудування»**



Харків 2017



Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний  
університет будівництва та архітектури

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК  
ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ РОБІТ  
за курсом «ГЕОДЕЗІЯ»  
для студентів спеціальності «Архітектура і містобудування»**

Затверджене на засіданні кафедри  
інженерної геодезії.  
Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_р.

Харків 2017

УДК 528.2

• **В. Т. Криворучко**

Комп'ютерний учбово-методичний комплекс по інженерній геодезії. Серія «Геодезія в архітектурі». Методичний посібник для виконання розрахунково-графічних робіт по дисципліні «ГЕОДЕЗІЯ». Спеціальність «Архітектура й містобудування» Харків: Вид-во ХНУБА, 2017 - 70 с.

Наведені основні питання виконання .розрахунково- графічних робіт.

Рецензент

Рекомендоване кафедрою Інженерної геодезії протокол № \_\_ від

---

© Кафедра інженерної геодезії

© Криворучко В. Т.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 РІШЕННЯ ЗАДАЧ НА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТАХ .....	7
1.1 Зміст роботи.....	7
1.2 Початкові дані.....	7
1.3 Методика виконання роботи .....	7
2 ОБРОБКА ПОЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ ТОПОГРАФІЧНИХ ЗЙОМОК .....	23
2.1 Завдання й початкові дані .....	23
2.2 Звітні матеріали .....	25
2.3 Обробка матеріалів теодолітного ходу .....	25
2.4 Обробка матеріалів нівелювання точок теодолітного ходу й нівелірної зйомки.....	32
2.5 Обробка журналу тахеометричної зйомки .....	37
3 СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	40
3.1 Завдання й початкові дані .....	40
3.2 Розбивка координатної сітки.....	40
3.3 Оцифрування ліній координатної сітки.....	41
3.4 Накладка точок теодолітного ходу.....	42
3.5 Складання плану теодолітної (контурної) зйомки.....	43
3.6 Складання плану нівелірної зйомки.....	45
3.7 Складання плану тахеометричної зйомки .....	46
3.8 Проведення горизонталей .....	46
3.9 Остаточне оформлення плану .....	48
3.10 Остаточне оформлення розрахунково-графічних робіт.....	51
ВИСНОВОК.....	52
ДОДАТОК А Журнал виміру горизонтальних кутів і відстаней.....	53
ДОДАТОК Б Схема теодолітного ходу .....	54
ДОДАТОК В Відомість обчислення координат .....	55
ДОДАТОК Г Схема нівелювання точок теодолітного ходу.....	56
ДОДАТОК Д Журнал нівелювання точок теодолітного ходу й нівелірної зйомки.....	57
ДОДАТОК Е Абрис теодолітної (контурної) зйомки .....	58
ДОДАТОК Ж Абрис нівелірної зйомки.....	59
ДОДАТОК И Абрис тахеометричної зйомки.....	60
ДОДАТОК К Журнал тахеометричної зйомки .....	61
ДОДАТОК Л Умовні знаки [2] .....	63
ДОДАТОК М План комбінованої топографічної зйомки .....	67
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	68

.....

## ВСТУП

Справжнє навчальне видання входить до складу комп'ютерного навчально-методичного комплексу по інженерній геодезії серія «Архітектура» і входить до складу навчально-методичного забезпечення курсу «ГЕОДЕЗІЯ», що читається на архітектурному факультеті. Метою даної роботи є практичне закріплення знань, отриманих студентами в процесі освоєння теоретичного курсу. Розрахунково-графічні роботи входять до складу індивідуальних робіт і відносяться до самостійних робіт.

Розглянуті роботи охоплюють наступні розділи курсу:

№ п/п	Значення модулі	Найменування завдань	Орієнтовна трудомісткість, година	
<b>1</b>	<b>1 модуль</b>	<b>Топографічні матеріали. Розв'язок завдань на топографічних картах</b>	<b>3.0</b>	
1.1		Завдання на визначення	1.3	
1.1.1		Визначення відстаней $S_{AB}$ між точками $A$ і $B$	0.3	
1.1.2		Визначення геодезичних прямокутних координат $X_A, Y_A, X_B, Y_B$ точок $A$ і $B$	0.3	
1.1.3		Визначення географічних координат $\varphi_A, \lambda_A, \varphi_B, \lambda_B$ точок $A$ і $B$	0.3	
1.1.4		Визначення позначок $H_A, H_B$ точок $A$ і $B$	0.2	
1.1.5		Визначення дирекційних кутів $\alpha_{AB}, \alpha_{BA}$ , дійсного азимута $A_{AB}$ , магнітного азимута $A_{AB}^M$	0.2	
1.2		Завдання на обчислення	1.1	
1.2.1		Обчислення відстані $S_{AB}$ між двома точками $A$ і $B$ по координатах $X_A, Y_A, X_B, Y_B$ .	0.3	
1.2.2		Обчислення перевищення $h_{AB}$ між точками $A$ і $B$ по позначкам $H_A, H_B$ .	0.2	
1.2.3		Обчислення ухилу $i_{AB}$ лінії $AB$	0.2	
1.2.4		Обчислення дирекційного кута $\alpha_{AB}$ лінії $AB$ по координатах $X_A, Y_A, X_B, Y_B$ .	0.4	
1.3		Завдання на складання	0.6	
1.3.1		Складання поздовжнього профілю по лінії $AB$	0.6	
<b>2</b>		<b>2 модуль</b>	<b>Геодезичні виміри</b>	<b>3.0</b>
2.1			Обробка польових матеріалів геодезичних вимірів	3.0
<b>3</b>	<b>2 модуль</b>	<b>Геодезичні мережі</b>	<b>3.0</b>	
3.1		Обчислення координат точок теодолітного ходу	3.0	
<b>4</b>	<b>3 модуль</b>	<b>Топографічні зйомки</b>	<b>6.0</b>	
4.1		Складання топографічних планів	6.0	
<b>Усього орієнтовна трудомісткість, година</b>			<b>15.0</b>	

Звітним матеріалом по даній роботі є папка, що містить розрахункову частину й топографічний план.

# 1 РІШЕННЯ ЗАДАЧ НА ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТАХ

## 1.1 Зміст роботи

Топографічні матеріали є одним з найбільших джерел інформації про технічний стан досліджуваних об'єктів. Основна частина цієї інформації одержується у результаті розв'язання картометричних задач.

Студентам пропонується розв'язати три групи завдань на картах: завдання на визначення параметрів, аналітичні завдання й завдання на складання поздовжнього профілю.

### *Завдання на визначення:*

- 1) визначення відстані  $S_{AB}$  між двома точками  $A$  і  $B$ ;
- 2) визначення прямокутних координат  $X_A, Y_A, X_B, Y_B$  двох точок  $A$  і  $B$ ;
- 3) визначення географічних координат  $\varphi_A, \lambda_A, \varphi_B, \lambda_B$  двох точок  $A$  і  $B$ ;
- 4) визначення позначок  $H_A, H_B$  двох точок  $A$  і  $B$ ;
- 5) визначення дирекційних кутів  $\alpha_{AB}, \alpha_{BA}$ , дійсного азимута  $A_{AB}$  і магнітного азимута  $A_{AB}^M$ .

### *Завдання на обчислення:*

- 1) обчислення відстані  $S_{AB}$  між двома точками  $A$  і  $B$  по координатах  $X_A, Y_A, X_B, Y_B$ .
- 2) обчислення перевищення  $h_{AB}$  між точками  $A$  і  $B$  по позначках  $H_A, H_B$ ;
- 3) обчислення ухилу лінії  $AB$  по перевищенню  $h_{AB}$  і відстані  $S_{AB}$ ;
- 4) обчислення дирекційного кута  $\alpha_{AB}$  лінії  $AB$  по координатах  $X_A, Y_A, X_B, Y_B$ .

### *Завдання на складання:*

- 1) складання поздовжнього профілю по лінії  $AB$ .

## 1.2 Початкові дані

Початковими даними для виконання цієї роботи є топографічна карта, видавана викладачем, або наведена на спеціальному бланку, дві точки  $A$  і  $B$  на карті, положення яких указує викладач.

## 1.3 Методика виконання роботи

### *Завдання 1 - Визначення відстані $S_{AB}$ між двома точками $A$ і $B$*

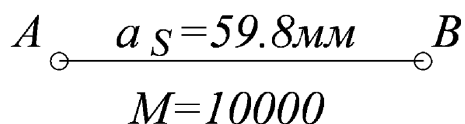
Для роботи необхідно: бланк завдання, циркуль-вимірник, або лінійка довжиною 20-40 см.

Шукана відстань  $S_{AB}$  обчислюється по формулі:

$$S_{AB} = aM; \quad (1.1)$$

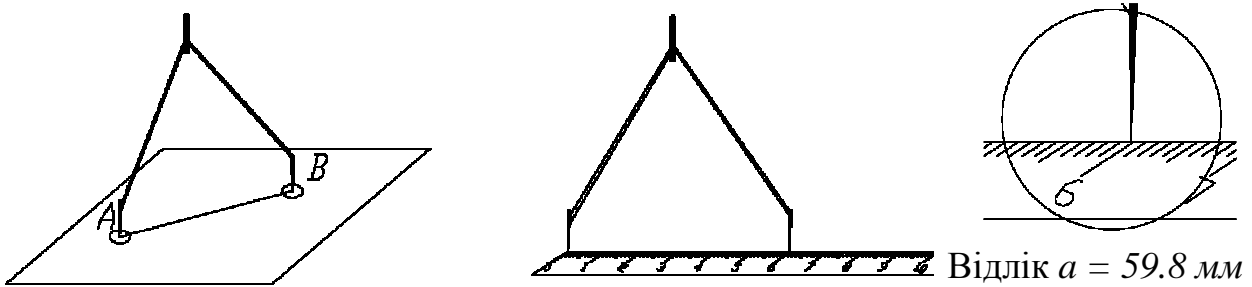
де  $a$  – обмірювана відстань у міліметрах між точками  $A$  і  $B$ ;  
 $M$  - знаменник масштабу карти.

Викреслюється на чернетці схема вимірів, рис. 1.1.



**Рис. 1.1 - Схема вимірів**

На плані за допомогою циркуля-вимірника, або лінійки з точністю до десятих часток міліметра вимірюється відстань між точками  $A$  і  $B$ , рис. 1.2.



**Рис. 1.2 - Вимір на плані довжини відрізка**

Результат записується на схему вимірів, рис. 1.1.

Па формулі (1.1) вираховується шукана відстань:

$$S_{AB} = a_s M = 59.8 \text{ мм} \times 10000 = 598000 \text{ мм} = 598 \text{ м}.$$

Результат обчислень записується на бланк роботи, фрагмент цього бланку наведений у табл. 1.1.

**Таблиця 1.1 - Фрагмент бланка для запису результатів**

Умова завдання	Початкові дані	Формули обчислень	Результат
1. Визначити відстань $S_{AB}$ між точками $A$ і $B$	$a=59.8 \text{ мм}$ $M=10000$	$S = a_s M$ $M$ - знаменник масштабу	$S_{AB} = 598.0 \text{ мм}$

**Задача 2. Визначення прямокутних координат  $X_A, Y_A, X_B, Y_B$  точок  $A$  і  $B$**

Для визначення координат і позначок точок на топографічних картах застосовується загальна формула аналітичної інтерполяції:

$$\xi = \xi_{\text{МОЛ}} + \frac{\xi_{\text{СТАР}} - \xi_{\text{МОЛ}}}{c_\xi} a_\xi, \quad (1.2)$$

де  $\xi$  - значення  $X, Y, \varphi, \lambda, H$ .

$a_\xi$  - відстань від молодшої лінії координатної сітки або молодшої горизонталі до обумовленої точки;

$c_\xi$  - відстань між суміжними лініями координатної сітки або горизонталями.

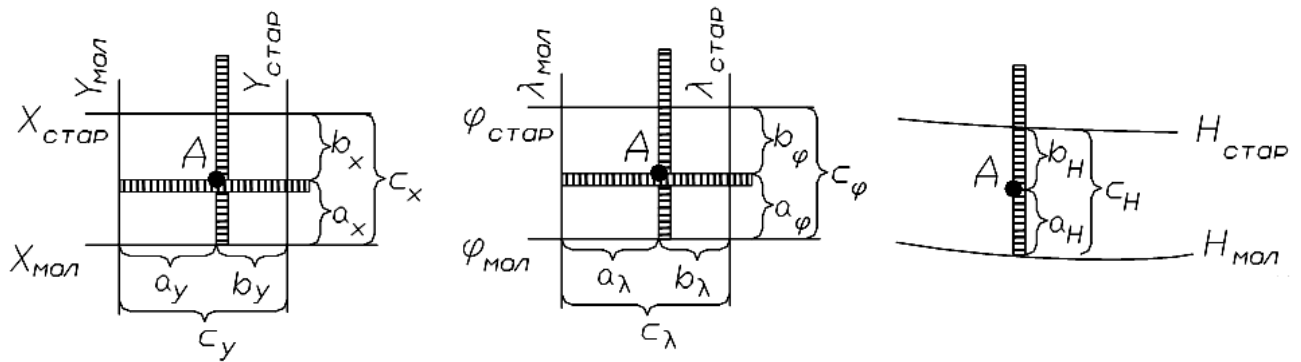
Для контролю застосовується наступна формула:

$$\xi = \xi_{\text{СТАР}} + \frac{\xi_{\text{СТАР}} - \xi_{\text{МОЛ}}}{c_\xi} b_\xi, \quad (1.3)$$

де  $b_\xi$  - відстань від старшої лінії координатної сітки або старшої горизонталі до обумовленої точки.

Вимірювані параметри, наведені у формулах (1.2) і (1.3) показані на рис. 1.3.





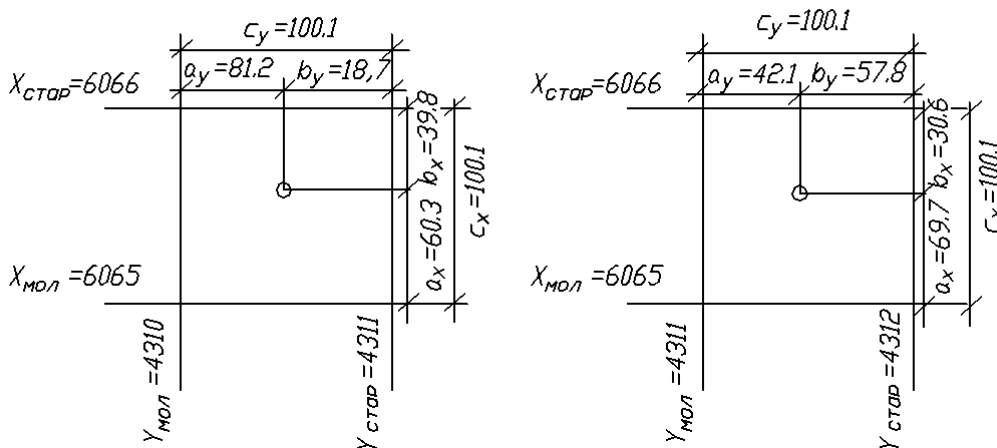
**Рис. 1.3 - Вимірювані лінійні параметри для визначення координат і позначок**

На чернетці викреслюється схема вимірів, рис. 1.4. Приблизно по карті визначаються прямокутні координати точок *A* і *B*. У нашому випадку вони будуть такі:

$$X_A=6065.6 \text{ км}, Y_A=4310.8 \text{ км}, X_B=6065.7 \text{ км}, Y_B=4311.5 \text{ км}.$$

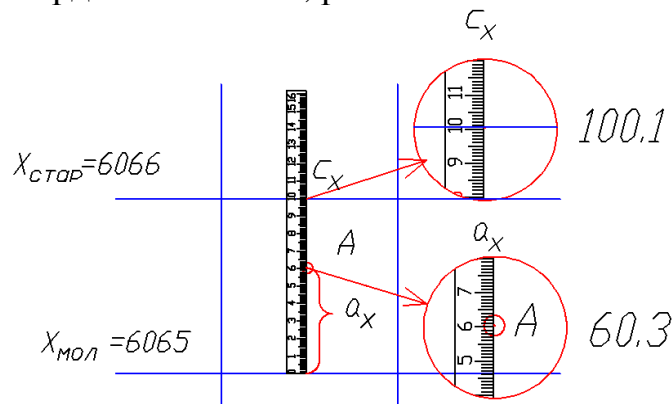
Точка *A*

Точка *B*



**Рис. 1.4 - Схема вимірів**

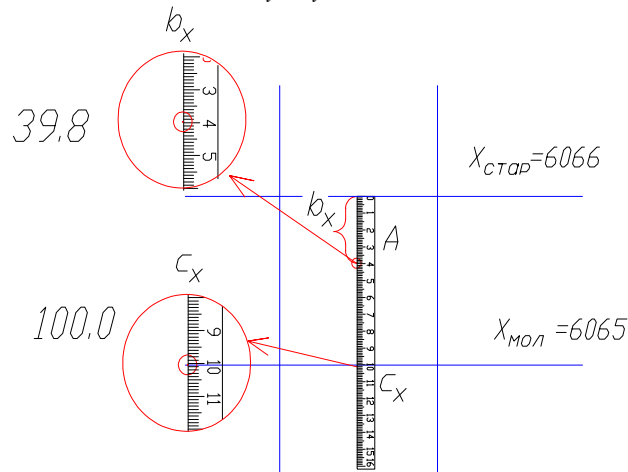
Виконуються виміри відрізків  $a_x$ ,  $c_x$ ,  $a_y$ ,  $c_y$ , з'єднавши нуль лінійки з молодшою лінією координатної сітки, рис. 1.5.



**Рис. 1.5 – Вимірювання відрізків  $a_x$ ,  $c_x$**

Аналогічно виконуються виміри для осі «*Y*» і для точки *B*. Результати вимірів записуються на схему вимірів, рис. 1.4.

Для контролю нуля лінійки з'єднується зі старшою лінією координатної сітки й виміряються відрізки  $b_x, c_x, b_y, c_y$ , рис. 1.6.



**Рис. 1.6 – Вимір відрізків  $b_x, c_x$**

**Контроль.  $a_x + b_x = c_x; a_y + b_y = c_y$ , допуск 0.3мм.**

У формулах (1.2), (1.3) замість  $\xi$  необхідно поставити  $X$  і  $Y$ , таким чином, ми одержимо формули обчислення прямокутних координат шуканих точок:

$$\begin{aligned} X &= X_{МОЛ} + \frac{X_{СТАР} - X_{МОЛ}}{c_x} a_x; \\ Y &= Y_{МОЛ} + \frac{Y_{СТАР} - Y_{МОЛ}}{c_y} a_y, \end{aligned} \quad ; \quad (1.4)$$

де  $X_{МОЛ}, X_{СТАР}, Y_{МОЛ}, Y_{СТАР}$  – відповідно, значення молодших і старших ліній координатної сітки;

$a_x, a_y$  – відстань від молодшої лінії координатної сітки до обумовленої точки;

$c_x, c_y$  – відстань між суміжними лініями координатної сітки.

Контрольна формула буде мати такий вид:

$$\begin{aligned} X &= X_{СТАР} - \frac{X_{СТАР} - X_{МОЛ}}{c_x} b_x; \\ Y &= Y_{СТАР} - \frac{Y_{СТАР} - Y_{МОЛ}}{c_y} b_y, \end{aligned} \quad , \quad (1.5)$$

де  $X_{МОЛ}, X_{СТАР}, Y_{МОЛ}, Y_{СТАР}$  – відповідно, значення молодших і старших ліній координатної сітки;

$b_x, b_y$  – відстань від старшої лінії координатної сітки до обумовленої точки;

$c_x, c_y$  – відстань між суміжними лініями координатної сітки.

По формулах (1.4) і (1.5) вираховуються координати обумовленої точки.

При виконанні обчислень використовуються результати вимірів величин  $a_x, a_y, b_x, b_y, c_x, c_y$ :

**Точка А**

$$X = X_{МЛ} + \frac{X_{СТАР} - X_{МОЛ}}{c_x} a_x = 6065 + \frac{6066 - 6065}{100.1} 60.3 = 6065.6024 км;$$

$$Y = Y_{МЛ} + \frac{Y_{СТАР} - Y_{МОЛ}}{c_y} a_y = 4310 + \frac{4311 - 4310}{100.1} 81.2 = 4310,8112 км.$$

### **Контроль**

$$X = X_{СТАР} - \frac{X_{СТАР} - X_{МОЛ}}{c_x} b_x = 6066 - \frac{6066 - 6065}{100.1} 39.8 = 6065.6024 км;$$

$$Y = Y_{СТАР} - \frac{Y_{СТАР} - Y_{МОЛ}}{c_y} b_y = 4311 - \frac{4311 - 4310}{100.0} 18.7 = 4310,8700 км.$$

### **Точка В**

$$X = X_{МОЛ} + \frac{X_{СТАР} - X_{МОЛ}}{c_x} a_x = 6065 + \frac{6066 - 6065}{99.8} 69.7 = 6065.6984 км;$$

$$Y = Y_{МОЛ} + \frac{Y_{СТАР} - Y_{МОЛ}}{c_y} a_y = 4311 + \frac{4312 - 4311}{100.1} 42.1 = 4311,4206 км.$$

### **Контроль**

$$X = X_{СТАР} - \frac{X_{СТАР} - X_{МОЛ}}{c_x} b_x = 6066 - \frac{6066 - 6065}{100.1} 30.4 = 6065.6963 км;$$

$$Y = Y_{СТАР} - \frac{Y_{СТАР} - Y_{МОЛ}}{c_y} b_y = 4312 - \frac{4312 - 4311}{100.1} 57.8 = 4311,4226 км.$$

Допуск на різницю значень координат, які отримані по основних і контрольній формулам становить

$$\Delta = 0.6 \times M, \quad (1.6)$$

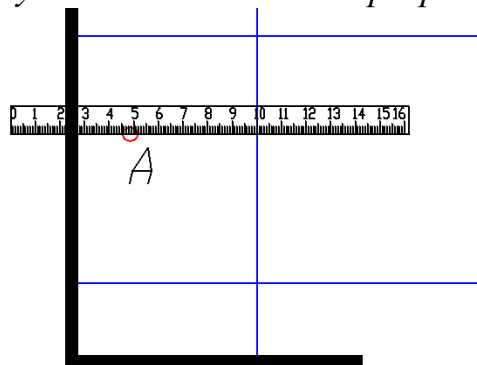
де  $M$  – знаменник масштабу карти.

Для нашого прикладу допуск на різницю координат складе

$$0.6 \times 10000 = 6000 \text{ мм} = 6 \text{ м}.$$

**Примітки.** Обчислення координат виконуються з точністю до чотирьох знаків після коми. Результати записуються на бланку з точністю до трьох знаків після коми.

Якщо обумовлена точка розміщується не в повному квадраті координатної сітки, то попередньо вимірюється відстань між лініями координатної сітки в повному квадраті, і лінійка встановлюється згідно рис. 1.7, подальші виміри виконуються по загальній програмі.



**Рис. 1.7 - Вимір точок, що розташовані на границях аркуша**

Різниця обчислених і наближених координат не повинна перевищувати допуск 0.3 км. Це буде контроль рішення завдання на наявність грубих помилок.

### Наближені координати

$X_A=6065.6$  км,  $Y_A=4310.8$  км,  $X_B=6065.7$  км,  $Y_B=4311.5$  км.

### Результати обчислень

$X_A=6065.602$  км,  $Y_A=4310.811$  км,  $X_B=6065.698$  км,  $Y_B=4311.421$  км.

Якщо всі контролю відповідають допускам, результати записуються на бланку роботи, табл. 1.2.

**Таблиця 1.2 - Фрагмент заповненого звітнього бланка**

Умова завдання	Початкові дані	Формули обчислень	Результат
2 Визначити геодезичні прямокутні координати $X_A, Y_A, X_B, Y_B$ точок $A$ і $B$	Точка $A$ $a_x=60.3$ мм $c_x=100.1$ мм $a_y=75.8$ мм $c_y=100.1$ мм Точка $B$ $a_x=69.7$ мм $c_x=99.8$ мм $a_y=48.6$ мм $c_y=100.1$ мм	$X = X_{\text{МЛАД}} + \frac{X_{\text{СТАР}} - X_{\text{МОЛ}}}{c_x} a_x$ $Y = Y_{\text{МЛАД}} + \frac{Y_{\text{СТАР}} - Y_{\text{МОЛ}}}{c_y} a_y$	$X_A = 6065602$ м $Y_A = 4310758$ м $X_B = 6065698$ м $Y_B = 4311486$ м

### Завдання 3 - Визначення географічних координат $\varphi_A, \lambda_A, \varphi_B, \lambda_B$ точок $A$ і $B$

Методика визначення географічних координат повністю аналогічна попередньої задачі. Різниця полягає в тому, що прямокутні координати визначаються щодо сітки прямокутних координат, а географічні щодо сітки географічних координат. У першому випадку ми маємо справу з лінійними величинами (прямокутні координати), у другому - з дугами, тобто з кутковими величинами. Для наближеної висоти відповідності географічних і прямокутних координат скористаємося відомими факторами. Одна морська миля відповідає 1' дуги й дорівнює приблизно 1800м. Отже, довжина дуги в 1" (дорівнює приблизно 1800:60) буде дорівнювати 30м.

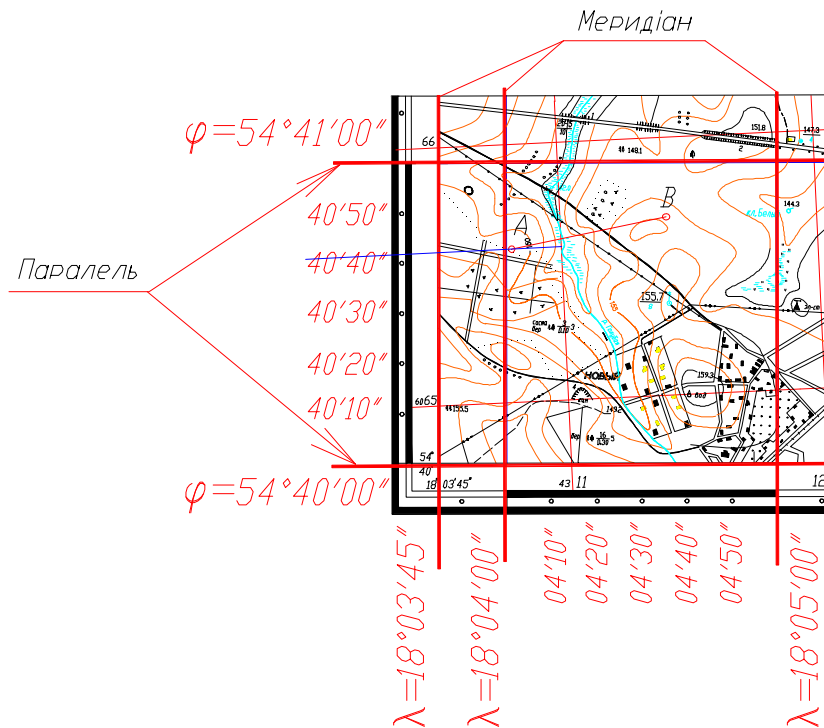
Аналогічні обчислення можна виконати виходячи із середнього радіуса Землі він дорівнює 6370км. Виходячи із цього радіуса довжина дуги розміром 1" дорівнює:

$$l = \frac{R l''}{\rho}, \quad (1.7)$$

де  $R$  – середній радіус Землі ( $R=6370$ км);  
 $\rho$  - кількість секунд в одному радіані ( $\rho=206265''$ ).

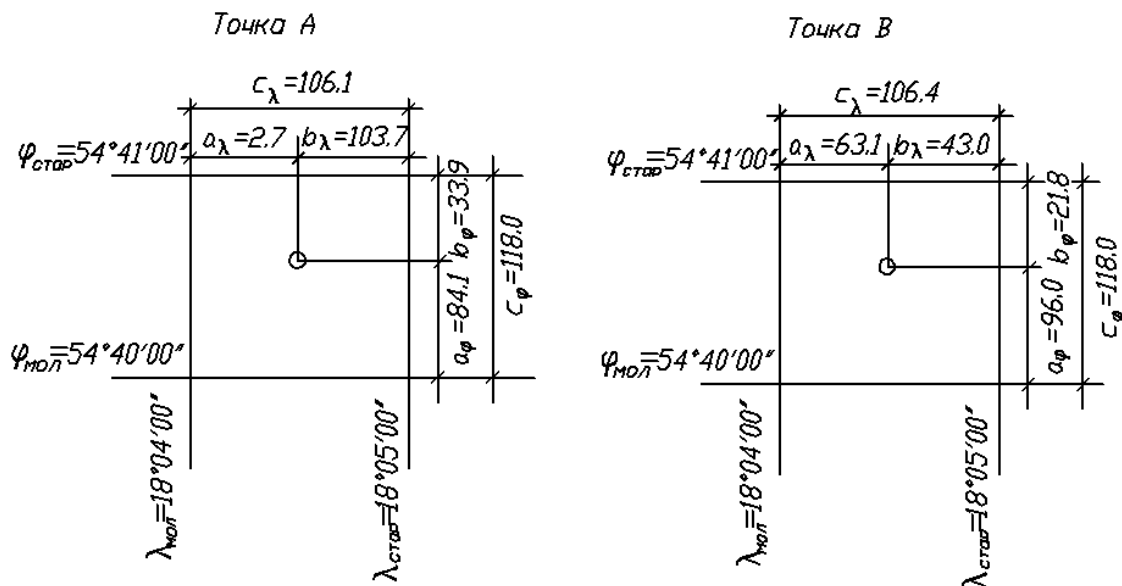
$$l = \frac{R l''}{\rho} = \frac{6370000 \text{ м} \times 1''}{206265''} = 30.9 \text{ м}.$$

Насамперед необхідно розібратися на карті з цифрацією координатної сітки географічної системи координат. Приклад цифрації фрагмента карти наведений на рис. 1.8



**Рис. 1.8 - Цифрація фрагмента координатної сітки географічної системи координат**

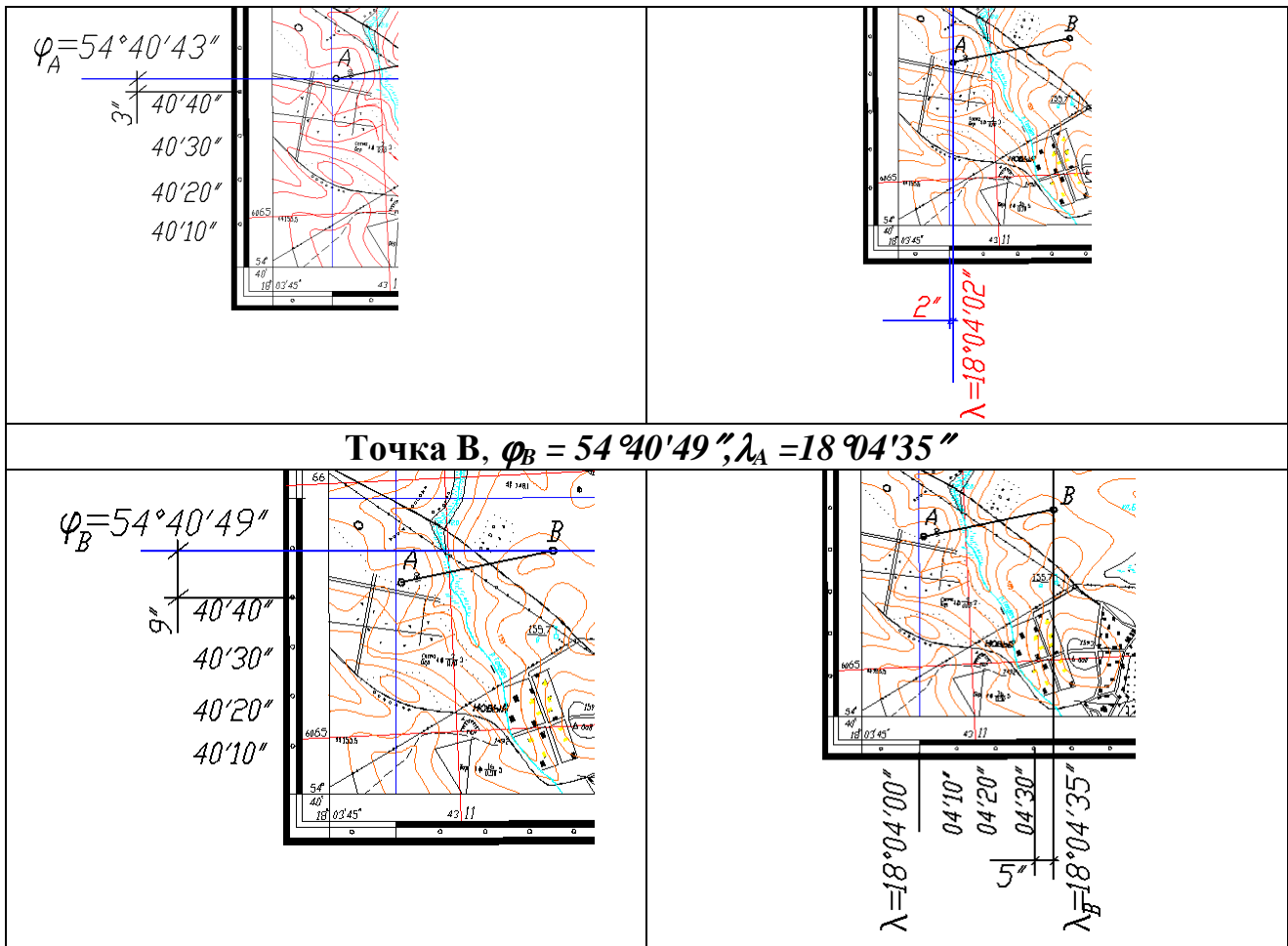
Складається схема на яку будуть вписані результати вимірів, рис. 1.9.



**Рис. 1.9 - Схема вимірів**

Визначаються приблизні координати  $\varphi_A$ ,  $\lambda_A$ ,  $\varphi_B$ ,  $\lambda_B$  точок  $A$  і  $B$ . Для цього з кожної обумовленої точки проводяться лінії паралельні лініям координатної сітки. По шкалах координат визначаються шукані координати. Точність визначення значень координат становить  $1''$ . Для прикладу, результати приблизного визначення шуканих координат наведені на рис. 1.10.

**Точка А,  $\varphi_A = 54^{\circ}40'43''$ ,  $\lambda_A = 18^{\circ}04'02''$**



**Рис. 1.10 - Результати визначення приблизних координат**

У формулах (1.2) і (1.3) замість  $\xi$  записуються  $\varphi$ , або  $\lambda$ . Запишемо формули обчислення географічних координат:

$$\varphi = \varphi_{\text{МОЛ}} + \frac{\varphi_{\text{СТАР}} - \varphi_{\text{МОЛ}}}{c_{\varphi}} a_{\varphi}, \quad (1.8)$$

$$\lambda = \lambda_{\text{МОЛ}} + \frac{\lambda_{\text{СТАР}} - \lambda_{\text{МОЛ}}}{c_{\lambda}} a_{\lambda},$$

і контрольні формули:

$$\varphi = \varphi_{\text{СТАР}} + \frac{\varphi_{\text{СТАР}} - \varphi_{\text{МОЛ}}}{c_{\varphi}} b_{\varphi}, \quad (1.9)$$

$$\lambda = \lambda_{\text{СТАР}} + \frac{\lambda_{\text{СТАР}} - \lambda_{\text{МОЛ}}}{c_{\lambda}} b_{\lambda}$$

де  $\varphi, \lambda$  - географічні координати точки;

$\varphi_{\text{СТАР}}, \varphi_{\text{МОЛ}}, \lambda_{\text{СТАР}}, \lambda_{\text{МОЛ}}$  - старші й молодші значення координатної сітки;

$a_{\varphi}, a_{\lambda}$  - відстань від молодшої координатної лінії сітки до обумовленої точки;

$b_{\varphi}, b_{\lambda}$  - відстань від обумовленої точки до старшої лінії координатної сітки;

$c_{\varphi}, c_{\lambda}$  - відстань між суміжними лініями координатної сітки.

Обчислюються географічні координати обумовлених точок.

**Точка А**

$$\varphi = \varphi_{\text{МОЛ}} + \frac{\varphi_{\text{СТАР}} - \varphi_{\text{МОЛ}}}{c_{\varphi}} a_{\varphi} = 54^{\circ} 40' 00'' + \frac{54^{\circ} 41' 00'' - 54^{\circ} 40' 00''}{118.0} 84.1 = 54^{\circ} 40' 42.76''$$

$$\lambda = \lambda_{\text{МОЛ}} + \frac{\lambda_{\text{СТАР}} - \lambda_{\text{МОЛ}}}{c_{\lambda}} a_{\lambda} = 18^{\circ} 04' 00'' + \frac{18^{\circ} 05' 00'' - 18^{\circ} 04' 00''}{106.1} 2.7 = 18^{\circ} 04' 01.53''$$

### Контроль

$$\varphi = \varphi_{\text{СТАР}} - \frac{\varphi_{\text{СТАР}} - \varphi_{\text{МОЛ}}}{c_{\varphi}} b_{\varphi} = 54^{\circ} 41' 00'' - \frac{54^{\circ} 41' 00'' - 54^{\circ} 40' 00''}{118.0} 33.9 = 54^{\circ} 40' 42.76''$$

$$\lambda = \lambda_{\text{СТАР}} + \frac{\lambda_{\text{СТАР}} - \lambda_{\text{МОЛ}}}{c_{\lambda}} b_{\lambda} = 18^{\circ} 04' 00'' - \frac{18^{\circ} 05' 00'' - 18^{\circ} 04' 00''}{106.1} 103.7 = 18^{\circ} 04' 01.36''$$

### Точка В

$$\varphi = \varphi_{\text{МОЛ}} + \frac{\varphi_{\text{СТАР}} - \varphi_{\text{МОЛ}}}{c_{\varphi}} a_{\varphi} = 54^{\circ} 40' 00'' + \frac{54^{\circ} 41' 00'' - 54^{\circ} 40' 00''}{118.0} 96.0 = 54^{\circ} 40' 48.81''$$

$$\lambda = \lambda_{\text{МОЛ}} + \frac{\lambda_{\text{СТАР}} - \lambda_{\text{МОЛ}}}{c_{\lambda}} a_{\lambda} = 18^{\circ} 04' 00'' + \frac{18^{\circ} 05' 00'' - 18^{\circ} 04' 00''}{106.4} 63.1 = 18^{\circ} 04' 35.58''$$

### Контроль

$$\varphi = \varphi_{\text{СТАР}} - \frac{\varphi_{\text{СТАР}} - \varphi_{\text{МОЛ}}}{c_{\varphi}} b_{\varphi} = 54^{\circ} 40' 00'' - \frac{54^{\circ} 41' 00'' - 54^{\circ} 40' 00''}{118.0} 21.8 = 54^{\circ} 40' 48.91''$$

$$\lambda = \lambda_{\text{МОЛ}} - \frac{\lambda_{\text{СТАР}} - \lambda_{\text{МОЛ}}}{c_{\lambda}} b_{\lambda} = 18^{\circ} 04' 00'' + \frac{18^{\circ} 05' 00'' - 18^{\circ} 04' 00''}{106.4} 43.0 = 18^{\circ} 04' 35.75''$$

Одержані результати перевіряються з приблизними координатами, та за контрольними формулами. Допуск на різницю координат, що одержані аналітичними методами і приблизними координатами складає 2".

Після перевірки одержаних географічних координат вони записуються на бланку, додаток А, разом з результатами вимірів. Точність розрахунків географічних координат складає два знака після коми, а в бланк результати записуються з точністю один знак після коми (одна десята секунди). Фрагмент бланку показано в табл. 1.3.

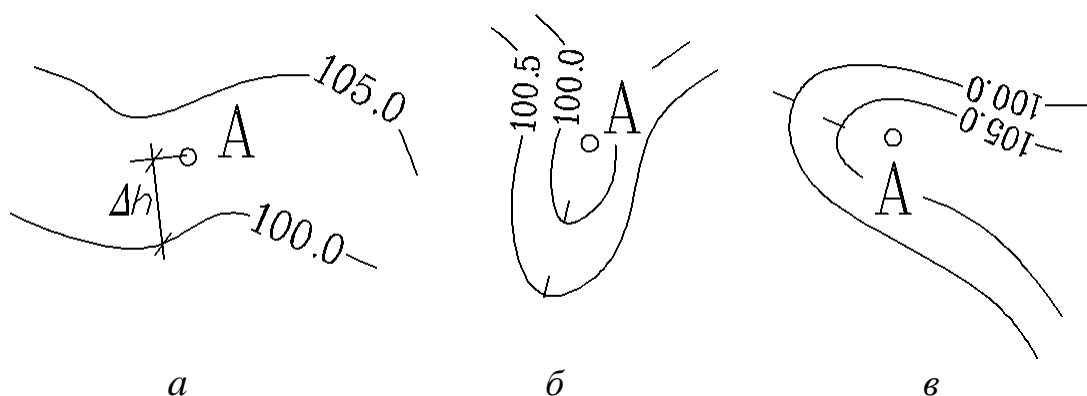
**Таблиця 1.3 - Фрагмент заповненого звітнього бланка**

3.Визначити географічні координати $\varphi_A$ , $\lambda_A$ , $\varphi_B$ , $\lambda_B$ точок А і В	Точка А	$\varphi = \varphi_{\text{МЛПД}} + \frac{\varphi_{\text{СТАР}} - \varphi_{\text{МЛПД}}}{c_{\varphi}} a_{\varphi}$ $\lambda = \lambda_{\text{МЛПД}} + \frac{\lambda_{\text{СТАР}} - \lambda_{\text{МЛПД}}}{c_{\lambda}} a_{\lambda}$	$\varphi_A = 54^{\circ} 40' 42.8''$ $\lambda_A = 18^{\circ} 04' 01.5''$ $\varphi_B = 54^{\circ} 40' 48.8''$ $\lambda_A = 18^{\circ} 04' 35.6''$
	$a_{\varphi}=84,1$ $c_{\varphi}=118,1$ $a_{\lambda}=2,7$ $c_{\lambda}=103,7$		
	Точка В		
	$a_{\varphi}=96,0$ $c_{\varphi}=118,0$ $a_{\lambda}=63,1$ $c_{\lambda}=106,4$		

### Завдання 4 - Визначення позначок $H_A$ , і $H_B$ точок А і В

Перед виконанням завдання необхідно докладно вивчити рельєф і горизонталі. Особливо звернути увагу на найближчі горизонталі до обумовлених точок. Обумовлена точка може розташовуватися щодо найближчих горизонталей таким чином: між суміжними горизонталлями, рис. 1.11а, на дні лощини, рис. 1.11б, на вершині пагорба або хребта, рис. 1.11в.

Для кожного випадку формула визначення позначок точки різна.



**Рис. 1.10 - Варіанти розміщення обумовленої точки**

Для першого випадку маємо:  $H_A = H_{МОЛ} + h$ ,

де  $H_{МОЛ}$  – висота молодшої горизонталі;  $h$  – перевищення між горизонталлю й обумовленою точкою.

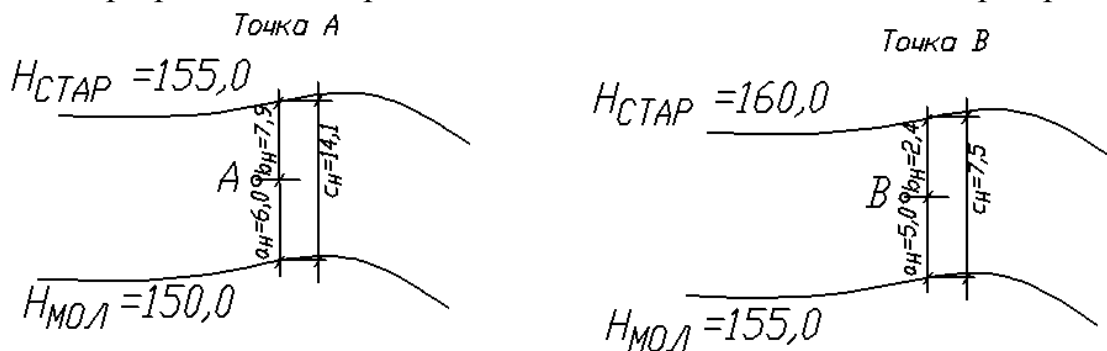
Для другого випадку:  $H_A = H_{ГОР} - h_p / 2$ ,

де  $H_{ГОР}$  – висота найближчої горизонталі;  $h_p$  – висота перетину рельєфу карти.

Для третього випадку:  $H_A = H_{ГОР} + h_p / 2$ ,

де  $H_{ГОР}$  – висота найближчої горизонталі;  $h_p$  – висота перетину рельєфу карти.

Як і при рішенні попередніх завдань складається схема вимірів, рис. 1.12.



**Рис. 1.12 – Схема вимірів для визначення позначок точок А і В**

По карті приблизно на око визначаються висоти точок А і В. При перетині рельєфу 5м ці висоти рівні:  $H_A = 152,5м$ ,  $H_B = 158,0м$ .

Виконуються виміри між найближчими горизонталлями й обумовленою крапкою. Результати записуються на схему, рис. 1.12. Лінійні виміри виконуються з точністю 0.3мм.

У формулах (1.2) і (1.3) замість  $\xi$  проставляються  $H$ . Запишемо формули обчислення висот точок.

$$H = H_{МОЛ} + \frac{H_{СТАР} - H_{МОЛ}}{c_H} a_H, \quad (1.10)$$

і контрольна формула

$$H = H_{СТАР} - \frac{H_{СТАР} - H_{МОЛ}}{c_H} b_H, \quad (1.11)$$

де  $H$  – висоти точок;

$H_{СТАР}, H_{МОЛ}$ , – старші і молодші значення висот горизонталей;



$a_H$ , - відстань від молодшої горизонталі до обумовленої точки;  
 $b_H$ , - відстань від обумовленої точки до старшої горизонталі;  
 $c_H$  - відстань між суміжними горизонталями.  
 Виконуються обчислення.

**Точка А**

$$H = H_{МОЛ} + \frac{H_{СТАР} - H_{МОЛ}}{c_H} a_H = 150 + \frac{155 - 150}{14.1} 6.0 = 152.13 ;$$

**Контроль**

$$H = H_{СТАР} + \frac{H_{СТАР} - H_{МОЛ}}{c_H} b_H = 155 - \frac{155 - 150}{14.1} 7.9 = 152.20$$

**Точка В**

$$H = H_{МОЛ} + \frac{H_{СТАР} - H_{МОЛ}}{c_H} a_H = 155 + \frac{160 - 155}{7.5} 5.0 = 158.33 ;$$

**Контроль**

$$H = H_{СТАР} - \frac{H_{СТАР} - H_{МОЛ}}{c_H} b_H = 160 + \frac{160 - 155}{7.5} 2.4 = 158.40$$

Отриманий результат перевіряється по контрольним формулами, або рівняються результати з наближеними результатам (допуск 0,5м). Результати вимірів і обчислень записуються на бланк, табл. 1.4.

**Таблиця 1.4 - Фрагмент заповненого звітнього бланка**

Умова завдання	Початкові дані	Формули обчислень	Результат
4 Визначити позначки $H_A, H_B$ точок А і В	Точка А $a_h=6.0\text{мм}$ $c_h=14.1\text{мм}$ Точка В $a_h=5.0\text{мм}$ $c_h=7.5\text{мм}$	$H = H_{МОЛ} + \frac{H_{СТАР} - H_{МОЛ}}{c_H} a_H$	$H_A = 152.8\text{м}$ $H_B = 158.0\text{м}$

**Завдання 5 - Визначення дирекційних кутів  $\alpha_{AB}, \alpha_{BA}$ , істинний азимута  $A_{AB}$ , магнітного азимута  $A_{AB}^M$**

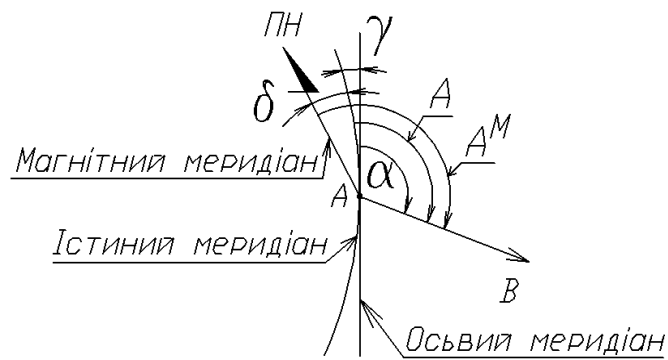
Азимут - кут відлічуваний від північного напрямку меридіана по ходу годинникової стрілки до заданого напрямку.

Азимут, відлічуваний від північного напрямку істинного меридіана називається істинний азимут.

Азимут, відлічуваний від північного напрямку магнітного меридіана називається магнітним азимутом.

Азимут, відлічуваний від північного напрямку осьового меридіана називається дирекційний кут.

Зв'язок між різними азимутами показана на рис. 1.13.



**Рис. 1.13 - Схема співвідношення орієнтирних напрямків**

Між орієнтирними напрямними існує такі співвідношення:

$$\begin{aligned} A_{AB} &= \alpha_{AB} \pm \gamma \\ \alpha_{BA} &= \alpha_{AB} \pm 180^\circ, \\ A_{AB}^M &= A_{AB} \pm \delta \end{aligned} \quad 1.12)$$

де  $A_{AB}$  – істинний азимут лінії  $AB$ ;  
 $\gamma$  - зближення меридіанів;  
 $\alpha_{AB}$  – дирекційний кут лінії  $AB$ ;  
 $\alpha_{BA}$  – дирекційний кут лінії  $BA$ ;  
 $\delta$  - схилення магнітної стрілки.

Кутові параметри орієнтувальних напрямів показано на усіх топографічних картах, загальний вид орієнтирних напрямів наведено на рис. 1.14.

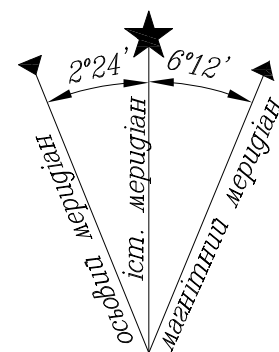
Завдання вирішується за допомогою транспортира, рис. 1.15. Можна визначити дирекційний кут або дійсний азимут лінії  $AB$ , потім по формулах (1.12) обчислюються інші орієнтирні кути.

Дирекційний кут  $\alpha_{AB}$  лінії  $AB$  буде прямим напрямком, а зворотний напрямок  $\alpha_{BA}$  обчислюється за формулою

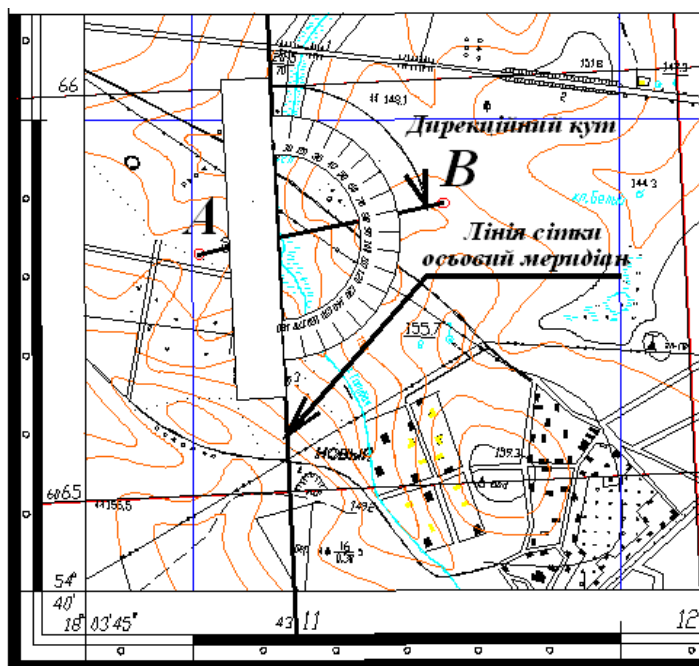
$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^\circ, \quad (1.13)$$

тобто, якщо  $\alpha_{AB} > 180^\circ$ , то від нього віднімають  $180^\circ$ , а якщо  $\alpha_{AB} < 180^\circ$ , то додають  $180^\circ$ .

Для визначення дирекційного кута графічним способом необхідно центр транспортира розмістити в точці перетину лінією  $AB$  вертикальної лінії координатної сітки і з нею сумістити поділки  $0^\circ$ – $180^\circ$ . Визначити за транспортиром значення дирекційного кута. На рис.1.15, він дорівнює  $\alpha_{AB} = 81^\circ 00'$ .



**Рис. 1.14 - Схема орієнтирних напрямків**



**Рис. 1.15 - Визначення дирекційного кута транспортиром**

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ = 81^\circ 00' + 180^\circ 00' = 261^\circ 00';$$

$$A_{AB} = \alpha_{AB} + \gamma = 81^\circ 00' + 2^\circ 24' = 83^\circ 24';$$

$$A_{AB}^M = A_{AB} + \delta = 83^\circ 24' + 8^\circ 12' = 91^\circ 36'.$$

Результати записуються на бланк, форма якого наведена в табл. 1.5.

**Таблиця 1.5 - Фрагмент заповненого звітнього бланка**

Умова завдання	Початкові дані	Формули обчислень	Результат
5 Визначити дирекційні кути $\alpha_{AB}$ , $\alpha_{BA}$ кути, істинний $A_{AB}$ і магнітний $A_{AB}^M$ азимуту лінії AB	$\alpha_{AB} = 81^\circ$	$A = \alpha \pm \gamma$ $\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^\circ$ $A_M = A \pm \delta$	$\alpha_{BA} = 261^\circ$ $A_{AB} = 83^\circ 24'$ $A_{AB}^M = 91^\circ 36'$

#### Завдання на обчислення

Початковими даними для задач на обчислення являються результати рішення задач на визначення. На бланку наведено умові задач та розрахункові формули. Для розв'язування цих задач необхідно підставити в формули початкові данні і про ізвести розрахунки.

#### Задача 6. Обчислення відстані $S_{AB}$ між двома точками A і B по координатам $X_A$ , $Y_A$ , $X_B$ , $Y_B$ .

Приклад розв'язування цієї задачі наведено в табл. 1.6. Початкові данні одержуються по задачі 3.

**Таблиця 1.6 – Розрахунок відстаней по координатам**

Умові задач	Початкові дані	Формули обчислень	Результат
6 Обчислити відстань $S_{AB}$ між двома точками A и B по координатах	$X_A = 6065,602 \text{ км}$ $Y_A = 4310,811 \text{ км}$ $X_B = 6065,698 \text{ км}$ $Y_B = 4311,421 \text{ км}$	$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$ $\Delta X = X_B - X_A$ $\Delta Y = Y_B - Y_A$	$\Delta X = 0,096 \text{ км}$ $\Delta Y = 0,610 \text{ км}$ $S_{AB} = 0,618 \text{ км}$

**Задача 7. Обчислення перевищення  $h_{AB}$  між точками  $A$  і  $B$  по висотам  $H_A, H_B$ .**

Початкові данні беруться з задачі 4, обчислення краще всього виконувати у таблиці, табл. 1.7.

**Таблиця 2.6 – Бланк обчислення**

Умові задач	Початкові дані	Формули обчислень	Результат
7 Обчислити перевищення $h_{AB}$ між точками $A$ і $B$ .	$H_A = 152.13$ м $H_B = 158.33$ м	$h_{AB} = H_B - H_A$	$h_{AB} = 5.20$ м

**Задача 8. Обчислення ухилу  $i_{AB}$  лінії  $AB$**

Ухил це тангенс кута нахилу, або показник зміни перевищення на одиницю відстані, табл. 1.8.

$$i = \frac{H_B - H_A}{S_{AB}}, \quad (1.16)$$

де  $H_A$  і  $H_B$  – висоти точок  $A$  і  $B$ ;  
 $S_{AB}$  – відстань між точками  $A$  і  $B$ .

**Таблиця 1.8 – Бланк обчислення**

Умові задач	Початкові дані	Формули обчислень	Результат
8 Обчислити ухил $i_{AB}$ лінії $AB$	$H_A = 152.13$ м $H_B = 158.33$ м $S_{AB} = 734$ м	$i_{AB} = \frac{H_B - H_A}{S_{AB}}$	0.008

**Задача 9. Обчислення по координатам  $X_A, Y_A, X_B, Y_B$  дирекційного кута  $\alpha_{AB}$  лінії  $AB$**

Задача вирішується по наступній формулі:

$$\alpha = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} + 180^\circ n, \quad (1.17)$$

де  $n=1$  при  $X_B - X_A < 0$ ;  
 $n=2$  при  $X_B - X_A > 0$ .

Початкові данні одержані при рішенні задачі 2.

Результати записуються в спеціальний бланк, табл. 1.9.

**Таблиця 1.9 – Бланк обчислення**

Умові задач	Початкові дані	Формули обчислень	Результат
9. Обчислити дирекційний кут $\alpha_{AB}$ лінії $AB$	$X_A = 6065,602$ км $Y_A = 4310,758$ км $X_B = 6065,698$ км $Y_B = 4311,486$ км	$\alpha = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} + 180^\circ n,$ $n=1$ при $X_B - X_A < 0$ $n=2$ при $X_B - X_A > 0$	$\alpha_{AB} = 82^\circ 29' 16''$

$$\begin{aligned} \alpha &= \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} + 180^\circ n = \arctg \left[ \frac{(4311.486 - 4310.758)}{(6065.698 - 6065.602)} \right] + 180^\circ n = \arctg(7.58333) + 180^\circ n = \\ &= 82.48786^\circ + 180^\circ \times 2 = 442.48786^\circ - 360^\circ = 82.48786^\circ = 82^\circ 29' 16.3''. \end{aligned}$$

### Задача на складання

#### Задача 10. Складання поздовжнього профілю лінії АВ

Поздовжній профіль це креслення вертикального розрізу місцевості по заданому напрямку, побудований у заданих горизонтальному й вертикальному масштабах.

Профіль складається у такій послідовності:

1) На міліметровці розміром 16×16см будується шаблон профілю згідно з рис. 1.16.

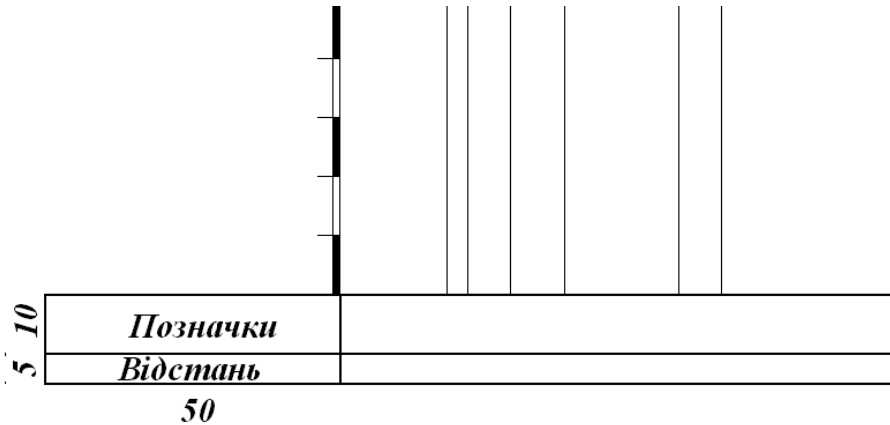


Рис. 1.16 – Шаблон поздовжнього профілю

На топографічній карті намітити характерні точки ситуації й рельєфу та по горизонталях визначити їхні висоти, рис. 1.16.

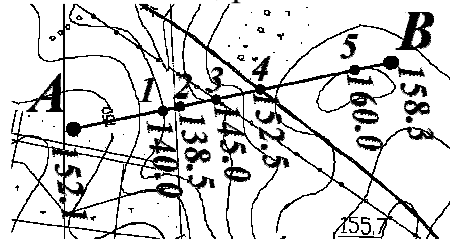


Рис. 1.17 – Характерні точки профілю

Тому що масштаб профілю й карти однаковий, для переносу відстаней з карти на профіль скористаємося смужкою паперу, що накладається на лінію профілю й на неї переносяться всі характерні точки профілю і їхні висоти, рис. 1.18.

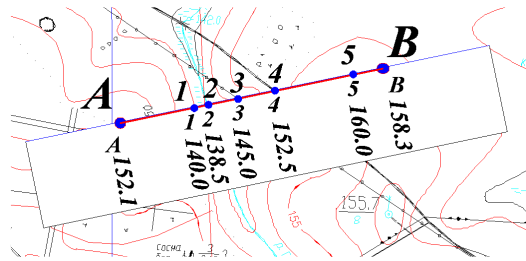
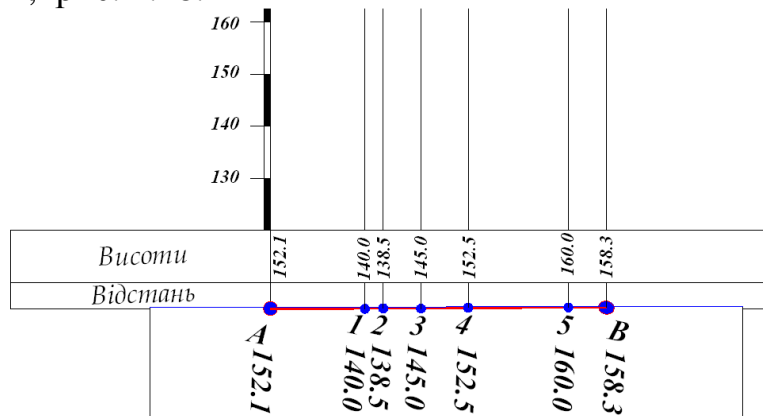


Рис. 1.18 – Перенос відстаней на профіль

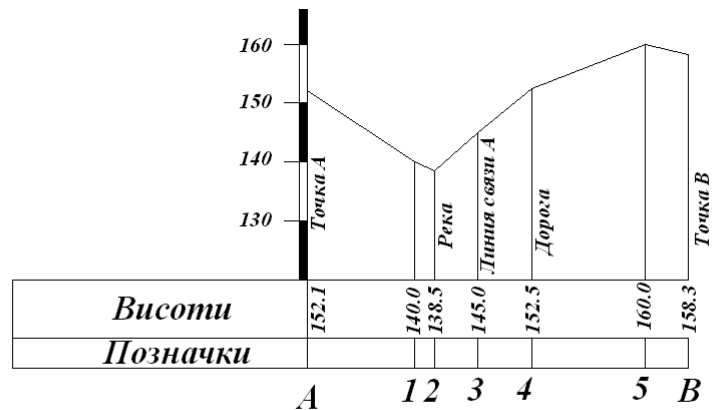
Характерні точки рельєфу й ситуації переносяться на шаблон профілю, вибирається вертикальний масштаб. Він звичайно в 10 разів крупніше горизонтального. У нашій прикладі горизонтальний масштаб дорівнює 1:10000, отже вертикальний масштаб повинен становити 1:1000. Виходячи з діапазону висот підписується шкала висот. Мінімальна висота становить 138м, на профілі

мінімальну висоту приймаємо рівну 130м. Максимальна висота буде дорівнювати 160м, рис. 2.18.



**Рис. 1.19 – Заповнення шаблону профілю**

По висотам проводиться лінія профілю, проставляються номери характерних точок і назви елементів ситуації. Готовий профіль, рис. 1.20, вклеюється в бланк домашнього завдання.



Масштаб гор. 1:10000

Масштаб вер. 1:1000

**Рис. 1.20 – Закінчений профіль**

## 2 ОБРОБКА ПОЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ ТОПОГРАФІЧНИХ ЗЙОМОК

### 2.1 Завдання й початкові дані

**Завдання.** Обробити польові матеріали топографічних зйомок з метою подальшого складання топографічних планів.

**Початкові дані.** Первинними початковими даними є: координати  $X_1$ ,  $Y_1$ , позначка  $H_1$  точки 1 і дирекційний кут  $\alpha_{1-2}$  лінії 1-2 теодолітного ходу. Ці дані записуються на першій сторінці бланку для виконання робіт, рис. 2.1 і на схемах теодолітного ходу й нівелювання точок теодолітного ходу, рис. 2.2, 2.3.

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНІ РОБОТИ			
за курсом «Основи геодезії» для студентів спеціальності «Архітектура» 6.060102			
Роботу виконав Студент групи А-10 Стасишин І. В.			
ПОЧАТКОВІ ДАНІ			
$X_1$	$Y_1$	$H_1$	$\alpha_{1-2}$
1000.00	1000.00	96.962	87°37.5'

Рис. 2.1 - Запис вихідних даних на бланку

Значення координат точки 1 рівняються:

$$X_1 = Y_1 = N[\text{сотні метрів}] + n[\text{десятки метрів}] + t[\text{сантиметрів}], \quad (2.1)$$

де  $N$  – кількість букв у прізвищі студента;  
 $n$  – кількість букв в імені студента;  
 $t$  – кількість букв у по батькові студента.

Значення дирекційного кута рівняється:

$$\alpha_{1-2} = N [\text{градусів}] n [\text{хвилин}], \quad (2.2)$$

де  $N$  – кількість букв у прізвищі студента;  
 $n$  – кількість букв в імені студента.

Значення позначки репера  $H_{Pn1}$  рівняється:

$$H_{Pn1} = N [\text{сотні метрів}] + n [\text{десятки метрів}] + t [\text{сантиметрів}], \quad (2.3)$$

де  $N$  – кількість букв у прізвищі студента;  
 $n$  – кількість букв в імені студента;  
 $t$  – кількість букв у по батькові студента.

**Приклад.** прізвищі студента – Бондаренко (кількість букв 10);

ім'я студента – Владислав (кількість букв 9);

по батькові студента – Харитонович (кількість букв 10).

Дирекційний кут  $\alpha_{1-2} = 10^\circ 09'$ .

Висота репера  $H_{Pn1} = 10 \text{ метрів} + 9 \text{ дециметрів} + 10 \text{ сантиметрів} = 10.10 \text{ м.}$

Дирекційний кут  $\alpha_{1-2} = 10^\circ 09'$ .

Координати точки 1  $X_1 = Y_1 = 10 \times 100(\text{м}) + 9 \times 10(\text{м}) + 9 \times 10(\text{см}) = 1090.90 \text{ м.}$

Позначка репера  $H_{Pn1} = 10 \times 100(\text{м}) + 9 \times 10(\text{м}) + 9 \times 10(\text{см}) = 1090.90\text{м}$ .  
 Примітки. Значення вихідних даних може бути видане викладачем.

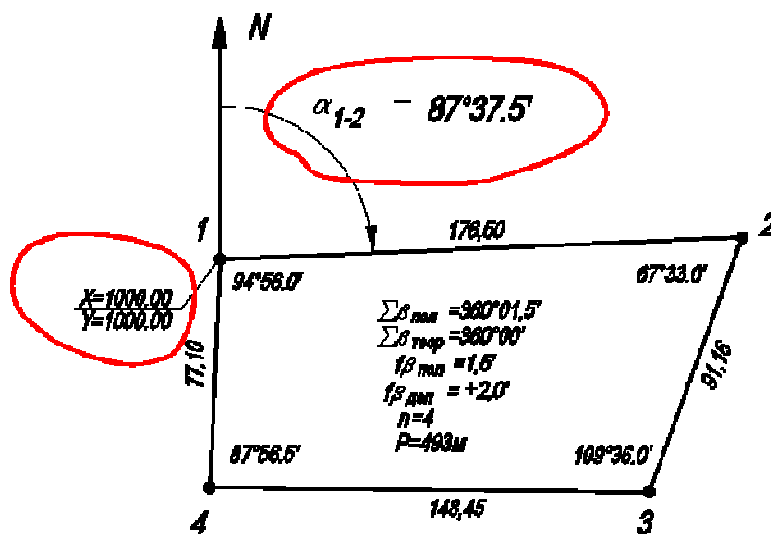


Рис. 2.2 - Запис вихідних даних на схему теодолітного ходу

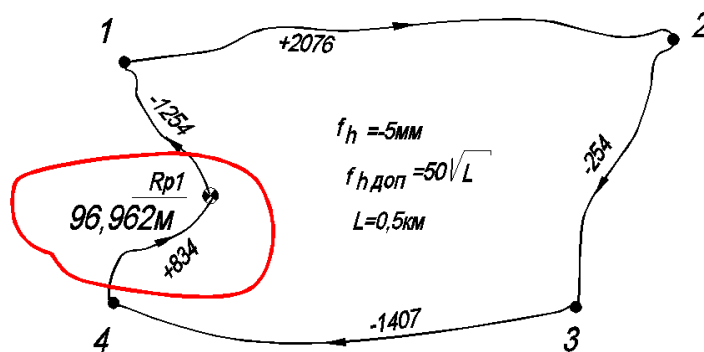


Рис. 2.3 - Запис вихідних даних на схему нівелювання точок теодолітного ходу

Крім первинних вихідних для виконання роботи використовуються результати польових вимірів. Склад і розміщення цих матеріалів наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Склад польових матеріалів

№ п/п	Назва матеріалу	Посилання
1	Журнал виміру горизонтальних кутів і відстаней	Додаток А
2	Схема теодолітного ходу	Додаток Б
3	Відомість обчислення координат точок теодолітного ходу	Додаток В
4	Схема нівелювання точок теодолітного ходу	Додаток Г
5	Журнал нівелювання точок теодолітного ходу й нівелірної зйомки	Додаток Д
6	Журнал тахеометричної зйомки	Додаток К



## 2.2 Звітні матеріали

У результаті обробки повинні бути отримані наступні матеріали, табл. 2.2.

**Таблиця 2.2 - Склад звітних матеріалів**

<i>№ п/п</i>	<i>Назва матеріалу</i>	<i>Посилання на зразки</i>
1	<i>Схема теодолітного ходу з обмірюваними кутами й відстанями</i>	<i>рис. 2.4</i>
2	<i>Обмірювані горизонтальні кути й відстані теодолітного ходу</i>	<i>табл. 2.4</i>
3	<i>Відомість обчислень координат точок теодолітного ходу</i>	<i>табл. 2.7</i>
4	<i>Журнал нівелювання точок теодолітного ходу й нівелірної зйомки</i>	<i>табл. 2.9</i>
5	<i>Схема нівелювання точок теодолітного ходу з обчисленими позначками</i>	<i>рис. 2.5<sup>1</sup></i>
6	<i>Оброблений журнал тахеометричної зйомки</i>	<i>рис. 2.10</i>

**Примітка:**

1. У звітних матеріалах схема нівелювання точок теодолітного ходу показується без розрахунків виправлень (дивися рис. 2.5 праворуч від схеми).

## 2.3 Обробка матеріалів теодолітного ходу

### *Завдання*

Необхідно виконати наступні роботи:

- а) скласти схему теодолітного ходу й виконати обробку польового журналу вимірів кутів і відстаней теодолітного ходу;
- б) обчислити координати точок теодолітного ходу,

### **Обробка журналу виміру кутів**

Плановим обґрунтуванням топографічних зйомок є теодолітний хід, який складається з кутових і лінійних вимірів. У процесі виконання польових робіт заповнюється журнал виміру горизонтальних кутів і відстаней, табл. 2.3

На кожній теодолітній станції знімаються з теодоліту слідуєчі кутові відліки:

- $O_{\text{ПЕРЕДНЯ}}^{\text{ЛІВО}}$  - відлік на передню точку при крузі ліво
- $O_{\text{ЗАДНЯ}}^{\text{ЛІВО}}$  - відлік на задню точку при крузі ліво
- $O_{\text{ПЕРЕДНЯ}}^{\text{ПРАВО}}$  - відлік на передню точку при крузі право
- $O_{\text{ЗАДНЯ}}^{\text{ПРАВО}}$  - відлік на задню точку при крузі право.

Ці відліки записуються у відповідні клітки журналу вимірів горизонтальних кутів, дивися табл. 2.3, колонка 3.

Початковим матеріалом для виконання даної роботи є журнал виміру горизонтальних кутів і відстаней, додаток А.

Обмірювані горизонтальні кути в кожному напів прийманні обчислюються по наступних формулах:

$$\begin{aligned}\beta_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ИЗМЕР}} &= O_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ПЕРЕДНЯ}} - O_{\text{ЛЕВО}}^{\text{ЗАДНЯ}} ; \\ \beta_{\text{ПРАВО}}^{\text{ИЗМЕР}} &= O_{\text{ПРАВО}}^{\text{ПЕРЕДНЯ}} - O_{\text{ПРАВО}}^{\text{ЗАДНЯ}} .\end{aligned}\quad (2.4)$$

Обчислені в такий спосіб кути записуються в колонку 4 журналу, табл. 2.3. Якщо,  $|\beta_{\text{ЛІВО}}^{\text{ИЗМЕР}} - \beta_{\text{ПРАВО}}^{\text{ИЗМЕР}}| \leq 1'$ , то обчислюють середні значення обмірюваних кутів, які записуються в колонку 5. У колонку 6 записують результати лінійних вимірів, прямий, зворотний і середній результати.

**Таблиця 2.3 – Зразок заповнення результатів кутових вимірів**

Точка установ. теодол.	Точка візування	Відлік по горизонтальному куту	Обмірюваний вугол	Середній вугол	Відстань
1	2	3	4	5	6
	передня	$O_{\text{ПЕРЕДНЯ}}^{\text{ЛІВО}}$			4-1
1КЛ			$O_{\text{ПЕРЕДНЯ}}^{\text{ЛІВО}} - O_{\text{ЗАДНЯ}}^{\text{ЛІВО}}$		$S_{\text{ПР}}$
	задня	$O_{\text{ЗАДНЯ}}^{\text{ЛІВО}}$		$\beta = \frac{\beta_{\text{ЛІВ}} + \beta_{\text{ПРАВ}}}{2}$	$S_{\text{ЗВОР}}$
	передня	$O_{\text{ПЕРЕДНЯ}}^{\text{ПРАВО}}$			$S_{\text{СЕР}}$
1КП			$O_{\text{ПЕРЕДНЯ}}^{\text{ПРАВО}} - O_{\text{ЗАДНЯ}}^{\text{ПРАВО}}$		
	задня	$O_{\text{ЗАДНЯ}}^{\text{ПРАВО}}$			

Зразок обробленого журнал наведений у табл. 2.4.

**Таблиця 2.4 – Журнал виміру горизонтальних кутів і відстаней**

Дата 5 червня 2020р.

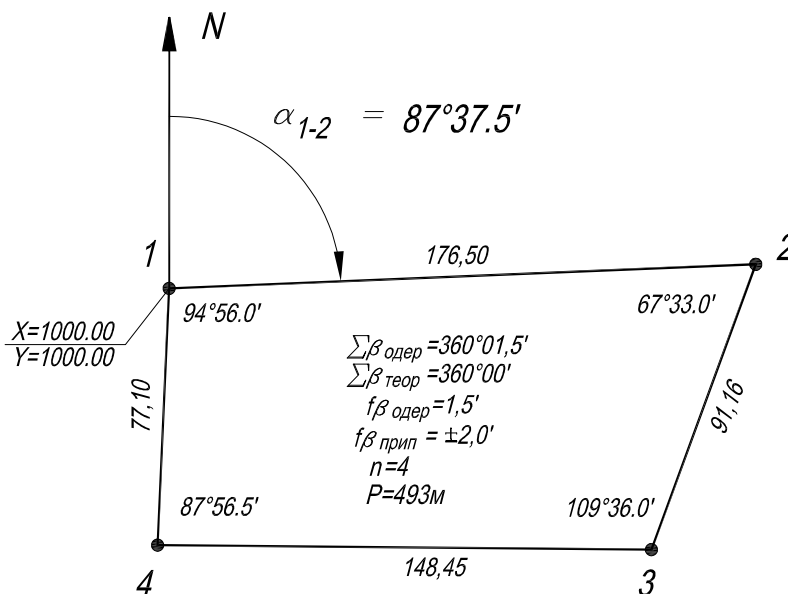
Виконавець Стасишин П.А.

Точка встанов. теодол.	Точка візирів	Відлік по горизонтальному куту	Обмірюваний кут	Середній кут	Відстань м
	4	122 14,0			4-1
1КЛ			94 56,0		77,12
	2	27 18,0		<b>94 56,0</b>	77,08
1КП	4	260 38,0			<b>77,10</b>
	2	165 42,0			
	1	100 18,0			1-2
2КЛ			67 33,5		176,54
	3	32 44,5		<b>67 33,0</b>	176,46
2КП	1	189 43,5			<b>176,50</b>
	3	122 11,0			

**Продовження табл. 2.4**

Точка установ. теодол.	Точка візирів	Відлік по горизонтальному куту ° ' "	Обмірюваний кут ° ' "	Середній кут ° ' "	Відстань м
	2	194 03,0			2-3
ЗКЛ			109 36,0		91,18
	4	84 27,0		<b>109 36,0</b>	91,17
	2	10 17,0			<b>91,16</b>
ЗКп			109 36,0		
	4	260 41,0			
	3	167 56,0			3-4
4КЛ			87 57,0		148,46
	1	79 59,0		<b>87 56,5</b>	148,45
	3	111 15,0			<b>148,45</b>
4КП			87 56,0		
	1	23 19,0			

Результати польових вимірів записують у схему теодолітного ходу, рис. 2.4.



**Рис. 2.4 - Схема теодолітного ходу**

На схемі показується:

- а) початкові дані;
- б) результати кутових і лінійних вимірів;
- в) результати обчислень суми обмірюваних кутів і визначається значення отриманого й припустимого кутового нев'язання.

Отримані кутові нев'язання вираховуються по формулі:

$$f\beta = \Sigma\beta_{\text{ОДЕР}} - \Sigma\beta_{\text{ТЕОР}}, \quad (2.5)$$

де  $\Sigma\beta_{\text{ОДЕР}}$  - сума обмірюваних кутів;

$\Sigma\beta_{\text{ТЕОР}} = 180^\circ (n - 2)$  - теоретична сума кутів;

$n$  - кількість виміряних кутів.

Якість кутових вимірів, контролюється по отриманій і припустимій кутових нев'язаннях:

$$\Sigma\beta_{\text{доп}} = 1' \sqrt{n}, \quad (2.6)$$

де  $n$  - кількість обмірюваних кутів у полігоні.

**Обчислення координат точок теодолітного ходу**

Обчислення координат виконується в спеціальній відомості, додаток В. У колонку 1, табл. 2.5, записуються номери точок теодолітного ходу.

**Таблиця 2.5 - Фрагмент відомості обчислення координат точок теодолітного ходу (запис початкових даних)**

№ тчк	Обмірюваний кут, °	Виправлений кут, °	Дирекційний кут, °	Відстань, м.	Координати, м	
					X	Y
1	2	3	4	5	9	10
1					<u>1000,00</u>	<u>1000,00</u>
	-0,3		<u>87 37,5</u>	176,50		
2	67 33,0	67 32,7				
	-0,4			91,16		
3	109 36,0	109 35,6				
	-0,4			148,46		
4	87 56,5	87 56,1				
	-0,4			77,10		
1	94 56,0	94 55,6			<u>1000,00</u>	<u>1000,00</u>
			<u>87 37,5</u>			
2						

$$\Sigma\beta_{\text{ОДЕР}}=360 \text{ 01,5}$$

$$\Sigma\beta=360$$

$$P=493,22$$

$$\Sigma\beta_{\text{ТЕОР}}=360^\circ;$$

$$f\beta = +1.5';$$

$$f\beta_{\text{ПРИП}}=1' \sqrt{n}.$$

$$f\beta_{\text{ПРИП}}=2'$$

**КОНТРОЛЬ 1:**

$$\Sigma\delta = -f\beta;$$

$$\Sigma\delta = (-0.3') + (-0.4') + (-0.4') + (-0.4') = -1.5' = -f\beta;$$

**КОНТРОЛЬ 2:**

$$\Sigma\beta_{\text{ВИПР}} = \Sigma\beta_{\text{ТЕОР}} = 360^\circ.$$

У колонки 2 і 5 зі схеми теодолітного ходу, рис. 2.4, записуються обмірювані горизонтальні кути й відстані. У колонки 4, 9 і 10 записуються початковий дирекційний кут і координати точки 1. Так як обробляється замкнений теодолітний хід, значення початкового дирекційного кута  $\alpha_{1-2}$  і координат  $X_1$ ,  $Y_1$  точки 1 записуються двічі. Дирекційний кут у колонку 4 записується між строками 1 і 2, на початку й наприкінці відомості. Також і координати точки 1, відповідно, записуються в колонках 9 і 10 у рядках точки 1 на початку й наприкінці відомості.

Усі дані ретельно перевіряються.

Обчислюється сума обмірюваних кутів:

$$\Sigma\beta_{\text{ВИМ}} = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_{i\dots} + \dots + \beta_n; \quad (2.7)$$

де  $\beta_i$  – обмірюваний кут.

**УВАГА! УСІ ОБЧИСЛЕННЯ СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ ПОТОЧНИМИ КОНТРОЛЯМИ. БЕЗ ПРОХОДЖЕННЯ ЦИХ КОНТРОЛІВ ПОДАЛЬШІ ОБЧИСЛЕННЯ ЗАБОРОНЯЮТЬСЯ.**

**Контроль.** Обчислена у відомості сума обмірюваних кутів повинна рівнятися сумі цих же кутів, які наведені на схемі теодолітного ходу.

Обчислюється кутове нев'язання:

$$f_{\beta} = \sum \beta_{ВИМ} - 180^{\circ}(n - 2), \quad (2.8)$$

де  $\sum \beta_{ВИМ}$  – сума обмірюваних кутів;  
 $n$  – кількість кутів.

Кутове нев'язання записується під обмірюваними кутами.

Обчислюється припустиме кутове нев'язання:

$$f\beta_{ПРИП} = I'\sqrt{n}, \quad (2.9)$$

де  $n$  – кількість кутів.

Наприклад, при  $n = 4$ ,  $f\beta_{ПРИП} = 2'$ . Припустиме нев'язання записується під обчисленим кутовим нев'язанням.

**Контроль.** *Обчислене припустиме нев'язання повинне рівнятися величині припустимому нев'язанню, яке наведене на схемі теодолітного ходу.*

Обчислюються виправлення в обмірювані кути:

$$\delta_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n}, \quad (2.10)$$

де  $n$  – кількість кутів.

Отримані виправлення округлюються до однієї десятої хвилини за умови, що їх сума буде рівнятися отриманому кутовому нев'язанню, узятому зі зворотним знаком. Обчислені виправлення у форматі <хвилини, десята частка хвилини> червоним кольором записуються у відомість (колонка 2) зверху відповідних обмірюваних кутів.

**Контроль.**  $\sum \delta_{\beta} = -f_{\beta}$ .

Обчислюються виправлені горизонтальні кути:

$$\beta_{ВИП} = \beta_{ВИМ} + \delta_{\beta}. \quad (2.11)$$

Виправлені горизонтальні кути записуються в колонку 3 відомості.

**Контроль.** *Обчислена сума виправлених горизонтальних кутів повинна рівнятися теоретичній сумі обмірюваних кутів, тобто в прикладі, який наведений у табл. 2.5, ця сума повинна рівняється  $360^{\circ}$ .*

Обчислюються дирекційні кути. Формули обчислення дирекційних кутів залежать від того, які вимірялися горизонтальні кути.

Для правих по ходу горизонтальних кутів дирекційні кути обчислюються по наступною формулою:

$$\alpha = \alpha_{ПОПЕР} - \beta \pm 180^{\circ}. \quad (2.12)$$

У нашому випадку обмірювані праві по ходу кути, отже, дирекційні кути обчислюються за формулою (2.12).

Для лівих по ходу горизонтальних кутів формула обчислення дирекційних кутів має вигляд:

$$\alpha = \alpha_{ПОПЕР} + \beta \pm 180^{\circ}. \quad (2.13)$$

У формулах (2.9) і (2.10):

$a$  – дирекційний кут, який обчислюється;

$a_{ПОПЕР}$  – попередній дирекційний кут;

$\beta$  - виправлений горизонтальний кут.

Розглянемо приклад обчислення дирекційних кутів (горизонтальні кути праві).

$\alpha_{1-2} =$	<b>87° 37,5'</b>
+180°	<b>267° 37,5'</b>
$-\beta_2^{HCP} =$	67° 32,7'
$\alpha_{2-3} =$	<b>200° 04,8'</b>
+180°	380° 04,8'
$-\beta_3^{HCP} =$	109° 35,6'
$\alpha_{3-4} =$	<b>270° 29,2'</b>
-180°	90° 29,2'
$-\beta_4^{HCP} =$	87° 56,1'
$\alpha_{4-1} =$	<b>2° 33,1'</b>
+180°	182° 33,1'
$-\beta_1^{HCP} =$	94° 55,6'
$\alpha_{1-2} =$	<b>87° 37,5'</b>

Дирекційний кути записуються в колонку 4 відомості, табл. 2.6.

**Контроль.** Обчислений дирекційний кут початкової сторони (сторони 1-2) повинен дорівнювати початковому значенню дирекційного кута цієї сторони.

По обчисленим дирекційним кутам і значеннями відстаней обчислюються збільшення координат:

$$\begin{aligned} \Delta X &= S \cos \alpha, \\ \Delta Y &= S \sin \alpha. \end{aligned} \quad (2.14)$$

Обчислені збільшення координат записуються в колонки 6 і 7 відомості.

**Контроль.** Після обчислення збільшень координат перевіряються їхні знаки, вони повинні відповідати знакам функцій синус і косинус дирекційних кутів; для контролю можна скористатися наступними співвідношеннями:

$$\begin{aligned} \text{Якщо } 0 < \alpha < 90^\circ, \text{ те } \Delta X > 0, \Delta Y > 0; \\ \text{Якщо } 90^\circ < \alpha < 180^\circ, \text{ те } \Delta X < 0, \Delta Y > 0; \\ \text{Якщо } 180^\circ < \alpha < 270^\circ, \text{ те } \Delta X < 0, \Delta Y < 0; \\ \text{Якщо } 270^\circ < \alpha < 360^\circ, \text{ те } \Delta X > 0, \Delta Y < 0. \end{aligned}$$

**Контролюються числові значення збільшень за допомогою теореми Піфагора**

$$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}.$$

Обчислюються суми збільшень координат, які рівняються нев'язанням  $f_x$ ,  $f_y$ :

$$\begin{aligned} f_x &= \Sigma \Delta X, \\ f_y &= \Sigma \Delta Y. \end{aligned} \quad (2.15)$$

Якість лінійних вимірів оцінюється по абсолютній і відносній лінійними погрішностям:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} - \text{абсолютна лінійна погрішність, (2.16)}$$

$$\frac{f_s}{S} = \frac{1}{P/f_s} - \text{відносна лінійна погрішність (2.17)}$$

де  $P$  - периметр полігона, дорівнює сумі всіх обмірюваних відстаней, у даному прикладі він рівний  $P=493,22\text{м}$ .

Результати обчислень записуються в нижній частині відомості. Відносна лінійна погрішність не повинна перевищувати  $1/2000$ .

Обчислюються виправлення в збільшення координат:

$$\delta_x = -\frac{f_x}{P} S, \quad (2.18)$$

$$\delta_y = -\frac{f_y}{P} S,$$

де  $S$  - обмірювані відстані між точками теодолітного ходу в сотнях метрів;  
 $P$  - периметр полігона в сотнях метрах.

Обчислені виправлення в збільшеннях координат округлюються до сантиметрів таким чином, щоб їх сума рівнялася відповідній до нев'язання, узятого зі зворотним знаком. Виправлення вписуються червоним кольором у колонки 6 і 7 над відповідними збільшеннями координат, табл. 2.5

**Контроль.**  $\Sigma\delta_x = -f_x$ ;  $\Sigma\delta_y = -f_y$ .

Обчислюються виправлені прирости координат:

$$\Delta X_{\text{вип}} = \Delta X_{\text{обч}} + \delta_x, \quad (2.19)$$

$$\Delta Y_{\text{вип}} = \Delta Y_{\text{обч}} + \delta_y,$$

де  $\Delta X_{\text{обч}}$ ,  $\Delta Y_{\text{обч}}$  - обчислені прирости координат;  
 $\delta_x$ ,  $\delta_y$  - виправлення приростів координат.

Обчислені прирости координат записуються у колонки 8 і 9 відомості.

**Контроль.**  $\Sigma\Delta X_{\text{вип}}=0$ ;  $\Sigma\Delta Y_{\text{вип}}=0$ . **Результати контролю записуються в нижній частині відомості в колонках 8 і 9.**

**Таблиця 2.6 – Фрагмент відомості обчислювання координат точок теодолітного ходу (обчислення дирекційних кутів і приростів координат)**

№ точ	Дирекційний кут, °	Відст. м.	Вируховані прирости в м		Виправлені прирости в м	
			$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$
1	4	5	6	7	8	9
1			+1	-1		
	<b>87 37,5</b>	176,50	+7,31	+176,35	+7,32	+176,34
2			+1	-1		
	200 04,8	91,16	-85,62	-31,30	-85,61	-31,31
3			+1	-1		
	270 29,2	148,46	+1,26	-148,45	+1,27	-148,46
4						
	2 33,1	77,10	+77,02	+3,43	+77,02	+3,43
1						
	<b>87 37,5</b>					
2						
		<b>493,22</b>	$f_x=-0,03$	$f_y=+0,03$	$\Sigma\Delta X=0,00$	$\Sigma\Delta Y=0,00$

Завершальною операцією обробки матеріалів теодолітного ходу є обчислення координат:

$$X = X_{\text{ПОПЕР}} + \Delta X_{\text{ВИПР}}; \quad Y = Y_{\text{ПОПЕР}} + \Delta Y_{\text{ВИПР}}, \quad (2.20)$$

де  $X_{\text{ПОПЕР}}$ ,  $Y_{\text{ПОПЕР}}$  – попередні значення координат  $X$  і  $Y$ .

**Контроль.** Обчислені по ходу координати початкової точки повинні бути рівні початковим координатам.

Повністю закінчена відомість наведена в табл. 2.7.

**Таблиця 2.7 – Зразок відомості обчислень координат**

№ тчк	Виміряний кут, ' ,	Виправлений кут, ' ,	Дирекційний кут, ' ,	Відстс. м.	Вируховані прирости в м		Виправлені прирости в м		Координати, м	
					ΔX	ΔY	ΔX			
1					<b>+1</b>	<b>-1</b>			<u>1000,00</u>	<u>1000,00</u>
	-0,3		<b>87 37,5</b>	176,50	+7,31	+176,35	+7,32	+176,34		
2	67 33,0	67 32,7			<b>+1</b>	<b>-1</b>			1007,32	1176,34
	-0,4		200 04,8	91,16	-85,62	-31,30	-85,61	-31,31		
3	109 36,0	109 35,6			<b>+1</b>	<b>-1</b>			921,71	1145,03
	-0,4		270 29,2	148,46	+1,26	-148,45	+1,27	-148,46		
4	87 56,5	87 56,1							922,98	996,57
	-0,4		2 33,1	77,10	+77,02	+3,43	+77,02	+3,43		
1	94 56,0	94 55,6							<u>1000,00</u>	<u>1000,00</u>
			<b>87 37,5</b>							
2										

360 01.5      **360**

493,22     $f_x = -0,03$      $f_y = +0,03$      $\Sigma \Delta X = 0,00$      $\Sigma \Delta Y = 0,00$

$\Sigma \beta_{\text{ОДЕР}} = 360^\circ 01.5'$   
 $\Sigma \beta_{\text{ТЕОР}} = 360^\circ$ ;  
 $f\beta = +1.5'$ ;  
 $\Sigma \beta_{\text{ПРИП}} = 1' \sqrt{n}$ .

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,03^2 + 0,03^2} = \pm 0,03;$$

$$\frac{f_s}{S} = \frac{1}{P/f_s} = \frac{1}{493,22/0,03} = \frac{1}{16441} \leq \frac{1}{2000}.$$

### 2.4 Обробка матеріалів нівелювання точок теодолітного ходу й нівелірної зйомки

Початковими матеріалами для виконання даної роботи є схема нівелювання, додаток Г, і журнал, додаток Д, нівелювання точок теодолітного ходу.

Робота починається з обчислень позначок точок теодолітного ходу на схемі нівелювання, рис. 2.5 і 2.6. Насамперед, обчислюється сума обмірюваних перевищень

$$\Sigma h = -1254 + 2076 - 254 - 1407 + 834 = +5 \text{ мм.}$$

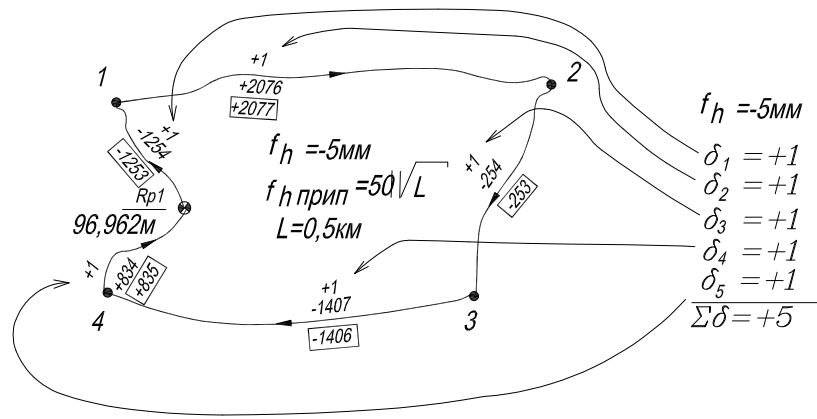
Ця величина буде нев'язанням у перевищеннях  $fh = \Sigma h$ . Після чого перевіряється відповідність отриманої й припустимої нев'язки:  $fh_{\text{доп}} = 50\sqrt{L}$ , де  $L$  – довжина ходу в кілометрах.

У нашому випадку довжина ходу становить 0.5 км. Таким чином, припустиме нев'язання буде рівнятися 35 мм, а отримана – 5 мм, отже, нівелювання виконане вірно. Після діагностики отриманого нев'язання обчислюються виправлення в перевищеннях  $\delta_h = -fh/n$ , де  $n$  – число станцій. Виправлення округлюються до сантиметрів таким чином, щоб їх сума рівнялася отриманому нев'язанню в перевищеннях, отриманої зі зворотним знаком. Виправлення вводяться в обмірювані перевищення  $h_{\text{ВИР}} = h_{\text{ОДЕР}} + \delta_h$ .

**Контроль.**  $\Sigma \delta h = -fh$ .

Обчислення нев'язань і виправлень показане на рис. 2.5.





**Рис. 2.5 - Обчислення виправлень у перевищення**

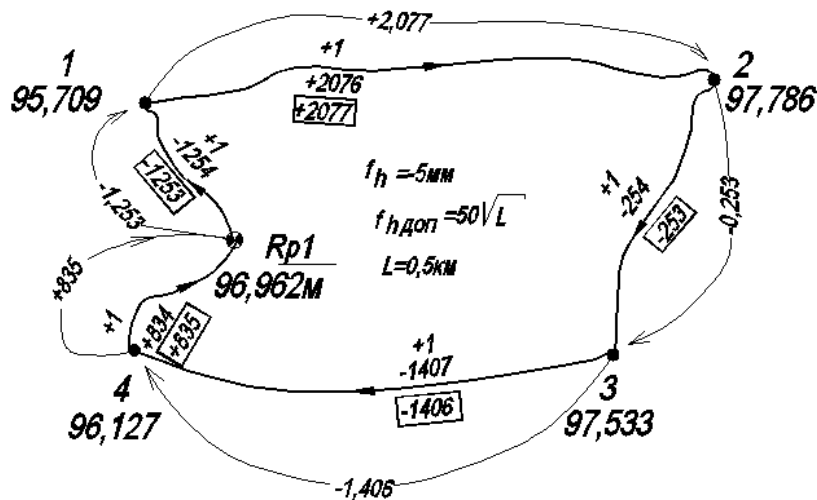
Після завершення обчислень виправлених перевищень обов'язково виконується **контроль**  $\Sigma h_{ВИП} = 0$ .

Якщо сума виправлених перевищень рівняється нулю, то обчислюються позначки точок.

$$\begin{aligned}
 H_1 &= H_{Rp1} + h_{Rp1-1}^{ВИП}; \\
 H_2 &= H_1 + h_{1-2}^{ВИП}; \\
 H_3 &= H_2 + h_{2-3}^{ВИП}; \\
 H_4 &= H_3 + h_{3-4}^{ВИП}; \\
 H_{Rp1} &= H_4 + h_{4-Rp1}^{ВИП}.
 \end{aligned}
 \tag{2.21}$$

**Контроль.** Вирахувана по ходу позначка  $H_{Rp1}$  повинна дорівнювати початковому значенню висоти цієї точки.

Розрахунки висот показані на рис. 2.6.



**Рис. 2.6- Обчислення позначок точок теодолітного ходу**

Так нівелювання точок теодолітного ходу являє собою замкнений нівелірний хід, який опирається на одну початкову точку  $Rp1$ . Нев'язання в перевищеннях  $fh$  таких ходів обчислюється по формулі:

$$fh = \Sigma h_{СЕР},
 \tag{2.22}$$

де  $h_{СЕР}$  - середнє перевищення.

Обробка журналів починається з контрольних обчислень (посторінкового контролю), для цього підсумуються окремо на кожній сторінці задні ( $\Sigma a_{ЗАДН}$ ) і передні ( $\Sigma b_{ПЕРЕД}$ ) відліки, обчислені ( $\Sigma h_{ОБЧИС}$ ) і середні ( $\Sigma h_{СЕР}$ ) перевищення; контроль:

$$\Sigma a_{ЗАДН} - \Sigma b_{ПЕРЕД} = \Sigma h_{ОБЧИС};$$

$$\Sigma h_{ОБЧИС} = 2 \Sigma h_{СЕР},$$

результати контролю записуються у відповідних колонках, табл. 2.8.

**Таблиця 2.8 - Зразок записи результатів посторінкового контролю**

**Журнал нівелювання точок теодолітного ходу й нівелірної зйомки**

Дата 20 червня 2020 р.

Виконавець Стасишин П.А.

№ ст	№ точ	Відліки по рейках			Перевищення			Позначки	
		задн	передн	проміж	обчисл	середн	виправ	ГІ	точок
	Rp1	384	1636		-1252	1		97,346	<b>96,962</b>
1		5168	6424		-1256	-1254	-1253	97,345	
	T1	4784	4788					97,346	95,709
	1			1043					96,303
	2			841					96,504
...	...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
...	...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	28			904					97,264
	29			1275					96,893
	30			1482					96,687
	T4	1823	987		836	2		97,949	96,126
5		6604	5772		832	834	836	97,949	
	Rp1	4781	4785					97,949	<b>96,962</b>
	31			1559					96,390
	32			1582					96,367
		37979	37989		-10	-5	0		
		-10							

$$fh = -5\text{мм};$$

$$fh_{ПРИП} = 50\sqrt{L} = 50 \times \sqrt{2} = 35 \text{ мм}.$$

Обчислюється нев'язання  $fh$  у перевищеннях:

$fh = \Sigma h_{СЕР}$  - для замкненого нівелірного ходу;

$fh = \Sigma h_{СЕР} - (H_{кін} - H_{поч})$  - для розімкнутого нівелірного ходу.

Перевіряється відповідність обчисленого нев'язання величині припустимому нев'язанню  $fh_{ПРИП}$ ,

$fh_{ПРИП} = 50\sqrt{L}$  - для нівелювання точок теодолітного ходу,

де  $L$  - довжина ходу в км;

$n$  - число нівелірних станцій.

Обчислюються виправлення  $\delta h$  у перевищеннях

$$\delta h = -fh/n. \quad (2.24)$$

**Контроль -  $\Sigma \delta h = -fh$  ;**

Виправлені перевищення обчислюються по наступній формулі:

$$h_{ВИП} = h_{СТР} + \delta h. \quad (2.25)$$

**Контроль** -  $\Sigma h_{ВИП} = (H_{КИН} - H_{ПОЧ})$  - для розімкнутого ходу,  $\Sigma h_{ВИП} = 0$  - для замкнутого ходу.

Позначки сполучних точок обчислюються за значеннями позначок попередніх точок і виправлених перевищень:

$$H = H_0 + h_{ВИП}, \quad (2.26)$$

де  $H_0$  - позначка попередньої точки;

$H$  - позначка наступної точки;

**Контроль** - обчислена позначка початкової точки повинна рівнятися позначці початкової точки.

Після обчислення позначок усіх сполучних точок обчислюються позначки проміжних точок. Для станцій, які мають проміжні точки, обчислюється позначка горизонту інструмента

$$\begin{aligned} H_{ГІ}^A &= H_A + a; \\ H_{ГІ}^B &= H_B + b, \end{aligned} \quad (2.27)$$

де  $H_A$  - позначка задньої по ходу сполучної точки;

$H_B$  - позначка передньої по ходу сполучної точки;

$a$  - відлік на задній точці;

$b$  - відлік на передній точці.

Якщо  $H_{ГІ}^A - H_{ГІ}^B \leq \pm 5$ , то обчислюється середнє значення  $H_{ГІ} = \frac{H_{ГІ}^A + H_{ГІ}^B}{2}$ .

Позначки проміжних точок рівні:

$$H = H_{ГІ} - c, \quad (2.28)$$

де  $c$  - відлік на проміжній точці.

Зразок обробленого нівелірного журналу наведений у табл. 2.9.

**Таблиця 2.9- Журнал нівелювання точок теодолітного ходу й нівелірної зйомки**

№ ст	№ точ	Відліки по рейках			Перевищення			Позначки	
		задн	передн	проміж	обчисл	середні	виправ	ГІ	точок
	Rp1	384	1636		-1252	1		97,346	<b>96,962</b>
1		5168	6424		-1256	-1254	-1253	97,345	
	T1	4784	4788					97,346	95,709
	1			1043					96,303
	2			841					96,504
	3			1460					95,886
	4			1225					96,121
	5			1228					96,118
	6			939					96,407
	T1	2639	563		2076	1		98,348	95,709
2		7424	5348		2076	2076	2077	98,349	
	T2	4785	4785					98,349	97,786

**Продовження таблиці 2.9**

№ ст	№ точ	Відліки по рейках			Перевіщення			Позначки	
		задн	передн	проміж	обчисл	середні	виправ	ГІ	точок
	7			1853					96,496
	8			1723					96,626
	9			1940					96,409
	10			1939					96,410
	11			1647					96,702
	12			1941					96,408
	13			1938					96,411
	14			1604					96,745
	T2	1548	1801		-253	1		99,334	97,786
3		6335	6590		-255	-254	-253	99,334	
	T3	4787	4789					99,334	97,533
	15			1693					97,641
	16			3078					96,256
	17			1916					97,418
	18			2201					97,133
	19			1914					97,42
	20			1866					97,468
	21			1713					97,621
	22			1697					97,637
	23			1884					97,450
	24			2131					97,203
	25			1961					97,373
	26			1547					97,787
	27			1544					97,790
	T3	635	2044		-1409	1		98,168	97,533
4		5419	6824		-1405	-1407	-1406	98,171	
	T4	4784	4780					98,170	96,127
	28			906					97,264
	29			1277					96,893
	30			1483					96,687
	T4	1823	987		836	1		97,950	96,127
5		6604	5772		832	834	835	97,949	
	Rp1	4781	4785					97,950	<b>96,962</b>
	31			1559					96,390
	32			1582					96,367
		<b>37979</b>	<b>37989</b>		<b>-10</b>	<b>-5</b>	<b>0</b>		
			<b>-10</b>						

$$fh = -10 \text{ мм}$$

$$L = 0,5 \text{ км}$$

$$Fh_{\text{прип}} = 50\sqrt{L} = 50 \times \sqrt{0,5} = 35 \text{ мм}$$

## 2.5 Обробка журналу тахеометричної зйомки

Початковими даними для обробки тахеометричного журналу є польовий журнал тахеометричної зйомки, додаток К, і оброблена схема нівелювання точок теодолітного ходу, рис. 2.6.

Зі схеми нівелювання точок теодолітного ходу виписуються позначки тахеометричних станцій  $H_{СТАН}$  (позначки точок теодолітного ходу). Обчислюються позначки значень місця нуля

$$MO = \frac{KL + KP}{2}, \quad (2.34)$$

де  $KP$  і  $KL$  – відліки по вертикальному колу при положеннях теодоліта «Коло право», «Коло ліво», які отримані при виконанні орієнтирних робіт на кожній тахеометричній станції. У журналі тахеометричної зйомки, табл. 2.9, це:

$$\text{для тахеометричної станції 1} - MO = \frac{KL + KP}{2} = \frac{0^{\circ}17' + (-0^{\circ}15')}{2} = 1.0'.$$

Результати записуються на титульному рядку журналу, рис. 2.7.

№ пикета	Дальном. расст, D, м	Отсчет. ГК °'	Отсчет. ВК °'	Угол наклона, $\nu$	Горизон. пролож. S, м	Превышения. h, м	Отмет. Н, м	Примечан
Станция № 1 $i=1.45$				$MO = +1'$	$H_{см} = 95.71$			
T4	77.10	0°00'	Л 0 20.5'	0 19.5'	77.10	+0.42	96.13	
			П-018.5'					
33	16,39	12 49,6	0 18,0	0 17,0	16,39	0,08	95,79	рельеф
34	24,88	112 39,2	0 02,5	0 01,5	24,88	0,01	95,72	мост
35	51,43	98 10,6	-0 06,0	-0 07,0	51,43	-0,1	95,61	-, -
36	52,87	111 55,1	-0,055	-0 06,5	52,87	-0,1	95,61	-, -
37	30,48	136 12,4	0 02,0	0 01,0	30,48	0,01	95,72	-, -

Рис. 2.7 - Запис МО в тахеометричний журнал

**Контроль. Різниця значень МО, визначених на всіх тахеометричних станціях не повинна перевищувати 2'.**

Визначаються значення кутів нахилу:

$$\nu = KL - MO; \quad (2.35)$$

Результати записуються в колонку 5 журналу тахеометричної зйомки. Обчислюються значення горизонтальних проекцій відстаней:

$$S = D \cos \nu, \quad (2.36)$$

де  $D$  - далекомірна відстань;

$\nu$  - кут нахилу, якщо  $\nu < 3^{\circ}$ , те  $S = D$ .

Результат записується в колонку 6.

Обчислюється перевищення:

$$h = Stg \nu; \quad (2.37)$$

Результати записуються в колонку 7. Обчислюються позначки пікетних точок:

$$H_i = H_{СТАН} + h. \quad (2.38)$$

Результати записуються в колонку 8.

Зразок обробленого журналу тахеометричної зйомки наведений у табл.

2.9.

**Таблиця 2.10 - Журнал тахеометричної зйомки**

Дата 6.06.2010

Виконавець Стасишин П.

№ пікету	Далеком. відстан, D, м	Відлік. ГК °	Відлік. ВК °	Кут нахилу, $\nu$ °	Горизон. пролож. S, м	Перевищення. h, м	Познач. Н, м	Примітки
Станція № 1 $i=1.45$ $MO = +1'$				$H_{cm}=95.71$				
T4	77.10	0°00'	Л 0 20.5'	0 19.5	77.10	+0.42	96.13	
			П-018.5'					
33	16,39	12 49,6	0 18,0	0 17,0	16,39	0,08	95,79	рельєф
34	24,88	112 39,2	0 02,5	0 01,5	24,88	0,01	95,72	міст
35	51,43	98 10,6	-0 06,0	-0 07,0	51,43	-0,1	95,61	-, -
36	52,87	111 55,1	-0,055	-0 06,5	52,87	-0,1	95,61	-, -
37	30,48	136 12,4	0 02,0	0 01,0	30,48	0,01	95,72	-, -
38	45,78	158 16,7	0 04,0	0 03,0	45,78	0,04	95,75	рельєф
39	56,55	138 52,6	0 07,0	0 06,0	56,55	0,01	95,72	-, -
40	79,28	121 42,2	0 01,5	0 00,5	79,28	0,01	95,72	рельєф
T2	176,50	94 55,4	0 41,5	0 40,5	176,49	2,07	97,78	
T4	77.10	0°01'	Л 0°20.5'	0°19.5'	77.10	+0.42	96.13	
			П-0°18.5'					
Станція № 2 $i=1.28$ $MO = +1'$				$H_{cm}=97.78$				
T1	176,50	0	Л - 0 39,5	- 0 40,5	176,49	-2,07	95,71	
			П +0 40,5					
41	50,31	249 15,6	0 04,5	0 03,5	50,31	0,05	97,83	рельєф
42	34,83	292 28,9	-0 14,0	-0 15,0	34,83	-0,15	97,63	бордюр
43	37,40	308 17,4	-0 16,0	-0 16,0	37,4	-0,17	97,61	-, -
44	36,84	246 49,8	0 31,0	0 30,0	36,84	0,32	98,1	рельєф
T3	91,16	249 15,6	-0 08,5	-0 09,5	91,16	-0,25	97,53	
T1	176,50	0	Л - 0 39,5	- 0 40,5	176,49	-2,07	95,71	
			П +0 40,5					
Станція № 3 $i=1.15$ $MO = +1'$				$H_{cm}=97.53$				
T2	91,16	0	Л 0 10,5	0 09,5	91,16	0,25	97,78	
			П -0 08,5					
45	41,06	118 36,7	0 27,0	0 26,0	41,06	0,31	97,84	рельєф
46	58,11	145 06,8	0 15,0	0 14,0	58,11	0,23	97,76	-, -
47	53,76	179 47,9	-0 05,5	-0 06,5	53,76	-0,1	97,43	бордюр
48	52,85	191 01,4	-0 11,5	-0 12,5	52,85	-0,19	97,34	-, -
49	54,65	206 08,5	-0 17,0	-0 18,0	54,65	-0,29	97,24	стовп осе
50	53,20	216 09,5	-1 16,5	-1 17,5	53,19	-1,2	96,33	стадіон
51	89,90	211 48,5	-0 26,0	-0 27,0	89,9	-0,7	96,83	рельєф
52	27,21	234 09,6	-2 28,0	-2 29,0	27,18	-1,18	96,35	стадіон
53	46,16	268 42,9	-1 27,0	-1 28,0	46,14	-1,18	96,35	-, -
T4	148,46	268 42,9	-0 31,6	- 0 32,6	148,45	-1,41	96,13	
T2	91,16	0	Л 0 10,5	0 09,5	91,16	0,25	97,78	
			П -0 08,5					

**Продовження таблиці 2.10**

№ пікету	Далеком. відстан, D, м	Відлік. ГК °'	Відлік. ВК °'	Кут нахилу, $\nu$ °'	Горизон. пролож. S, м	Перевищення. h, м	Познач. Н, м	Примітки
Станція № 4 $i=1.25$ $MO = +1'$				$H_{cm}=96.13$				
T3	148,46	0	Л 0 33,0	0 32,0	148,45	1,4	97,53	
			П -0 31,0					
54	37,18	341 14,8	0 18,0	0 17,0	37,18	0,18	96,31	стадіон
55	49,37	41 10,8	0 12,5	0 11,5	49,37	0,16	96,29	-, -
56	20,34	30 41,6	0 32,0	0 31,0	20,34	0,18	96,31	-, -
57	48,65	53 34,4	0 25,5	0 24,5	48,65	0,34	96,47	стовп осв
58	56,13	78 38,9	0 08,0	0 07,0	56,13	0,11	96,24	рельєф
59	61,63	114 55,6	-0 42,5	-0 41,5	61,63	-0,75	95,38	урез
60	39,94	122 11,8	-1 04,0	-1 05,0	39,94	-0,76	95,37	-, -
61	13,31	58 19,6	0 30,5	0 29,5	13,31	0,11	96,24	стовп осв
62	40,92	220 34,0	-0 27,5	-0 58,5	40,92	-0,70	95,43	урез
63	23,76	268 04,4	0 07,4	0 06,4	23,76	0,04	96,17	рельєф
64	58,82	209 50,4	-0 33,0	-0 34,0	58,82	-0,59	95,54	урез
65	53,70	139 58,6	-0 45,0	-0 46,0	53,7	-0,72	95,41	-, -
66	71,40	130 30,5	-0 31,5	-0 32,5	71,4	-0,68	95,45	-, -
T1	77,10	87 56,6	0 19,5	0 18,5	77,1	-0,42	95,709	
T3	148,46	0	Л 0 33,0	0 32,0	148,45	1,40	97,53	
			П -0 31,0					

## 3 СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

### 3.1 Завдання й початкові дані

**Завдання.** На основі польових матеріалів скласти топографічний план комбінованої зйомки в складі:

- 1) плану контурної (теодолітної) зйомки;
- 2) плану нівелірної зйомки;
- 3) плану тахеометричної зйомки.

План складається в масштабі 1:1000, перетин рельєфу 0.5м, суцільні горизонталі повинні бути проведені через 0.5м.

**Початкові дані.** Склад початкових матеріалів наведений у табл. 3.1.

**Таблиця 3.1 - Початкові матеріали для складання топографічних планів**

<i>№ матеріалу</i>	<i>Назва матеріалу</i>	<i>Посилання на зразок</i>
1	<i>Відомість обчислення координат точок теодолітного ходу</i>	<i>табл. 2.7</i>
2	<i>Оброблений журнал нівелювання точок теодолітного ходу й нівелірної зйомки</i>	<i>табл. 2.9</i>
3	<i>Абрис теодолітної (контурної) зйомки</i>	<i>додаток Є</i>
6	<i>Абрис тахеометричної зйомки</i>	<i>додаток І</i>
7	<i>Оброблений журнал тахеометричної зйомки</i>	<i>табл. 2.10</i>

**Результати роботи.** Склад звітних матеріалів наведено у табл. 3.2.

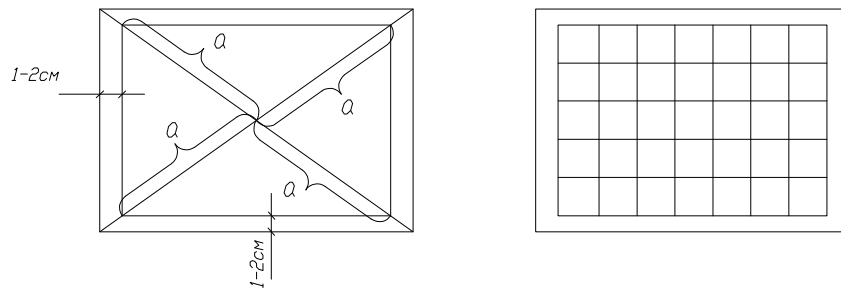
**Таблиця 3.2 - Склад звітних матеріалів**

<i>№ матеріалу</i>	<i>Назва матеріалу</i>	<i>Посилання на зразки</i>
<b>1</b>	<b><i>Топографічний план комбінованої зйомки</i></b>	<i>додаток Н</i>
1.1	<i>контурний (теодолітний) план</i>	<i>рис. 3.7</i>
1.2	<i>нівелірний план</i>	<i>рис. 3.8</i>
1.3	<i>тахеометричний план</i>	<i>рис. 3.13</i>

### 3.2 Розбивка координатної сітки

Робота зі складання плану починається з підготовки ватману й розбивки координатної сітки. План складається на ватмані формату А-4 (420× 297мм) або А-3 (594×420мм). Координатна сітка для планів масштабу 1:1000 має клітки розміром 10 на 10 см, вона розбивається вивірною лінійкою довжиною порядку 60 см, рис. 3.1. Проводяться діагоналі й від точки їх перетинання відкладаються рівні відрізки  $a$ , кінці яких утворюють прямокутник, що є основою побудови координатної сітки. На основі даного прямокутника, відкладаючи по його сторонах десяти сантиметрові відрізки, будується сітка.





**Рис. 3.1 - Розбивка сітки методом діагоналей**

Для контролю якості розбивки сітки проводяться діагональні лінії, максимальні довжини сторін трикутників погрішностей, що одержувані у вершинах квадратів, не повинні перевищувати 1мм.

### 3.3 Оцифрування ліній координатної сітки

Лінії координатної сітки повинні бути оцифровані таким чином, щоб план повністю помістився в рамки листа ватману. Для цього обчислюються середні координати точок теодолітного ходу:

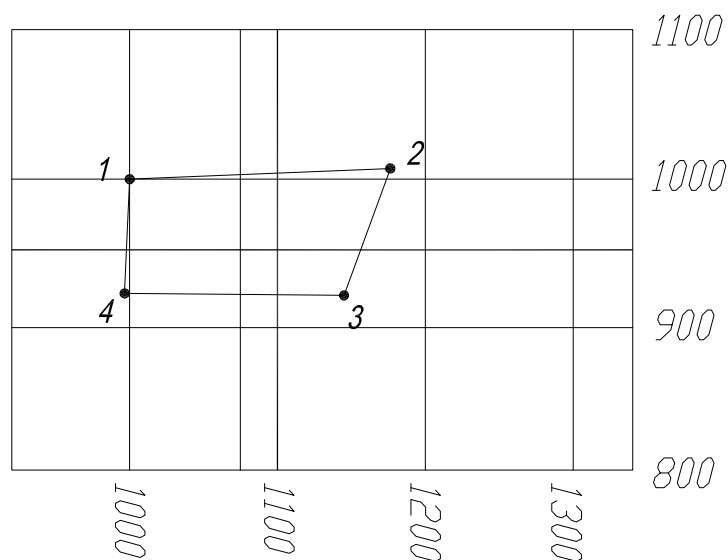
$$X_0 = \frac{\sum X_i}{n}, \quad Y_0 = \frac{\sum Y_i}{n}; \quad (3.1)$$

де  $X_i, Y_i$  – координати точок теодолітного ходу.

Наприклад, для відомості координат, табл. 2.7, маємо наступні середні координати:  $X_0=963$  м,  $Y_0=1079$  м. Ці координати округлюються до 100м. Одержуємо для даного прикладу наступні округлені координати середніх ліній координатної сітки:

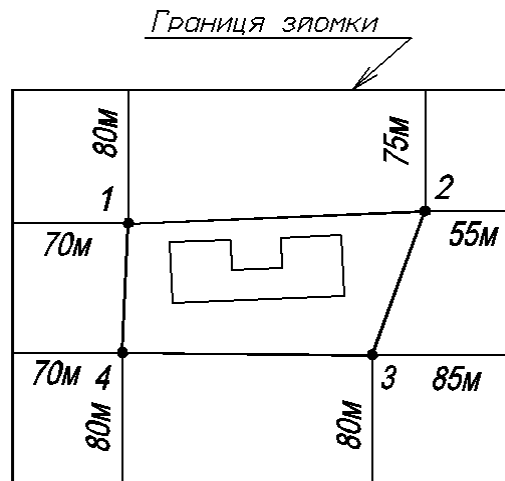
$$X_0=1000\text{м}, \quad Y_0=1100\text{м}$$

На основі цих координат оцифруються всі лінії координатної сітки, рис. 3.2.



**Рис. 3.2 - Цифрування координатної сітки**

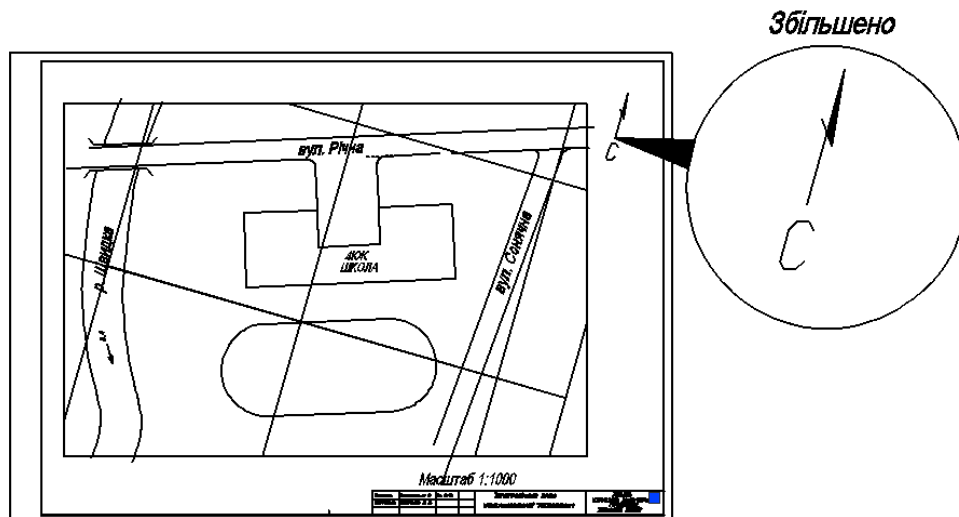
На око по координатах наносяться точки теодолітного ходу. Згідно з рис. 3.3 проводиться границя зйомки.



**Рис. 3.3 - Границя зйомки**

Виходячи із цієї границі оцінюється розміщення плану на ватмані. Якщо план не міститься на ватмані, то цифрування сітки коректується.

Якщо план не вписується в зазначений формат, то використовується формат А-2 або план розвертається таким чином, щоб він увійшов у границі аркуша формату А-3. При цьому в правому верхньому куті обов'язково треба показати напрямок на північ, рис. 3.4.

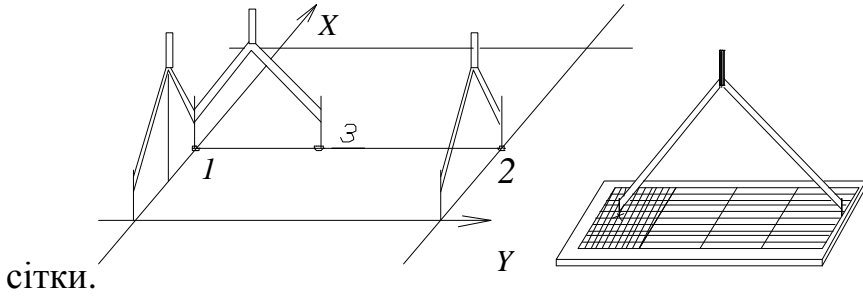


**Рис. 3.4 - Розміщення плану на аркуші ватману**

### 3.4 Накладка точок теодолітного ходу

Після розбивки координатної сітки і її цифрування виконується накладка точок планово-висотного обґрунтування, які повинні бути нанесені з точністю порядку 0.3мм. Для забезпечення заданої точності застосовується масштабна лінійка й циркуль-вимірник, рис. 3.5. Циркулем-вимірником від лінії сітки по осі  $X$ , у межах одного квадрату, відкладається відстань, яка дорівнює різниці координати  $X$  точки накладки й молодшого значення найближчої до точки, що накладається, лінії координатної сітки. Отримана точка закріплюється уколom (точка 1, рис.3.5). Аналогічно наноситься точка по другій стороні квадрату, точка 2. З'єднуються точки 1 і 2 допоміжною лінією. По цій лінії відкладається відрізок, рівний різниці значенням координат  $Y$ , точки що накладається й

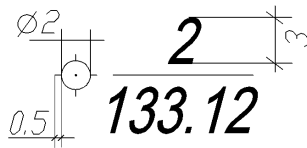
молодшого значення найближчої до точки, що накладається, лінії координатної



сітки.

**Рис. 3.5 - Накладка точок планово-висотного обґрунтування**

Точка обґрунтування позначається умовним знаком, наведеним на рис. 3.6.



**Рис. 3.6 - Умовна позначення точки планово-висотного обґрунтування**

Контролем правильності накладки точок обґрунтування буде рівність (у межах графічної точності плану 0.4мм) відстаней між суміжними точками обґрунтування, обмірюваними за планом, і виписаними з відомості обчислень координат з урахуванням масштабу плану.

### 3.5 Складання плану теодолітної (контурної) зйомки

Теодолітна (контурна) зйомка - це тільки планова лінійно-кутова зйомка без зйомки рельєфу.

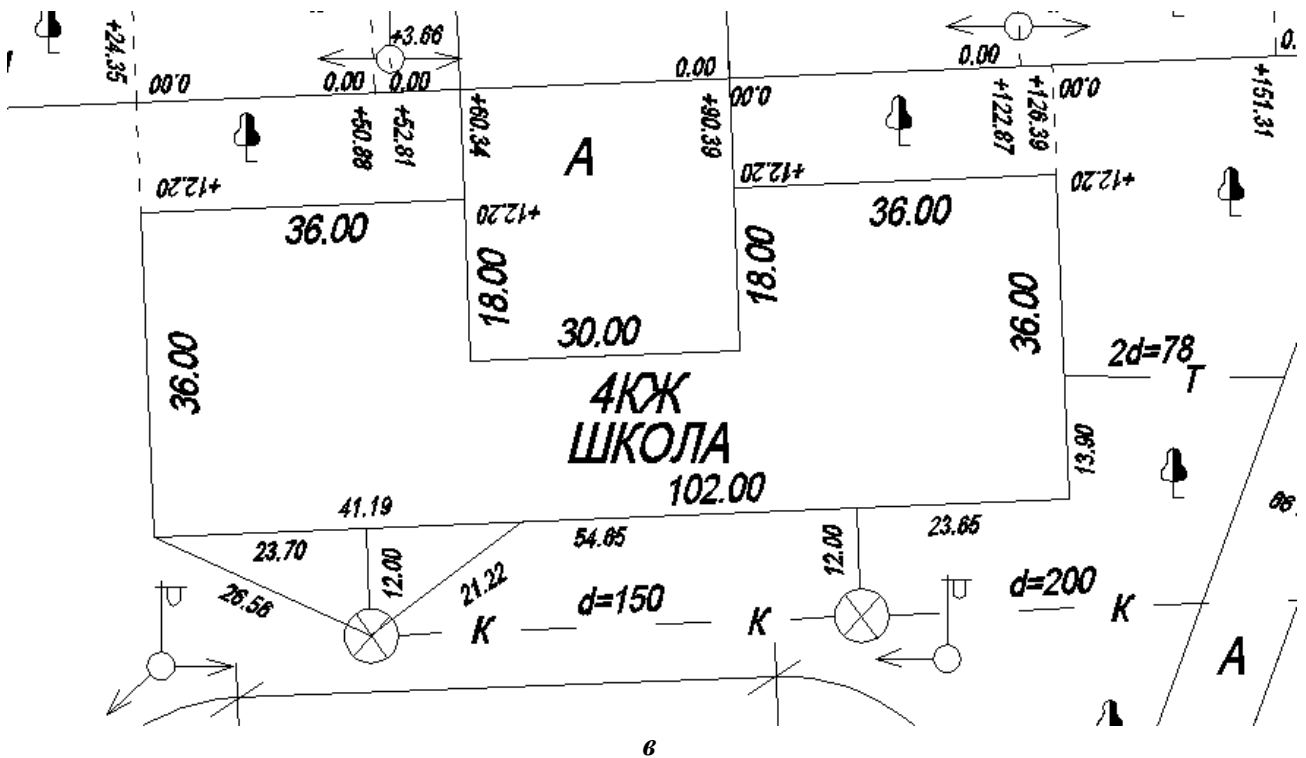
Початковими документами для складання плану теодолітної зйомки є план з нанесеними точками обґрунтування й абрис теодолітної зйомки, додаток Є.

Послідовність накладки ситуації наступна:



a

**Рис. 3.7 - Складання плану теодолітної зйомки**



**Продовження рис. 3.7**

- 1) по лінії 1-2 будуються точки, підстави перпендикулярів; від цих точок по перпендикулярних напрямках по розмірах будується дорога, водопровід, кути фасаду будинку, рис. 3.7а;
- 2) аналогічно виконуються побудови щодо лінії 2-3, рис. 3.7б;
- 3) побудова плану завершується нанесенням елементів ситуації по лінійних розмірах (школа, дорога), рис. 3.7в;
- 4) план викреслюється в умовних знаках, додаток Л.  
Зразок плану теодолітна зйомка наведено на рис.3.8.

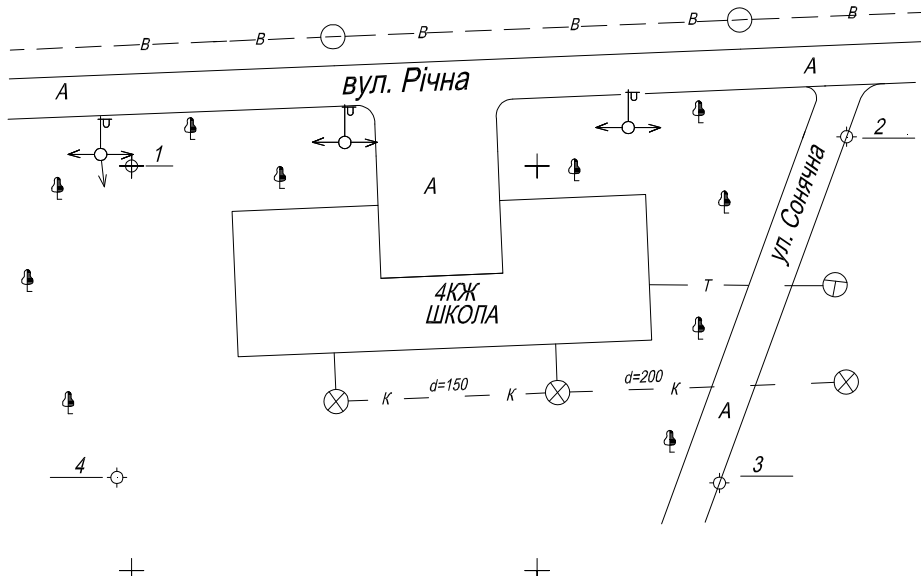


Рис. 3.8 - План теодолітної зйомки

### 3.6 Складання плану нівелірної зйомки

Нівелірна зйомка - це зйомка при якій планове положення об'єктів визначається контурами, поперечниками або вершинами квадратів (прямокутників), а позначки - геометричним нівелюванням. У нашому випадку положення пікетних точок визначається контурами плану.

У відповідність із номерами пікетів, наведеними на абрисі зйомки, додаток Ж, на план з журналу нівелювання, табл. 2.9, записуються позначки пікетів. Зразок плану нівелірної зйомки наведений на рис. 3.9.

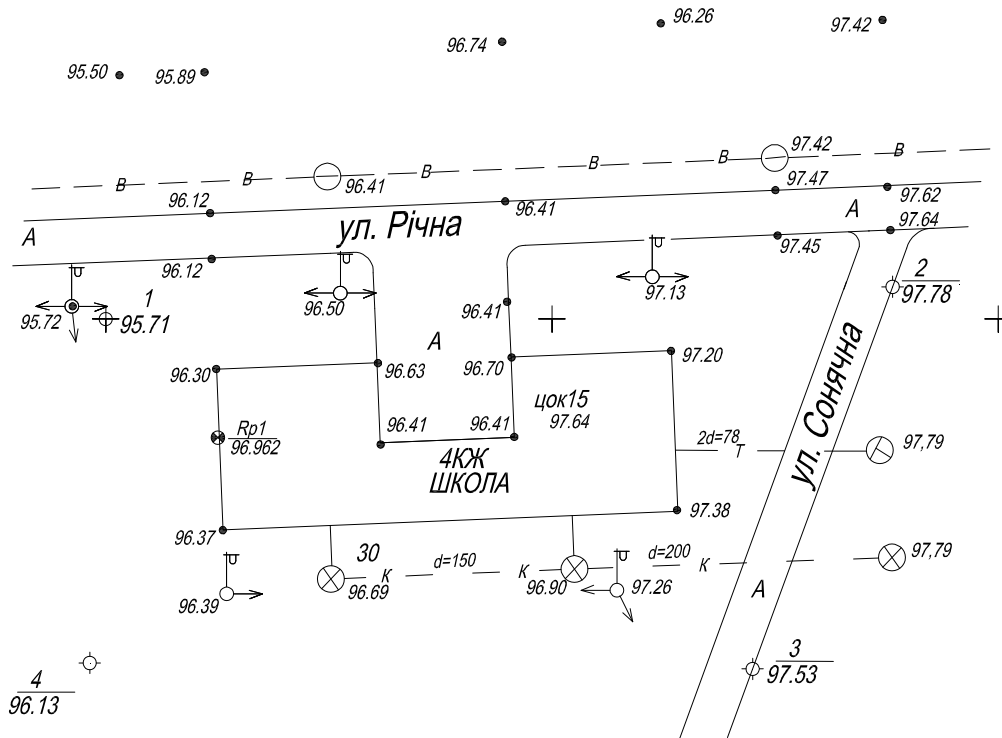


Рис. 3.9 - План нівелірної зйомки

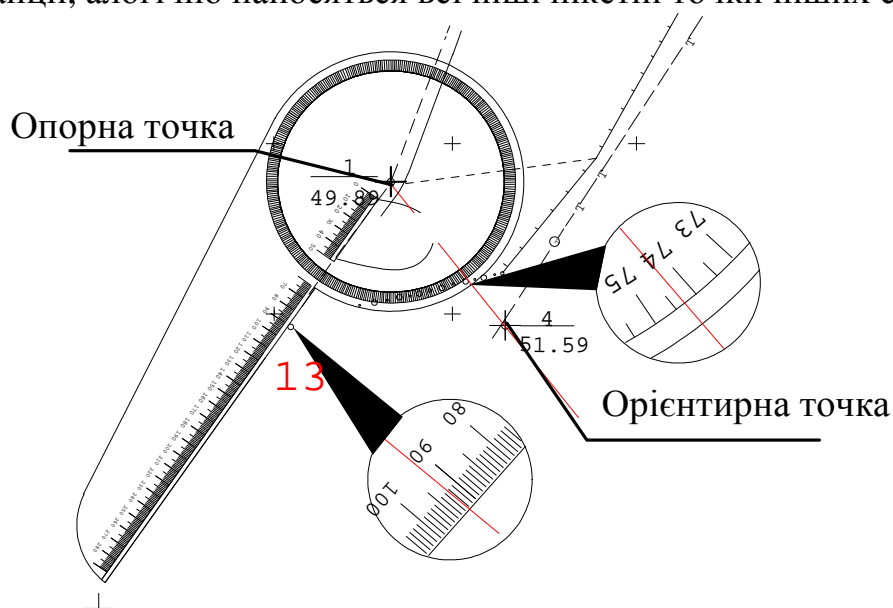
### 3.7 Складання плану тахеометричної зйомки

У тахеометричній зйомці положення характерних точок ситуації й рельєфу визначається полярними координатами, наведеними в тахеометричному журналі, а позначки – тригонометричним нівелюванням. Ці точки наносяться за допомогою спеціального кутового транспортера - тахеографа, рис. 3.11.

Початковими матеріалами для складання плану тахеометричної зйомки є: абрис тахеометричної зйомки, додаток И, оброблений журнал тахеометричної зйомки, зразок якого наведений у табл. 2.9.

На плані проводиться допоміжна лінія, що з'єднує опорну й орієнтирну точку, наприклад точка 1 (опорна точка) і точка 4 (орієнтирна точка). В опорну точку вставляється голка й на неї одягається тахеограф, рис. 3.11.

Розвертається тахеометр таким чином, щоб відлік по його кутовій шкалі, зроблений від лінії 1-4, рис. 3.11, був дорівнює горизонтальному куту на задану пікетну точку ( $74^{\circ} 30'$ ). По лінійці відкладається задана відстань ( $92.3\text{мм} - 92.3\text{м}$ ) і робиться укол. Одержуємо необхідну пікетну точку. Ставиться номер пікету й аналогічно накладаються інші точки. Після завершення накладки точок на першій станції, алогічно наносяться всі інші пікетні точки інших станцій.

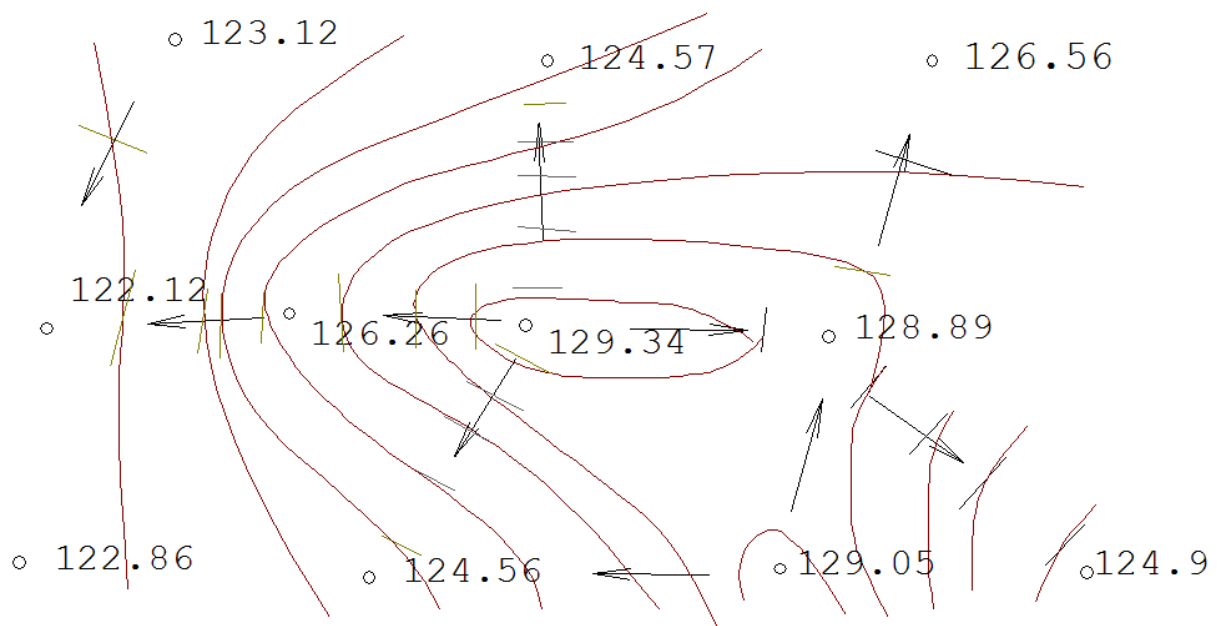


**Рис. 3.10 - Накладка точок по полярних координатах**

Керуючись абрисом тахеометричної зйомки, додаток И, будується ситуація. З журналу тахеометричної зйомки, табл. 2.9, вибираються відповідні позначки пікетів, які записуються на план замість їхніх номерів.

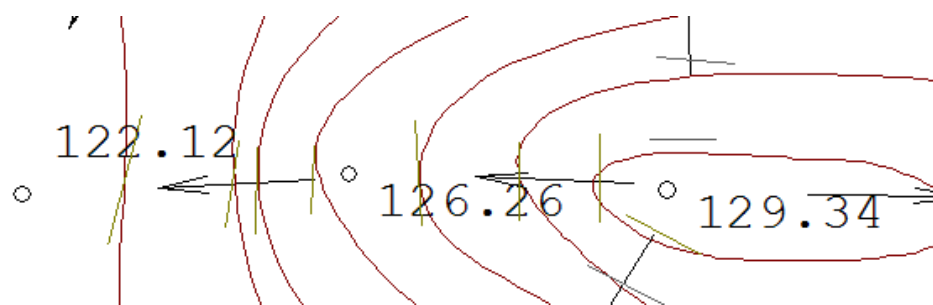
### 3.8 Проведення горизонталей

Розглянемо методику проведення горизонталей. Є ряд пікетних точок, рис. 3.11.



**Рис. 3.11 - Попереднє проведення горизонталей**

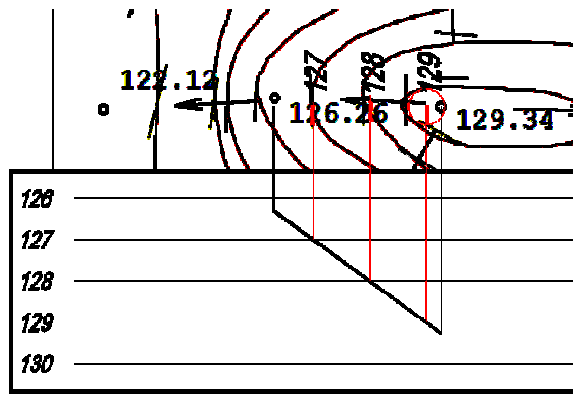
По позначках пікетів визначається форма рельєфу. У даному чітко проглядаються дві вершини (129.34м і 129.05м) і схили, що відходять від цих вершин. Таким чином, представлений на рис. 3.11, рельєф є сідловиною. Стрілками показуються напрямки схилів. Між суміжними пікетними точками проводяться ризики, відповідні до позначок кратним висоті перетину рельєфу (у цьому випадку 1м). Так на рис. 3.12 між точками 129.34 м і 126.26 м маємо точки 127 м, 128 м, 129 м. Через ці точки будуть проведені відповідні горизонталі. З'єднавши точки з рівними позначками, одержимо зображення рельєфу, рис. 3.12.



**Рис. 3.12 - Наближена інтерполяція горизонталей**

Остаточне уточнення положення горизонталей і їх згущення виконується на основі графічної інтерполяції за допомогою палетки.

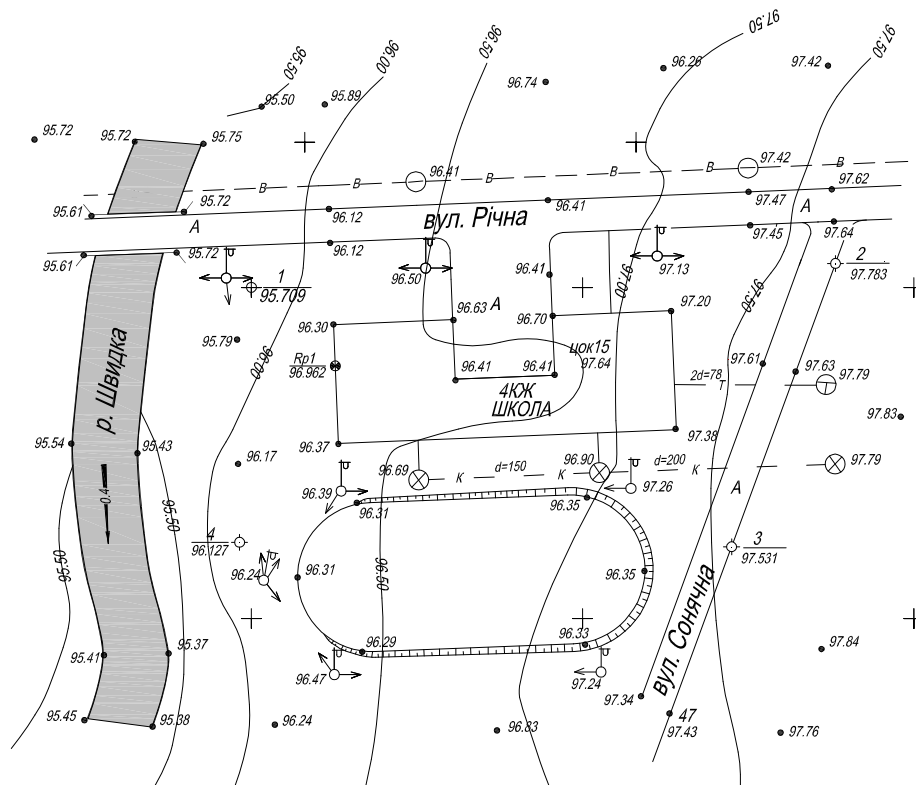
На аркуші паперу (можна взяти міліметрівку) розміром порядку 10 на 10 см, рис. 3.13, проводяться горизонталі лінії, які цифруються згідно з діапазоном позначок точок плану.



**Рис. 3.13 - Палетка**

Отримана палетка прикладається до двох точок, між якими необхідно провести горизонталі. Від цих точок на палетку опускаються два перпендикуляри, довжина яких відповідає позначкам цих точок. Кінці перпендикулярів з'єднуються прямою лінією. Проекції на план точок перетинання ліній, що з'єднують два перпендикуляри з горизонтальними лініями палетки дадуть точки проходження відповідних горизонталей.

Зразок плану з попередніми, проведеними на око, горизонтальми, наведений на рис. 3.14. На цьому малюнку в технологічних цілях горизонталі проведені по будинкові, дорогах та ін. Горизонталі проведені через 0.5м.



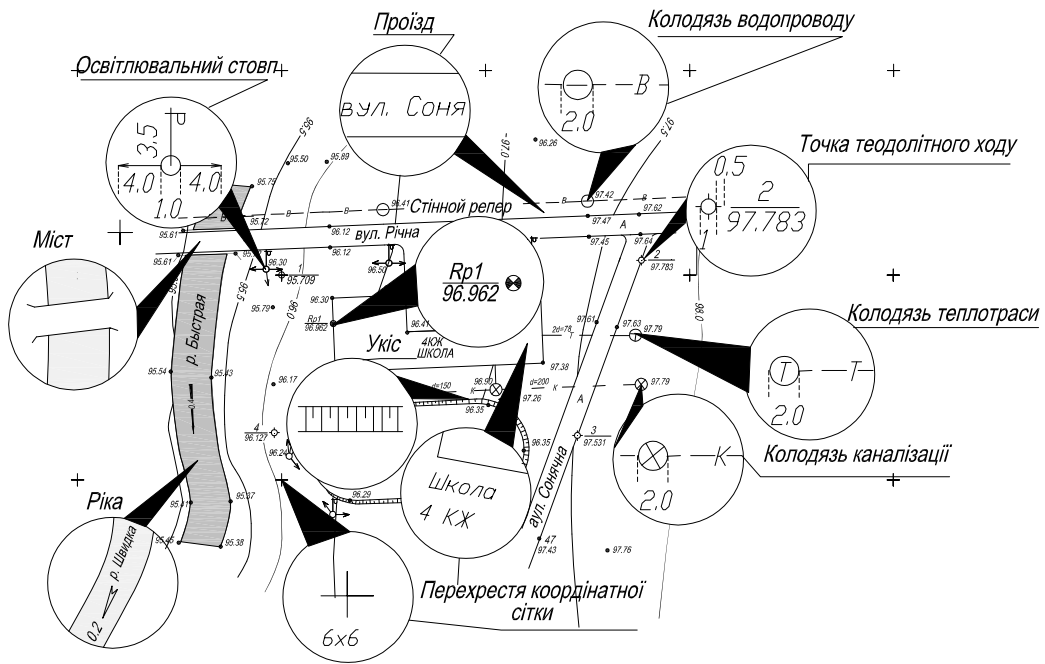
**Рис. 3.14 - Попереднє проведення горизонталей**

### 3.9 Остаточне оформлення плану

Після складання контурного, нівелірного й тахеометричного планів ми одержимо план комбінованої зйомки.

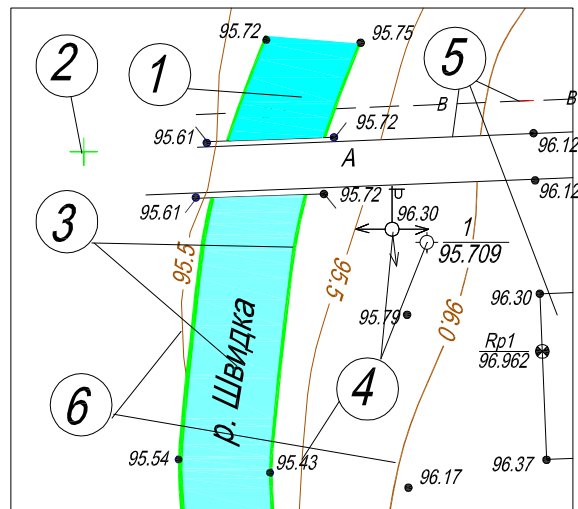
План викреслюється у відповідність із умовними знаками, наведеними на рис. 3.15 і в додатку М.





**Рис. 3.15 - Умовні знаки**

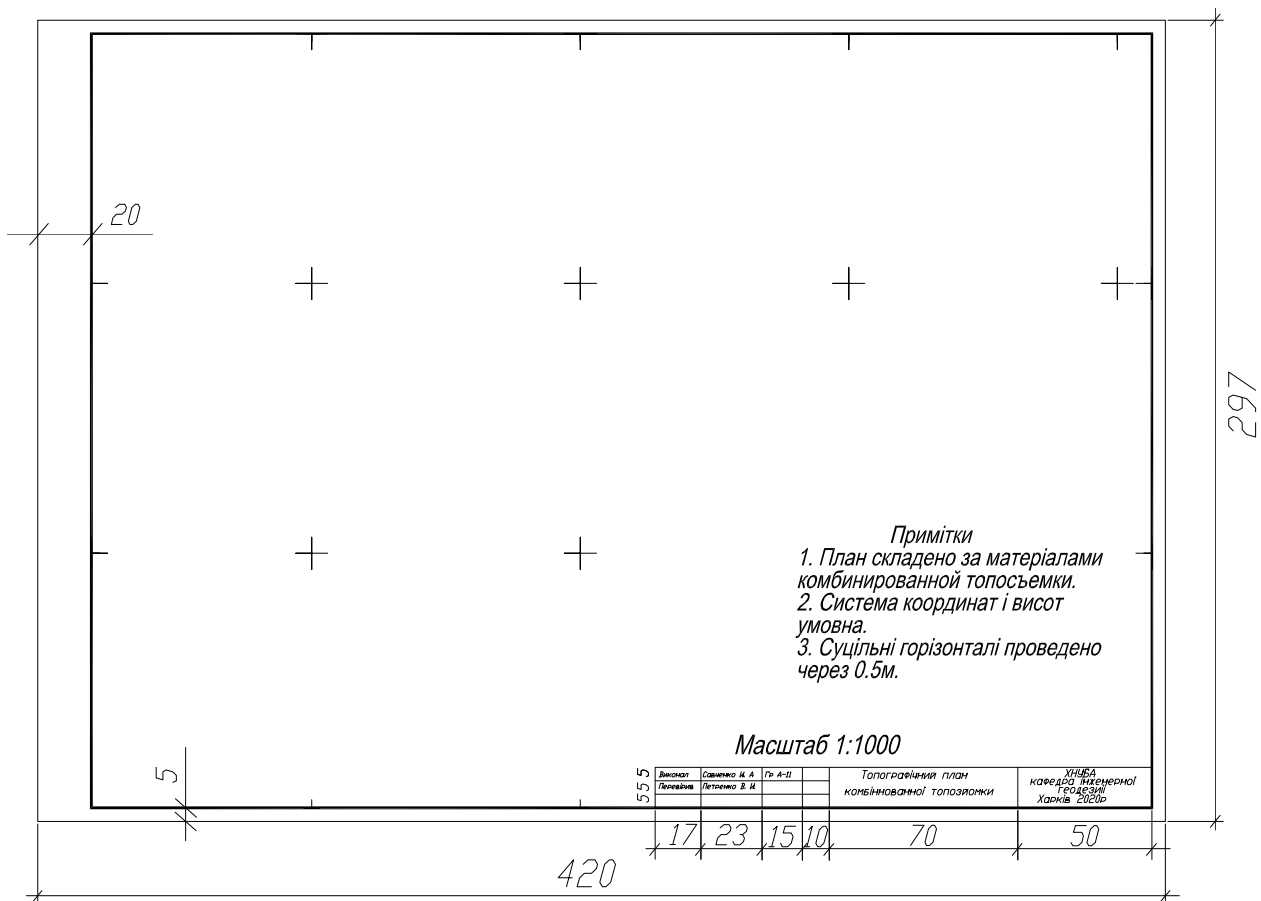
Креслення плану здійснюється олівцем. Якщо план викреслюється тушшю, то порядок креслення повинен бути наступний, рис. 3.16:



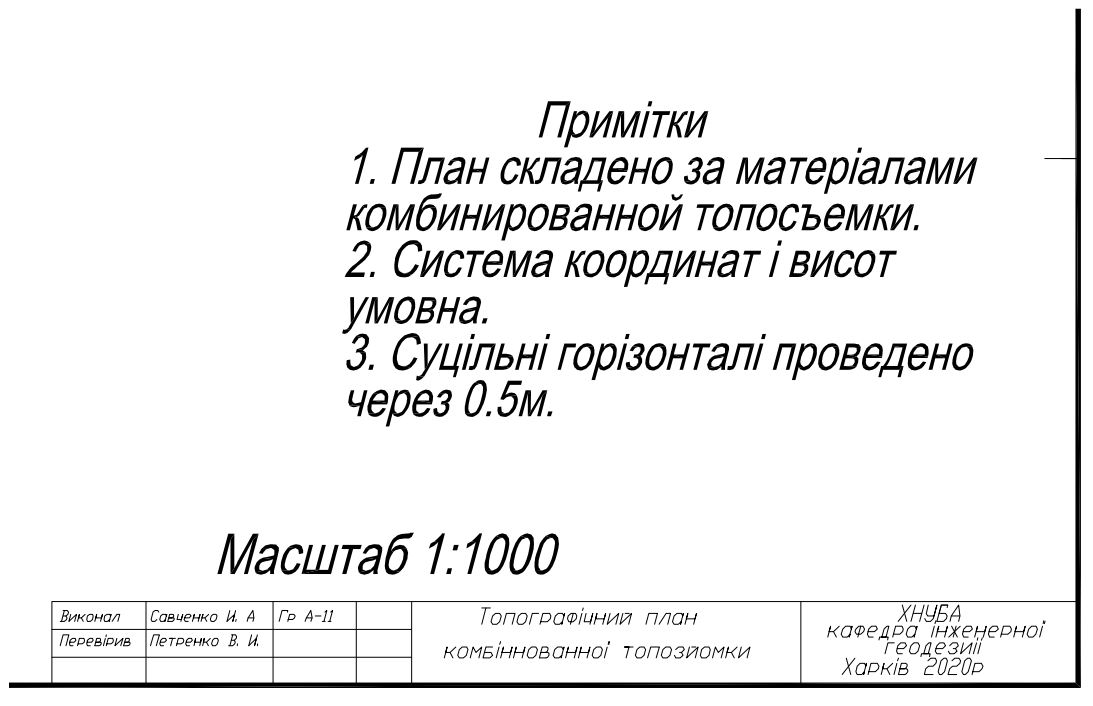
**Рис. 3.16 - Порядок оформлення плану**

- 1) виконується відмикання ріки;
- 2) обводяться перетинання координатної сітки, точки обґрунтування, службові написи;
- 3) наноситься берегова лінія ріки й назва ріки;
- 4) наносяться крапкові об'єкти;
- 5) наносяться комунікації й уся інша ситуація;
- 6) викреслюється рельєф.

Виконується зарамкове оформлення, заповнюється штамп і примітки, рис. 3.17 і рис. 3.18.



**Рис. 3.18 - Зарамкове оформлення плану**

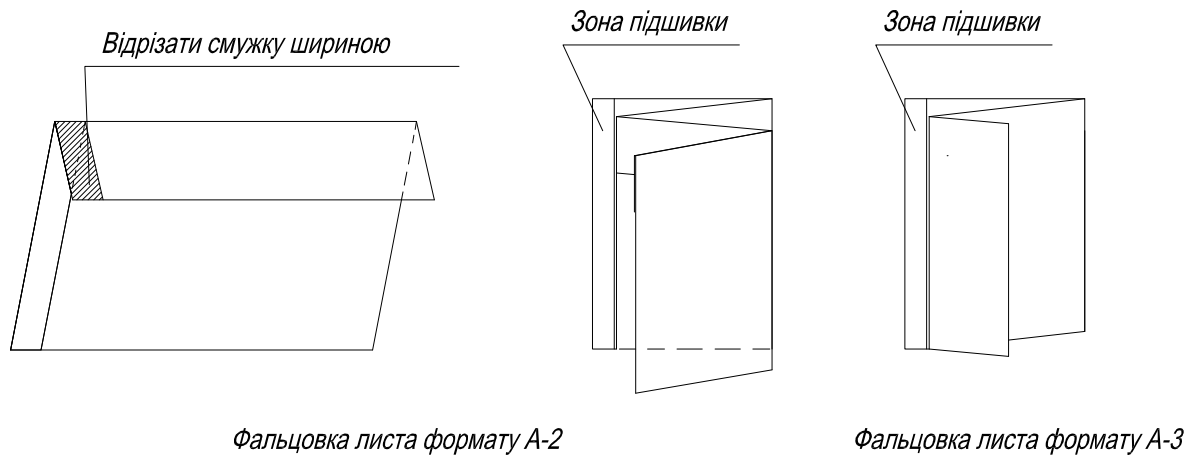


**Рис. 3.19 - Підписи плану**

Зразок завершеного плану комбінованої зйомки наведений у додатку Н.

### 3.10 Остаточне оформлення розрахунково-графічних робіт

Розрахункова частина розрахунково-графічної роботи оформляється на спеціальному бланку, який можна одержати на кафедрі. Крім бланка на кафедрі можна одержати зразок виконання роботи в електронному або паперовому варіантах. У бланк вклеюється спеціально суєвірний план, методика фальцювання креслень наведена на рис. 3.21.



**Рис. 3.20 - Фальцювання плану**

## ВИСНОВОК

Розрахунково-графічні роботи виконуються студентами протягом усього навчального курсу «ГЕОДЕЗІЯ». Передбачається три смислові модулі.

- 1) Розв'язок завдань на картах.
- 2) Обробка польових журналів.
- 3) Складання топографічних планів.

Загальна оцінка даної роботи становить 1/3 загальної позначки курсу.

Критерій оцінювання роботи наступний:

**«відмінно»** – робота виконана акуратно, у повному обсязі й без помилок;

**«добре»** - робота виконана не акуратно, у повному обсязі й без помилок;

**«задовільно»** - робота виконана не акуратно, у повному обсязі, але з помилками;

**«не задовільно»** - робота виконана не акуратно, не в повному обсязі, і з помилками.

При не задовільній оцінці робота не зараховується, студентіві пропонується виконати цю роботу повторно.

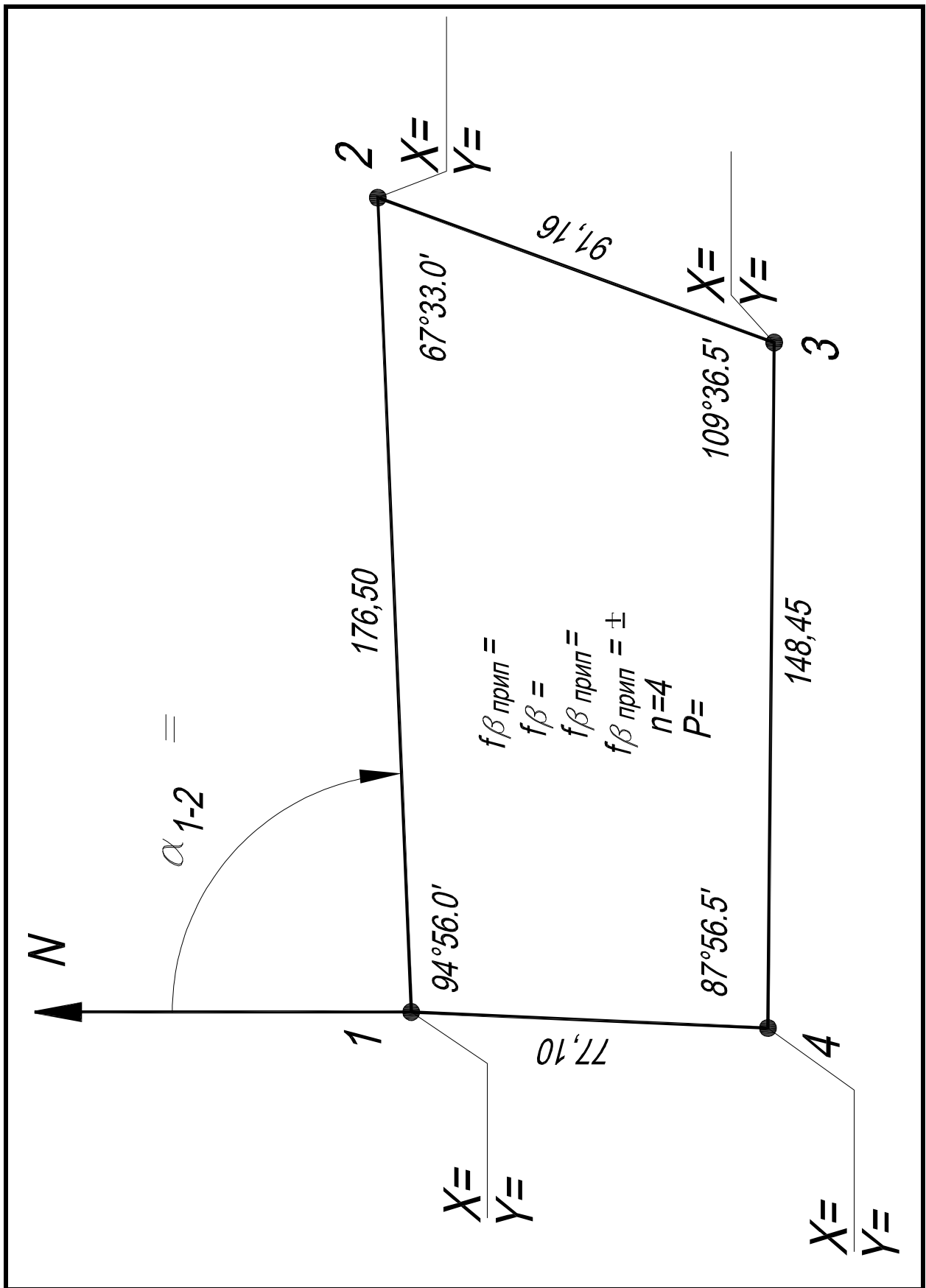
**ДОДАТОК А**  
**Журнал виміру горизонтальних кутів і відстаней**

Дата 5 червня 2020р.

Виконавець Стасишин П.А.

Точка установк. теодол.	Точка візуван	Відлік по горизонтальному куту °	Вимірний кут ° ,	Середній кут ° ,	Відстань м
	4	122 14,0			4-1
1КЛ					77,12
	2	27 18,0			77,08
	4	260 38,0			
1КП					
	2	165 42,0			
	1	100 18,0			1-2
2КЛ					176,54
	3	32 44,5			176,46
	1	189 43,5			
2КП					
	3	122 11,0			
	2	194 03,0			2-3
3КЛ					91,18
	4	84 27,0			91,17
	2	10 17,0			
3Кп					
	4	260 41,0			
	3	167 56,0			3-4
4КЛ					148,46
	1	79 59,0			148,45
	3	111 15,0			
4КП					
	1	23 19,0			

ДОДАТОК Б  
Схема геодезичного ходу



## ДОДАТОК В

### Відомість обчислення координат

№ тчк	Вимірян кут, °, ′, ″	Виправлений кут, °, ′, ″	Дирекційний кут, °, ′, ″	Відстс. м.	Вируховані прирости в м		Виправлені прирости в м		Координати, м		
					ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y	
1											
2	67 33,0			176,50							
3	109 36,0			91,16							
4	87 56,5			148,46							
1	94 56,0			77,10							
2											
<b>360 01.5</b>					$f_x =$	$f_y =$	$\Sigma \Delta X =$	$\Sigma \Delta Y =$			

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = ;$$

$$\frac{f_s}{S} = \frac{1}{P} \cdot \frac{1}{f_s} \leq \frac{1}{2000}$$

$$\Sigma \beta_{\text{одер}} =$$

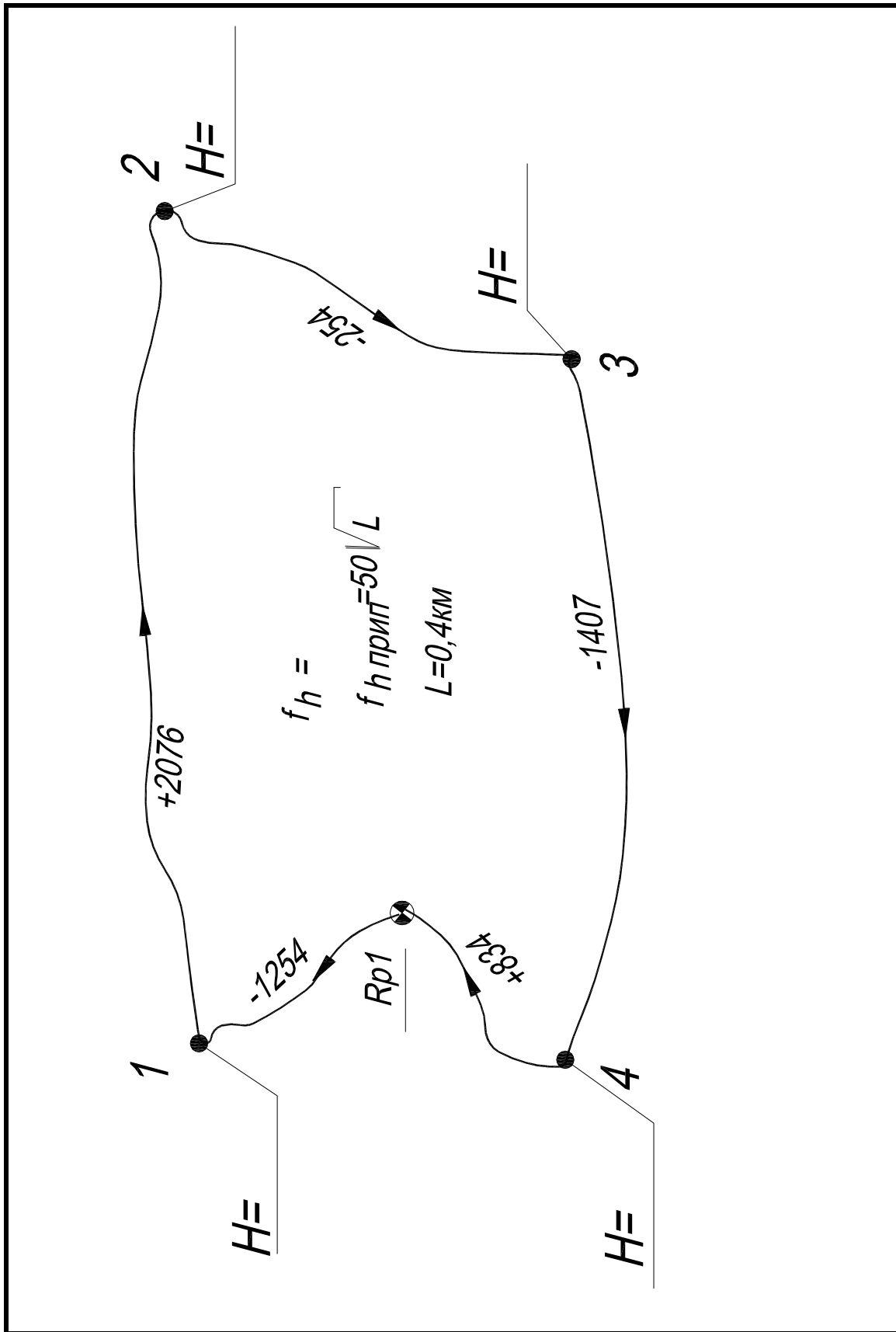
$$\Sigma \beta_{\text{пор}} =$$

$$f\beta =$$

$$\Sigma \beta_{\text{прш}} = 1' \sqrt{n}$$

# ДОДАТОК Г

## Схема нівелювання точок теодолітного ходу





## ДОДАТОК Д

**Журнал нівелювання точок теодолітного ходу й нівелірної зйомки**

Дата 21 червня 2020 р.

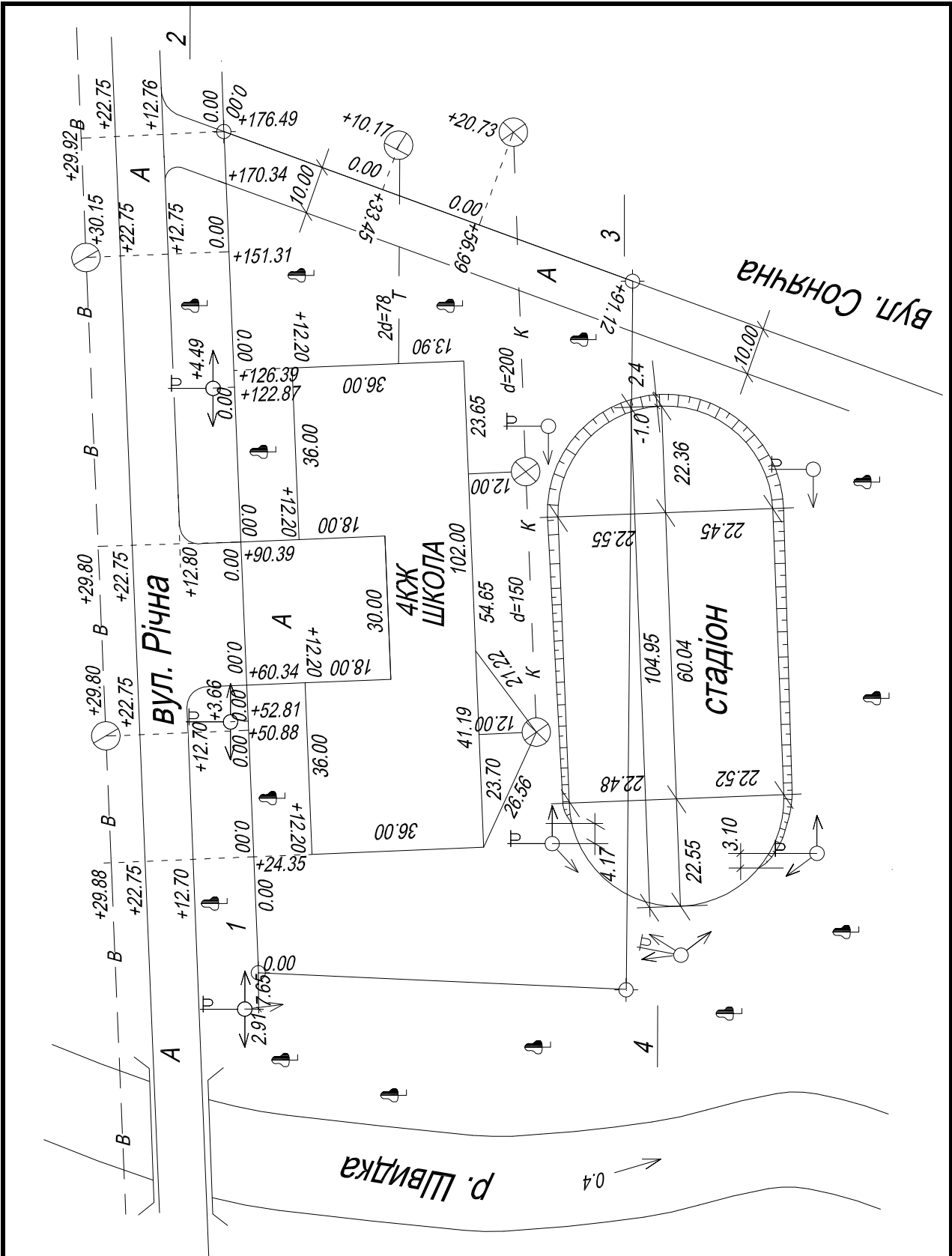
Виконавець Петренко А. А.

№ ст	№ точ	Відліки по рейках			Перевищення			Позначки	
		задн	передн	проміж	обчисл	середн	виправ	ГІ	точок
1	Rp1	384	1636		-1252	1			
		5168	6424		-1256	-1254			
	T1	4784	4788						
	1			1043					
	2			841					
	3			1460					
	4			1225					
	5			1228					
	6			939					
2	T1	2639	563		2076	1			
		7424	5348		2076	2076			
	T2	4785	4785						
	7			1853					
	8			1723					
	9			1940					
	10			1939					
	11			1647					
	12			1941					
	13			1938					
	14			1604					
3	T2	1548	1801		-253	1			
		6335	6590		-255	-254			
	T3	4787	4789						
	15			1693					
	16			3078					
	17			1916					
	18			2201					
	19			1914					
	20			1866					
	21			1713					
	22			1697					
	23			1884					
	24			2131					
	25			1961					
	26			1547					
	27			1544					
4	T3	635	2044		-1409	1			
		5419	6824		-1405	-1407			
	T4	4784	4780						
	28			906					
	29			1277					
	30			1483					
5	T4	1823	987		836	1			
		6604	5772		832	834	835		
	Rp1	4781	4785						
	31			1559					
	32			1582					
		37979	37989		-10	-5	0		
			-10						

$$f_h = -5 \text{ мм};$$

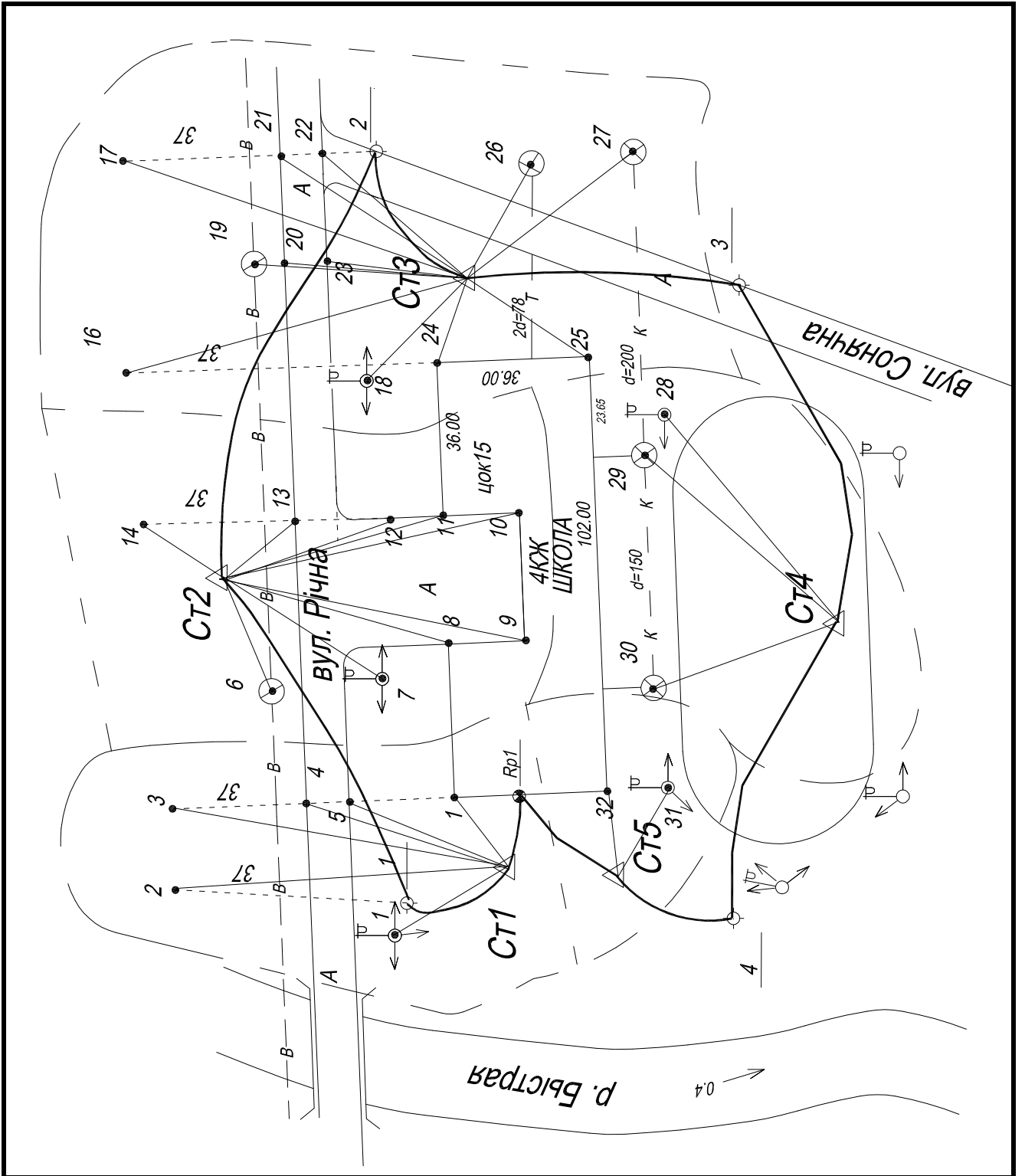
$$fh_{\text{доп}} = 50\sqrt{L} = 50 \times \sqrt{2} = 35 \text{ мм}$$

**ДОДАТОК Е**  
**Абрис теодолітної (контурної) зйомки**



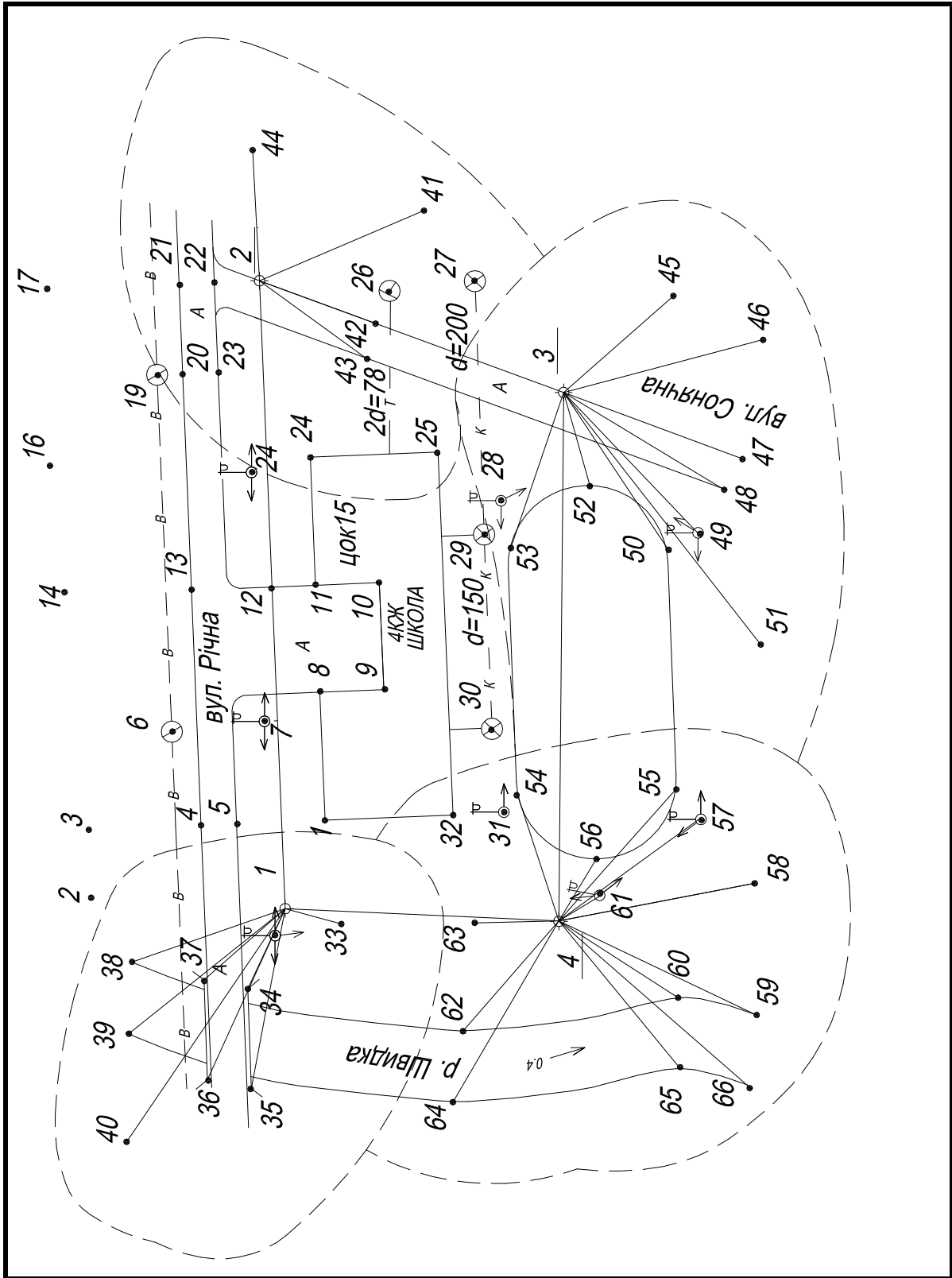
# ДОДАТОК Ж

## Абрис нівелірної зйомки



## ДОДАТОК И

### Абрис тахеометричної зйомки



## ДОДАТОК К

### Журнал тахеометричної зйомки

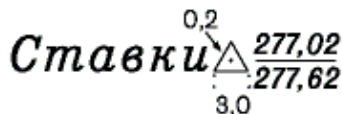

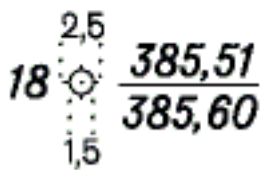
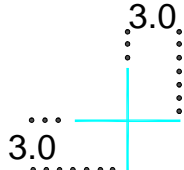
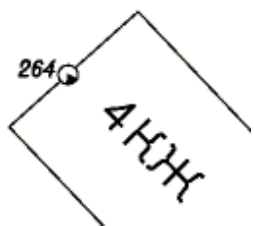
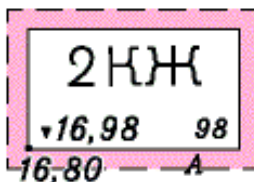
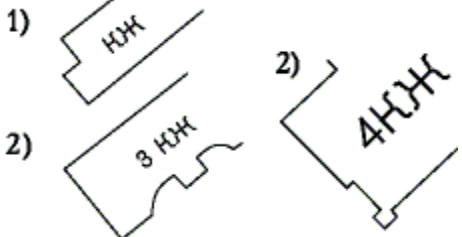
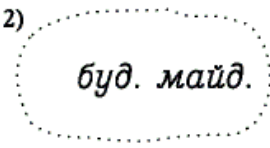
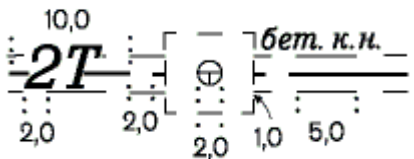
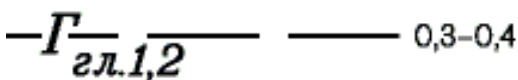
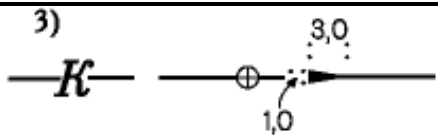
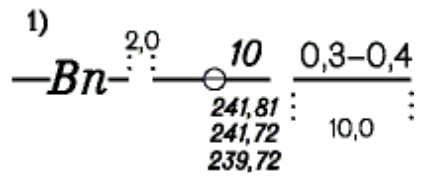
Дата 6.06.2010

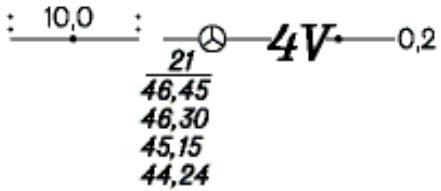
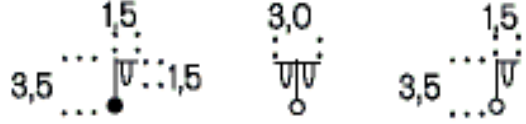
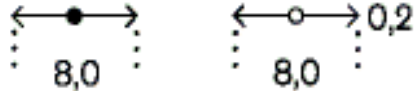
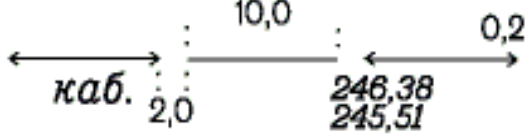
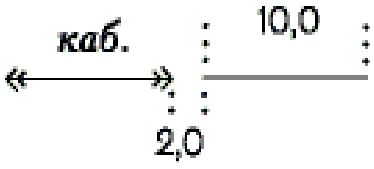





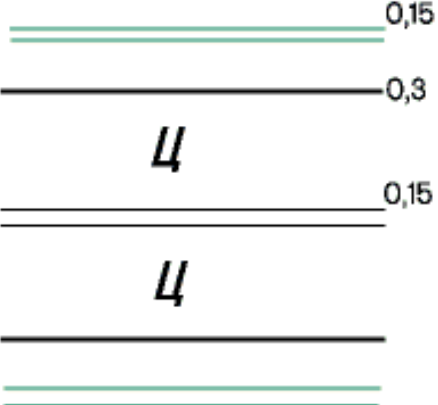

Виконавець Стасишин П.

№ пікету	Далеком. відстан, D, м	Відлік. ГК °'	Відлік. ВК °'	Кут нахилу, v °'	Горизон. пролож. S, м	Перевищення. h, м	Познач. Н, м	Примітки
<b>Станція № 1 i=1.45 MO = +1'</b>				<b>H<sub>см</sub>=95.71</b>				
T4	77.10	0°00'	Л 0 20.5'	0 19.5	77.10	+0.42	96.13	
			П-018.5'					
33	16,39	12 49,6	0 18,0	0 17,0	16,39	0,08	95,79	рельєф
34	24,88	112 39,2	0 02,5	0 01,5	24,88	0,01	95,72	міст
35	51,43	98 10,6	-0 06,0	-0 07,0	51,43	-0,1	95,61	-,-
36	52,87	111 55,1	-0,055	-0 06,5	52,87	-0,1	95,61	-,-
37	30,48	136 12,4	0 02,0	0 01,0	30,48	0,01	95,72	-,-
38	45,78	158 16,7	0 04,0	0 03,0	45,78	0,04	95,75	рельєф
39	56,55	138 52,6	0 07,0	0 06,0	56,55	0,01	95,72	-,-
40	79,28	121 42,2	0 01,5	0 00,5	79,28	0,01	95,72	рельєф
T2	176,50	94 55,4	0 41,5	0 40,5	176,49	2,07	97,78	
T4	77.10	0°01'	Л 0°20.5'	0°19.5'	77.10	+0.42	96.13	
			П-0°18.5'					
<b>Станція № 2 i=1.28 MO = +1'</b>				<b>H<sub>см</sub>=97.78</b>				
T1	176,50	0	Л - 0 39,5	- 0 40,5	176,49	-2,07	95,71	
			П +0 40,5					
41	50,31	249 15,6	0 04,5	0 03,5	50,31	0,05	97,83	рельєф
42	34,83	292 28,9	-0 14,0	-0 15,0	34,83	-0,15	97,63	бордюр
43	37,40	308 17,4	-0 16,0	-0 16,0	37,4	-0,17	97,61	-,-
44	36,84	246 49,8	0 31,0	0 30,0	36,84	0,32	98,1	рельєф
T3	91,16	249 15,6	-0 08,5	-0 09,5	91,16	-0,25	97,53	
T1	176,50	0	Л - 0 39,5	- 0 40,5	176,49	-2,07	95,71	
			П +0 40,5					
<b>Станція № 3 i=1.15 MO = +1'</b>				<b>H<sub>см</sub>=97.53</b>				
T2	91,16	0	Л 0 10,5	0 09,5	91,16	0,25	97,78	
			П -0 08,5					
45	41,06	118 36,7	0 27,0	0 26,0	41,06	0,31	97,84	рельєф
46	58,11	145 06,8	0 15,0	0 14,0	58,11	0,23	97,76	-,-
47	53,76	179 47,9	-0 05,5	-0 06,5	53,76	-0,1	97,43	бордюр
48	52,85	191 01,4	-0 11,5	-0 12,5	52,85	-0,19	97,34	-,-
49	54,65	206 08,5	-0 17,0	-0 18,0	54,65	-0,29	97,24	стовп осв
50	53,20	216 09,5	-1 16,5	-1 17,5	53,19	-1,2	96,33	стадіон
51	89,90	211 48,5	-0 26,0	-0 27,0	89,9	-0,7	96,83	рельєф
52	27,21	234 09,6	-2 28,0	-2 29,0	27,18	-1,18	96,35	стадіон


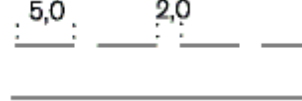





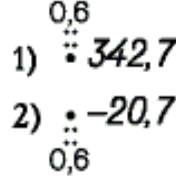


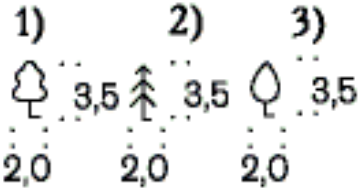

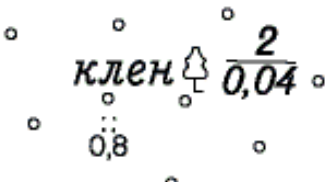
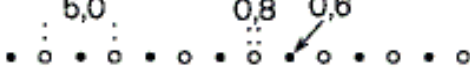
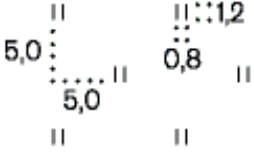
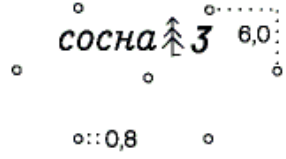
№ пікету	Далеком. відстан, D, м	Відлік. ГК	Відлік. ВК	Кут нахилу, $\nu$	Горизон. пролож. S, м	Перевищення. h, м	Познач. Н, м	Примітки
53	46,16	268 42,9	-1 27,0	-1 28,0	46,14	-1,18	96,35	-, -
T4	148,46	268 42,9	-0 31,6	-0 32,6	148,45	-1,41	96,13	
T2	91,16	0	Л 0 10,5	0 09,5	91,16	0,25	97,78	
			П -0 08,5					
Станція № 4 $i=1.25$ $MO = +1'$					$H_{cm}=96.13$			
T3	148,46	0	Л 0 33,0	0 32,0	148,45	1,4	97,53	
			П -0 31,0					
54	37,18	341 14,8	0 18,0	0 17,0	37,18	0,184	96,31	стадіон
55	49,37	41 10,8	0 12,5	0 11,5	49,37	0,164	96,29	-, -
56	20,34	30 41,6	0 32,0	0 31,0	20,34	0,184	96,31	-, -
57	48,65	53 34,4	0 25,5	0 24,5	48,65	0,344	96,47	стовп осе
58	56,13	78 38,9	0 08,0	0 07,0	56,13	0,114	96,24	рельєф
59	61,63	114 55,6	-0 42,5	-0 41,5	61,63	-0,746	95,38	урез
60	39,94	122 11,8	-1 04,0	-1 05,0	39,94	-0,756	95,37	-, -
61	13,31	58 19,6	0 30,5	0 29,5	13,31	0,114	96,24	стовп осе
62	40,92	220 34,0	-0 27,5	-0 58,5	40,92	-0,696	95,43	урез
63	23,76	268 04,4	0 07,4	0 06,4	23,76	0,044	96,17	рельєф
64	58,82	209 50,4	-0 33,0	-0 34,0	58,82	-0,586	95,54	урез
65	53,70	139 58,6	-0 45,0	-0 46,0	53,7	-0,716	95,41	-, -
66	71,40	130 30,5	-0 31,5	-0 32,5	71,4	-0,676	95,45	-, -
T1	77,10	87 56,6	0 19,5	0 18,5	77,1	-0,417	95,709	
T3	148,46	0	Л 0 33,0	0 32,0	148,45	1,4	97,53	
			П -0 31,0					

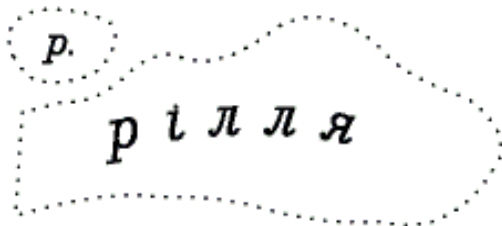
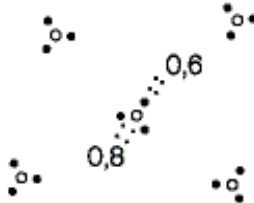
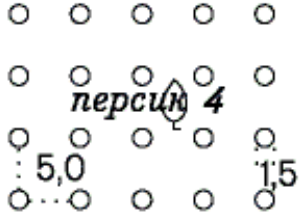
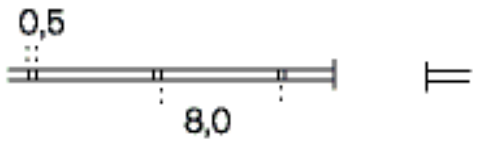
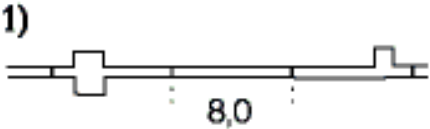
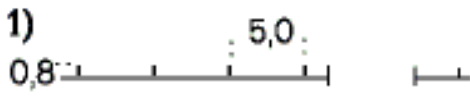
## ДОДАТОК Л Умовні знаки [2]

 <p style="text-align: center;"><b>Ставки</b></p> <p>Пункти геодезичної мережі. У чисельнику дроби позначка центру; у знаменнику - позначка землі; ліворуч від знака - назва пункту.</p>	 <p style="text-align: center;">Репер ґрунтовий</p>
 <p style="text-align: center;">Пункт знімального обґрунтування</p>	 <p style="text-align: center;">Перетинання ліній координатної сітки</p>
 <p style="text-align: center;">Репер стінний</p>	 <p style="text-align: center;">Вимощення будинків. Цифрами показанні позначка підлоги першого поверху, вимощення або землі.</p>
 <p style="text-align: center;">Дома житлові</p>	 <p style="text-align: center;">Будівельний майданчик</p>
 <p style="text-align: center;">Траса теплопостачання</p>	 <p style="text-align: center;">Газопровід</p>
 <p style="text-align: center;">Каналізація</p>	 <p style="text-align: center;">Водопровід</p>

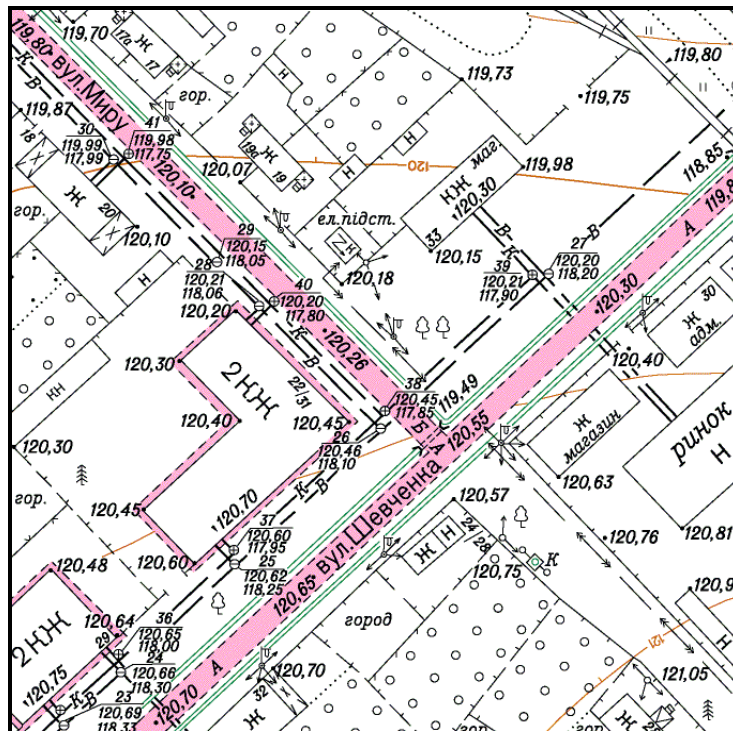
 <p>Кабель зв'язку</p>	 <p>Ліхтарі електричні на стовпах</p>
 <p>ЛЕП низької напруги</p>	 <p>Електрокабель підземний високої напруги</p>
 <p>Електрокабель підземний високої напруги</p>	 <p>Колодязь тепломережі</p>
 <p>Колодязь водопроводу</p>	 <p>Колодязь зливної каналізації</p>
 <p>Колодязь електромережі</p>	 <p>Колодязь каналізації</p>
 <p>Автомагістралі</p>	 <p>Автодороги із твердим покриттям</p>



 <p>Поліпшена ґрунтова дорога</p>	 <p>Ґрунтова дорога</p>
 <p>Горизонталі основні</p>	 <p>Підписи горизонталей</p>
 <p>Горизонталі стовщені</p>	 <p>Зображення елементів рельєфу</p>
 <p>Горизонталі проміжні</p>	 <p>Позначки рельєфу</p>
<p><i>скел.</i></p>  <p>Обриви скелясті</p>	 <p>Обриви земляні</p>
 <p>Дерева</p>	 <p>Зображення водойму</p>
 <p>Ліс листяний</p>	 <p>Смуги чагарників</p>
 <p>Трав'яниста рослинність</p>	 <p>Ліс хвойний</p>

 <p>Рілля</p>	 <p>Чагарники</p>
 <p>Фруктовий сад</p>	 <p>Огорожі кам'яний висотою до 1м з воротами</p>
 <p>Огорожі кам'яні, залізобетонні висотою більш 1м</p>	 <p>Огорожі дерев'яні</p>

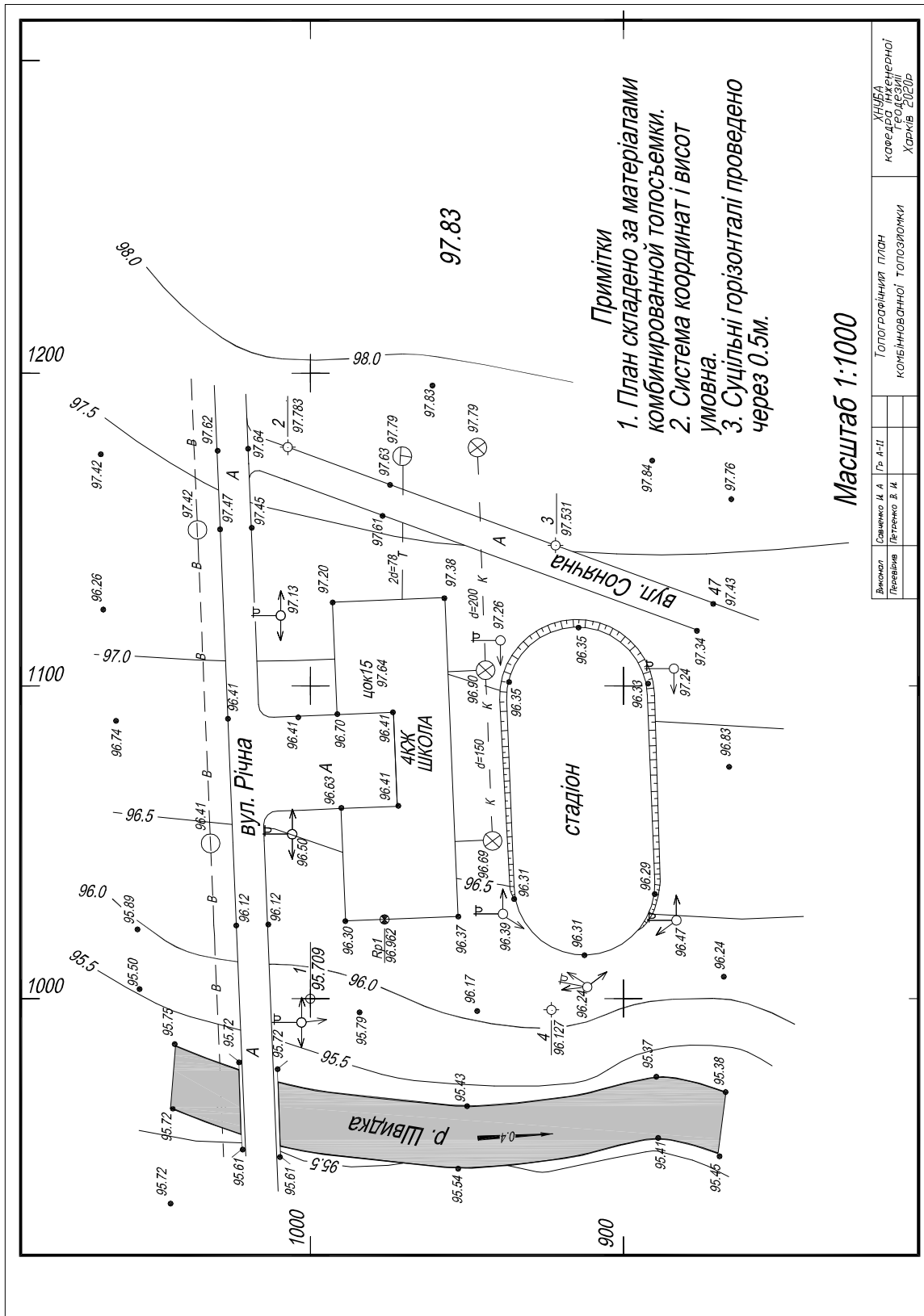
ворота



Фрагмент великомасштабного топографічного плану

# ДОДАТОК М

## План комбінованої топозйомки



## **СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ**

1. *Войтенко С. П. Інженерна геодезія: підручник// С.П. Войтенко. - К: Знання, 2009*
2. *Гайдай С.А., Защипась С.Я.і ін. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500./Міністерство екології й природних ресурсів України, 2001.*
3. *Криворучко В. Т. Комп'ютерний учбово-методичний комплекс по інженерній геодезії серія «Геодезія в архітектурі». Диск CD. - Харків: ХНУБА, 2017*
4. *Криворучко В. Т. Методичний посібник з геодезичної практики. - Харків: Вид-во ХНУБА, 2017*
5. *Криворучко В. Т. Інженерна геодезія. Серія «Геодезія в архітектурі»: Навчальний посібник для студентів спеціальності «Архітектура й містобудування». – Харків: Вид-во ХНУБА, 2017.*
6. *Криворучко В. Т. Звітний зошит для лабораторних робіт. - Харків: Вид-во ХНУБА, 2017*

Навчальне видання

Комп'ютерний учбово-методичний комплекс по інженерній геодезії. Серія «Геодезія в архітектурі». Методичний посібник для виконання розрахунково-графічних робіт з курсу «ГЕОДЕЗІЯ». Спеціальність «Архітектура й містобудування». - Харків: кафедра геодезії ХНУБА 2017 р.

Автор: Криворучко Володимир Тимофійович

Копіювання й розмноження без згоди автора заборонене

**Відповідальний за випуск Т. А. Наливайко**

За редакцією автора

План 2017 поз  
Електронне видання.

Подп.до друку

Зам. №

Безкоштовно

