

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання розрахунково-графічного завдання
з навчальної дисципліни

ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання спеціальності 191 – Архітектура та містобудування)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2024

Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічного завдання з навчальної дисципліни «Основи геодезії» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання спеціальності 191 – Архітектура та містобудування) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Т. А. Наливайко, О. Є. Поморцева, – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 81 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. Т. А. Наливайко,
канд. техн. наук, доц. О. Є. Поморцева

Рецензент

К. А. Мамонов, доктор економічних наук, професор кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 11 від 02.01.2024.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РГР № 1 РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЗА ТОПОГРАФІЧНОЮ КАРТОЮ.....	6
РГР № 2 СКЛАДАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЛАНУ ДІЛЯНКИ МІСЦЕВОСТІ.....	16
РГР № 3 СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ ДІЛЯНКИ МІСЦЕВОСТІ.....	24
РГР № 4 ПРОЄКТУВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА	32
РГР № 5 СКЛАДАННЯ ПРОФІЛЮ ТРАСИ АВТОДОРОГИ І ТРУБОПРОВОДУ ТА НАНЕСЕННЯ ПРОЄКТНОЇ ЛІНІЇ.....	35
РГР № 6 ПІДГОТОВКА ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИНЕСЕННЯ ПРОЄКТУ СПОРУДИ НА МІСЦЕВІСТЬ	43
ДОДАТОК А ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ РГР № 1 РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЗА ТОПОГРАФІЧНОЮ КАРТОЮ	49
ДОДАТОК Б СХЕМА ТЕОДОЛІТНОГО ХОДУ	50
ДОДАТОК Б.1 ЖУРНАЛ ВИМІРЮВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КУТІВ... 51	
ДОДАТОК Б.2 АБРИС ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ЗЙОМКИ	52
ДОДАТОК Б.3 ВІДОМІСТЬ ОБЧИСЛЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧОК ТЕОДОЛІТНОГО ХОДУ	53
ДОДАТОК Б.4 УМОВНІ ЗНАКИ ДЛЯ ТОПОГРАФІЧНИХ ПЛАНІВ МАСШТАБІВ 1 : 500 ТА 1 : 1 000	54
ДОДАТОК Б.5 ПЛАН ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ЗЙОМКИ.....	56
ДОДАТОК В СХЕМА НІВЕЛЮВАННЯ ТОЧОК ТЕОДОЛІТНОГО ХОДУ . 57	
ДОДАТОК В.1 ЖУРНАЛ НІВЕЛЮВАННЯ ТОЧОК ТЕОДОЛІТНОГО ХОДУ	58
ДОДАТОК В.2 СХЕМА РОЗБИВКИ І НІВЕЛЮВАННЯ МАЙДАНЧИКА ЗА КВАДРАТАМИ.....	59
ДОДАТОК В.4 ЖУРНАЛ ТАХЕОМЕТРИЧНОЇ ЗЙОМКИ.....	61
ДОДАТОК В.5 АБРИС ТАХЕОМЕТРИЧНОЇ ЗЙОМКИ	62
ДОДАТОК В.6 ПЛАН НІВЕЛІРНОЇ ЗЙОМКИ	63
ДОДАТОК В.7 ПЛАН ТАХЕОМЕТРИЧНОЇ ЗЙОМКИ	64
ДОДАТОК В.8 ПЛАН ТОПОГРАФІЧНОЇ ЗЙОМКИ	65
ДОДАТОК В.9 ЗАРАМКОВЕ ОФОРМЛЕННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ	66
ДОДАТОК Г КАРТОГРАМА ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ	67

ДОДАТОК Г.1 ВІДОМІСТЬ ОБЧИСЛЕННЯ ОБ'ЄМІВ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ	68
ДОДАТОК Е ПІКЕТАЖНИЙ ЖУРНАЛ	69
ДОДАТОК Е.2 ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ АВТОДОРОГИ.....	71
ДОДАТОК Е.3 ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ КАНАЛІЗАЦІЇ	72
ДОДАТОК Ж РОЗРАХУНОК ПРОЕКТНИХ КООРДИНАТ СПОРУДИ	73
ДОДАТОК Ж.1 ОБЧИСЛЕННЯ ДАНИХ ДЛЯ ВИНЕСЕННЯ ПРОЄКТУ СПОРУДИ НА МІСЦЕВІСТЬ	74
ДОДАТОК Ж.2 РОЗМІЧУВАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ.....	75
ДОДАТОК Ж.3 ОБЧИСЛЕННЯ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ВИНЕСЕННЯ НА МІСЦЕВІСТЬ ТРАСИ ТРУБОПРОВОДУ (КАНАЛІЗАЦІЇ, ВОДОПРОВОДУ ГАЗОПРОВОДУ).....	76
ДОДАТОК Ж.4 СХЕМИ ОБЧИСЛЕННЯ ДАНИХ ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ СПОРУДИ НА МІСЦЕВОСТІ ПО ВИСОТІ	77
ДОДАТОК Ж.5 ПРОЄКТ РОЗМІЩЕННЯ СПОРУДИ (ЗРАЗОК).....	78
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79

ВСТУП

Методичні рекомендації складені відповідно до програм навчальних дисциплін «Інженерна геодезія» та «Картографічні методи в екології» для студентів університету денної форми навчання і носять інструктивний характер, що дозволяє студенту самостійно набувати теоретичні знання та практичні навички під час виконання таких розрахунково-графічних робіт (далі – РГР):

1. РГР № 1 Розв'язання задач за топографічною картою.
2. РГР № 2 Складання горизонтального плану ділянки місцевості.
3. РГР № 3 Складання топографічного плану ділянки місцевості.
4. РГР № 4 Проектування горизонтального майданчика.
5. РГР № 5 Складання траси автомобільної дороги, трубопроводу і нанесення проектної лінії.
6. РГР № 6 Підготовка геодезичних даних для винесення проекту споруди на місцевість.

Мета: формування знань про зміст та методи топографо-геодезичних робіт, що виконуються для створення топографічної основи будівельного проектування, а також під час винесення проекту планування і забудови на місцевість.

РГР № 1 РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЗА ТОПОГРАФІЧНОЮ КАРТОЮ

1.1 Завдання і зміст роботи

1. Для розв'язання задач студенту видається навчальна топографічна карта масштабу 1 : 25 000 У-34-37-В-в, або карти – картки цього ж масштабу з позначеними двома точками.

2. Розв'язати такі задачі:

- визначити прямокутні координати двох точок;
- визначити географічні координати двох точок;
- визначити відстань між двома точками;
- визначити позначки двох точок;
- визначити уклон заданої лінії;
- визначити дирекційний кут заданої лінії і її зворотний кут;
- обчислити істинний і магнітний азимути заданої лінії;
- побудувати поздовжній профіль за заданою на карті лінією.

Примітка. Виконані задачі звести в таблицю, зразок оформлення якої наведено у додатку А.

1.2 Визначення прямокутних координат точок А, В

1. Прямокутні координати – це лінійні величини (абсциса X та ордината Y), які визначають положення точки на площині відносно екватора та осьового меридіана. Для визначення прямокутних координат на карті нанесена координатна сітка, наведена на рисунку 1.1, утворена лініями паралельними осьовому меридіану (вісь абсцис) та паралельними екватору (вісь ординат). У північній півкулі абсциса X зростає від екватора на північ, а ордината Y – від осьового меридіана шестиградусної зони з заходу на схід.

2. Прямокутні координати точок визначають в такій послідовності:

– для прикладу візьмемо точку **В**. Записати значення абсциси нижньої (меншої) – X_M та верхньої (старшої) – $X_{ст}$, а також значення ординати лівої (меншої) – Y_M та правої (старшої) – $Y_{ст}$ координатних ліній квадрата, в якому знаходиться точка **В** (див. рис.1.1);

– виміряти з точністю до 0,3 мм відстані a_x, b_x, a_y, b_y від відповідних координатних ліній до точки **В**.

Примітка. Можна спочатку виміряти відстань c , потім відстань a , а відстань b обчислити $b = c - a$.

3. Обчислити прямокутні координати X та Y точки B за формулами:

$$X_B = X_M + \frac{(X_{CT} - X_M)}{(a_X + b_X)} a_X; \quad Y_B = Y_M + \frac{(Y_{CT} - Y_M)}{(a_Y + b_Y)} a_Y. \quad (1.1)$$

4. Проконтролювати обчислення координат точки B за формулами:

$$X_B = X_{CT} - \frac{(X_{CT} - X_M)}{(a_X + b_X)} b_X; \quad Y_B = Y_{CT} - \frac{(Y_{CT} - Y_M)}{(a_Y + b_Y)} b_Y. \quad (1.2)$$

Приклад. $X_M = 6\,065$ км; $X_{CT} = 6\,066$ км; $a_X = 22,8$ мм; $b_X = 17,0$ мм;
 $Y_M = 4\,307$ км; $Y_{CT} = 4\,308$ км; $a_Y = 28,2$ мм; $b_Y = 11,7$ мм.

Підставимо ці значення в формули (1.1 та 1.2) і отримаємо:

$$X_B = 6065 + \frac{(6066 - 6065)22,8}{(22,8 + 17,0)} = 6065 + \frac{1 \times 22,8}{(22,8 + 17,0)} = 6\,065,573 \text{ км} =$$

6 065 573 м;

$$Y_B = 4307 + \frac{(4308 - 4307)28,2}{(28,2 + 11,7)} = 4307 + \frac{1 \times 28,2}{(28,2 + 11,7)} = 4307,707 \text{ км} =$$

4 307 707 м.

Примітка. Координати точки A визначити аналогічно.

1.3 Визначення географічних координат точок A , B

1. Географічні координати точки – це кутові величини (φ – широта, λ – довгота), які визначають її положення на поверхні земної кулі. Для визначення цих координат на топографічних картах є географічна рамка (див. рис. 1.1).

Сторонами рамки є паралелі та меридіани, у кутах їхнього перетину наведені географічні координати, а сторони цієї рамки мають мінутні поділки, які поділені крапками на відрізки по десять секунд.

2. Для визначення географічних координат точки необхідно провести паралелі і меридіани через однакові сусідні мінутні поділки так, щоб точка, для якої визначають координати, була між ними (див. рис. 1.1).

3. Для прикладу візьмемо точку A . Записати значення широти мінутних паралелей: нижньої (меншої) φ_M та верхньої (старшої) φ_{CT} , а також значення довготи мінутних меридіанів: лівого (меншого) λ_M та правого (старшого) λ_{CT} . координатних ліній, у якому знаходиться точка A ,

(див. рис. 1.1).

4. Виміряти з точністю до 0,3 мм відстані $a_\varphi, b_\varphi, a_\lambda, b_\lambda$ і обчислити широту φ та довготу λ точки А за формулами:

$$\varphi_A = \varphi_M + \frac{(\varphi_{CT} - \varphi_M)}{(a_\varphi + b_\varphi)} a_\varphi; \quad \lambda_A = \lambda_M + \frac{(\lambda_{CT} - \lambda_M)}{(a_\lambda + b_\lambda)} a_\lambda. \quad (1.3)$$

Примітка. Можна виміряти спочатку відстань c , потім відстань a , а відстань b обчислити $b = c - a$.

Приклад. $\varphi_M = 54^\circ 40'$; $\varphi_{CT} = 54^\circ 41'$; $a_\varphi = 52,4$ мм; $b_\varphi = 21,1$ мм;

$\lambda_M = 18^\circ 00'$; $\lambda_{CT} = 18^\circ 01'$; $a_\lambda = 1,7$ мм; $b_\lambda = 41,3$ мм.

Підставимо ці значення у формулу (1.3), отримаємо:

$$\begin{aligned} \varphi_A &= \varphi_M + \frac{(\varphi_{CT} - \varphi_M)}{(a_\varphi + b_\varphi)} a_\varphi = 54^\circ 40' + \\ &+ \frac{(54^\circ 41' - 54^\circ 40') 52,4}{(52,4 + 21,1)} = 54^\circ 40' + \frac{60'' \cdot 52,4}{73,5} = 54^\circ 40' 42,8''; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_A &= \lambda_M + \frac{(\lambda_{CT} - \lambda_M)}{(a_\lambda + b_\lambda)} a_\lambda = 18^\circ 00' + \\ &\frac{(18^\circ 01' - 18^\circ 00') 1,7}{(1,7 + 41,3)} = 18^\circ 00' + \frac{60'' \cdot 1,7}{43,0} = 18^\circ 00' 02,4'' \end{aligned}$$

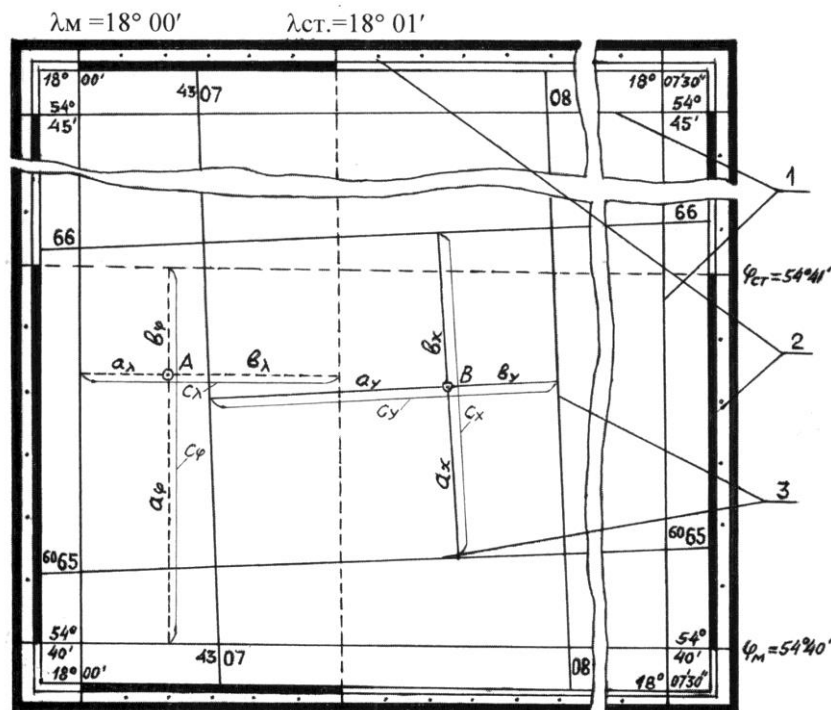


Рисунок 1.1 – Карта з нанесеною координатною сіткою

Внутрішня рамка – лінії меридіанів та паралелей, які обмежують

зображення місцевості на карті. Їхні значення підписані в кутах їхнього перетину.

Градусна рамка з мінутними та десятисекундними поділками. Лінії прямокутної сітки координат – лінії паралельні екватору та осьовому меридіану.

5. Виконати контроль обчислень широти та довготи точки А:

$$\varphi_A = \varphi_{СТ} - \frac{(\varphi_{СТ} - \varphi_M)}{(a_\varphi + b_\varphi)} b_\varphi; \quad \lambda_A = \lambda_{СТ} - \frac{(\lambda_{СТ} - \lambda_M)}{(a_\lambda + b_\lambda)} b_\lambda. \quad (1.4)$$

6 Контрольні обчислення значення широти та довготи повинні точно збігатися зі значеннями широти та довготи, обчисленими за формулами (1.3).

Примітка. Координати точки В визначити аналогічно.

1.4 Визначення позначок точок А, В

1. На топографічних картах рельєф зображений горизонталями, за якими визначаються позначки точок. Горизонталь – це лінія, яка з'єднує точки з однаковими висотами. Під час визначення позначок можуть спостерігатися такі випадки:

– точка розміщена на горизонталі, тоді її позначка дорівнює позначці горизонталі;

– точка розміщена довільно між двома суміжними горизонталями, як наведено на рисунку 1.2.

2. Під час визначення позначки точки, розміщеної між суміжними горизонталями, необхідно визначити позначки меншої H_M та більшої $H_{СТ}$ горизонталей, між якими знаходиться точка, і виміряти між ними відстані a та b з точністю до 0,3 мм.

Примітка. Можна виміряти спочатку відстань c , потім відстань a , а відстань b обчислити $b = c - a$.

3. Обчислити позначку точки А за формулою:

$$H_A = H_M + \frac{(H_{СТ} - H_M) \cdot a}{(a + b)}, \quad (1.5)$$

де H_M – позначка меншої за значенням горизонталі;

$H_{СТ}$ – позначка більшої за значенням горизонталі;

a – відстань, виміряна лінійкою з точністю до 0,3 мм від меншої за значенням горизонталі;

b – відстань, виміряна аналогічно від старшої, тобто більшої за значенням горизонталі.

Приклад. $H_M = 150,0$ м; $H_{CT} = 155,0$ м; $a = 1,2$ мм; $b = 4,1$ мм, тоді

$$H_A = 150 + \frac{(155,0 - 150,0) \cdot 1,2}{1,2 + 4,1} = 150,0 + \frac{5,0 \cdot 1,2}{5,3} = 150,0 + 1,13 = 151,13 \text{ м.}$$

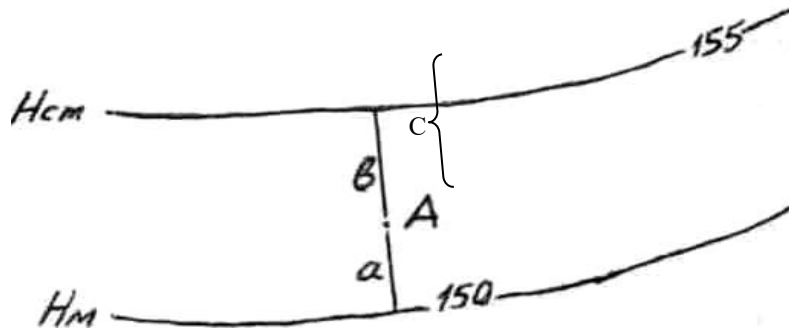


Рисунок 1.2 – Визначення позначки точки, яка розміщена між суміжними горизонталями

4. Проконтролювати обчислення позначки точки А за формулою:

$$H_A = H_{CT} - \frac{(H_{CT} - H_M) \cdot b}{(a + b)}. \quad (1.6)$$

5. Контрольне обчислення значення висоти точки А повинно точно збігатися зі значенням, обчисленим за формулою (1.5).

Примітка. Позначку точки В визначити аналогічно.

1.5 Визначення відстані між двома точками

1. Відстань на карті або плані визначають графічно та аналітично (обчисленням за координатами). Графічно відстань між заданими точками визначають з урахуванням масштабу карти за формулою:

$$S_{AB} = a_S M, \quad (1.7)$$

де a_S – відстань між точками, виміряна лінійкою, з точністю до 0,03 см;

M – знаменник масштабу карти.

Приклад. $a_S = 3,52$ см, $M = 25\ 000$, тоді $S_{AB} = 3,52 \times 25\ 000 = 88\ 000$ см = 880 м.

2. Аналітично відстань визначають за формулою:

$$S_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}, \quad (1.8)$$

де $X_A, Y_A; X_B, Y_B$ – прямокутні координати точок А, В визначені за формулами 1.1.

1.6 Визначення за картою уклону заданої лінії

1. Мірою стрімкості схилу є її уклон i , який визначається за формулою:

$$i = \frac{h}{S_{AB}}, \quad (1.9)$$

де $h = H_B - H_A$ – перевищення між точками A і B ;

S_{AB} – відстань між точками A і B , визначена за формулами (1.7 або 1.8).

2. Уклон як перевищення, що припадає на одиницю довжини, виражають у десятинному дробові, у відсотках (%), а інколи, наприклад, під час проєктування автошляху в промілях ($^0/_{00}$).

Приклад. $H_B = 155,43$ м, $H_A = 151,13$ м, $d = 880$ м; $h = H_B - H_A = 155,43 - 151,13 = 4,30$ м, $i = \frac{4,30}{880} = 0,0049$, $i = 0,49\%$, $i = 4,9$ $^0/_{00}$.

Це означає, що перепад рельєфу на 100 м складає 0,49 м, а на 1 000 м – 4,9 м.

1.7 Визначення дирекційного кута заданої лінії

1. Дирекційний кут α будь-якої лінії – це кут, між північним напрямком осьового меридіана (вертикальної лінії координатної сітки) і заданою лінією. Він змінюється за ходом годинникової стрілки від 0° до 360° . На топографічних картах вертикальні лінії координатної сітки паралельні осьовому меридіану. Якщо прийняти дирекційний кут α_{AB} лінії AB за прямий напрямок, то зворотний напрямок α_{BA} обчислюється за формулою:

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^\circ, \quad (1.10)$$

Отже, якщо $\alpha_{AB} > 180^\circ$, то від нього віднімають 180° , а якщо $\alpha_{AB} < 180^\circ$, то – додають 180° . Дирекційний кут можна визначити графічно та аналітично.

2. Для визначення дирекційного кута графічним способом необхідно з'єднати прямою лінією точки на карті, між якими визначається дирекційний кут (рис. 1.3).

3. 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 рисунку 1.3 він дорівнює $\alpha_{AB} = 147^\circ 00'$.

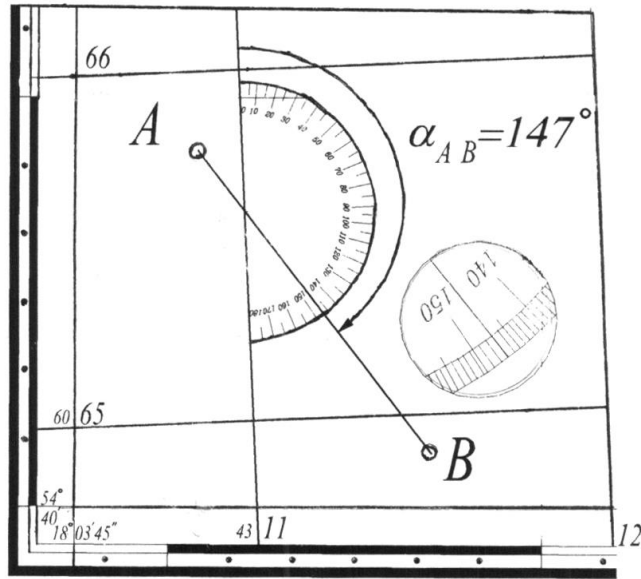


Рисунок 1.3 – Визначення дирекційного кута транспортером

Примітка. Північний напрямок вертикальної лінії координатної сітки приймають за 0° .

4. Обчислити зворотний дирекційний кут α_{1-2} за формулою (1.10).

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ = 147^\circ 00' + 180^\circ 00' = 327^\circ 00'$$

5. Аналітичним способом дирекційний кут обчислюється за формулою:

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{(Y_B - Y_A)}{(X_B - X_A)} + 180n, \quad (1.11)$$

де $(Y_B - Y_A)$, $(X_B - X_A)$ – прирости (різниця) координат точок А, В;

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

6. Якщо обчислений дирекційний кут $\alpha_{AB} > 360^\circ$, то з нього необхідно відняти $360^\circ 00'$.

1.8 Визначення істинного і магнітного азимутів заданої лінії

1. Істинним азимутом A_i будь-якої лінії називається кут між північним напрямком істинного меридіана в конкретній точці і заданою лінією. Магнітним азимутом A_M називається кут між північним напрямком магнітного меридіана в конкретній точці і заданою лінією. Істинний і магнітний азимуті відраховуються за ходом годинникової стрілки і змінюються від 0° до 360° .

2. Істинний та магнітний азимуті вимірювати на карті незручно,

тому їх обчислюють за визначеним дирекційним кутом з урахуванням зближення меридіанів γ і схилення магнітної стрілки δ

3. Зближення меридіанів γ – це кут між північним напрямком істинного меридіана і північним напрямком вертикальної лінії координатної сітки. Схилення магнітної стрілки δ – це кут між північним напрямком істинного і магнітного меридіанів. Для полегшення визначення азимутів на картах під південною стороною рамки наведена схема орієнтирних напрямів: значення схилення магнітної стрілки і зближення меридіанів (рис. 1.4).

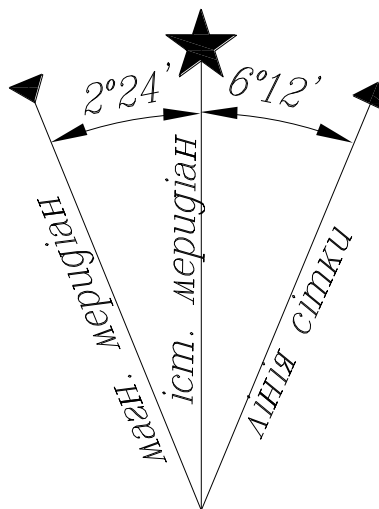


Рисунок 1.4 – Схема орієнтирних напрямів

4. Істинний азимут A_{AB} лінії AB визначається за формулою:

$$A_{AB} = \alpha_{AB} \pm \gamma, \quad (1.12)$$

де α_{AB} – дирекційний кут лінії AB ;

γ – значення зближення меридіанів.

Зближення може бути східним (додатним), тоді воно додається до дирекційного кута, або західним (від'ємним), тоді воно віднімається від дирекційного кута.

Приклад. $\alpha_{AB} = 147^{\circ}00''$, $\gamma = +6^{\circ}12'$ східне, (див. рис.1.4), тоді:

$$A_{AB} = \alpha_{AB} + \gamma = 147^{\circ}00' + 6^{\circ}12' = 153^{\circ}12'.$$

5. Магнітний азимут A_M лінії AB обчислюється за формулою:

$$A_M = A_{AB} - (\pm \delta), \quad (1.13)$$

де A_{AB} – істинний азимут лінії AB ;

δ – схилення магнітної стрілки.

Схилення магнітної стрілки може бути східним (додатним), тоді воно

віднімається від істинного азимуту, або західним (від'ємним), тоді воно додається до істинного азимуту.

Приклад. $A_{AB} = 153^{\circ}12'$; $\delta = -2^{\circ}24'$ (західне, див. рис. 1.4), тоді

$$A_M = A_{AB} - (-\delta) = 153^{\circ}12' - (-2^{\circ}24') = 155^{\circ}36'.$$

1.9 Побудова поздовжнього профілю за заданою лінією

1. Профіль – креслення, яке відображає розріз місцевості вертикальною площиною вздовж вибраного напрямку. Побудову профілю виконують на міліметровому папері. При цьому горизонтальний масштаб профілю приймають рівним масштабу карти або плану, а вертикальний зазвичай в 10 разів крупнішим.

2. Для побудови профілю на карті з'єднати прямою лінією точки А, В та визначити вдовж неї позначки характерних точок рельєфу (А, 1, 1', 2, 3, ...В). Такими можуть бути точки перетину цієї лінією горизонталей, а також точки, у яких змінюється величина, або напрямок схилу. Ця лінія називається профільною.

3. На аркуші міліметрового паперу провести дві горизонтальні лінії на відстані 15 мм між ними (графу висот), як наведено на рисунку 1.5.

4. На нижню лінію графі висот у масштабі карти перенести точки А, 1, 1', 2, 3, ...В, а у графу висот виписати позначки цих точок. Від лінії умовного горизонту MN на перпендикулярах в вертикальному масштабі відкласти значення позначок усіх точок та відмітити їх точками.

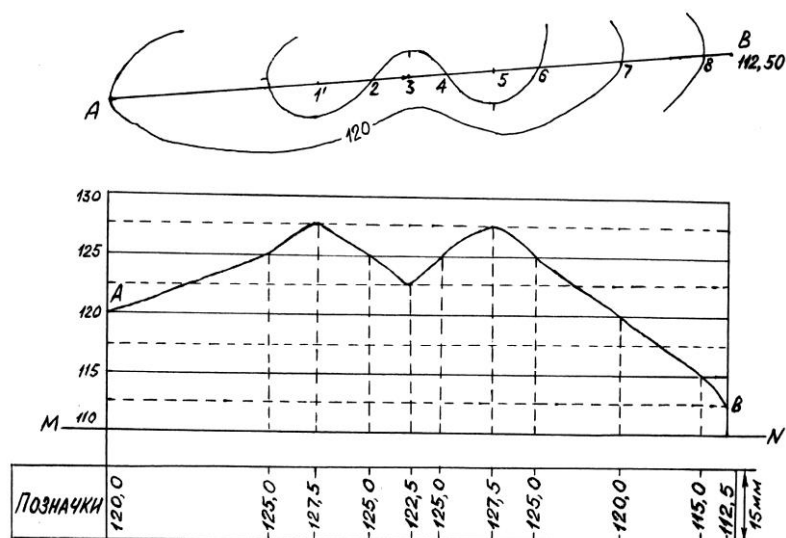


Рисунок 1.5 – Побудова поздовжнього профілю

Примітка 1. Лінія умовного горизонту вибирається на відстані 1 см від графі позначок, а її позначка має бути меншою мінімальної позначки профілю.

Примітка 2. Горизонтальні лінії провести через 1 см паралельно лінії умовного горизонту і поряд підписати висоти горизонталей.

5. З'єднати отримані точки плавною кривою лінією, яка і відобразить профіль місцевості за заданою лінією.

РГР № 2 СКЛАДАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЛАНУ ДІЛЯНКИ МІСЦЕВОСТІ

2.1 Завдання і зміст роботи

1. Обчислити координати точок теодолітного ходу і скласти горизонтальний план ділянки місцевості в масштабі 1 : 1 000.
2. Студенту необхідно здати викладачу на перевірку та оцінку: відомість обчислення координат, схему теодолітного ходу та горизонтальний план ділянки місцевості.

2.2 Вихідні дані

1. На місцевості прокладений замкнутий теодолітний хід, точки якого є плановою основою зйомки. Схема ходу наведена у додатку Б.
2. У теодолітному ході виміряні праві горизонтальні кути теодолітом 2Т30, а довжини сторін сталевую мірною стрічкою, які подані у додатку Б1.
3. Виміряний початковий (вихідний) магнітний азимут сторони 1–2, у цій РГР прийнятий як дирекційний кут, дорівнює $\alpha_{1-2} = 359^{\circ}48'$.

Примітка. Початковий дирекційний кут кожному студенту визначити за номером залікової книжки: кількість градусів дорівнює двом останнім цифрам номера залікової книжки, кількість мінут дорівнює кількості літер у прізвищі.

Приклад: Студент Рубан, номер залікової книжки 2011 – 144. Тоді $\alpha_{1-2} = 44^{\circ}05'$.

4. Із точок теодолітного ходу виконана горизонтальна (теодолітна) зйомка. Результати зйомки наведені на абрисі у додатку Б.2.
5. Координати першої точки X_1, Y_1 умовні $X_1 = +60,29$ м; $Y_1 = +130,13$ м.

Кожному студенту їх визначити за номером своєї залікової книжки, приймаючи дві останні цифри залікової книжки за метри, кількість літер в прізвищі за сантиметри. Для студента Рубан $X_1 = Y_1 = 44,05$ м.

2.3 Обчислення координат точок теодолітного ходу

1. Координати обчислюють у відомості, наведеній у додатку Б.3.
2. У колонку 1 відомості записати номери точок ходу, а в колонку 2 і

5 відповідно виміряні горизонтальні кути і довжини сторін.

3. У колонку 4 відомості червоним кольором записати початковий дирекційний кут, а у колонки 10 і 11 координати початкової точки.

4. Оцінити якість кутових вимірювань теодолітного ходу обчисленням кутової нев'язки (помилки) теодолітного ходу:

$$f_{\beta} = \sum \beta_{np} - \sum \beta_m, \quad (2.1)$$

де f_{β} – кутова нев'язка теодолітного ходу;

$\sum \beta_{np}$ – практична (фактична) сума виміряних кутів у колонці 2;

$\sum \beta_m$ – теоретична сума виміряних кутів, обчислена за формулою:

$$\sum \beta_m = 180^{\circ} (n - 2), \quad (2.2)$$

де n – кількість виміряних горизонтальних кутів.

Приклад:

$$\sum \beta_{np} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 = 127^{\circ}46',0 + 92^{\circ}08',5 + 69^{\circ}27',5 + 70^{\circ}39',5 = 360^{\circ}01',5$$

$$\sum \beta_m = 180^{\circ} (n - 2) = 180^{\circ} (4 - 2) = 360^{\circ}00',$$

тоді кутова нев'язка $f_{\beta} = 360^{\circ}01',5 - 360^{\circ}00' = + 1',5$.

5. Обчислити допустиму кутову нев'язку теодолітного ходу

$$f_{\beta_{zp}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 2,0', \quad (2.3)$$

де $f_{\beta_{zp}}$ – допустима (гранична) кутова нев'язка теодолітного ходу,

n – число виміряних кутів у ході.

6. Якщо $f_{\beta} \leq f_{\beta_{zp}}$, то виправити виміряні кути введенням поправки, яку обчислюють за формулою:

$$\delta\beta = \frac{-f_{\beta}}{n}, \quad (2.4)$$

де f_{β} – кутова нев'язка теодолітного ходу;

n – число виміряних кутів у теодолітному ході.

7. Поправки обчислюють з округленням до 0,1' і записують червоним кольором над виміряними кутами у колонку 2. Більші поправки вводять у кути, які утворені короткими сторонами.

Приклад. $\delta\beta = \frac{-(+1,5)}{4} = -0,375' = -0,4'$.

Контроль. Сума поправок повинна дорівнювати величині нев'язки із зворотним знаком $\sum \delta\beta = -f_{\beta}$.

8. Обчислити виправлені горизонтальні кути і записати у колонку 3.

$$\beta_{випр} = \beta_n \pm \delta\beta, \quad (2.5)$$

де β_n – вимірний у відповідній точці кут;

$\delta\beta$ – поправка.

Приклад. Виправлений перший кут

$$\beta_{1випр} = 127^\circ 46,0' + (-0,3') = 127^\circ 45,7'.$$

Виправлений другий кут $\beta_{2випр} = 92^\circ 08,5' + (-0,4') = 92^\circ 08,1'$.

Контроль обчислення виправлених кутів $\sum\beta_{випр} = \sum\beta_{теорет}$.

9. Обчислити дирекційні кути сторін теодолітного ходу у колонці 4. Відомості обчислення координат (див. дод. Б.3).

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_{nвипр}, \quad (2.6)$$

де α_n – дирекційний кут наступної сторони теодолітного ходу;

α_{n-1} – дирекційний кут попередньої сторони теодолітного ходу;

$\beta_{nвипр}$ – виправлений кут між попередньою стороною та наступною.

Приклад. Початковий дирекційний кут $\alpha_{1-2} = 359^\circ 48',0$, тоді за формулою 2.6 обчислимо дирекційні кути наступних сторін теодолітного ходу:

$$\alpha_{2-3} = 359^\circ 48,0' + 180^\circ - 92^\circ 08,1' = 87^\circ 39,9';$$

$$\alpha_{3-4} = 87^\circ 39,9' + 180^\circ - 69^\circ 27,1' = 198^\circ 12,8';$$

$$\alpha_{4-1} = 198^\circ 12,8' + 180^\circ - 70^\circ 39,1' = 307^\circ 33,7'.$$

10. Обчислити дирекційний кут α_{1-2} значення, якого повинно збігатися з заданим:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{4-1} + 180^\circ - \beta_{1випр} = 307^\circ 33,7' + 180^\circ - 127^\circ 45,7' = 359^\circ 48',0.$$

Примітка. Якщо під час обчислення дирекційного кута зменшуване виявиться менше від'ємника, то до зменшуваного додають 360° , а якщо – більшим за 360° , то від нього віднімають 360° .

11. За дирекційними кутами і довжинами сторін обчислити прирости координат і записати у колонки 6, 7 з точністю до сотих часток метра

$$\Delta X = S \cos \alpha, \quad \Delta Y = S \sin \alpha, \quad (2.7)$$

де S – довжина сторони теодолітного ходу;

α – дирекційний кут цієї сторони.

Приклад. $\alpha_{1-2} = 359^\circ 48',0$; $S_{1-2} = 166,20$ м, тоді

$$\Delta X_{1-2} = 166,20 \cdot \cos 359^\circ 48',0 = +166,20 \text{ м};$$

$$\Delta Y_{1-2} = 166,20 \cdot \sin 359^\circ 48',0 = -0,58 \text{ м}.$$

12. Для контролю визначення знаків приростів координат можна скористатися таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 – Знаки приростів координат

Прирости координат	Номер чверті, параметри дирекційних кутів			
	I ($\alpha = 0^\circ \div 90^\circ$)	II ($\alpha = 90^\circ \div 180^\circ$)	III ($\alpha = 180^\circ \div 270^\circ$)	IV ($\alpha = 270^\circ \div 360^\circ$)
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

13. Оцінити якість лінійних вимірювань теодолітного ходу за абсолютною і відносною лінійними нев'язками, для цього:

- обчислити нев'язки приростів координат теодолітного ходу

$$fx = \sum \Delta X; fy = \sum \Delta Y, \quad (2.8)$$

де $\sum \Delta X$, $\sum \Delta Y$ – сума приростів абсцис і ординат у колонках 7, 8 «Відомості обчислення координат» (див. дод. Б.3).

Приклад. $f_x = -0,12$; $f_y = +0,13$.

- обчислити абсолютну лінійну нев'язку до сотих часток метра

$$fa = \pm \sqrt{fx^2 + fy^2}, \quad (2.9)$$

- обчислити відносну нев'язку за формулою:

$$fb = \frac{fa}{P} = \frac{1}{P : fa}, \quad (2.10)$$

де fa – абсолютна лінійна нев'язка;

P – периметр теодолітного ходу.

14. Якщо відносна нев'язка не перевищує $\frac{1}{2000}$, то прирости координат обчислені правильно і це є підставою для обчислення поправок

$$\delta x = \frac{-fx}{P} \cdot S_i, \quad \delta y = \frac{-fy}{P} \cdot S_i, \quad (2.11)$$

де fx , fy – нев'язки приростів координат по осі абсцис і ординат відповідно;

P – периметр ходу;

S_i – відповідна сторона теодолітного ходу.

Поправки з округленням до сотих часток метра записують червоним кольором у колонки 7 і 8 «Відомості обчислення координат» (див. дод. Б.3) над обчисленими приростами координат.

Контроль. Сума поправок повинна дорівнювати неув'язці з протилежним знаком по відповідному приросту $\sum \delta x = -fx$, $\sum \delta y = -fy$.

Приклад. Поправки для сторони 1–2:

$$\delta_X = \frac{-(-0,12)}{672,16} \cdot 166,20 = 0,0297 = +0,03 \text{ м},$$

$$\delta_Y = \frac{-(+0,13)}{672,16} \cdot 166,20 = -0,032 = -0,03 \text{ м}.$$

15. Обчислити виправлені прирости координат і записати в колонки 8 і 9

$$\Delta X_{\text{вип.}} = \Delta X \pm \delta X, \quad \Delta Y_{\text{вип.}} = \Delta Y \pm \delta Y, \quad (2.12)$$

де $\Delta X, \Delta Y$ – обчислені прирости координат;

δ_X, δ_Y – поправки в прирости координат.

Приклад.

$$\Delta X_{\text{вип.}1-2} = +166,20 + 0,03 = 166,23; \quad \Delta Y_{\text{вип.}1-2} = -0,58 - 0,03 = -0,61.$$

Контроль. Суми виправлених приростів координат повинні дорівнювати нулю, тобто $\sum \Delta X_{\text{вип.}} = 0; \sum \Delta Y_{\text{вип.}} = 0$.

16. За координатами початкової точки обчислити координати решти точок теодолітного ходу

$$X_i = X_{i-1} \pm \Delta X_{\text{вип.}}; \quad Y_i = Y_{i-1} \pm \Delta Y_{\text{вип.}}, \quad (2.13)$$

де X_i, Y_i – координати наступних точок ходу;

X_{i-1}, Y_{i-1} – координати попередніх точок ходу;

$\Delta X_{\text{вип.}}, \Delta Y_{\text{вип.}}$ – виправлені прирости координат.

Приклад.

$$X_2 = +60,29 + 166,23 = +226,52; \quad Y_2 = +130,13 + (-0,61) = +129,52;$$

$$X_3 = +226,52 + 6,47 = +232,99; \quad Y_3 = +129,52 + 157,95 = +287,47.$$

Контроль. Обчислені по ходу координати початкової точки повинні збігатися з заданими:

$$X_1 = -1,36 + 61,65 = +60,29; \quad Y_1 = +210,28 - 80,15 = +130,13.$$

2.4 Складання плану горизонтальної зйомки

1. План складають у масштабі 1 : 1 000 на підставі відомості координат, абрису горизонтальної (теодолітної) зйомки та умовних знаків.

2. Будують координатну сітку у вигляді квадратів зі сторонами 10 см на аркуші ватману формату А1. Для цього проводять діагоналі і від точки їхнього перетину відкладають на них рівні відрізки a , як наведено на рисунку 2.1. З'єднавши кінці відрізків, отримаємо прямокутник, на сторонах якого потрібно відкласти відрізки по 10 см. З'єднаємо ці точки і

отримаємо координатну сітку зі сторонами квадратів рівними 10 см. Під час побудови можна застосувати лінійку Дробишева. Сітку креслять гостро заточеним олівцем. Побудову координатної сітки потрібно проконтролювати циркулем-вимірником, порівнюючи діагоналі квадратів. Розбіжності не повинні перевищувати $\pm 0,3$ мм.

3. Необхідну кількість квадратів сітки визначають, виходячи із отриманих значень координат точок теодолітного ходу, які наведені у додатку Б.3, колонки 10,11, а також абрисами теодолітної, тахеометричної та нівелірної зйомок. З урахуванням цього кількість горизонтальних і вертикальних рядів складає п'ять.

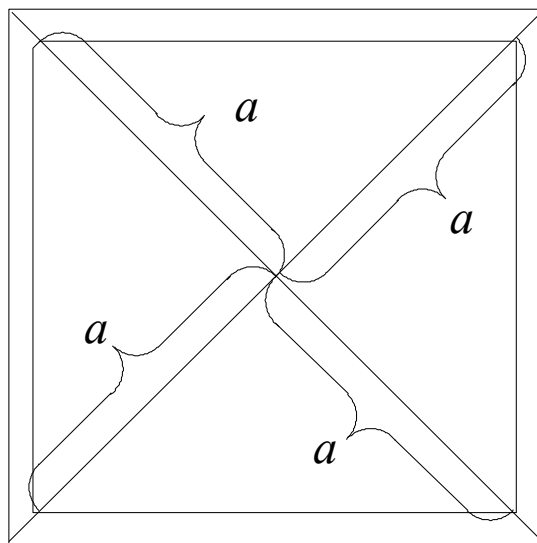


Рисунок 2.1 – Побудова прямокутника для координатної сітки

4. Координатну сітку підписують так, щоб теодолітний хід містився приблизно в середині аркуша паперу, а підписи її повинні бути кратними 100 м.

5. **Нанесення точок теодолітного ходу** виконують за координатами, взятими з відомості обчислення координат (див. дод. Б.3 колонки 10, 11), за допомогою циркуля-вимірника та масштабної лінійки.

Приклад. Нанести точку з координатами $X_1 = +60,29$ м, $Y_1 = +130,13$ м. Ця точка знаходиться в квадраті (00; 100). На вертикальних сторонах цього квадрата вгору від координатної лінії 00 відкладають відстань 60,29 м, отримані точки з'єднують прямою лінією, на якій від вертикальної лінії сітки з ординатою 100 праворуч відкладають відстань $130,13 - 100 = 30,13$ м, як показано на рисунку 2.2.

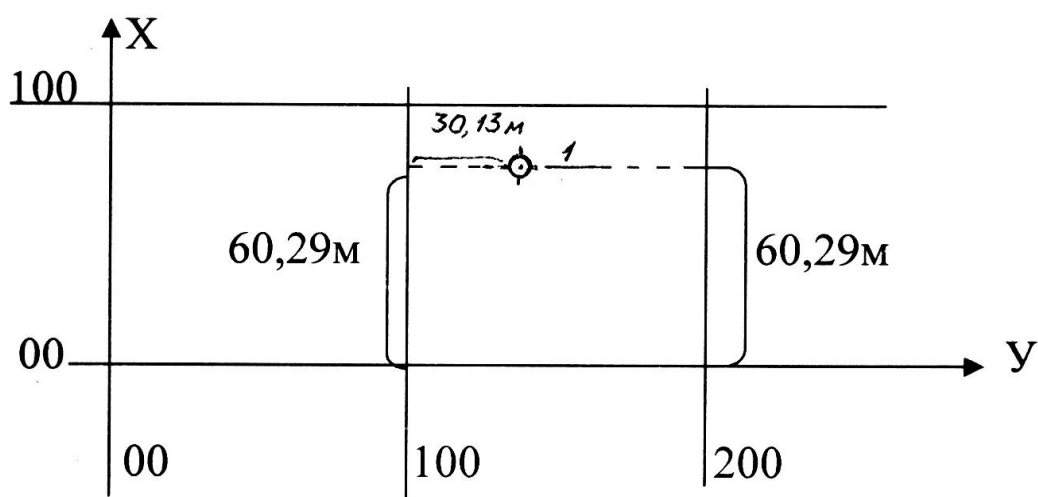


Рисунок 2.2 – Нанесення точок за координатами

Отриману точку наколюють голкою циркуля та обводять колом діаметром 1,5 мм, поряд підписують у чисельнику номер точки, а в знаменнику залишають місце для підпису позначки, яка буде визначена у РГР № 3.

6. Нанесення точок ходу необхідно проконтролювати за відстанями та дирекційними кутами. Для цього вимірюють дирекційні кути і відстані між нанесеними точками та порівнюють їх із записаними у «Відомості обчислення координат» (колонки 4, 5). Розбіжність не повинна перевищувати $\pm 0,3$ мм у масштабі плану.

7. **Нанесення на план ситуації** виконують у масштабі 1 : 1 000 відповідно до абрису (див. дод. Б.2) в умовних знаках, які наведені у додатку Б.4. Перед нанесенням ситуації тонкими лініями з'єднують точки теодолітного ходу. Послідовність нанесення ситуації:

1) нанести полярним способом освітлювальний стовп і узбіччя ґрунтової дороги, для цього:

а) у точці 2 від лінії 1–2 будують транспортиром кут $92^{\circ}20'$ за ходом годинникової стрілки і в цьому напрямку відкладають відстань 40,90 м, що складає 40,9 мм у масштабі 1 : 1 000;

б) від лінії 1–4 в точці 1 транспортиром будують кут $55^{\circ}07'$ за ходом годинникової стрілки і в цьому напрямку відкладають відстань 47,30 м;

2) нанести способом перпендикулярів (ординат) ситуацію по лінії 2–3. Одна ордината направлена вздовж лінії 2–3, інша під прямими кутами

від неї до точок ситуації. Будинок школи наносять за обмірами під прямими кутами;

3) нанести способом перпендикулярів ситуацію по лінії 3–4;

4) створним способом нанести границю фруктового саду, для цього від школи відкласти по 40,0 м, як наведено на абрисі.

8. Оформлення плану виконують відповідно до додатка Б.5. Ситуацію креслять в умовних знаках чорним кольором, а координатну сітку креслять зеленим кольором у вигляді хрестів розміром 6 мм × 6 мм. Горизонталі креслять коричневим кольором. Лінії теодолітного ходу залишаються накресленими олівцем, тому що вони будуть використовуватися в РГР № 3 для нанесення топографічної ситуації. Після цього виконують зарамочне оформлення. Підписи виконують стандартним креслярським шрифтом.

РГР № 3 СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ ДІЛЯНКИ МІСЦЕВОСТІ

3.1 Завдання і зміст роботи

1. Скласти план нівелірної зйомки і план тахеометричної зйомки, використовуючи планову основу горизонтальної (теодолітної) зйомки.
2. У навчальних цілях топографічний план виконаний методами тахеометричної зйомки і нівелюванням ділянки місцевості за квадратами.
3. Студенту необхідно здати викладачу такі матеріали:
 - 1) схему розмічення і нівелювання майданчика за квадратами;
 - 2) журнал нівелювання майданчика за квадратами;
 - 3) схему нівелювання точок теодолітного ходу;
 - 4) журнал нівелювання точок теодолітного ходу;
 - 5) журнал тахеометричної зйомки;
 - 6) абрис тахеометричної зйомки;
 - 7) топографічний план ділянки місцевості в масштабі 1 : 1 000.

3.2 Вихідні дані

1. Схема нівелювання точок теодолітного ходу і журнал наведені у додатках В і В.1. У журналі польові виміри, а також перевищення для усіх студентів однакові.
2. Схема розмічення майданчика і журнал нівелювання його за квадратами наведені у додатках В.2 і В.3. У журналі польові виміри, а також перевищення для усіх студентів однакові.
3. Позначку репера H_{Rpl} визначають за шифром: кількість метрів дорівнює двом останнім цифрам залікової книжки студента, кількість сантиметрів дорівнює кількості метрів, міліметри = 0. Наприклад, студент Рубан має номер залікової книжки 82 – 144. Тоді $H_1 = 44,440$ м. Позначка репера також може задаватись викладачем.
4. Журнал тахеометричної зйомки ділянки місцевості наведений у додатку В.4. У журналі польові виміри, а також перевищення для усіх студентів однакові.
5. Абрис тахеометричної зйомки наведений у додатку В.5.
6. План горизонтальної (теодолітної) зйомки виконаний в РГР № 2.

3.3 Обчислення позначок точок нівелірного ходу

1. Обчислення позначок точок нівелірного ходу виконують у журналі нівелювання (див. дод. В.1). Ці позначки є висотною основою нівелювання ділянки місцевості за квадратами і тахеометричної зйомки.

2. Обчислити перевищення на кожній станції і записати у колонку 6.

$$h = a - b, h' = a' - b', \quad (3.1)$$

де a, b, a', b' – відліки відповідно на задній і передній, чорній та червоній сторонах рейки;

h, h' – перевищення обчислене за відліками на чорній стороні рейки та червоній.

3. За умови, що $h - h' \leq 5$ мм, обчислити середні перевищення на кожній станції і записати у колонку 7.

$$h_c = \frac{h + h'}{2}, \quad (3.2)$$

де h, h' – перевищення, обчислені за формулами (3.1).

Примітка. Якщо при обчисленні середнього значення перевищення останньою цифрою буде п'ять десятих, то за правилом Гауса, округлення проводять до ближнього цілого парного числа.

Приклад. $039\ 5,5 \approx 039\ 6$; $039\ 6,5 \approx 039\ 6$; $039\ 7,5 \approx 039\ 8$; $039\ 8,5 \approx 039\ 8$.

4. Перевірити правильність обчислення перевищень, виконуючи так званий посторінковий контроль

$$\sum a - \sum b = \sum h = 2\sum h_c, \quad (3.3)$$

де $\sum a, \sum b$ – сума усіх відліків на задню і передню рейки на одній сторінці;

$\sum h$ – алгебраїчна сума перевищень у колонці 6 на одній сторінці;

$2\sum h_c$ – подвійна сума середніх перевищень у колонці 7 на одній сторінці.

Числові значення сум перевищень записати внизу під відповідними колонками на кожній сторінці.

Приклад.

$$\sum a - \sum b = 39\ 348 - 39\ 368 = -20 \text{ мм}, \quad \sum h = -20 \text{ мм}, \quad \sum h_c = \sum h / 2 = -10 \text{ мм}.$$

5. Обчислити нев'язку замкнутого нівелірного ходу за формулою:

$$f_h = \sum h_c, \quad (3.4)$$

де $\sum h_c$ – сума усіх середніх перевищень у ході.

Для нашого ходу $f_h = \sum h_c = -10$ мм.

6. Обчислити допустиму нев'язку за формулою:

$$fh_0 = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (3.5)$$

де L – довжина нівелірного ходу в км.

Приклад. Довжина нівелірного ходу $L = 0,8$ км, тоді $fh_0 = \pm 45$ мм.

7. Якщо $fh \leq fh_0$, то обчислюють поправки в середні перевищення

$$\delta h = \frac{-fh}{n}, \quad (3.6)$$

де fh – нев'язка замкнутого нівелірного ходу;

n – кількість перевищень.

Поправки округлені до цілих міліметрів записують червоним кольором над середніми перевищеннями у колонку 7.

Приклад. $\delta h = \frac{-(-10)}{5} = +2$ мм.

8. Виконати контроль обчислення поправок: сума поправок повинна дорівнювати нев'язці з протилежним знаком $\sum \delta h = -fh$.

9. Обчислити виправлені перевищення і записати у колонку 8

$$h_v = h_c \pm \delta h, \quad (3.7)$$

де h_c – середнє перевищення;

δh , – поправка.

Приклад. Виправлене перевищення між точками першою і другою дорівнює $h_{v1} = 076 \text{ мм} + 2 \text{ мм} = +076 \text{ мм}$.

10. Обчислити позначки зв'язуючих точок і записати у колонку 10.

$$H_n = H_{n-1} \pm h_v, \quad (3.8)$$

де H_n – позначка наступної точки;

H_{n-1} – позначка попередньої (вихідної) точки;

h_v – виправлене перевищення.

Приклад.

$$H_1 = H_{Rp1} + h_{v1} = 105,580 + 1,242 = 106,822;$$

$$H_2 = H_1 + h_{v2} = 106,822 + 0,768 = 107,590,$$

де h_{v1} , h_{v2} – відповідно виправлені перевищення між репером та першою, першою та другою точками.

Контроль. Обчислена позначка репера H_{Rp1} повинна дорівнювати заданій позначці цього репера.

Примітка. Під час обчислення не варто забувати, що відліки й перевищення записують у міліметрах, а позначки в метрах.

11. Позначки проміжних точок визначають через позначку горизонту

інструмента і записують у колонку 10 у рядку, що відповідає номеру цієї точки

$$H = H_{ГІ} - c, \quad (3.9)$$

де $H_{ГІ}$ – позначка горизонту інструмента на станції;

c – відлік на чорній стороні рейки, установленій на проміжній точці.

Позначку горизонту інструмента обчислюють у колонці 9 за формулою:

$$H_{ГІ} = H + a, \quad (3.10)$$

де H – позначка зв'язувальної точки станції;

a – відлік на чорній стороні рейки, установленої на цій саме зв'язувальній точці (див. колонку 3).

Приклад. Позначка проміжної точки (цоколь)

$$H_{Ц} = 110,233 - 1,183 = 109,050 \text{ м,}$$

де позначка горизонту інструменту $H_{ГІ} = 107,590 + 2,643 = 110,233$.

Контролем обчислення позначок проміжних точок є повторне їхнє обчислення через позначку іншої зв'язувальної точки на тій саме станції. Всі обчислення в журналі виконують ручкою.

3.4 Обчислення журналу нівелювання майданчика за квадратами

1. Методика обчислення аналогічна обчисленню журналу нівелювання точок теодолітного ходу (див. дод. В.1), за винятком того, що цей нівелірний хід є розімкнений (прокладений між двома вихідними точками 2 і 3) і нев'язка обчислюється за формулою:

$$fh = hc - (H3 - H2), \quad (3.11)$$

де hc – середнє перевищення між точками 2 і 3;

$H3, H2$ – позначки точок 3 і 2 теодолітного ходу.

Примітка 1. Номер станції, номери точок нівелювання, відліки на рейках (задні, передні, проміжні), а також перевищення обчислені і середні однакові для усіх студентів.

Примітка 2. Нівелювання виконане з однієї станції, тому нев'язка є і поправкою в середнє перевищення, тільки з протилежним знаком.

Приклад. Нев'язка $fh = + 2\,279 - (109,868 - 107,590) = +1$ мм.

Згідно з формулою (3.6) поправка $\delta h = -1$ мм.

2. Обчислити допустиму нев'язку за формулою:

$$fh_D = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n}, \quad (3.12)$$

де n – кількість перевищень (станцій), $n = 1$, тоді $fh_D = \pm 10 \text{ мм}$;

Примітка. Всі обчислення виконати ручкою.

3.5 Складання плану нівелірної зйомки

1. На плані горизонтальної зйомки накреслити в масштабі 1 : 1 000 відповідно до схеми (див. дод. В.2) дев'ять квадратів зі сторонами 40 м. Для цього від точки 2 теодолітного ходу на лінії 2–3 помітити 3 точки, між якими по 40 м.

2. Відкласти в масштабі плану від отриманих точок під кутом 90° по 40 м і накреслити квадрати.

3. Біля вершин квадратів, відповідно наведеній на схемі нумерації із журналу нівелювання майданчика, підписати позначки з округленням до сотих часток метра.

4. Нанести точки 17, 18, 19, 20 на осі вулиці і підписати їх позначки. За позначками вершин квадратів і позначками осі вулиці провести горизонталі через 0,5 м графічною інтерполяцією (див. пункт. 3.7 знаходження місцеположення горизонталей).

Примітка 1. Зразок плану нівелірної зйомки наведений у додатку В.6.

Примітка 2. Сторони квадратів на плані можна не показувати.

3.6 Обчислення журналу тахеометричної зйомки

1. У журналі тахеометричної зйомки (див. дод. В.4 в колонках 1–4) наведені польові вимірювання, які є спільними для усіх студентів.

2. Обчислити кути нахилу і записати у колонку 5 журналу

$$v = KL - MO, \quad (3.13)$$

де MO – місце нуля вертикального кола, наведене в журналі;

KL – відліки на вертикальному колі за його положення ліворуч.

Значення кутів нахилу записують у колонку 5 журналу.

3. У зв'язку з тим, що нахил ліній не перевищує $1^\circ 30'$, то відстані, виміряні за нівелірною рейкою, з колонки 2 переписують у колонку 6.

4. Визначити перевищення на рейковій точці за скороченою формулою тригонометричного нівелювання і записати у колонку 7.

$$h = dtq v, \quad (3.14)$$

де d – горизонтальна відстань від станції до рейкової точки;

v – кут нахилу на цю точку.

5. Обчислити позначки рейкових точок і записати у колонку 8:

$$H = H_{CT} + h, \quad (3.15)$$

де H_{CT} – позначка станції, яку виписують з журналу нівелювання точок теодолітного ходу (див. дод. В.1) з округленням до сотих часток метра;

h – перевищення на рейковій точці з цієї станції.

Примітка. Перевищення може мати знак «+» або «-» залежно від знака кута нахилу.

3.7 Складання плану тахеометричної зйомки

1. План тахеометричної зйомки (див. дод. В.7) складають на плані горизонтальної зйомки у масштабі 1 : 1 000 з перерізом рельєфу горизонталями через 0,5 м за даними журналу тахеометричної зйомки (див. дод. В.4), та абрису (див. дод. В.5).

2. З точок теодолітного ходу, які є станціями тахеометричної зйомки, на план наносять рейкові точки за допомогою масштабної лінійки та транспортира або тахеографа (спеціального кругового транспортира) (рис. 3.1). Дані для нанесення рейкових точок і ситуації беруть із журналу та абрису тахеометричної зйомки.

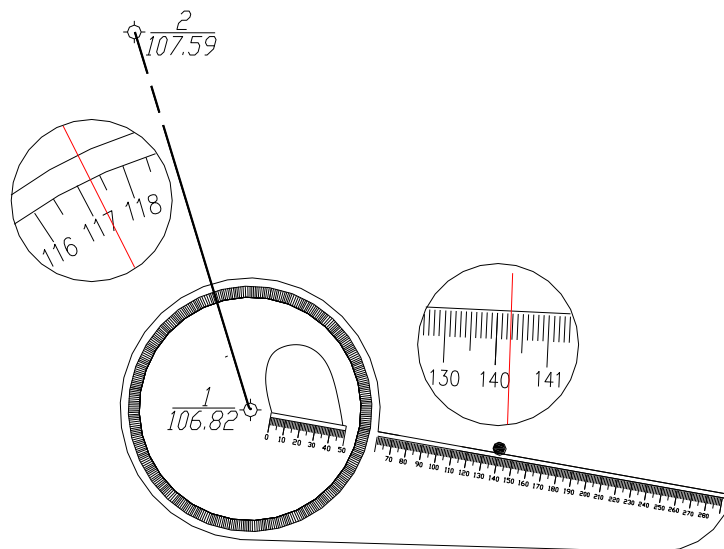


Рисунок 3.1– Нанесення точок тахеографом

3. На плані центр транспортира сумістити з точкою (станцією) № 1, а його відлік $0^{\circ}00'$ – з напрямком на станцію № 2 і вправо (за ходом годинникової стрілки) відкласти горизонтальні кути на рейкові точки, які

наведені у журналі тахеометричної зйомки (див. дод. В.4, колонка 3). Отримавши на плані напрямки на рейкові точки, на них відкладають у масштабі 1 : 1 000 відповідні відстані згідно з колонкою 6.

4. Аналогічно наносять рейкові точки на станції № 2.

Примітка. Використовуючи тахеограф, його центр фіксують голкою на точці (станції) і розвертають його довкола осі на величину горизонтального кута на рейкову (пікетну) точку. По лінійці відкладають відстань у масштабі плану.

На рисунку 3.1 тахеограф установлений на станції № 1, горизонтальний кут на рейкову (пікетну) точку складає $117^{\circ}23'$, а відстань – 142,8 м.

5. Нанесені рейкові точки позначають слабким уколом голки циркуля і олівцем. Рядом із точкою пишуть її позначку. Користуючись абрисом, наносять ситуацію.

6. Місцеположення горизонталей знаходять за позначками рейкових точок, що лежать на одному схилі і зазначені стрілками на абрисі, графічною інтерполяцією, використовуючи міліметровий папір або прозору палетку, на якій проводять горизонтальні лінії через 1 см.

7. Смужку міліметрового паперу прикласти до рейкових точок і позначити олівцем на краю смужки їхнє положення, поряд підписати їхні висоти, наприклад 49,83 м і 50,82 м, як наведено на рисунку 3.2.

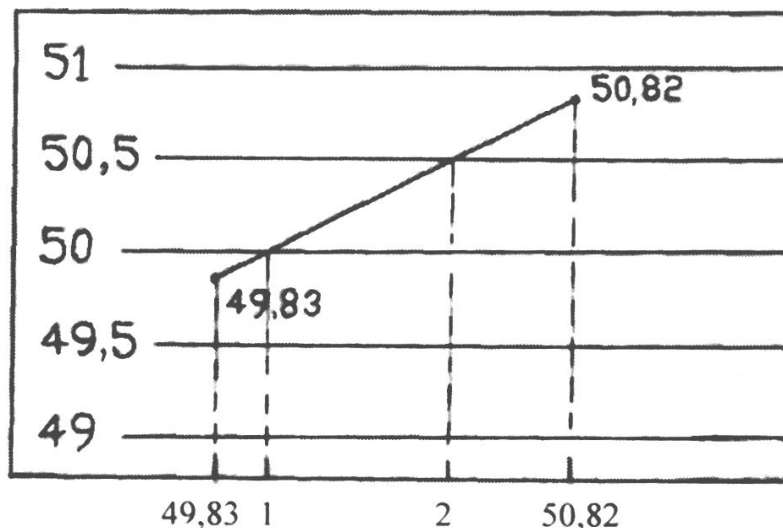


Рисунок 3.2 – Визначення положення горизонталей

8. Користуючись вертикальним масштабом (наприклад у 1 см – 1 м),

визначимо їхнє положення на міліметровому папері по висоті. З'єднаємо отримані точки прямою лінією, місця перетину якої з горизонтальними лініями вкажуть на положення горизонталей (у нашому прикладі це горизонталі з позначками 50 м і 50,5 м). За перпендикулярами їх виносять на край паперу. На рисунку 3.2 це точки 1, 2.

9. Прикласти смужку паперу до рейкових точок на плані і позначити місцеположення горизонталей 50 м і 50,5 м олівцем на плані.

10. Аналогічно визначити місцеположення горизонталей між іншими точками .

11. Після завершення інтерполяції точки з однаковими позначками з'єднують і виконують «укладку» горизонталей, за якої уточнюють положення горизонталей по всіх напрямках, з тим щоб на схилах однакової стрімкості відстані між ними були однакові. Позначки горизонталей, кратні 2 м, підписують у їхніх розривах, так щоб основа числа показувала напрямок пониження місцевості. Горизонталі, кратні 5 м, потовщують. Через умовні знаки будинку, шосе, ґрунтової дороги горизонталі не проводять.

12. Остаточний план оформляють згідно з прийнятими умовними знаками і зразком, який наведено у додатку В.8. Зарамкове оформлення плану виконують, як наведено у додатку В.9.

РГР № 4 ПРОЄКТУВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

Завдання і зміст роботи

1. Скласти картограму земляних робіт за зразком, наведеним у додатку Г.
2. Обчислити об'єми земляних робіт за зразком, наведеним у додатку Г.1.
3. Студент здає викладачу картограму та відомість об'ємів земляних робіт.

Складання картограми земляних робіт

1. На аркуші паперу формату А4 намалювати в масштабі 1 : 1 000 відповідно до схеми (див. дод. В.2) дев'ять квадратів зі сторонами 40 м і занумерувати їхні вершини. Номера вершин записати у верхньому лівому куту.

2. Із нівелірного журналу (див. дод. В.3) з округленням до сотих часток метра виписати фактичні позначки вершин квадратів і записати їх праворуч від вершини внизу.

3. Обчислити проектну позначку горизонтального майданчика

$$H_{np} = (\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4) / 4n, \quad (4.1)$$

де $\sum H_1$ – сума позначок вершин, що належать тільки одному квадрату;

$\sum H_2$ – сума позначок, спільних для двох суміжних квадратів;

$\sum H_4$ – сума позначок вершин, спільних для чотирьох суміжних квадратів;

n – кількість квадратів.

Обчислену проектну позначку червоним кольором записати над кожною фактичною позначкою.

Приклади:

1. $\sum H_1 = 107,72 + 108,87 + 110,14 + 109,62 = 436,35$ м.

2. $2 \sum H_2 = 2 (108,02 + 108,42 + 109,28 + 109,72 + 109,81 + 109,70 + 109,04 + 108,39) = 1\,744,76$ м.

3. $4 \sum H_4 = 4 (108,86 + 109,41 + 109,18 + 108,65) = 1\,744,40$ м.

$$H_{np} = \frac{436,35 + 1744,76 + 1744,40}{4 \cdot 9} = 109,04 \text{ м.}$$

4. Обчислити робочі позначки для кожної вершини квадрата

$$h = H_{np} - H\Phi., \quad (4.2)$$

де H_{np} – проєктна позначка горизонтального майданчика;

$H\Phi.$ – фактична позначка кожної вершини квадрата.

Їхні значення зі знаком «+» , або «-» записують нижче відповідної вершини червоним кольором. Причому знак «+» робочої позначки означає насип ґрунту, а знак «-» означає виїмку.

Приклад. Робоча позначка для четвертої вершини квадрата $h = 109,04 - 108,87 = +0,17$ м, для п'ятої – $h = 109,04 - 109,28 = -0,24$ м.

5. Обчислити місцезположення точок нульових робіт (a , b) на сторонах, вершини яких мають робочі позначки з протилежними знаками:

$$a = \frac{l \cdot h_1}{h_1 + h_2}; \quad b = \frac{l \cdot h_2}{h_1 + h_2}, \quad (4.3)$$

де l – довжина сторони квадрата (для нашої роботи $l = 40$ м);

h_1 , h_2 – робочі позначки відповідно першої і другої вершин заданої сторони беруться за модулем.

Контроль: $a + b = l$.

6. Обчислені відстані відкласти в масштабі 1 : 1 000 на відповідних сторонах і записати їх олівцем.

Приклад. Для сторони 4–5 точка нульових робіт:

$$a = \frac{40 \cdot 0,17}{0,17 + 0,24} = \frac{6,8}{0,41} = 16,59 \text{ м}; \quad b = \frac{40 \cdot 0,24}{0,17 + 0,24} = \frac{9,6}{0,41} = 23,41 \text{ м}.$$

Контроль: $a + b = 16,29 + 23,41 = 40,00$ м.

7. З'єднавши точки нульових робіт, одержимо лінію нульових робіт, яка відокремлює зону насипу й зону виїмки ґрунту. Отримані геометричні фігури пронумерувати, як наведено у додатку Г.

8. Виділити насипи або виїмки штриховими лініями, або – кольорами: насипи – червоним кольором, а виїмки – жовтим.

9. Обчислити об'єми земляних робіт для насипу і виїмки ґрунту у «Відомості обчислення об'ємів земляних робіт», як наведено у додатку Г.1, за формулою:

$$V = S \cdot hc, \quad (4.4)$$

де S – площа відповідної фігури;

hc – середня робоча позначка фігури.

10. Площі квадрата, трикутника і трапеції обчислюються за формулами, відомими з математики.

Приклад. Площа першої фігури (п'ятикутника) дорівнює площі

квадрата мінус площа трикутника $S_I = 1\,600,0 - 267,6 = 1\,332,4 \text{ м}^2$.

11. Для визначення середньої робочої позначки фігури необхідно суму робочих позначок вершин фігури поділити на кількість вершин цієї фігури. Робочі позначки вершин фігур беруться за модулем.

Приклад. Для першої фігури $h_c = \frac{0,62 + 0,17 + 0 + 0 + 0,18}{5} = 0,19 \text{ м}$.

12. У відомості обчислюють окремо суми площ насипу ґрунту $\sum S_H$ та виїмки $\sum S_B$, суми об'ємів насипу ґрунту $\sum V_H$ та виїмки $\sum V_B$ і їх записують у відомості на нижчому рядку.

Контроль: Суми площ насипу ґрунту та виїмки повинен дорівнювати загальній площі усіх квадратів.

13. Обчислюють баланс земляних робіт за формулою:

$$B = \frac{|\Delta V|}{\sum V_H + \sum V_B} 100 \% \leq 5 \% , \quad (4.5)$$

де $|\Delta V| = |\sum V_H| - |\sum V_B|$ – різниця сум об'ємів насипу ґрунту та виїмки.

Баланс земляних робіт не повинен перевищувати 5 %.

РГР № 5 СКЛАДАННЯ ПРОФІЛЮ ТРАСИ АВТОДОРОГИ І ТРУБОПРОВОДУ ТА НАНЕСЕННЯ ПРОЄКТНОЇ ЛІНІЇ

Завдання та зміст роботи

1. На топографічному плані запроектувати автомобільну дорогу і трасу трубопроводу. За даними журналу нівелювання траси і пікетажного журналу побудувати поздовжній профіль ділянки траси дороги, а також траси трубопроводу та нанести на них проєктну лінію.

Робота складається із таких етапів:

- 1) нанесення на топографічний план проєкту автомобільної дороги;
- 2) обчислення і оформлення пікетажного журналу;
- 3) обчислення журналу нівелювання траси;
- 4) побудова поздовжнього профілю дороги;
- 5) нанесення проєктної лінії на поздовжній профіль дороги;
- 6) оформлення поздовжнього профілю траси автомобільної дороги.

Побудова поздовжнього профілю траси трубопроводу і його оформлення

2. Після виконання завдання здати викладачу для перевірки та оцінювання залежно від факультету: журнал технічного нівелювання траси, пікетажний журнал, поздовжній профіль траси автодороги або водопроводу, каналізації, газопроводу.

Нанесення на топографічний план проєкту автомобільної дороги

1. На топографічний план нанести елементи траси: початок (далі – ПТ), кінець траси (далі – КТ), вершину кута повороту траси (далі – ВК). Нанести вісь траси, з'єднавши ці точки прямими лініями. ПТ знаходиться біля мосту через річку Уди, а КТ – на перетині існуючої ґрунтової дороги з вулицею Сонячна, як показано у додатку В.8.

2. Вершина кута повороту траси (ВК) знаходиться на перетині осі дороги, яка іде від мосту й осі дороги, яка іде від перетину дороги з вулицею Сонячна на відстані приблизно 25 м від четвертої точки теодолітного ходу. Величину кута повороту траси φ визначають графічно транспортиром, а мінути визначають за двома останніми цифрами

залікової книжки студента. Водночас, якщо дві останні цифри більші ніж 60, то з цього числа віднімають 60.

Приклад. Транспортиром виміряний кут $\varphi = 61^{\circ}00'$, а дві останні цифри залікової книжки 84. Тоді $\varphi = 61^{\circ} + (84' - 60') = 61^{\circ}24'$.

3. На осі траси в масштабі плану показати пікети, між якими відстань – 100 м, приймаючи початок траси за нульовий пікет (ПК0), пікет перший (ПК1) – 100 м, ПК2 – 200 м і т.д.

Обчислення і оформлення пікетажного журналу

1. На аркуші паперу формату А4 прямою лінією креслять вісь траси, на якій показують пікети, характерні точки і кут повороту φ . Поряд із трасою наносять топографічну ситуацію, як показано у додатку Е.

2. За радіусом $R = 100$ м та величиною кута повороту траси $\varphi = 61^{\circ}24'$ елементи горизонтальної кругової кривої (тангенс T , крива K , бісектриса B та домір D) обчислюють за формулами:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}, \quad (5.1)$$

$$K = \frac{\varphi}{180^{\circ}} \pi R, \quad (5.2)$$

$$B = R (1 - \cos \frac{\varphi}{2}) : \cos \frac{\varphi}{2} \quad (5.3)$$

$$D = 2T - K. \quad (5.4)$$

Елементи кривої записують в пікетажному журналі ліворуч від траси проти вершини кута повороту.

Приклад. Якщо $\varphi = 61^{\circ}24'$ і $R = 100$ м, то $T = 59,38$ м, $K = 107,16$ м, $B = 16,30$ м, $D = 11,60$ м.

3. Праворуч від осі траси записати обчислені пікетажні значення головних точок кривої: початку (*ПочК*) і кінця (*КК*) кривої з обов'язковим контролем обчислень за формулами:

$$\text{ПочК} = BK - T, \quad (5.5)$$

де BK – пікетажне значення вершини кута повороту траси ($ПК1 + 45,40$);

$$КК = \text{ПочК} + K. \quad (5.6)$$

Контроль виконують за формулою:

$$КК = BK + T - D. \quad (5.7)$$

Пікетажне значення кінця кривої, обчислене за контрольною формулою, повинно збігатися з обчисленим за формулою 5.6.

Приклад. $ПочК = (ПК1 + 45,40) - 59,38 = ПК0 + 86,02;$

$КК = (ПК0 + 86,02) + 107,16 = ПК1 + 93,18.$

Контроль: $КК = (ПК1 + 45,40) + 59,38 - 11,60 = ПК1 + 93,18.$

4. За результатами обчислень головні точки – початок кривої (*ПочК*) і кінець кривої (*КК*) – нанести на вісь траси, позначивши їх колами діаметром 1,0 мм.

Обчислення журналу нівелювання траси

1. Обчислення журналу нівелювання траси наведено в додатку Е1, виконують так само, як журналу нівелювання точок теодолітного ходу. Різниця лише в тому, що по трасі прокладений розімкнений нівелірний хід між репером 1 і точкою 3, тому нев'язку обчислюють за формулою:

$$f_h = \sum h_{сер} - (H_{реп1} - H_3), \quad (5.8)$$

де $\sum h_{сер}$ – сума середніх перевищень ходу;

$H_{реп1}$ – позначка репера 1;

H_3 – позначка точки 3 теодолітного ходу.

Ці позначки беруть з «Журналу нівелювання точок теодолітного ходу» (див. дод. В.1).

Приклад. $f_h = 4\,279 - (109,868 - 105,580) = 4\,279 - 4\,288 = -9$ мм.

2. Для контролю обчислень у журналі виконують посторінковий контроль, який наведено в кінці журналу нівелювання траси.

Побудова поздовжнього профілю дороги

1. Поздовжній профіль будують за даними пікетажного та нівелірного журналів (див. дод. Е, Е.1) на міліметровому папері формату А3 в масштабах: для горизонтальних відстаней 1 : 2 000, вертикальних – 1 : 200.

2. У нижній лівій частині аркуша викреслюють профільну сітку – систему горизонтальних граф, розміри і назва яких наведені в додатку Е.2.

Верхня лінія цієї сітки називається лінією умовного горизонту. Її необхідно накреслити на потовщеній горизонтальній лінії міліметрового паперу так, щоб найнижча точка профілю була від лінії умовного

горизонту не ближче 4 см.

Позначку лінії умовного горизонту записують ліворуч вихідної точки лінії умовного горизонту. Для зручності побудови на профілі ліворуч наносять допоміжний вертикальний масштаб. Для цього на вертикальній лінії наносять сантиметрові відрізки і підписують значення позначок через 2 м, починаючи від позначки умовного горизонту.

Примітка. Профільна сітка наведена зі скороченням і деякими змінами, тому що ця робота навчальна.

3. За даними пікетажного і нівелірного журналів заповнюють графу 6 «Відстані», відкладаючи на ній горизонтальні відстані між пікетами і характерними точками по осі траси в масштабі 1 : 2 000. Планове положення усіх пікетів (через 5 см) і плюсових точок фіксують у цій графі вертикальними відрізками (перегородками). Під графою відстаней підписують номери пікетів. Пікетажні значення плюсових точок не підписують, але між вертикальними відрізками в графі 6 записують горизонтальні відстані між сусідніми точками профілю.

4. Заповнюють графу 5 «Фактичні позначки поверхні землі», виписуючи в неї із колонки 10 журналу нівелювання траси позначки точок з округленням до сотих часток метра.

5. За позначками поверхні землі наносять чорну лінію профілю, відкладаючи позначки точок у масштабі 1 : 200 за перпендикулярами угору від лінії умовного горизонту. Отримані точки в результаті побудови, з'єднують прямими лініями. Ламана лінія становить профіль місцевості.

6. Графи 2, 7 «План траси дороги» і «План прямих та кривих» заповнюють за даними пікетажного журналу. По осі графи «План траси дороги» креслять вісь дороги у вигляді прямої лінії. У цій графі за даними пікетажного журналу в масштабі 1 : 2 000 наносять ситуацію, вздовж якої проходить траса. Замість зображення умовних знаків пишуть «город», «рілля» тощо.

7. У графі «План прямих та кривих» на відстані 20 мм від лінії пікетажу проводять горизонтальну лінію, яка зображає вісь дороги. Обчислені пікетажні значення початку і кінця (*почК* і *КК*) кривої відкладають у масштабі 1 : 2 000 на лінії пікетажу, відмічаючи їх перпендикулярами, опущеними від цієї лінії на проведену вісь дороги. Вздовж перпендикулярів записують відстані від початку та кінця кривої до ближнього заднього та переднього пікетів. Криві умовно позначають

дугами висотою (глибиною) 5 мм, повернутими вверх, якщо траса повертає праворуч, і вниз при повороті траси ліворуч. Під кожною кривою записують значення усіх шести її елементів. Над серединою кожної прямої вставки траси виписують її довжину, а під нею – її румб.

Нанесення проєктної лінії на поздовжній профіль дороги

1. Проєктну лінію наносять, дотримуючись певних технічних вимог. У нашій роботі наведені тільки деякі з них:

- схил (уклон) окремих її ділянок не повинен перевищувати для автомобільних доріг 0,004–0,100;
- баланс земляних робіт (об’єм насипів і об’єм виїмок) не повинен перевищувати 5 %).

2. У графі 3 «Проєктні схили / Відстані» вказують: у числівнику – значення схилу в промілях, а в знаменнику – відстань, відповідну цьому схилу. Якщо схил додатний, то лінію проводять з нижнього лівого кута графі в верхній правий, а якщо від’ємний то – з верхнього лівого кута в нижній правий.

Проєктний схил обчислюється за формулою:

$$i = \frac{h}{d}, \quad (5.9)$$

де h – перевищення між кінцевою і вихідною точками прямої (різниця позначок кінцевої H_K і вихідної H_B точок прямої);

d – відстань між цими точками.

Якщо $H_K = 109,85$ м; $H_B = 106,15$ м; $d = 395$ м,
то $i = \frac{(109,85 - 106,15)}{395} = \frac{3,7}{395} = 0,009$.

Якщо h від’ємне, то запроєктована лінія іде вниз, і її схил є від’ємним, і навпаки – схил лінії, що підвищується, є додатним.

3. У графі 4 «Проєктні позначки» обчислюють проєктні позначки пікетів та характерних точок. Проєктну позначку вихідної точки (ПК0) приймають відповідно до технічних вимог або графічно. Для нашого варіанта проєктну позначку вихідної точки (ПК0) приймають таку, як і фактичну, тобто 106,15. Проєктну позначку наступного (кінцевого) пікету обчислюють за формулою:

$$H_K = H_B + id, \quad (5.10)$$

де H_K – позначка наступної (кінцевої) точки;

H_B – позначка вихідної точки;

d – відстань між цими точками;

i – проєктний схил (уклон), обчислений за формулою 5.9.

Приклад. $H_{почК} = H_{нк0} + id = 106,15 + 0,009 \times 86,02 = 106,92$;

$H_{нк1} = H_{нк0} + id = 106,15 + 0,009 \times 100 = 107,05$ м і т. д.

4. За обчисленими проєктними позначками пікетів (точок) наносять проєктну (червону) лінію на профіль.

5. На усіх пікетах та плюсових точках профілю обчислюють робочі позначки (висоти насипів або глибини виїмок) як різницю проєктної позначки і фактичної позначки поверхні землі $h = H_{пр} - H_{ф}$.

Приклад. Робоча позначка для ПК1, $h_1 = 107,05 - 106,81 = +0,24$ м.

Робочі позначки зі знаком «+» (насип) підписують над проєктною лінією профілю, а виїмки зі знаком «-» під нею.

6. Над точками нульових робіт (точка перетину профільної лінії поверхні землі з проєктною лінією) записують робочі позначки 0,00.

7. Із точок нульових робіт опускають перпендикуляри на лінію умовного горизонту й обчислюють горизонтальні відстані до цієї точки від ближніх пікетів або плюсових точок профілю. Їхні значення з округленням до сотих часток метра записують ліворуч та праворуч від перпендикулярів. Обчислення виконують за формулами (4.3).

Приклад. Горизонтальні відстані до точки нульових робіт від пікетів

1 та 2 складають: $a = \frac{0,24 \cdot 100}{0,24 + 0,25} = 48,98$ м; $b = \frac{0,25 \cdot 100}{0,24 + 0,25} = 51,02$ м.

Контроль. $48,98 + 51,02 = 100,00$ м.

8. Позначки H точок нульових робіт обчислюють від ближнього пікету за формулою (5.10). Ці позначки записують вздовж перпендикуляра, опущеного із точок нульових робіт на лінію умовного горизонту профілю.

Приклад. $H_0 = H_1 + id = 107,05 + 0,009 \times 48,93 = 107,49$ м,

де H_0 – позначка точки нульових робіт;

H_1 – позначка (вихідної точки) ПК1;

d – відстань між ПК1 і точкою нульових робіт;

i – проєктний схил (уклон).

Оформлення поздовжнього профілю траси автомобільної дороги

1. Усі написи і побудову охайно виконують тушшю або кульковими ручками тонкими лініями.

2. *Червоним кольором* показують проектну лінію і усі робочі позначки (крім нульових), вісь дороги в графі 2, усі лінії і цифри в графі 3, проектні позначки в графі 4, усі лінії і надписи у графі 7 (крім номерів пікетів).

3. *Синім кольором* показують перпендикуляри від точок нульових робіт на лінію умовного горизонту, робочі позначки точок нульових робіт (0,00), позначки (висоти) точок нульових робіт, горизонтальні відстані *a* та *b*.

4. Решту ліній, написи та цифри виконують чорним кольором. Насипи фарбують червоним кольором, а виїмки – жовтим.

5. Приблизно в 1,5 см над лінією профілю показують положення реперів. Для цього проводять вертикальні відрізки довжиною біля 2 см, вздовж яких, ліворуч і праворуч, записують прямокутні координати репера відносно траси. Над горизонтальною лінією вказують номер репера та його позначку.

Складання поздовжнього профілю траси трубопроводу

1. Вісь трубопроводу розмістити на відстані 15–20 м від осі ґрунтової дороги.

2. Поздовжній профіль виконати за даними пікетажного та нівелірного журналів (див. дод. Е, Е.1), на міліметровому папері формату А3. У додатку Е.3 наведено оформлення профілю каналізації. Профіль траси трубопроводу складають за такою ж методикою, як і траси автодороги, за винятком елементів кривої, які не використовують.

Проектування траси трубопроводу

1. У графі 4 «Проектні схили / Довжина» вказують: у числівнику – схил у промілях, а в знаменнику – відстань, відповідну цьому схилу. Проектний схил прямої лінії обчислюється за формулою 5.9.

2. У графі 5 «Проектні позначки низу труби» проектну позначку вихідної точки (ПК0) обчислюють, як різницю фактичних позначок і глибини колодязів. Глибину колодязів залежно від споруди прийняти від

1,0–3 м.

3. Проектну позначку наступного пікету обчислюють за формулою (5.10).

4. За проектними позначками провести проектну лінію траси трубопроводу.

5. У графі 9 «Глибина колодязів» обчислити глибину колодязів як різницю проектних позначок і фактичних позначок землі.

6. У графі 1 «Діаметр / Матеріал» до числівника заносять діаметр вибраної труби, а до знаменника – матеріал труби.

7. Вздовж осі графі 3 «План траси» креслять вісь колектора каналізації або газопроводу у вигляді прямої лінії. У цій графі за даними пікетажного журналу в масштабі 1 : 2 000 наносять ситуацію, вздовж якої проходить траса.

8. За відстанями між колодязями вздовж осі траси в графі «План траси» кружками діаметром 3 мм показують їхнє місцеположення.

Оформлення профілю траси трубопроводу

1. План траси (вісь трубопроводу, колодязі на осі), всі дані в графах 1, 4, 5, глибина колодязів у графі 9 креслять червоним кольором. Усі інші графи та написи виконують чорним кольором.

2. Приблизно в 1,5 см над лінією профілю показують положення реперів. Для цього проводять вертикальні відрізки довжиною 2 см, вздовж яких, ліворуч і праворуч, записують прямокутні координати репера відносно траси. Над горизонтальною лінією вказують номер репера та його позначку.

РГР № 6 ПІДГОТОВКА ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИНЕСЕННЯ ПРОЄКТУ СПОРУДИ НА МІСЦЕВІСТЬ

Завдання і зміст роботи

1. Підготувати розмічувальні елементи для розміщення споруди на місцевості в горизонтальній і вертикальній площинах для цього:

- 1) обчислити проєктні координати кутів споруди;
- 2) обчислити дані для винесення проєкту споруди на місцевість;
- 3) обчислити дані для розміщення споруди на місцевості по висоті;
- 4) скласти розмічувальне креслення, зразок якого наведений у додатку Ж.2 – для студентів будівельного факультету і додатку Ж.3 – для студентів санітарно-технічного факультету.

Примітка. При виконанні РГР № 5 на плані запроєктована автомобільна дорога, яка буде проїзною частиною майбутньої вулиці.

Обчислення проєктних координат кутів споруди

1. На топографічному плані (див. дод. В.8) червоним кольором нанести споруду прямокутної форми ABCD розміром 36 м × 72 м. Споруду розмістити паралельно запроєктованій автомобільній дорозі і на відстані не менше ніж 30 м від будівлі школи і 15 м від осі проїзної частини дороги.

2. Графо-аналітичним методом обчислити проєктні координати кутів цієї споруди за зразком, наведеним у додатку Ж.

3. Обчислити початковий дирекційний кут лінії AB. Для цього:

- 1) вписати у колонки 7 і 8 таблиці Ж.1 (див. дод. Ж) координати точок A і B визначених графічно за планом;
- 2) обчислити прирости координат, відстань і дирекційний кут лінії AB, використовуючи формули:

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A, \Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A; S_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2};$$

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} + 180^\circ n, \text{ де } n = 1, \text{ якщо } \Delta X < 0 \text{ і } n = 2, \text{ якщо } \Delta X > 0;$$

- 3) якщо $\alpha_{AB} > 360^\circ$, то з нього віднімають 360° .

Приклади:

1. $\Delta X_{AB} = 86,0 - 154,0 = -68,0$ м, $\Delta Y_{AB} = 205,0 - 230,0 = -25,0$ м.

$$2. S_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 - \Delta Y_{AB}^2} = \sqrt{(-68,0)^2 - (-25,0)^2} = 72,45 \text{ м};$$

$$3. \alpha_{AB} = \text{arc tg } \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} + 180^\circ n = \text{arc tg } \frac{-25,00}{-68,00} = \text{arc tg } 0,367 \ 647 = 20,185 \ 80^\circ,$$

$$n = 1, \text{ тоді } \alpha_{AB} = 20,185 \ 80^\circ + 180^\circ = 200,185 \ 80^\circ = 200^\circ 11' 08,8''.$$

Примітка. Обчислення виконуються в таблиці Ж.1 справа наліво.

4. Обчислити проєктні координати кутів споруди $ABCD$ за графічними координатами точки A , обчисленим дирекційним кутом лінії AB , а також проєктними розмірами споруди, як наведено в таблиці Ж.2 додатка Ж.

Примітка 1. Координати обчислюють так само, як наведено у РГР № 2, п. 2.3 і у відомості обчислення координат точок теодолітного ходу (див. дод. Б.3).

Примітка 2. Винятком у цих розрахунках є те, що вони не мають кутових і лінійних неув'язок.

5. У колонку 2 записати внутрішні праві горизонтальні кути β_{np} точок A, B, C, D споруди. У кожній точці вони дорівнюють $90^\circ 00'$.

6. У колонку 3 записати вихідний дирекційний кут лінії AB і обчислити дирекційні кути сторін споруди за формулою 2.6.

Приклад.

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + 180^\circ 00' - 90^\circ 00' = 200,185 \ 80^\circ + 180^\circ 00' - 90^\circ 00' = 290,185 \ 80^\circ.$$

Контролем є обчислення вихідного дирекційного кута α_{AB} сторони AB .

$$\alpha_{AB} = \alpha_{DA} + 180^\circ 00' - 90^\circ 00' = 110,185 \ 80^\circ + 180^\circ 00' - 90^\circ 00' = 200,185 \ 80^\circ.$$

7. У колонку 4 записати довжини сторін відповідно 36,0 м і 72,0 м.

8. Обчислити прирости координат за формулами 2.7.

$$\text{Приклад. } \Delta X_{AB} = S \cos \alpha_{AB} = 72,0 \cdot \cos 200,18580^\circ = -67,578 \text{ м};$$

$$\Delta Y_{AB} = S \sin \alpha_{AB} = 72,0 \cdot \sin 200,18580^\circ = -24,845 \text{ м}.$$

9. За координатами X_A, Y_A початкової точки A обчислити координати точок споруди B, C, D послідовним алгебраїчним складанням координат попередніх точок із відповідними приростами координат $\Delta X, \Delta Y$:

$$\text{Приклад. } X_B = X_A \pm \Delta X_{AB} = 154,00 - 67,578 = 86,422 \text{ м};$$

$$Y_B = Y_A \pm \Delta Y_{AB} = 230,00 - 24,844 = 205,155 \text{ м}.$$

10. Контролем є обчислення координат початкової точки A :

$$X_A = X_D \pm \Delta X_{DA} = 166,422 - 12,422 = 154,00 \text{ м};$$

$$Y_A = Y_D \pm \Delta Y_{DA} = 196,211 + 33,789 = 230,00 \text{ м}.$$

11. Виконати контроль обчислення проєктних координат кутів споруди $ABCD$, порівнявши їх із графічним визначенням за планом. Розбіжність не повинна перевищувати величини 0,5 мм у масштабі плану.

Обчислення даних для винесення проєкту споруди на місцевість

1. Для винесення проєкту споруди на місцевість необхідно обчислити розмічувальні елементи: кути β_3 , β_4 і відстані S_{4B} , S_{3A} . Обчислення виконати справа наліво у відомості, наведеній у додатку Ж.1 .

2. Визначити на плані, від яких точок теодолітного ходу буде виноситися на місцевість запроєктована споруда і з'єднати їх лініями червоного кольору з кутами споруди. На цьому рисунку (розрахунковій схемі) записати всі початкові дані. Схема і початкові дані наведені у додатку Ж.1.

3. Вписати у відомість колонки 7, 8 початкові дані: проєктні координати кутів A і B споруди обчислені у додатку Ж таблиці Ж.2 і координати точок 3 та 4 теодолітного ходу (див. дод. Б.3).

4. Обчислити в колонках 5, 6 прирости координати між точками:

$$\Delta X = X - X_0, \quad \Delta Y = Y - Y_0, \quad (6.1)$$

де X , Y – абсциса і ордината наступної точки;

X_0 , Y_0 – абсциса і ордината попередньої точки.

Приклади:

$$1. \Delta X_{3-4} = X_4 - X_3 = -1,36 - 232,99 = -234,35 \text{ м};$$

$$\Delta Y_{3-4} = Y_4 - Y_3 = 210,28 - 287,47 = -77,19 \text{ м}.$$

$$2. \Delta X_{4-B} = X_B - X_4 = 86,422 - (-1,36) = 87,782 \text{ м};$$

$$\Delta Y_{4-B} = Y_B - Y_4 = 205,155 - 210,28 = -5,123 \text{ м}.$$

Контроль: $\sum \Delta X = 0$, $\sum \Delta Y = 0$.

5. Обчислити у колонці 4 відстані за координатами $S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$.

Приклади:

$$1. S_{4B} = \sqrt{\Delta X_{4-B}^2 + \Delta Y_{4-B}^2} = \sqrt{87,782^2 + (-5,123)^2} = 87,931 \text{ м}.$$

$$2. S_{A3} = \sqrt{\Delta X_{A-3}^2 + \Delta Y_{A-3}^2} = \sqrt{78,99^2 + 57,47^2} = 97,684 \text{ м}.$$

Примітка. S_{4B} , S_{A3} – відстані від точок теодолітного ходу 3, 4 до точок споруди А, В.

6. Обчислити у колонці 3 дирекційні кути сторін замкнутого теодолітного ходу $\alpha = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X} + 180^\circ n$, де $n = 1$, якщо $\Delta X < 0$ і $n = 2$, якщо $\Delta X > 0$.

Приклад.

$$\alpha_{A3} = \arctg \frac{(Y_3 - Y_A)}{(X_3 - X_A)} = \arctg \frac{\Delta Y_{A3}}{\Delta X_{A3}} + 180^\circ n = \arctg \frac{287,47 - 230,00}{232,99 - 154,00} + 180^\circ n = \arctg \frac{57,47}{78,99} + 180^\circ n = 0,7275605 + 180^\circ n = 36,03815^\circ.$$

$$n = 2, \text{ тоді } \alpha_{A3} = 36,03815^\circ + 180^\circ \cdot 2 = 396,03815^\circ - 360^\circ = 36,03815^\circ.$$

7. Обчислити у колонці 2 кути β як різницю дирекційних кутів сторін, які утворюють ці кути.

$$\beta_{\text{прав}} = \alpha_0 - \alpha \pm 180^\circ, \quad (6.2)$$

де $\beta_{\text{прав}}$ – правий горизонтальний кут;

α_0 – попередній дирекційний кут;

α – наступний дирекційний кут.

Приклад. Горизонтальний кут $\beta_3 = \alpha_{3A} - \alpha_{34}$;

$$\alpha_{3A} = \alpha_{A3} + 180^\circ 00' = 36,03815^\circ + 180^\circ 00' = 216,03815^\circ;$$

$$\alpha_{34} = 198,23082^\circ.$$

$$\text{Тоді } \beta_3 = 216,03815^\circ - 198,23082^\circ = 17,80733^\circ = 17^\circ 48' 26''.$$

$$\text{Контроль: } \sum \beta = \beta_3 + \beta_4 + \beta_B + \beta_A = 360^\circ 00'.$$

8. Проконтролювати правильність обчислень розмічувальних елементів, звіривши їх з відповідними значеннями, отриманими з плану.

Примітка 1. Відстані обчислюються з точністю до трьох знаків після коми.

Примітка 2. Кутові елементи повинні мати не менш ніж п'ять знаків після коми, що під час переведення у формат градуси / хвилини / секунди забезпечить одержання кутових параметрів з точністю до $0,1'$.

9. Скласти розмічувальне креслення на аркуші паперу формату А4 в масштабі 1 : 1 000, на якому показати запроєктовану споруду, точки обґрунтування і розмічувальні елементи (кути β_3 , β_4 і відстані S_{4B} , S_{3A}).

Примітка. В окремих випадках за рішенням викладача

розмічувальне креслення не складається, а розмічувальні елементи записуються безпосередньо на плані.

10. Для винесення на місцевість траси трубопроводу (каналізації, водопроводу, газопроводу) за топографічним планом (див. дод. В.8) визначають графічно прямокутні координати початку траси ($ПТ$), кута повороту траси (BK) і кінця траси ($КТ$), обчислюють для них розмічувальні елементи (кути β і відстані d) від ближніх точок теодолітного ходу і складають розмічувальне креслення. Обчислення і розмічувальне креслення наведено у додатку Ж.3.

Обчислення даних для винесення проєкту споруди на місцевість по висоті

1. Метою цієї роботи є обчислення позначки підлоги першого поверху, яка визначає положення запроектованої споруди на місцевості по висоті.

2. Вихідні дані для обчислення позначки підлоги першого поверху:

1) топографічний план з нанесеним на ньому проєктом автодороги (див. дод. Б.8);

2) типовий поперечний вулиці і схема розміщення споруди відносно траси наведено у додатку Ж.4;

3) поздовжній профіль траси (див. дод. Е.2).

3. На топографічному плані за формулою (1.5) визначити фактичну позначку кута споруди, яка має найбільшу позначку поверхні землі і записати її на розрахункову схему, яка наведена у додатку Ж.4.

Примітка. На плані цей кут позначено літерою A і його позначка $H_A = 108,69$ м.

4. З точки A на вісь траси опустити перпендикуляр $A-A'$ і визначити цю відстань в масштабі плану. При цьому необхідно врахувати, що проєктна ширина дороги і відстань від бордюру до точки A задається проєктом і складає 10 м.

5. На плані відносно пікетажу траси визначити пікетне значення точки A' , яке складає $ПК2 + 71,12$. Усі одержані числові дані заносять на розрахункову схему.

6. На поздовжній профіль траси (див. дод. Е.2) нанести точку A' згідно з її пікетним значенням і визначити її проєктну позначку за

формулою:

$$H_{A'} = H_{нк2} + il_A, \quad (6.3)$$

де i – проектний уклон дороги;

l_A – відстані від ПК2 до точки A' .

Числове значення позначки записати в розрахункову схему.

Приклад. $H_{A'} = H_{нк2} + il_A = 107,95 + 0,009 \times 71,12 = 108,59$ м.

7. Від позначки точки A' згідно з типовим поперечником вулиці знайти проектну позначку H_A точки A споруди за формулою:

$$H_A = H_{A'} - i \cdot b + h + i' \cdot a, \quad (6.4)$$

де $H_{A'}$ – позначка точки A' ;

i – уклон відстані від точки A' до бордюру;

b – відстань від точки A' до бордюру;

h – висота бордюру;

i' – уклон відстані від бордюру до точки A ;

a – відстань від бордюру до точки A .

Приклад. $H_A = 108,59 - 0,02 \times 5 + 0,20 + 0,02 \times 10 = 108,89$ м.

8. Визначити проектну позначку підлоги першого поверху, яку прийняти на 0,20 м більшою за проектну позначку точки A .

$$H_{нов.} = H_A + 0,20 = 108,89 + 0,20 = 109,09 \text{ м.}$$

Зразок проекту розміщення споруд наведений в додатку Ж.5.

ДОДАТОК А
Зразок оформлення РГР № 1 Розв'язання задач за
топографічною картою

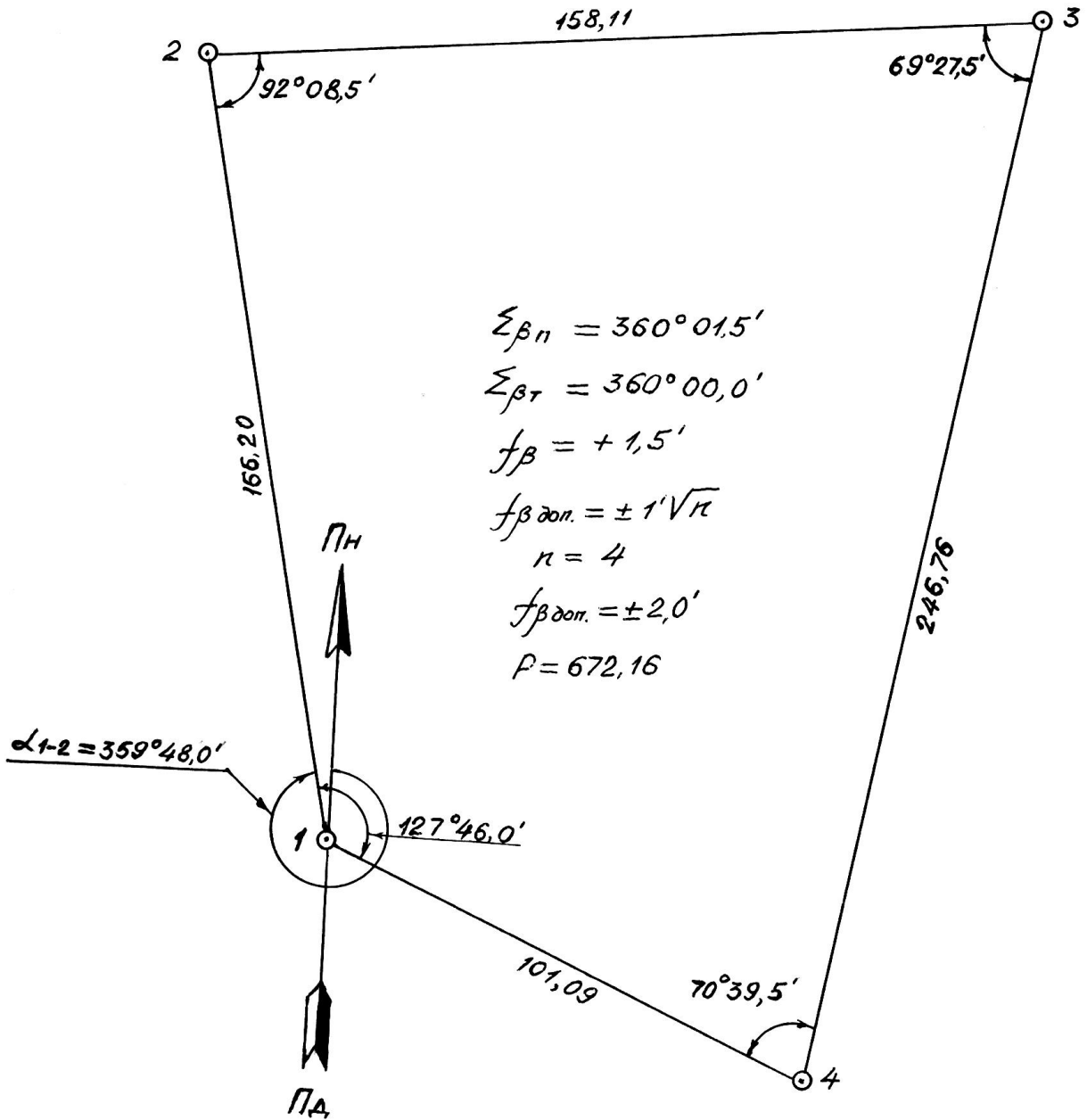
Умови задачі	Початкові дані	Розрахункові формули	Результат
1. Визначити прямокутні координати точок <i>A</i> і <i>B</i>	Точка А $X_M = 6\ 065\ \text{км}$; $X_{CT} = 6\ 066\ \text{км}$; $a_X = 26,3\ \text{мм}$, $c_X = 40,0\ \text{мм}$, $Y_M = 4\ 306$; $Y_{CT} = 4\ 307$; $a_Y = 30,4\ \text{мм}$, $c_Y = 40,0\ \text{мм}$, Точка В	$X = X_M + \frac{(X_{CT} - X_M)}{c_X} a_X$ $Y = Y_{CT} - \frac{(Y_{CT} - Y_M)}{c_Y} a_Y$	$X_A = 60\ 65\ 657\ \text{м}$. $Y_A = 43\ 06\ 760\ \text{м}$. $X_B = 60\ 65\ 573\ \text{м}$. $Y_B = 43\ 07\ 707\ \text{м}$
2. Визначити географічні координати точок <i>A</i> і <i>B</i>	Точка А $\varphi_M = 54^\circ 40'$; $\varphi_{CT} = 54^\circ 41'$ $a_\varphi = 52,4\ \text{мм}$; $c_\varphi = 73,5\ \text{мм}$; $\lambda_M = 18^\circ 00'$; $\lambda_{CT} = 18^\circ 01'$; $a_\lambda = 1,7\ \text{мм}$; $c_\lambda = 43,0\ \text{мм}$ Точка В	$\varphi = \varphi_M + \frac{(\varphi_{CT} - \varphi_M)}{c_\varphi} a_\varphi$, $\lambda = \lambda_M + \frac{(\lambda_{CT} - \lambda_M)}{c_\lambda} a_\lambda$	$\varphi_A = 54^\circ 40' 42,8''$ $\lambda_A = 18^\circ 00' 02,4''$ $\varphi_B = 54^\circ 40' 41,1''$ $\lambda_B = 18^\circ 01' 25,0''$
3. Визначити відстань між точками <i>A</i> і <i>B</i>	$a_S = 3,82\ \text{см}$, $M = 25\ 000$	Графічне визначення $S = a_S M$ Аналітичне визначення $S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	$S_{AB} = 955,0\ \text{м}$. $S_{AB} = 950,7\ \text{м}$
4. Визначити позначки точок <i>A</i> і <i>B</i>	Точка А $H_M = 150,0\ \text{м}$; $H_{CT} = 155,0\ \text{м}$ $a = 1,2\ \text{мм}$; $c = 5,3\ \text{мм}$. Точка В	$H = H_M + \frac{(H_{CT} - H_M) a}{c}$	$H_A = 151,1\ \text{м}$ $H_B = 147,3\ \text{м}$
5. Визначити прямий і зворотний дирекціоні кути лінії <i>AB</i>	$X_A = 60\ 65\ 657\ \text{м}$, $Y_A = 43\ 06\ 760\ \text{м}$, $X_B = 60\ 65\ 573\ \text{м}$, $Y_B = 43\ 07\ 707\ \text{м}$	Транспортиром $\alpha_{AB} = 264^\circ 00'$ $\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^\circ 00'$ Обчисленням $\alpha = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} + 180^\circ n$	$\alpha_{AB} = 264^\circ 00'$ $\alpha_{BA} = 84^\circ 00'$ $\alpha_{AB} = 264^\circ 55,8'$
6. Обчислити істинний і магнітний азимути лінії <i>AB</i>	$\alpha_{AB} = 264^\circ 00'$	$A_I = \alpha_{AB} \pm \gamma$ $A_M = A_I - (\pm \delta)$	$A_I = 270^\circ 12'$ $A_M = 272^\circ 36'$
7. Обчислити уклон лінії <i>AB</i>	$H_A = 151,1\ \text{м}$ $H_B = 147,3\ \text{м}$ $S_{AB} = 950,7\ \text{м}$	$i_{AB} = \frac{H_B - H_A}{S_{AB}}$	$i = -0.004$

Примітки:

1. Географічні координати обчислити з точністю до $0,1''$, прямокутні координати і відстані – $0,1\ \text{м}$.
2. Поздовжній профіль виконати на міліметровому папері і додати до цього аркуша.

Виконав студент групи _____

ДОДАТОК Б
Схема теодолітного ходу



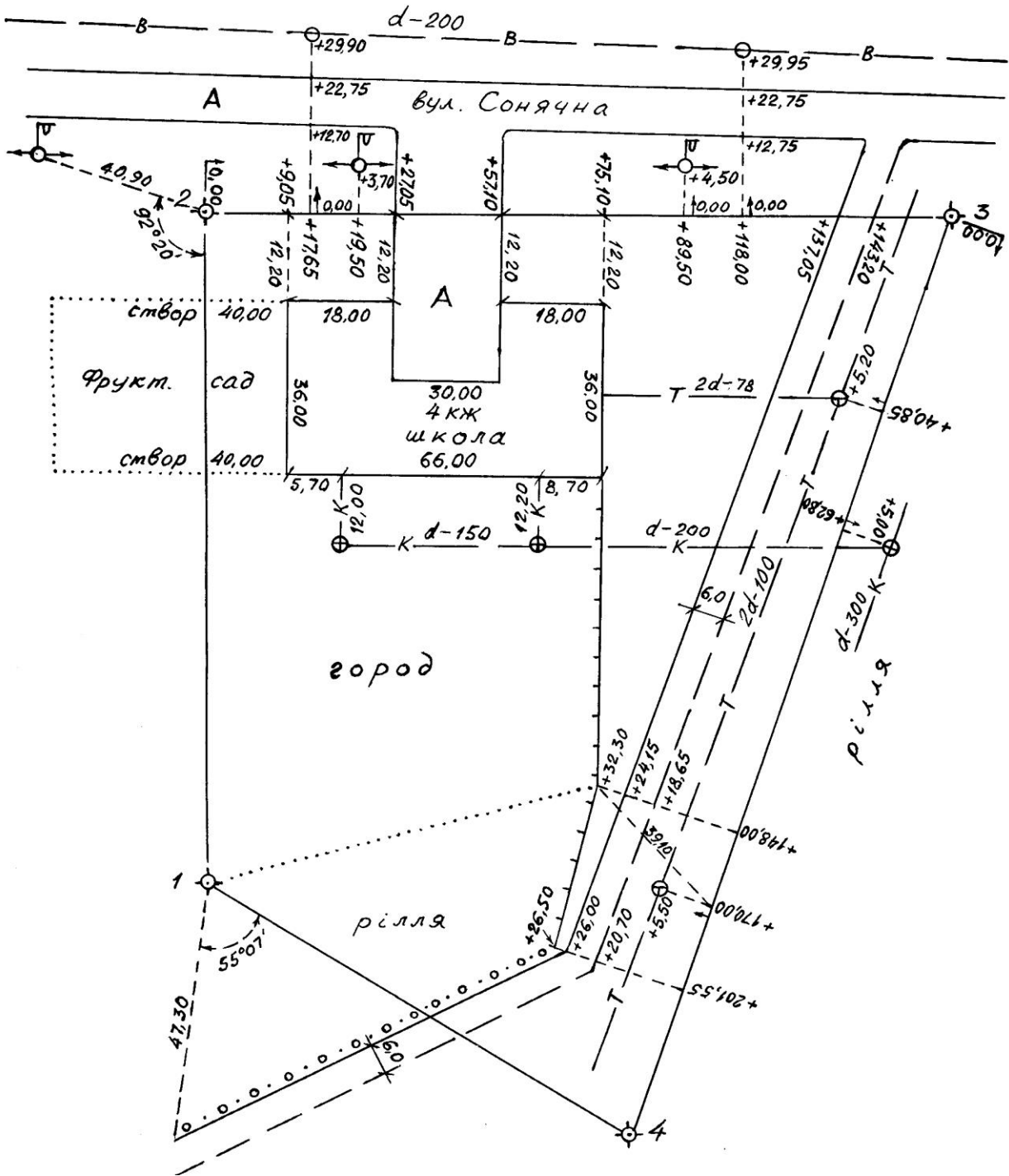
ДОДАТОК Б.1
Журнал вимірювання горизонтальних кутів

Дата _____

Виконав _____ Теодоліт 2Т30 № 03618

Точка установки теодоліта	Точка візування	Відлік на горизонтальному колі	Вимірний кут	Середній кут	Відстань, м
	4	27° 18.0'			<u>4-1</u>
	КЛ		127° 46.0'		101.07
1.	2	259° 32.0'		127° 46.0'	101.11
	4	165° 42.0'			101.09
	КП		127° 46.0'		
	2	37° 56.0'			
	1	100° 18.0'			<u>1-2</u>
	КЛ		92 08.0'		166.22
2.	3	8° 10.0'		92° 08.5'	166.18
	1	189° 43.0'			166.20
	КП		92° 09.0'		
	3	97° 34.0'			
	2	94° 03.0'			<u>2-3</u>
	КЛ		69° 28.0'		158.09
3.	4	24° 35.0'		69° 27.5'	158.13
	2	10° 17.0'			158.11
	КП		69 27.0'		
	4	300° 50.0'			
	3	167° 56.0'			<u>3-4</u>
	КЛ		70° 40.0'		246.73
4	1	97° 16.0'		70° 39.5'	246.79
	3	111° 15.0'			246.76
	КП		70° 39.0'		
	1	40° 36.0'			

ДОДАТОК Б.2
 Абрис горизонтальної зйомки



ДОДАТОК Б.3

Відомість обчислення координат точок геодезичного ходу

№ точок ходу	Виміряні кути, $\beta_{\text{вим.}}$ ° ' "	Виправл. кути, $\beta_{\text{вип.}}$ ° ' "	Дирекцій- ні кути, α , ° ' "	Довжини ліній, d, м	Прирости координат, м				Координати, м	
					обчислені		виправлені		X	Y
					ΔX	ΔY	ΔX	ΔY		
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
1										
2	92° 08,5' -4	92° 08,1'	359° 48,0'	166,20	+ 166,20	- 0,58	+ 166,23	- 0,61	+60,29	+130,13
3	69° 27,5' -4	69° 27,1'	87° 39,9	158,11	+6,44	+ 157,98	+6,47	+ 157,95	+226,52	+129,52
4	70° 39,5' -4	70° 39,1'	198° 12,8	246,76	- 234,39	- 77,14	-234,35	- 77,19	+232,99	+287,47
1	127° 46,0' -3	127° 45,7'	307° 33,7	101,09	+ 61,63	- 80,13	+ 61,65	- 80,15	-1,36	+210,28
2			359° 48,0'						+60,29	+130,13
$\Sigma \beta_{\text{пр.}}$	360° 01,5'	360° 00,0'		P= 672,16	+234,27	+157,98	+234,35	+157,95		
$\Sigma \beta_{\text{т.}}$	360° 00,0'	360° 00,0'			-234,39	-157,85	-234,35	-157,95		
f_{β}	+ 1,5'	0° 00,0'			$f_x = -0,12$	$f_y = +0,13$	$f_x = 0,00$	$f_y = 0,00$		
$f_{\text{вгр.}} = \pm 2,0'$										

$\Sigma \beta_{\text{т.}} = 180^\circ(n-2) = 360^\circ 00,0'$; $n=4$. $f_{\text{вгр.}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{4} = \pm 2,0'$.

$f_{\text{вгр.}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{4} = \pm 2,0'$.

$f_p = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,12)^2 + 0,13^2} = \pm 0,18\text{М}$

$f_{\text{від.}} = \frac{f_p}{P} = \frac{0,18}{672,16} = \frac{1}{3700} < \frac{1}{2000}$.

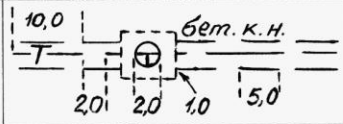
Обчислив студент _____ групи _____

42

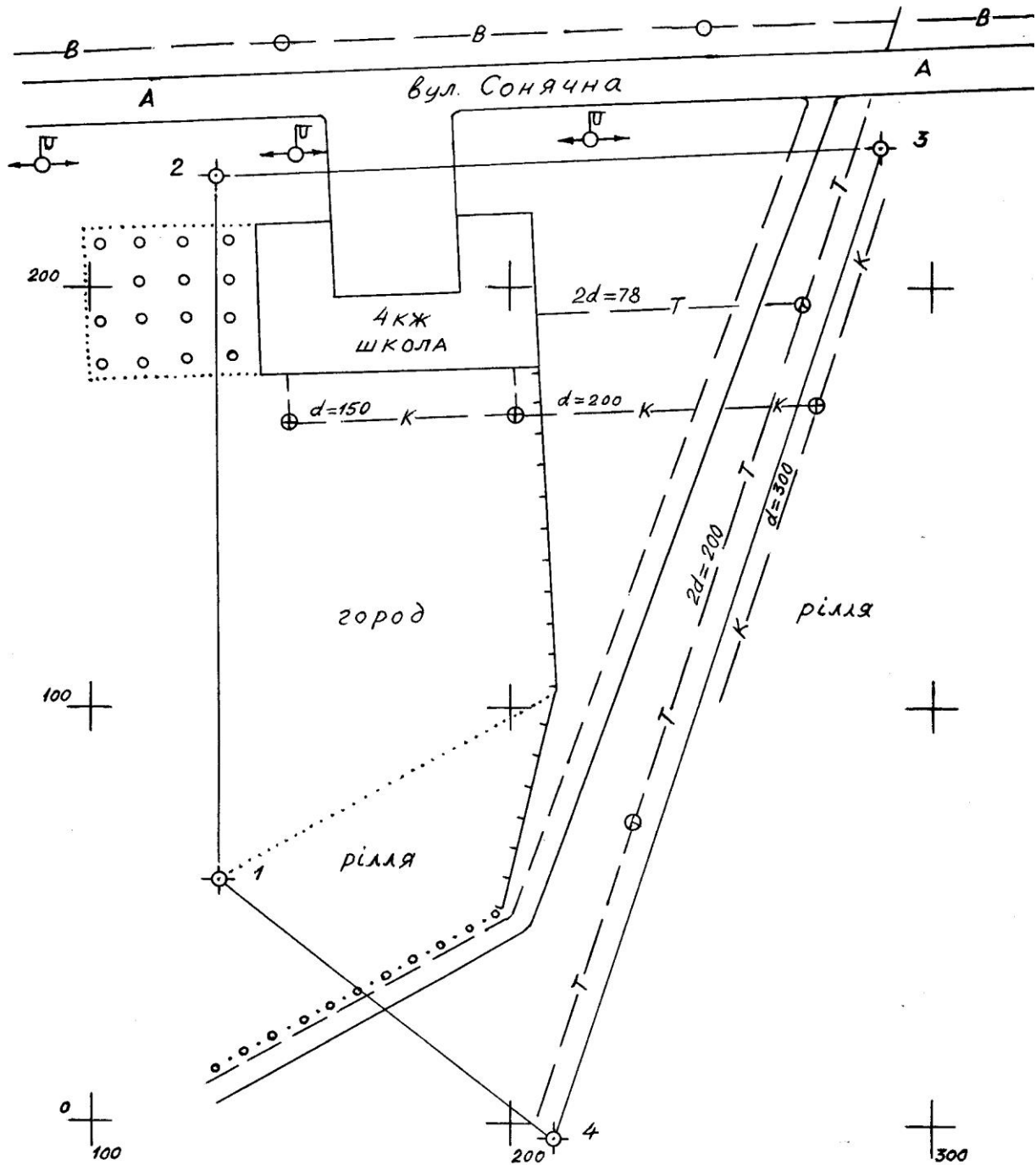
ДОДАТОК Б.4

Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1 : 500 та 1 : 1 000

№, № знаків	Назва та характеристика об'єкта	Умовні знаки	
		розміри в мм	колір
1	Перетин ліній координатної сітки		зелений
2	Точки планових зйомочних мереж: номер / позначка		чорний
3	Репери і марки: в чисельнику – номер, в знаменнику – позначка		чорний
4	Контури рослинності, сільсько-господарських угідь тощо		чорний
5	Дороги ґрунтові, польові та лісові		чорний
6	Автомобільні дороги, матеріал покриття – асфальт		чорний
7	Будівлі житлові: З-кількість поверхів, К- матеріал, Ж- житл.		чорний
8	Лінії електропередач на дерев'яних стовпах		чорний
9	Ліхтарі електричні на стовпах		чорний
10	Річка, міст		Берег-зелений, фон- блакитн. міст, стр.-чорн.
11	Горизонталі: а) основні, б) потовщені та їх позначки		коричневий
12	Піски		коричневий
13	Водопровід; 10- номер колодязя позначки: а) кільця люку, б) поверхні землі, с) верху труби.		чорний
14	Каналізація: 10- номер колодязя позначки а) кільця люку, б) поверхні землі с) дна лотка або верху труби.		чорний

№, № знаків	Назва та характеристика об'єкта	Умовні знаки	
		розміри в мм	Колір
15	Газопровід підземний		чорний
16	Траса теплопостачання		чорний
17	Огорожі кам'яні та залізобетон.		чорний
18	Огорожі дерев'яні		чорний
19	Огорожі металеві		чорний
20	Смуги чагарників		чорний
21	Ліси: порода, 8 середня висота 0,12 – середня товщина, 5 сер. відстань між деревами. Все в метрах.		чорний
22	Сади фруктові		чорний
23	Трав'яна лугова рослинність		чорний

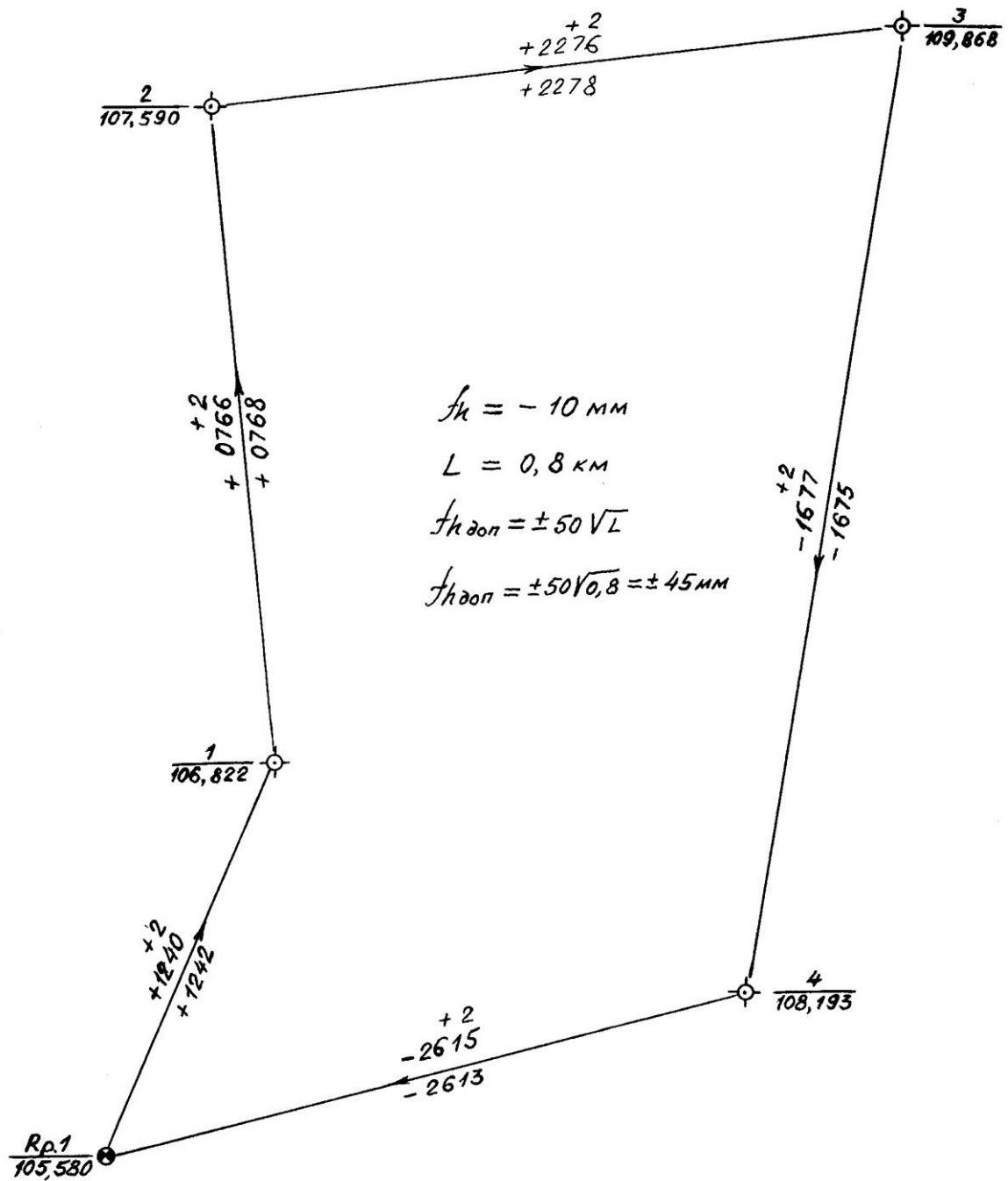
ДОДАТОК Б.5 План горизонтальної зйомки



Примітка 1. План виконується на аркуші ватману формату А1.

Примітка 2. Зарамкове оформлення виконується згідно з додатком В.9.

ДОДАТОК В
Схема нівелювання точок теодолітного ходу



ДОДАТОК В.1

Журнал нівелювання точок теодолітного ходу

Місяць: _____ . Спостерігав: _____

Номери		Відліки за рейками, мм			Перевищення, мм			Позначки, м	
станції	точок	задні, <i>a</i>	передні <i>b</i>	проміжні <i>i</i>	обчислені <i>h</i>	середні <i>h_c</i>	виправлені <i>h_e</i>	<i>H_Г</i>	точки <i>H</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Рп1	2 312			+1 238	+2			<u>105,580</u>
I		6 996				+1 240	+1 242		
	1		1 074		+1 242				106,822
			5 774						
	1	1 818			+0 767	+2			106,822
II		6 500				+0 766	+0 768		
	2		1 051		+0 765				107,590
			5 735						
	2	2 643			+2 276	+2		110,23	107,590
III		7 325				+2 276	+2 278		
	3		0 367		+2 276				109,868
			5 049						
	Цок.			1 183					109,050
	3	0 577			-1 676	+2			109,868
IV		5 256				-1 677	-1 675		
	4		2 253		-1 678				108,193
			6 934						
	4	0 619			-2 616	+2			108,193
V		5 302				-2 615	-2 613		
	Рп.1		3 235		-2 614				<u>105,580</u>
			7 916						
					+8 564	+4 282	+4 288		
Σ		39 348	39 368		-8 584	-4 292	-4 288		
		-20			-20	-10	00		

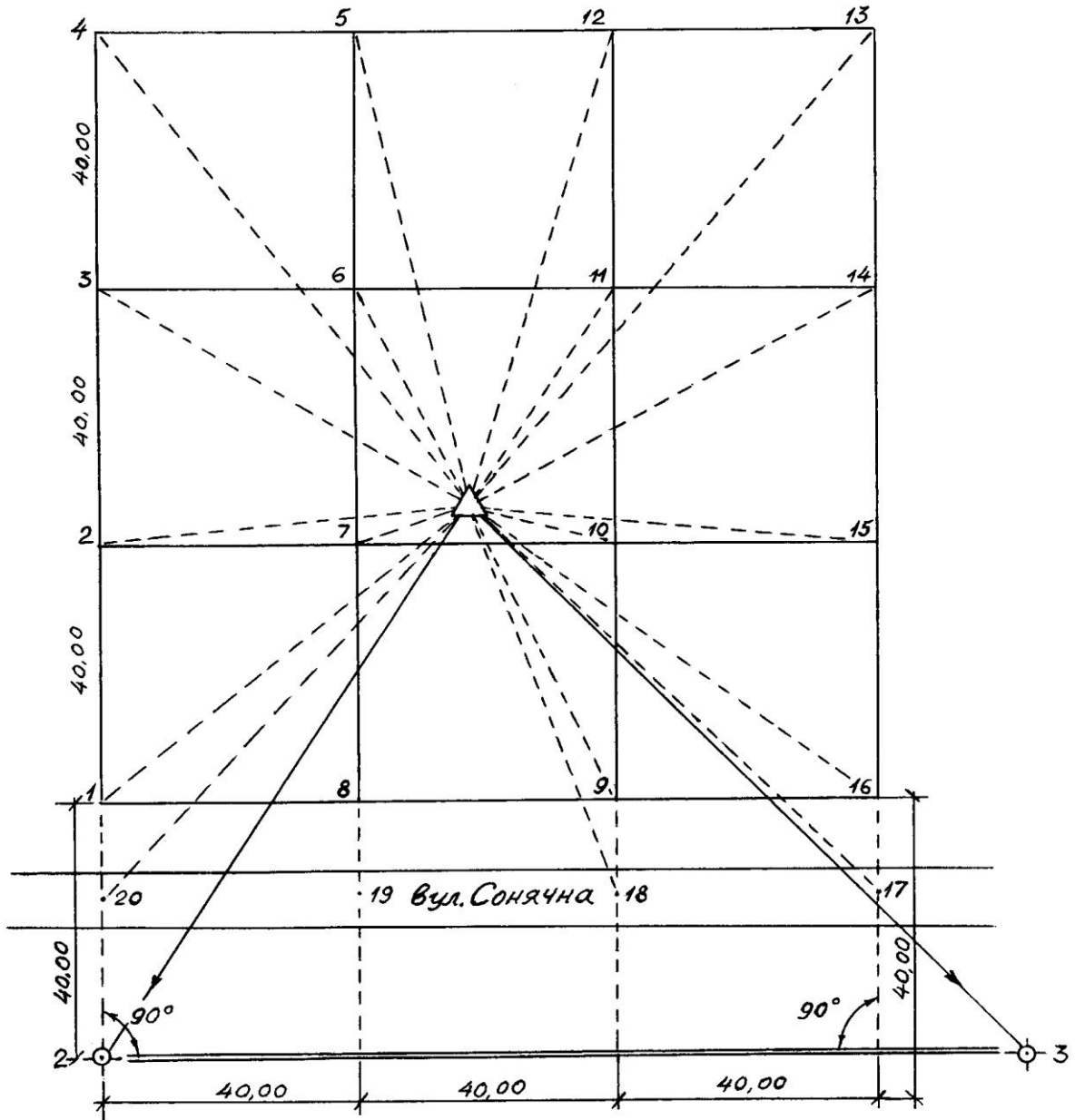
$$f_h = \sum h_{\text{сер.}} = +10 \text{ мм. } f_{h \text{ доп}} = \pm 50 \sqrt{L}, L = 0,8 \text{ м, } f_{h \text{ доп}} = \pm 45 \text{ мм.}$$

Обчислив ст. гр. _____



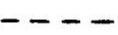
Примітка. *H_Г* – позначка горизонту інструмента

ДОДАТОК В.2

Схема розбивки і нівелювання майданчика за квадратами



Умовні позначення:

-  нівелірна станція
-  напрямок нівелювання зв'язуючих точок
-  напрямок нівелювання проміжних точок

ДОДАТОК В.3

Журнал нівелювання майданчика за квадратами

Місяць: _____ Спостерігав: _____

Номери		Відліки за рейками, мм			Перевищення, мм			Позначки, м	
станції	Точок	задні, <i>a</i>	передні <i>b</i>	проміжні <i>i</i>	обчислені <i>h</i>	середні <i>h_c</i>	виправлені <i>h_e</i>	H _{Г1}	точки H
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	T.2	2780						110,37	107,590
I		7464							
	1			2 650					107,720
	2			2 350					108,020
	3			1 940					108,430
	4			1 500					108,870
	5			1 090					109,280
	6			1 510					108,860
	7			1 720					108,650
	8			1 980					108,390
	9			1 330		-1			109,040
	10			1 190	+2 280	+2 279	+2 278		109,180
	11			0 960	+2 278				109,410
	12			0 650					109,720
	13			0 230					110,140
	14			0 560					109,810
	15			0 670					109,700
	16			0 750					109,620
	17			0 620					109,750
	18			1 220					109,150
	19			1 880					108,490
	20			2 550					107,820
	T.3		0 500						109,868
			5 186						
Σ		10 244	5 686		+4 558	+2 279	+2 278		
		+4 558							

$$f_h = \sum h_{\text{сер.}} - (H_{T3} - H_{T2}) = +2\,279 - (109,868 - 107,590) = 2\,279 - 2\,278 = +1 \text{ мм.}$$

$$f_{h \text{ доп}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n}, n = 1, f_{h \text{ доп}} = \pm 45 \text{ мм.}$$

Обчислив ст. гр. _____

Примітка. Точки 17–20 розміщені на осі вулиці.

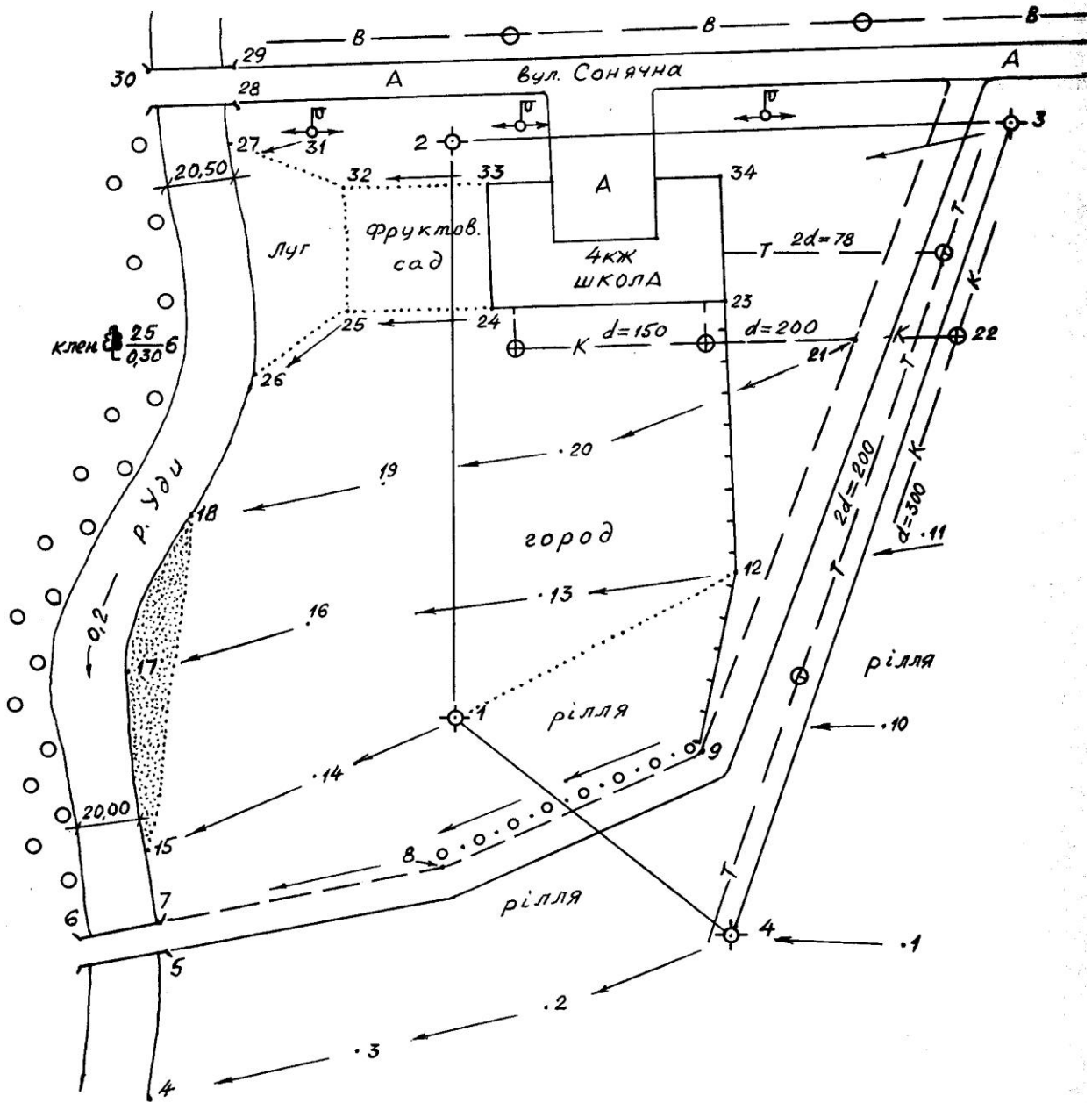
ДОДАТОК В.4

Журнал тахеометричної зйомки

Місяць: _____ 20__ р. Спостерігав:

Ч\ч	Далекомірна відстань, D, м	Відліки ГК °′	Відліки ВК °′	Кут нах., ν °′	Горизонтальне проложення d, м	Перевищення h, м	Позначки Н, м	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Станція № 1 $i = 1.45$ MO = +1′					H _{ст} = 106,82			
T2	166,2	0°00′	0°17′Л	0°16′	166,2	+0,75	107,59	
			-0°15′П					
1	142,8	117°23′	0°54′	0°53′	142,8	+2,20	109,02	рел'єф
2	86,8	162°23′	0°24′	0°23′	86,8	+0,58	107,40	рел'єф
3	100,3	196°36′	-0°09′	-0°10′	100,3	-0,29	106,53	рел'єф
4	140,2	217°50′	-0°31′	-0°32′	140,2	-1,30	105,52	рел'єф
5	108,4	230°35′			108,4			міст
6	125,0	240°15′			125,0			міст
7	103,0	234°55′			103,0			міст
8	47,3	182°50′	-0°02′	-0°03′	47,3	-0,04	106,78	ряд кущів
9	69,7	99°40′	0°56′	0°55′	69,7	+1,12	107,94	огорожа
10	122,5	90°33′	1°01′	1°00′	122,5	+2,14	108,96	рел'єф
11	143,3	68°00′	0°57′	0°56′	143,3	+2,33	109,15	рел'єф
12	90,7	62°35′	0°56′	0°55′	90,7	+1,45	108,27	огорожа
13	43,0	34°25′	0°44′	0°43′	43,0	+0,54	107,36	рел'єф
14	44,2	248°20′	-0°57′	-0°58′	44,2	-0,75	106,07	рел'єф
15	95,0	246°00′	-0°44′	-0°45′	95,0	-1,24	105,58	берег
16	50,1	304°45′	-0°34′	-0°35′	50,1	-0,51	106,31	рел'єф
17	94,7	277°30′	-0°41′	-0°42′	94,7	-1,16	105,66	рел'єф
18	95,1	307°35′	-0°39′	-0°40′	95,1	-1,11	105,71	берег
19	71,3	341°50′	0°01′	0°00′	71,3	0,00	106,82	рел'єф
20	83,3	21°00′	0°39′	0°38′	83,3	+0,92	107,74	рел'єф
21	158,3	46°10′	0°51′	0°50′	158,3	+2,30	109,12	дорога
22	180,5	52°20′	0°51′	0°50′	180,5	+2,62	109,44	колодязь
23	144,0	32°30′	0°43′	0°42′	144,0	+1,46	108,58	кут школи
T2	166,2	0°00′	0°17′Л	0°16′	166,2	+0,75	107,59	
			-0°15′П					
Станція № 2 $i = 1.47$ MO = +1′					H _{ст} = 107,59			
T1	166,2	0°00′	-0°17′Л	-0°16′	166,2		106,82	
24			+0°15′П					
25	48,7	348°05′	-0°51′	-0°52′	48,7	-0,74	106,85	кут школи
26	57,2	31°25′	-0°51′	-0°52′	57,2	-0,87	106,72	рел'єф
27	90,0	40°05′	-1°01′	-1°02′	90,0	-1,62	105,97	берег
28	65,0	93°00′	-1°24′	-1°25′	65,0	-1,61	105,98	берег
29	63,5	99°30′			63,5			міст
30	66,6	108°20′			66,6			міст
31	89,2	104°05′			89,2			міст
32	40,9	92°20′	-1°20′	-1°21′	40,9	-0,96	106,63	стовп ЛЕП
33	33,5	66°10′	-1°21′	-1°22′	33,5	-0,80	106,79	колодязь
34	15,7	324°00′	0°21′	0°20′	15,7	+0,09	107,68	кут школи
35	76,3	277°05′	0°55′	0°54′	76,3	+1,20	108,79	кут школи
T1	166,2	0°00′	-0°17′Л	-0°16′	166,2		106,82	
			+0°15′П					

ДОДАТОК В.5 Абрис тахеометричної зйомки

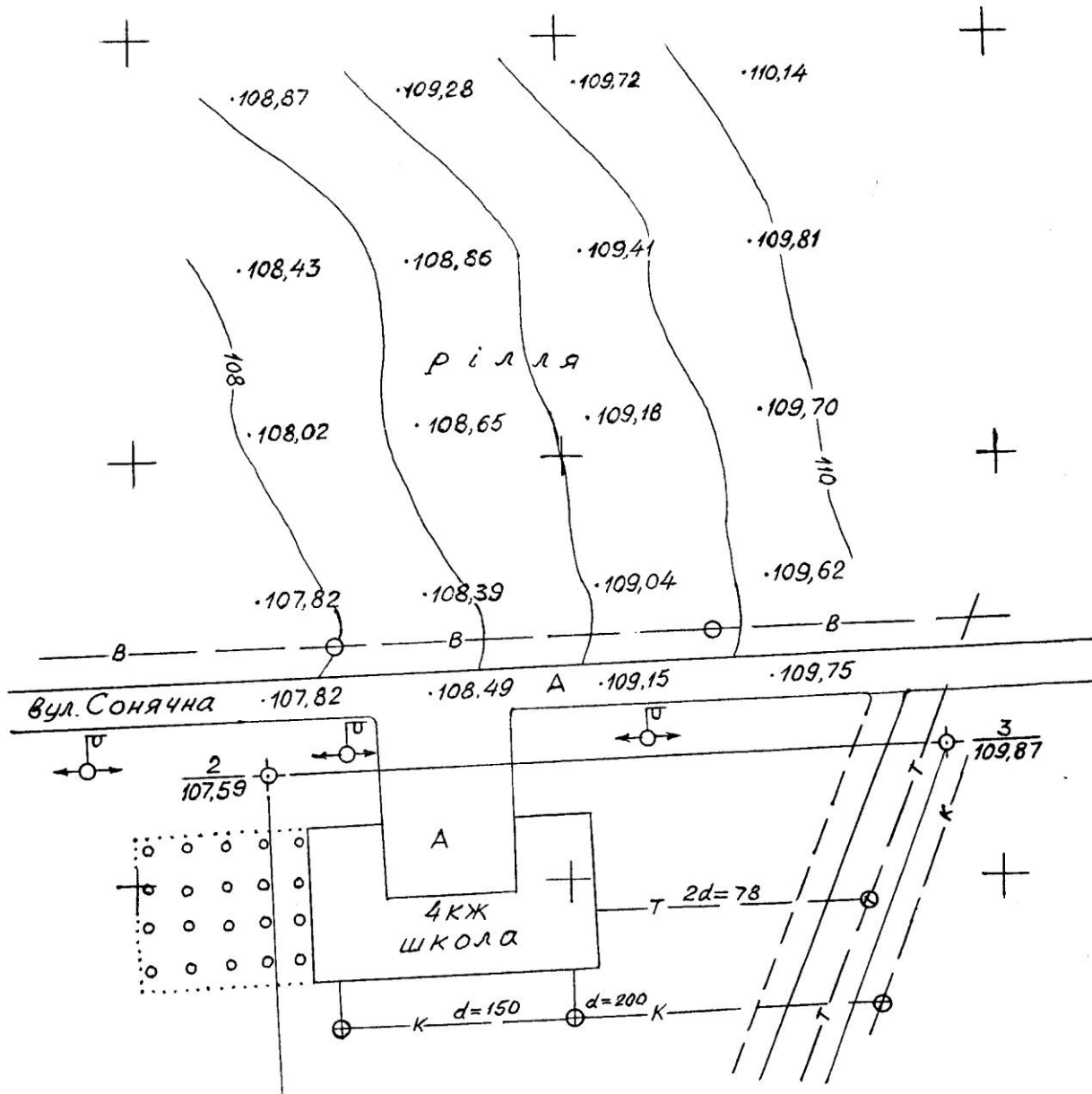


Умовні позначення:

← напрямок пониження рельєфу

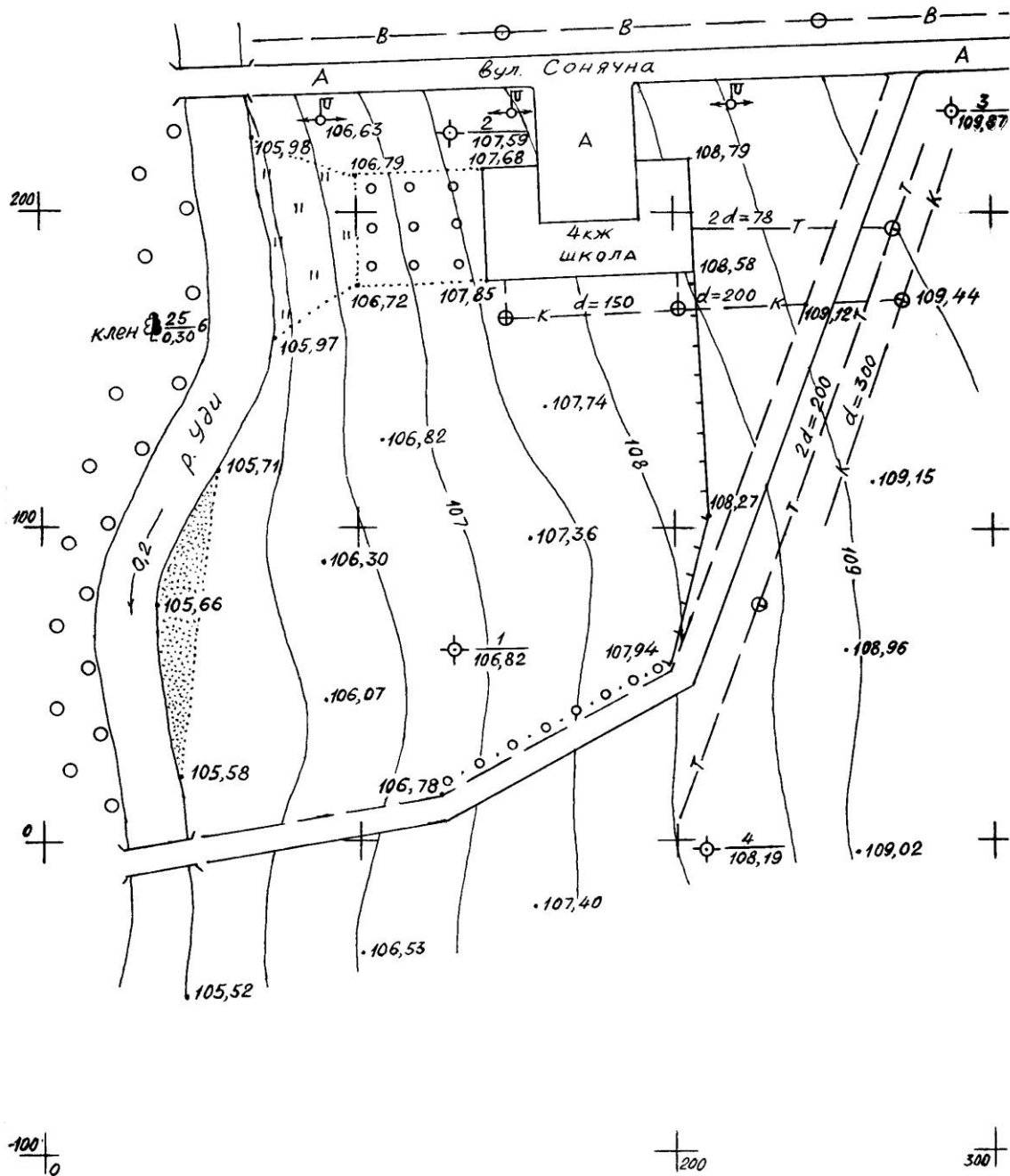
ДОДАТОК В.6

План нівелірної зйомки



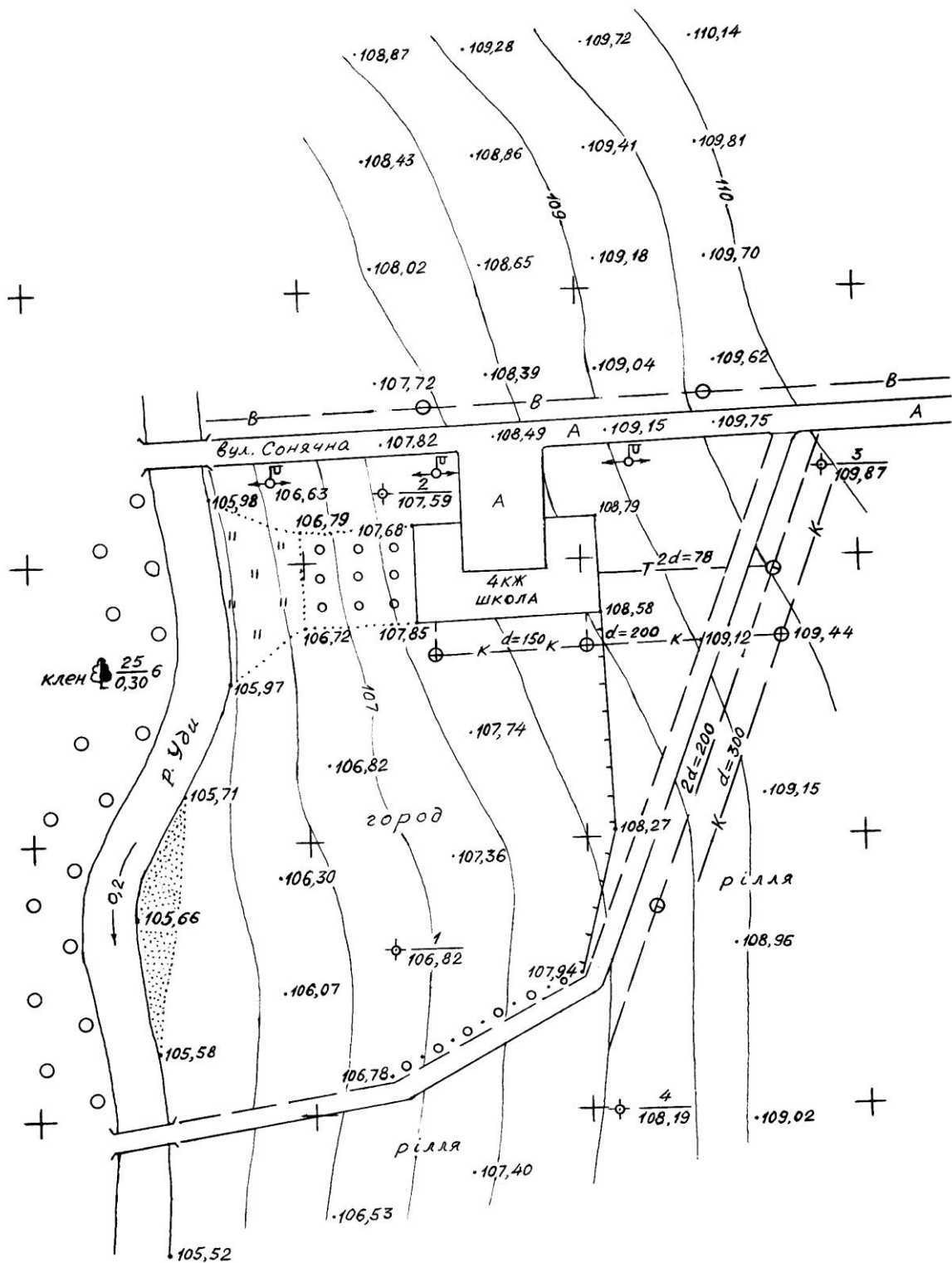
Примітка. Виконується на плані горизонтальної зйомки

ДОДАТОК В.7 План тахеометричної зйомки



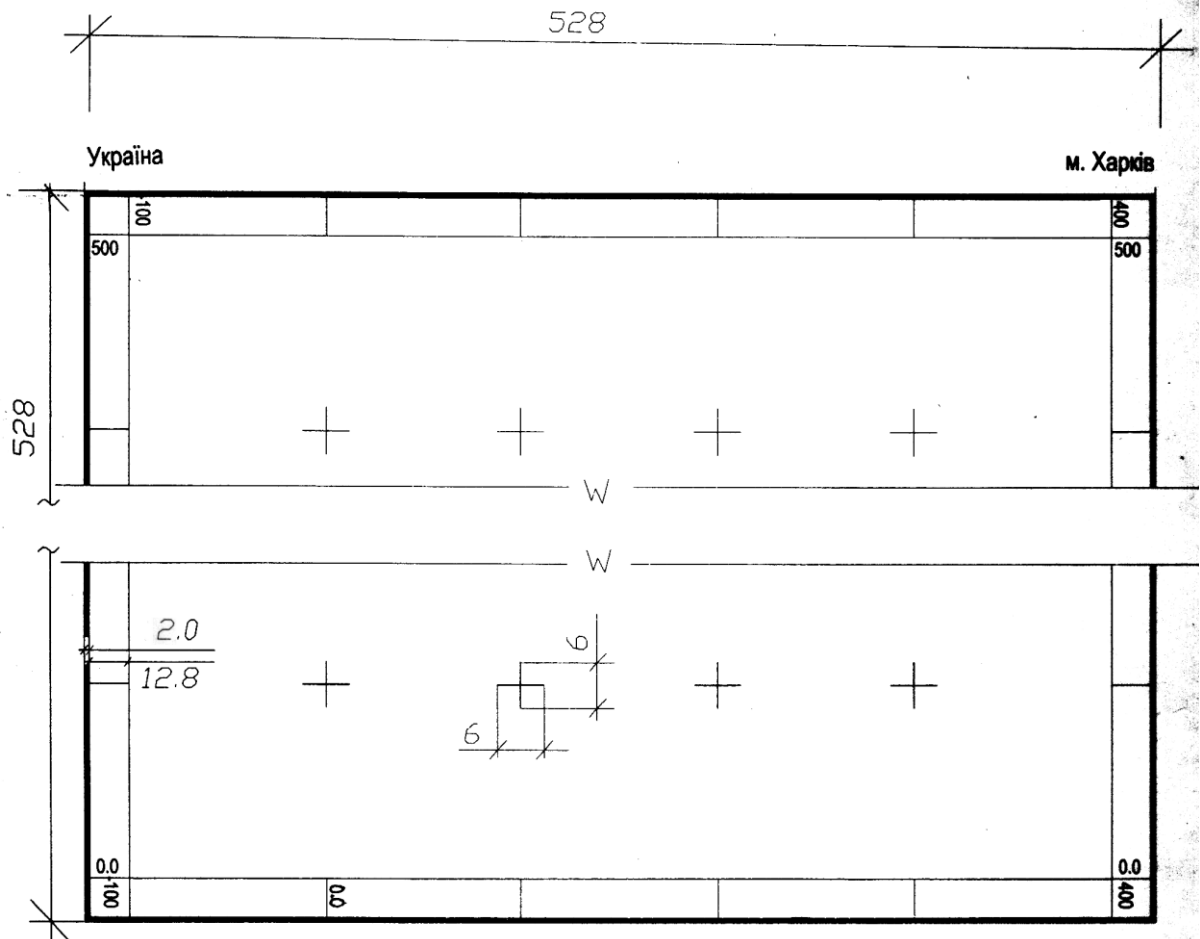
Примітка. Виконується на плані горизонтальної зйомки

ДОДАТОК В.8 План топографічної зйомки



Примітка. Зарамкове оформлення наведено в додатку В.9

ДОДАТОК В.9
Зарамкове оформлення топографічного плану



Виконав ст. гр. _____
Перевірив _____

1 : 1 000

Топографічний план ділянки місцевості
в 1 сантиметрі 10 метрів.

Суцільні горизонталі проведені через 0,5 м.

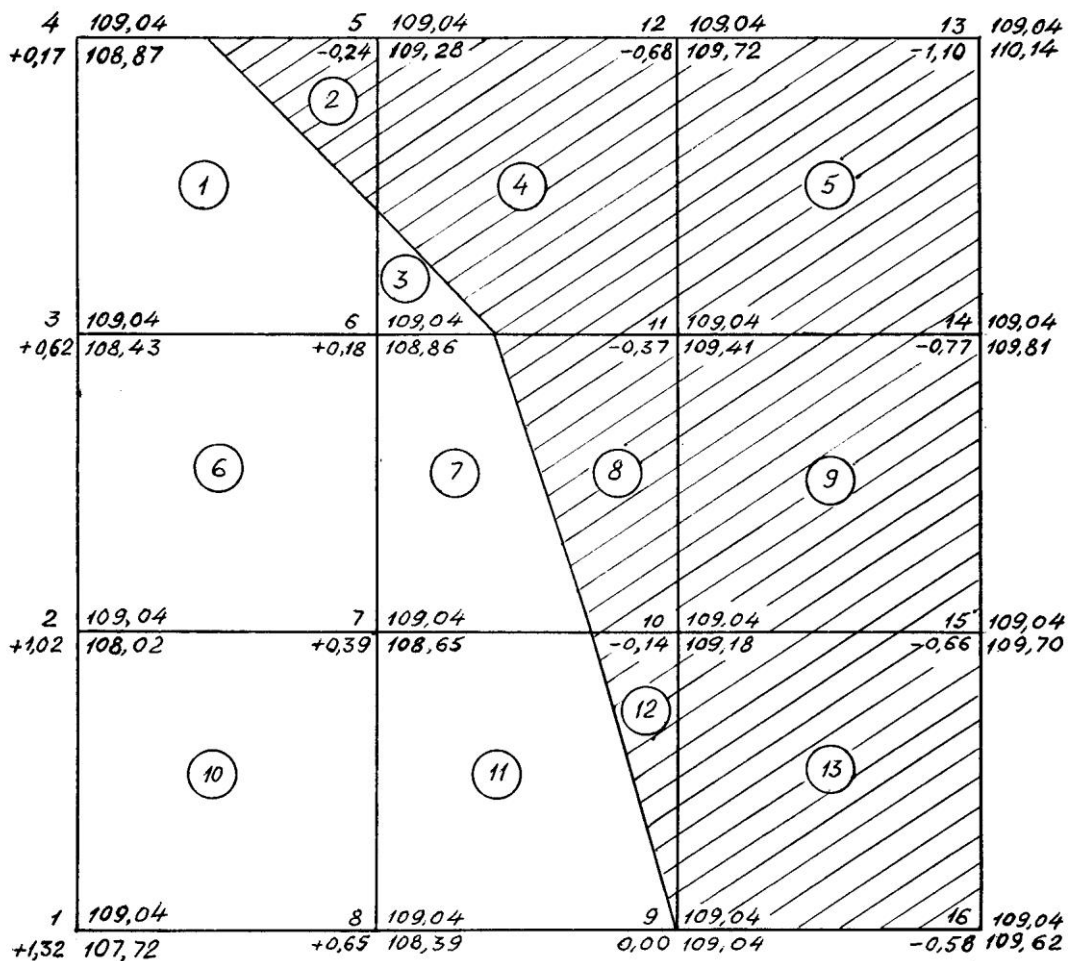
Система координат і висот умовна

Примітка 1. Висота підпису, а також цифр 1 : 1 000 – 5 мм.

Примітка 2. Висота решти підписів – 2 мм.

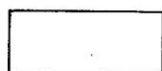
ДОДАТОК Г

Картограма земляних робіт



1: 1000

Умовні позначення



Підсипка ґрунту



Виймка ґрунту

ДОДАТОК Г.1
Відомість обчислення об'ємів земляних робіт

Номери фігур	Виймка			Насип		
	площа фігури $S, \text{ м}^2$	середня робоча позначка $h, \text{ м}$	об'єм $V, \text{ м}$	площа фігури $S, \text{ м}^2$	середня робоча позначка $h, \text{ м}$	об'єм $V, \text{ м}$
1				1 332,4	0,194	258,2
2	267,6	0,08	21,4			
3				112,2	0,06	6,7
4	1 487,8	0,26	386,8			
5	1 600,0	0,73	1 168,0	–	–	–
6	–	–	–	1 600,0	0,55	880,0
7				850,4	0,14	119,1
8	749,6	0,13	97,4			
9	1 600,0	0,485	776,0	–	–	–
10	–	–	–	1 600,0	0,845	1 352,0
11				1 388,6	0,26	361,0
12	211,4	0,05	10,6			
13	1 600,0	0,345	544,0	–	–	–
Σ	7 516,4		3 004,2	6 883,6		2 977,0

$$S_{\text{заг.}} = S_B + S_H = 7\,516,4 + 6\,883,6 = 14\,400 \text{ м}^2.$$

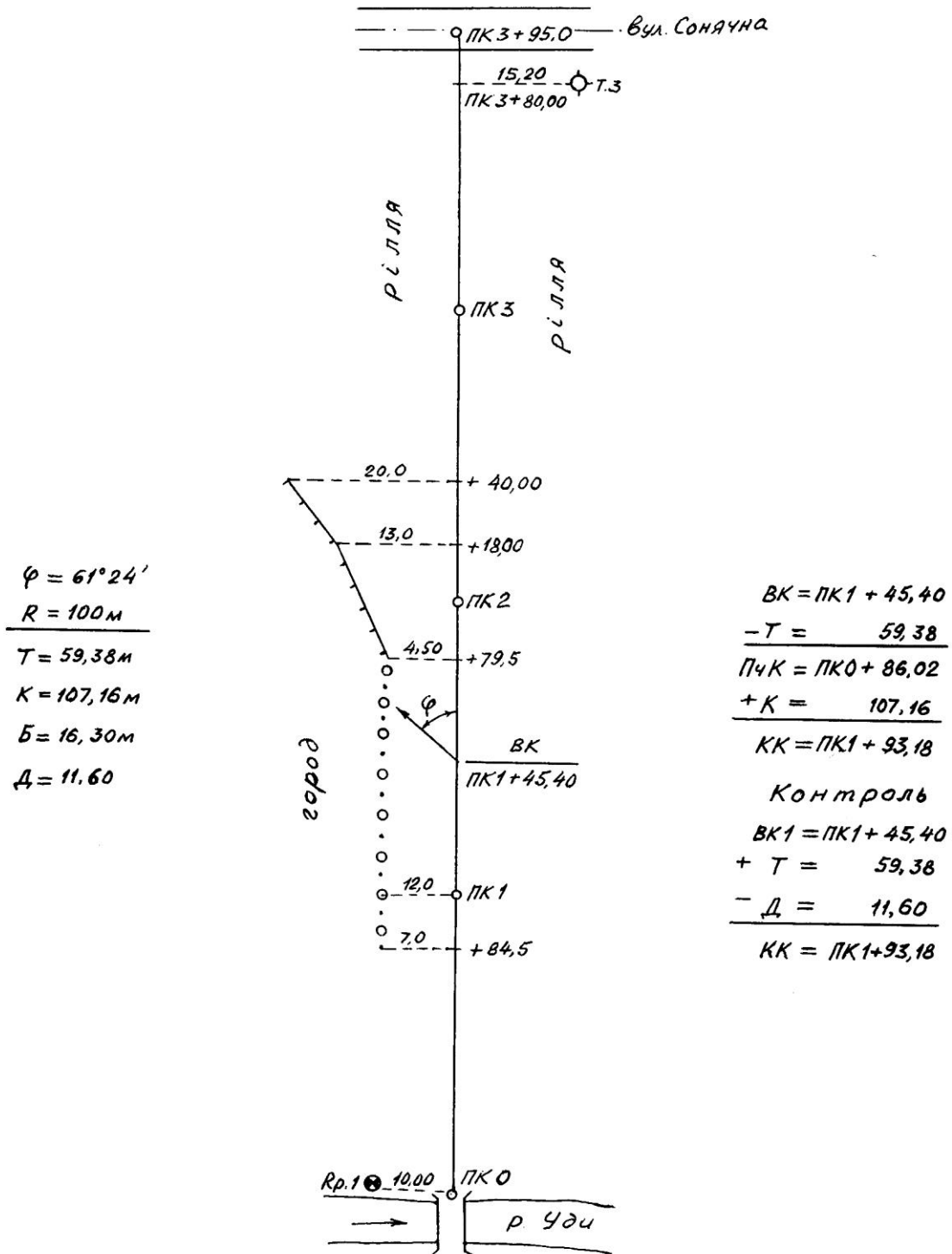
$$|\Delta V| = \Sigma V_B - \Sigma V_H = 3\,004,2 - 2\,977,0 = 27,2 \text{ м}^3.$$

$$B = \frac{|\Delta V|}{\Sigma V_B + \Sigma V_H} \cdot 100\% \leq 5\%.$$

$$B = \frac{|\Delta V|}{\Sigma V_B + \Sigma V_H} \cdot 100\% = \frac{27,2}{5981,2} \cdot 100\% = 0,5\%.$$

Обчислив студент групи _____

ДОДАТОК Е Пікетажний журнал



ДОДАТОК Е.1

Журнал нівелювання траси

Місяць: _____ Спостерігав: _____

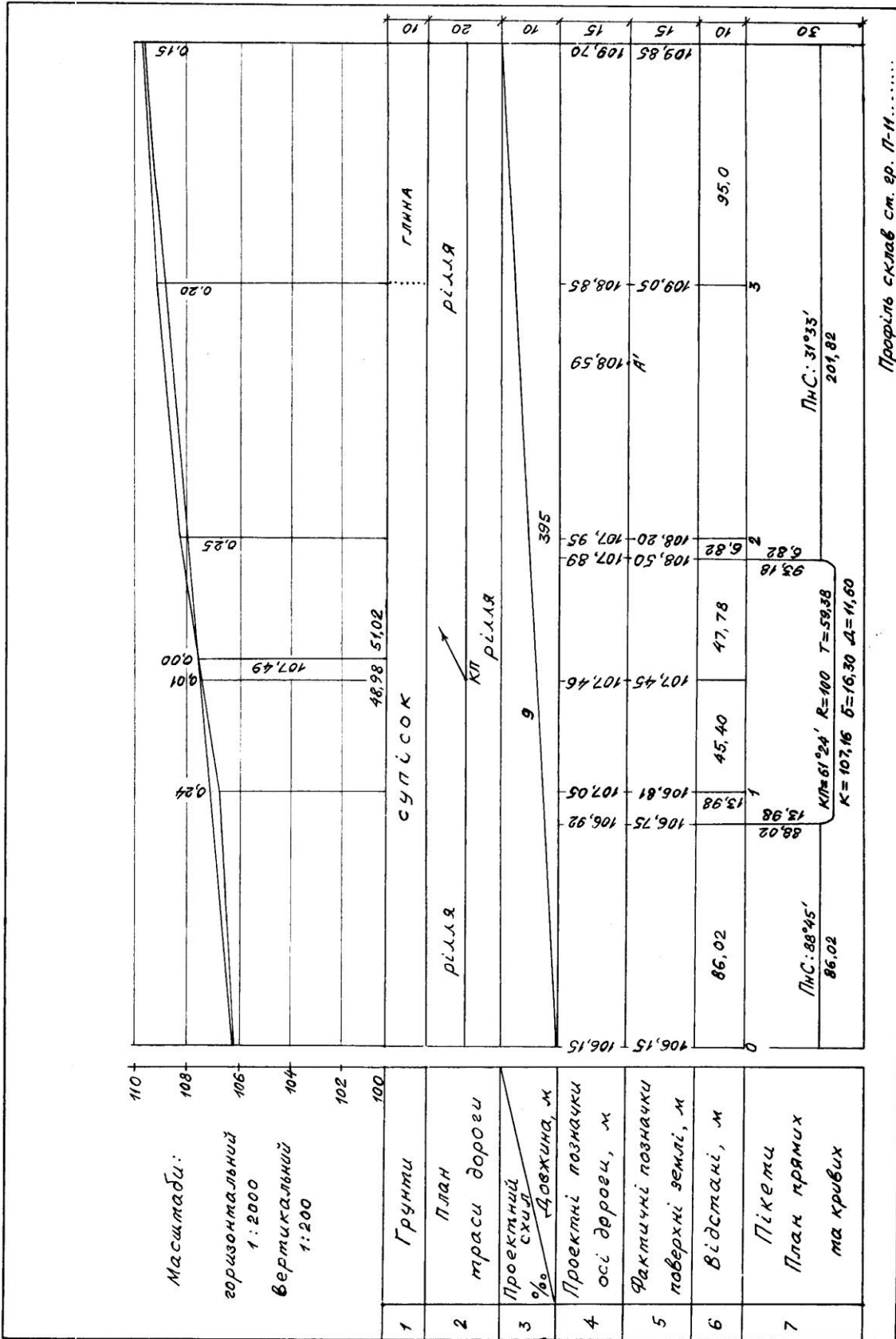
Номери		Відліки за рейками, мм		Перевищення, мм				Позначки, м	
ст ан ції	Точок	задні, <i>a</i>	передні <i>b</i>	проміжні, <i>c</i>	обчис- лені <i>h</i>	серед- ні <i>h_c</i>	виправ- лені <i>h_e</i>	Н _{ГІ}	точки Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Рп.1	1 458			+0 570	+2			105,580
I		6 141				+0 570	+0 572		
	ПК0		0 888		+0 570				106,152
			5 571						
	ПК0	1 642			+0 657	+1			106,152
II		6 324				+0 657	+0 658		
	ПК1		0 985		+0 657				106,810
			5 667						
	ПК1	2 047			+1 381	+2		108,8	106,810
III		6 735				+1 383	+1 385		
	ПК2		0 666		+1 385				108,195
			5 350						
	ПК			2 107					106,750
	КП			1 007					107,850
	КК			0 357					108,500
	ПК2	1 554			+0 852	+1			108,195
IV		6 237				+0 853	+0 854		
	ПК3		0 702		+0 854				109,049
			5 383						
	ПК3	1 856			+0 796	+2			109,049
V		6 540				+0 797	+0 799		
	ПК3+95		1 060		+0 798				109,848
			5 742						
	ПК3+95	1 319			+0 019	+1			109,848
VI		6 002				+0 019	+0 020		
	т.3		1 300		+0 019				109,868
			5 983						
Σ		47 855	39 297		+8 558	+4 279	+4 288		
		+8 558							

$$f_h = \sum h_{\text{сер.}} - (H_{\text{т. 3}} - H_{\text{РПІ}}) = +4\,279 - (109,868 - 105,580) = -9\text{мм.}$$

$$f_{h \text{ доп}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad L = 0,6 \text{ км}, \quad f_{h \text{ доп}} = \pm 40 \text{ мм.}$$

Обчислив студент групи _____

ЛОПАТОК Б.2



ДОДАТОК Ж

Розрахунок проектних координат споруди

Таблиця Ж.1 – Обчислення початкового дирекційного кута

Номери точок	Кути $\beta_{ПРАВ}$	Дирекційний кут α	Довжина $S, м$	Прирости координат, м		Координати, м	
				ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8
Розрахунок початкового дирекційного кута							
A						154,0	230,0
		200,185 80	72,45	-68,0	-25,0		
B						86,0	205,0

Таблиця Ж. 2 – Обчислення проектних координат кутів споруди

Номери точок	Кути $\beta_{ПРАВ}$	Дирекційний кут α	Довжина $S, м$	Прирости координат, м		Координати, м	
				ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8
A						154,00	230,00
		200,185 80	72.00	-67.578	-24.844		
B	90°00′					86.422	205.156
		290,185 80	36.00	12.422	-33.789		
C	90°00′					98.844	171.367
		20,185 80	72.00	67.578	24.844		
D	90°00′					166.422	196.211
		110,185 80	36.00	-12.422	33.789		
A	90°00′					154,00	230,00
		200.185 80					
B							
Контроль	360°00′			$\Delta X=0$	$\Delta Y=0$		

Обчислення виконав студент гр. _____ Перевірив _____

ДОДАТОК Ж.1
Обчислення даних для винесення проєкту споруди на місцевість

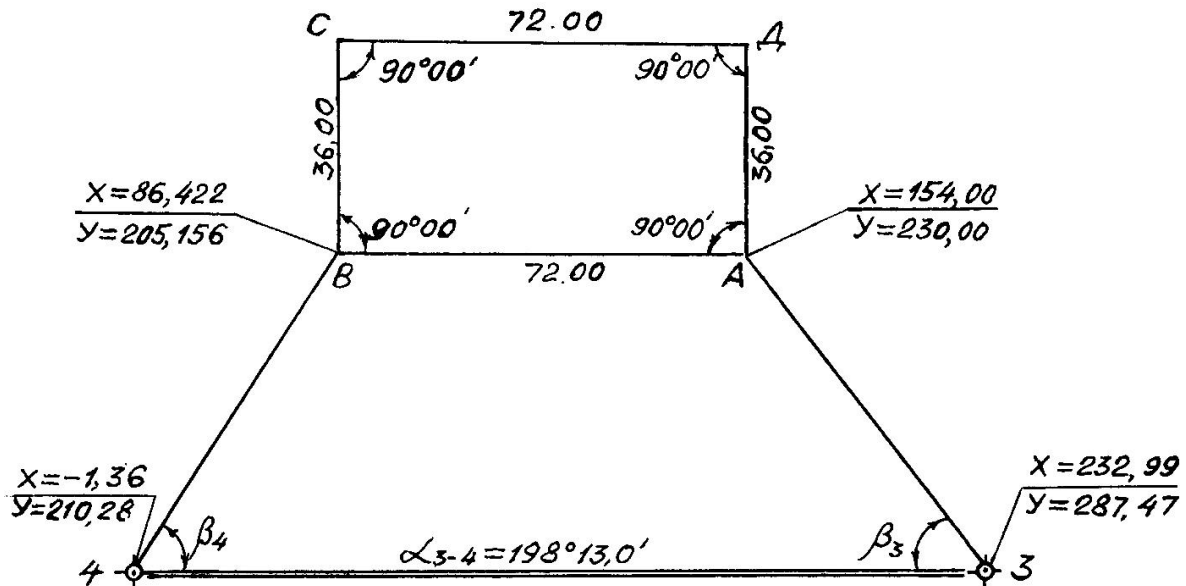


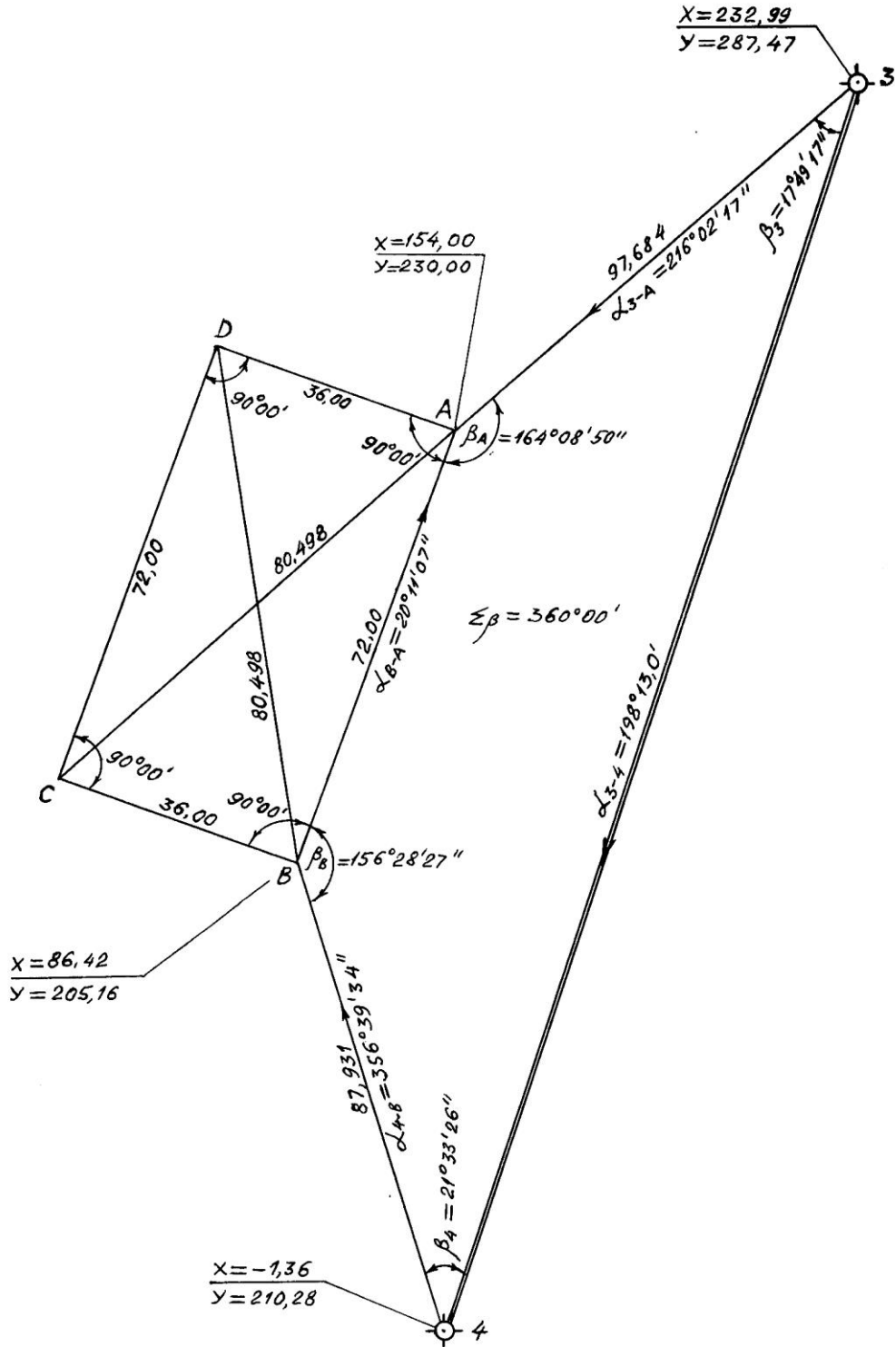
Рисунок Ж.1.1 – Схема обчислення розмічувальних елементів

Відомість обчислення розмічувальних елементів

Номери точок	Кути $\beta_{ПРАВ}$ ° ' "	Дирекційні кути, $\alpha, ^\circ$	Довжина $S, м$	Прирости координат, м		Координати, м	
				ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8
		36,038 18					
3	17,80736 17° 48' 26''	198,230 82	246,735	-234,35	-77,19	232,99	287,47
4	21,57149 21° 34' 17''	356,659 33	87,931	87,782	-5,123	-1,36	210,28
В	156,47414 156° 28' 27''	20,185 18	72,000	67,578	24,845	86,422	205,156
А	164,14700 164° 08' 49''	36,038 18	97,684	78,99	57,47	154,00	230,00
3						232,99	287,47
Конт	$\Sigma\beta=359,599$ 99°			$\Sigma\Delta X = 0$	$\Sigma\Delta Y = 0$		

Виконав ст. гр. _____ Перевірив _____

ДОДАТОК Ж.2 Розмічувальне креслення



ДОДАТОК Ж.3

Обчислення розмічувальних елементів для винесення на місцевість траси трубопроводу (каналізації, водопроводу газопроводу)

Позначення і формули	Лінія т. 1 – поч. траси (А)	т. 4 – кут повороту (В)	т. 3 – кінець траси (С)
$X_{\text{кін.}}$	- 4,80	+16,30	+248,60
$X_{\text{поч.}}$	+60,29	- 1,37	+232,99
$\Delta X = X_{\text{кін.}} - X_{\text{поч.}}$	- 65,09	+17,67	+15,61
$Y_{\text{кін.}}$	+47,20	+193,50	+276,00
$Y_{\text{поч.}}$	+130,13	+210,28	+287,47
$\Delta Y = Y_{\text{кін.}} - Y_{\text{поч.}}$	- 82,93	-16,78	- 11,47
$\text{tg } r = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	1,274 08	0,949 63	0,73479
$r = \text{arc tg } \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	ПдЗ: 51,872° = 51°52,3'	ПнЗ: 43,520° = 43°31,2'	ПнЗ: 36,308° = 36°18,5'
$\cos r$	0,617 42	0,725 13	0,805 85
$\sin r$	0,786 63	0,688 61	0,592 12
$d_1 = \frac{\Delta X}{\cos r}$	105,42	24,37	19,37
$d_2 = \frac{\Delta Y}{\sin r}$	105,42	24,37	19,37
$d_{\text{сер.}}$	105,42	24,37	19,37
$\alpha_{\text{проект.}}$	$\alpha_{\text{т.1-А}} = 231^\circ 52,3'$	$\alpha_{\text{т.4-В}} = 316^\circ 28,2'$	$323^\circ 41,5'$
$\alpha_{\text{вих.}}$	$\alpha_{1-4} = 127^\circ 34,0'$	$\alpha_{4-1} = 307^\circ 34,0'$	$267^\circ 40,0'$
β	$\beta_{\text{т.1}} = 104^\circ 18,3'$	$\beta_{\text{В}} = 8^\circ 54,2'$	$\beta_{\text{С}} = 56^\circ 01,7'$

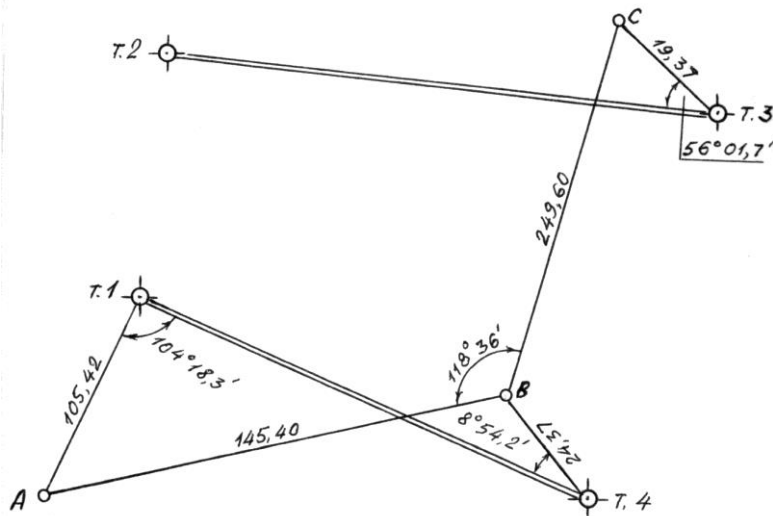


Рисунок Ж. 3.1 – Розмічувальне креслення траси трубопроводу

ДОДАТОК Ж.4

Схеми обчислення даних для розміщення споруди на місцевості по висоті

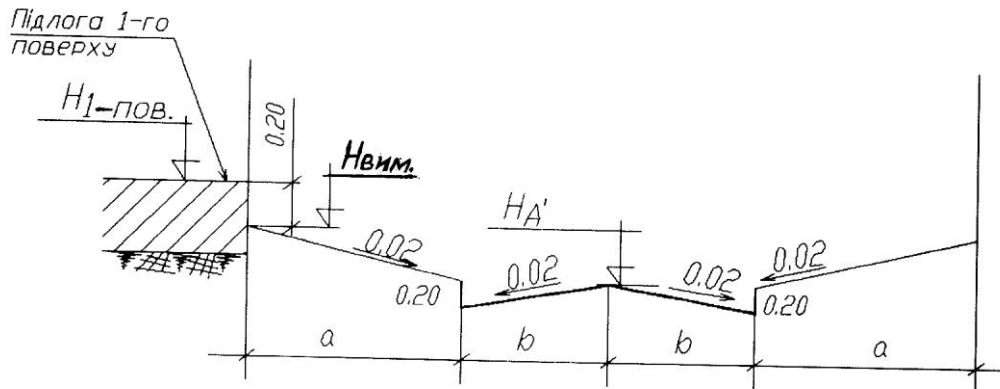


Рисунок Ж.1 – Типовий поперечник вулиці

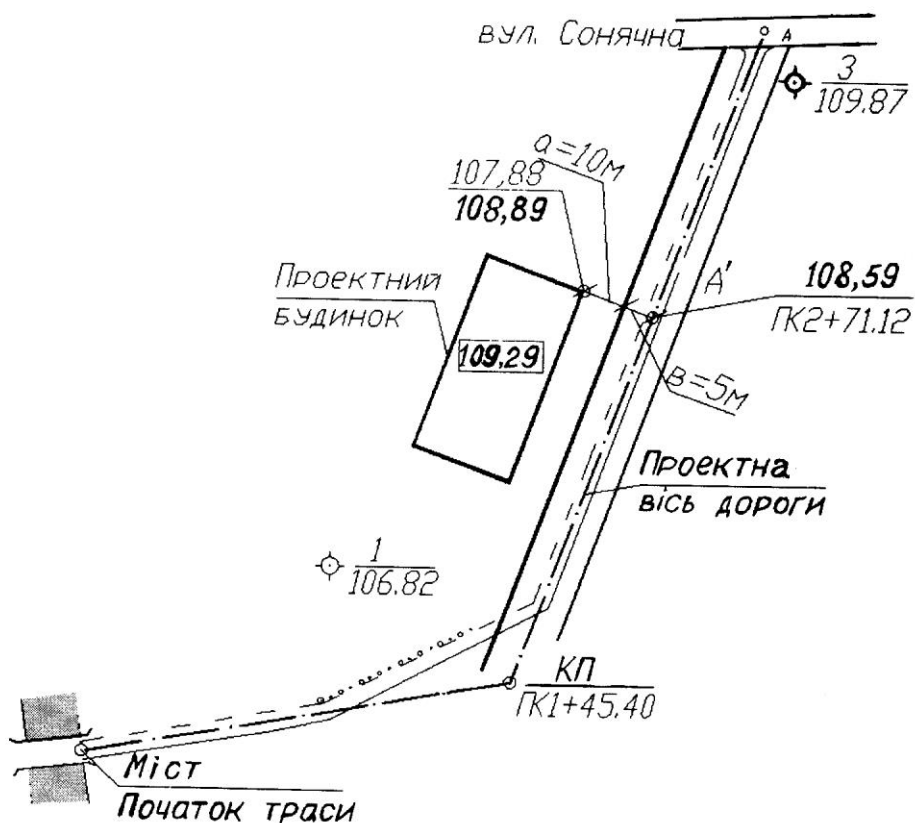
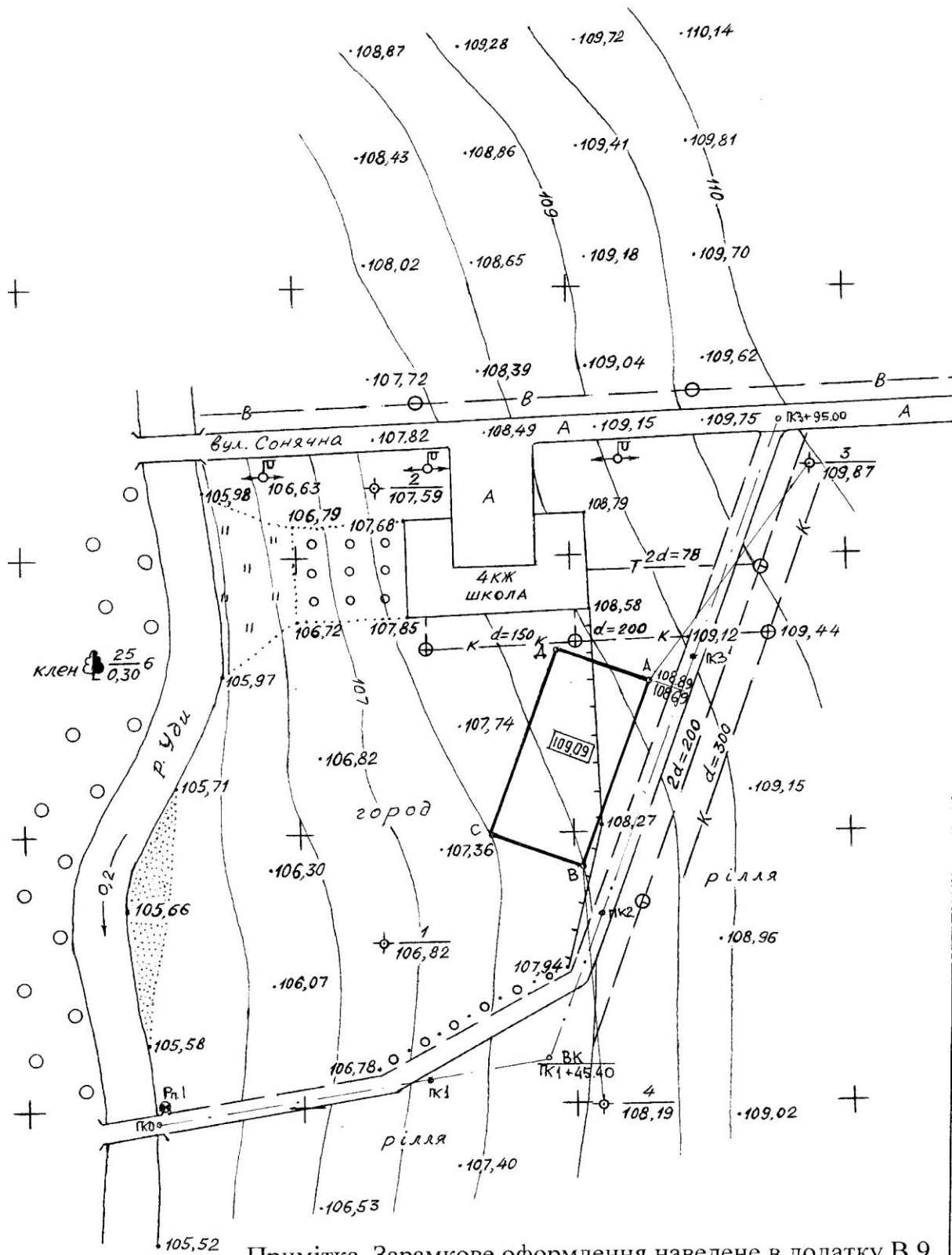


Рисунок Ж.2 – Схема розміщення будинку відносно траси і точки А' на трасі

Виконав студент гр. _____ Перевірив _____

ДОДАТОК Ж.5 Проект розміщення споруди (зразок)



Примітка. Зарамкове оформлення наведене в додатку В.9.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основні

1. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Геодезія» на тему: «Складання технічного проекту геодезичної основи для знімання масштабу 1:2000» (для студентів 2 курсу освітньої програми «бакалавр» зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) [Електрон. ресурс] / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. В. О. Пеньков. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 65 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/55752/>, вільний (дата звернення 01.03.2024). – Назва з екрана.

2. Методичні рекомендації до проведення практичних занять із навчальної дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів» (для бакалаврів спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) [Електрон. ресурс] / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. О. О. Воронков. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 138 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/55997/>, вільний (дата звернення 01.03.2024). – Назва з екрана.

3. Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи та проведення практичних занять із навчальної дисципліни «Картографія» та «Картографія і топографія» (для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) [Електрон. ресурс] / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. О. В. Афанасьєв. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 46 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/59162/>, вільний (дата звернення 01.03.2024). – Назва з екрана.

Додаткові

4. Метешкін К. О. Математична обробка геодезичних вимірів : конспект лекцій (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) [Електрон. ресурс] / К. О. Метешкін, О. О. Воронков ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 126 с. – Режим доступу:

<https://eprints.kname.edu.ua/61185/>, вільний (дата звернення 01.03.2024). – Назва з екрана.

5. Наливайко Т. А. Удосконалення геодезичних вишукувань у визначенні геометричних параметрів конструкцій підйомних кранів / Т. А. Наливайко, Т. Т. Наливайко // Вісник ХНАДУ. – Вип. 85. – № 2. – 2019. – С. 36–39.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до виконання розрахунково-графічного завдання
з навчальної дисципліни

«ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 191 – Архітектура та містобудування)*

Укладачі **НАЛИВАЙКО** Тарас Антонович,
ПОМОРЦЕВА Олена Євгенівна

Відповідальний за випуск *О. Є. Поморцева*

Редактор *О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *О. Є. Поморцева*

План 2024, поз. 489М

Підп. до друку 22.02.2024. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 4,7.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.