

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ

КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, ГЕОДЕЗІЇ ТА
ЗЕМЛЕУСТРОЮ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання контрольної роботи з дисципліни «Інженерна геодезія»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
заочної та дистанційної форм навчання

Дніпро
2022

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Інженерна геодезія» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» заочної та дистанційної форм навчання/ Укладачі: Ландо Є.О., Кочан С.М. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2022. – 24с.

Методичні вказівки призначені для допомоги студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» під час виконання контрольної роботи з дисципліни «Інженерна геодезія». У розробку включено структура та зміст контрольної роботи.

Укладачі: Ландо Є.О., к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА;
Кочан С.М., асистент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА.

Відповідальний за випуск: Ландо Є.О., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА

Рецензент: Бегічев С. В., к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА

Затверджено на засіданні кафедри
автомобільних доріг, геодезії та
землеустрою ДВНЗ ПДАБА
Протокол № 1 від 22.08.2022 р.

Рекомендовано до друку
навчально-методичною
радою ДВНЗ ПДАБА
Протокол № № 1(7) від 20.09.2022 р.

ЗМІСТ

Вступ.	3
Завдання на контрольну роботи	3
Завдання №1. Теодолітна зйомка, камеральна обробка відомості координат	4
Завдання №2. Складання плану місцевості по відомості координат та за результатами зйомки ситуації місцевості	11
Завдання №3. Нівелювання поверхні земельних ділянок по квадратах. Обробка журналу нівелювання.	14
Завдання №4. Складання плану ділянки з горизонталями. Розрахунок проектної та робочих відміток при вирівнюванні ділянки	20
Список використаної літератури.	22
Додаток А. Бланк оформлення плану земельної ділянки на аркуші А4	23

ВСТУП

Дисципліна «Інженерна геодезія» входить до навчальних планів підготовки бакалаврів за спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» та викладається на протязі першого курсу, згідно з навчальним планом, окрім лекційного курсу, передбачено виконання контрольної роботи

В якості вихідних даних студенти використовують дані індивідуального завдання на розробку контрольної роботи, які використовувалися на практичних заняттях. Це дає можливість студентам в повній мірі використати знання, набуті на практичному занятті при виконанні контрольної роботи.

Результати перевірки контрольної роботи є формою поточного контролю самостійної роботи студентів. Контроль отриманих студентами знань і рівень їх підготовки в області інженерної геодезії здійснюється за допомогою іспиту в кінці семестру.

Завдання на контрольну роботи

Контрольні роботи з курсу Інженерна геодезія складається з чотирьох завдань.

Завдання №1. Теодолітна зйомка, камеральна обробка відомості координат.

Завдання №2. Складання плану місцевості по відомості координат та за результатами зйомки ситуації місцевості.

Завдання №3. Нівелювання поверхні земельних ділянок по квадратах. Обробка журналу нівелювання.

Завдання №4. Складання плану ділянки з горизонталями. Розрахунок проектної та робочих відміток при вирівнюванні ділянки.

Виконання вказаних завдань передбачає обов'язкове попереднє вивчення теоретичних питань дисципліни «Інженерна геодезія». При цьому студент повинен освоїти основні питання, що стосуються особливостей геодезичного забезпечення проектно-пошукових та будівельних робіт

Основні рекомендації до оформлення контрольної роботи

Виконання контрольної роботи супроводжується пояснювальною запискою, що складається з текстової частини та окремих креслень та рисунків.

Текстова частина повинна містити назву роботи, її мету, завдання, та результати виконання. Хід виконання роботи супроводжується необхідними поясненнями. Розрахунки приводять повністю, включаючи формулу у загальному вигляді і посилання на джерела, з яких взято складові до розрахунків. Наприкінці кожної роботи наводять загальні висновки і конкретні рекомендації (у разі потреби).

Рисунки виконують простими олівцями або за допомогою комп'ютера згідно з «Умовними позначеннями» [1] та супроводжують необхідними надписами від руки, включаючи назву.

Завдання №1

Теодолітна зйомка, камеральна обробка відомості координат

Робота складена по розділу «Теодолітна зйомка» і включає в себе камеральну обробку результатів геодезичних вимірювань, виконаних в польових умовах. Робота складається з 2-х етапів:

1. Обчислення координат вершини теодолітного ходу.
2. Побудова плану теодолітного знімань.

Вихідними даними є:

1. Схема теодолітного ходу з вимірними горизонтальними та вертикальними кутами, (рис.1.1).

2. Абриси сторін полігону (рис.2.1).

3. Дирекційний кут сторони полігонометричного ходу

$\alpha_{ПП65-1} = \underline{\hspace{2cm}}$.

4. Координати пункту полігонометрії (ПП65) $X_{65} = \underline{\hspace{2cm}}$ м; та $Y_{65} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Як вихідне значення дирекційного кута сторони ПП65-1 та координати пункту полігонометрії ПП65 для завдання необхідно взяти згідно з прізвищем та за номером Вашої залікової книжки наступним чином.

Число градусів дирекційного кута $\alpha_{\text{ПП65-1}}$ відповідає кількості букв прізвища студента, помножених на 10, а число хвилин двом останнім цифрам номеру залікової книжки. Якщо кількість хвилин перевищує 60, необхідно надлишок перевести в градуси.

Координати пункту полігонометрії визначають за цифрами дирекційного кута: X_{65} - відповідає значенню дирекційного кута $\alpha_{\text{ПП65-1}}$. Якщо дирекційний кут $\alpha_{\text{ПП65-1}}$ складається лише з двох цифр, то для визначення координати X_{65} необхідно дописати попереду одиницю. Значення $Y_{65} = X_{65} + 100$.

приклад. Студент Мірошніченко. Номер залікової книжки 67422.

$\alpha_{65-1} = 120^{\circ}22'$; $X_{65} = 120,22$ м; $Y_{65} = 220,22$ м;

Студент Іванов. Номер залікової книжки 67285.

$\alpha_{65-1} = 61^{\circ}25'$; $X_{65} = 161,25$ м; $Y_{65} = 261,25$ м;

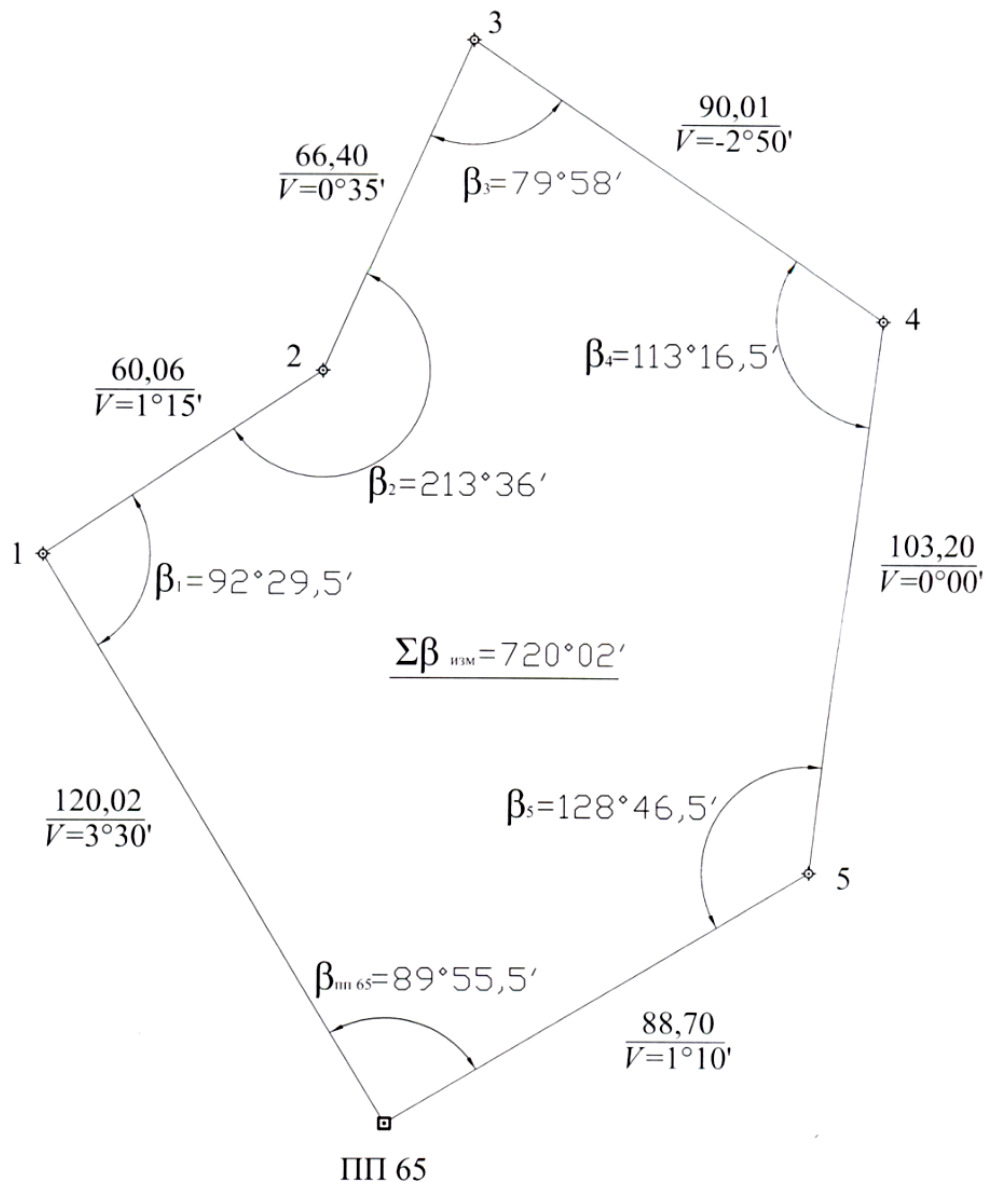


Рис. 1.1. Схема теодолітного ходу

Всі обчислювальні операції проводяться в «Відомості обчислення координат» (таблиця 1.1).

Обробка відомості зводиться до виконання наступних операцій:

- ув'язці внутрішніх кутів полігону;
- обчислення дирекційних кутів і румбів сторін полігону;
- обчислення і ув'язці збільшень координат;
- обчислення координат вершин полігону.

1.1. Ув'язка виміряних кутів полігону

Значення вимірюваних на місцевості горизонтальних кутів вписують в табл. 1.1, стовбець 2.

Визначаємо суму виміряних кутів за формулою (1) і отримане значення записуємо в нижню частину стовпчика 2.

$$\sum \beta_{\text{изм.}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_n \quad (1.1)$$

Визначаємо теоретичну суму кутів полігону по формулі (2) і записуємо її в стовбець 4 під сумою виміряних кутів:

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ (n - 2) \quad (1.2)$$

де n - число кутів полігону.

Визначаємо кутову нев'язку полігону, яка виникає внаслідок раз-особистих випадкових помилок, що супроводжують вимірювання кутів:

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{изм.}} - \sum \beta_{\text{теор}} \quad (1.3)$$

Визначаємо граничну кутову нев'язку:

$$f_{\beta\text{max}} = \pm 1' \sqrt{n} \quad (1.4)$$

де n - число вершин полігону.

Обчислена за формулою (3) кутова нев'язка повинна бути менше або дорівнює граничній, тобто $|f_\beta| \leq |f_{\beta\text{max}}|$

Якщо умова виконується, то кутову нев'язку розподіляють із зворотним знаком порівну між вимірюваннями кутами. Значення поправок записують в стовпець 3.

Обчислюємо виправлені кути за формулою:

$$\beta_{\text{випр.}} = \beta_{\text{вимір.}} + \Delta\beta \quad (1.5)$$

де $\Delta\beta$ - поправка в кути обчислюється за формулою:

$$\Delta\beta = -\frac{f_\beta}{n} \quad (1.6)$$

де: n - кількість виміряних кутів.

Контролем правильності розподілу кутової нев'язки є умова:

$$\sum \Delta\beta = - f_\beta \quad (1.7)$$

Таблиця 1.1

Відомість розрахунку координат

№ верши н	Вимірянні кути		Похибка	Виправлені кути		Дирекці йні кути		Румби			Горизо нтальн і прокла дення	Приріст координат						Координати				№ верши н			
	0	'		0	'	0	'	назв	0	'		обчислені			виправлені			±	X	±	Y				
												±	ΔX	±	ΔY	±	ΔX						±	ΔY	
ПП ₆₅						70	39	СВ	70	39	119,80	+	- 0,016 39,694	+	-0,007 113,033	+	39,694	+	113,026	+	170,390	+	270,390	ПП ₆₅	
1	92	29,5	-0,5	92	29	158	10	ЮВ	21	50	60,06	-	-0,008 55,752	+	-0,004 22,337	-	55,760	+	22,333	+	210,068	+	383,416	1	
2	213	36,0	0	213	36	124	34	ЮВ	55	26	66,40	-	-0,009 37,673	+	-0,004 54,678	-	37,682	+	54,674	+	154,308	+	405,749	2	
3	79	58,0	0	79	58	224	36	ЮЗ	44	36	89,90	-	-0,012 64,011	-	-0,006 63,124	-	64,023	-	63,130	+	116,626	+	460,423	3	
4	115	16,5	-0,5	115	16	289	20	СЗ	70	40	103,20	+	-0,014 34,165	-	-0,006 97,380	+	34,151	-	97,386	+	52,603	+	397,293	4	
5	128	46,5	-0,5	128	46	340	34	СЗ	19	26	88,70	+	-0,011 83,647	-	-0,006 29,511	+	83,636	-	29,517	+	86,754	+	299,907	5	
ПП ₆₅	89	55,5	-0,5	89	55	70	39													+	170,390	+	270,390	ПП ₆₅	
1																									
$\sum \beta_{\text{вимір}} =$				720	02	$P =$					528,06		157,506		190,048										
$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^0(n-2) =$				720	00							$f_x = 0,07$	$f_y = 0,033$	$f_x = 0$	$f_y = 0$										
$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{вимір}} - \sum \beta_{\text{теор}} = 0^0 02'$											$f_{\text{абс}} = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = -0,077$														
$f_{\beta} \text{ max} = \pm 1' \sqrt{n} = 2^4$											$F_{\text{віднос}} = 1 / 528,06 : 0,077 = 1 / 6857 \leq 1/2000$														

Після обчислення виправлених кутів визначають їх суму і записують в кінець стовпчика 4, контроль обчислень здійснюється за правилом:

$$\sum \beta_{\text{випр}} = \sum \beta_{\text{теор}} \quad (1.8)$$

У подальших обчисленнях використовуємо тільки виправлені кути.

1.2. Обчислення дирекційних кутів, румбів сторін полігону і горизонтальних прокладень ліній

Обчислення дирекційних кутів. Дирекційний кут (α) - це горизонтальний кут, вимірюваний по ходу годинникової стрілки (градація від 0^0 до 360^0) між північним напрямком осьового меридіану або лінії, паралельної йому і напрямком на задану точку.

За вихідним дирекційним кутом α_{65-1} обчислюють дирекційні кути наступних сторін полігону за формулою:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + 180^0 - \beta_{\text{випр.}} \quad (1.9)$$

де α_n - попередній кут дирекції.

Дирекційний кут подальших сторін дорівнює дирекційного кутку попереднього напрямлення, плюс 180^0 і мінус кут праворуч по ходу.

Контролем правильності обчислення дирекційних кутів є кінцевий кут рівний вихідному дирекційному куту. Після обчислення всіх дирекційних кутів записуємо їх в стовбець 5 «Відомості координат». При заповненні колонки 5 значення дирекційних кутів повинні бути менше 360^0 . Якщо обчислене значення дирекційного кута перевищує 360^0 , то з даного значення віднімається 360^0 .

Обчислення румбів сторін полігону. Румб - гострий горизонтальний кут, який розташований між найближчим кінцем осьового меридіану до лінії заданого напрямку (градація від 0^0 до 90^0).

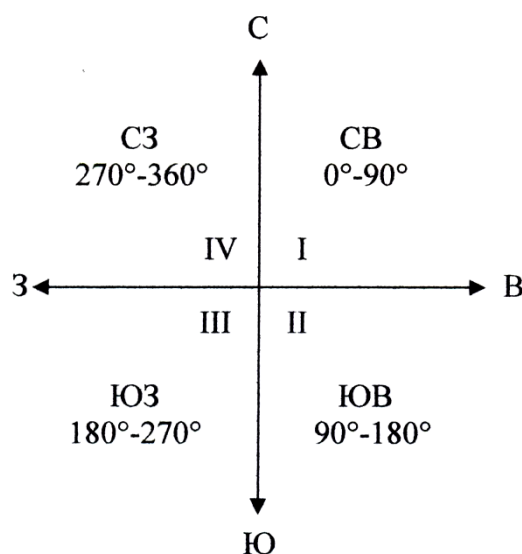


Рис. 1.2. Назва румбів для кожної із четвертей.

При перенесенні дирекційних кутів в румби використовуємо залежності, приведені в таблиці 4.2.

Обчислення горизонтальних прокладань. Горизонтальні прокладання сторін ходу визначають за виміряним довжинах сторін на місцевості D і кутах похилу сторін до горизонту - v . Для знаходження горизонтальних прокладань в довжину сторони D вводять поправку за нахил ΔD_v , тобто .:

$$\alpha = D - \Delta D_v \quad (1.10)$$

$$\text{де: } \Delta D_v = 2D \sin^2 \frac{v}{2}$$

Величини поправок ΔD_v обчислюють, або вибирають із спеціальних таблиць, у випадках, якщо кути нахилу $v > 1^\circ 30'$ (якщо менше або дорівнює, то $\Delta D_v = 0$).

Таблиця 1.2

Четверть	Границі дирекційних кутів для кожної четверті, град.	Назва румба	Знак		Формула залежності r та α
			Х	У	
I	$0^\circ \div 90^\circ$	ПнСх	+	+	$r = \alpha$
II	$90^\circ \div 180^\circ$	ПдСх	-	+	$r = 180^\circ - \alpha$
III	$180^\circ \div 270^\circ$	ПдЗх	-	-	$r = \alpha - 180^\circ$
IV	$270^\circ \div 360^\circ$	ПнЗх	+	-	$r = 360^\circ - \alpha$

Отримані значення горизонтальних прокладання записуємо в стовбець 7 відомості координат, після чого обчислюємо периметр теодолітного ходу:

$$P = d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n$$

1.3. Визначення приросту координат, ув'язка приростів координат

1) Прирости прямокутних координат.

Приріст прямокутних координат обчислюють за формулами:

$$\Delta X = d \cdot \cos \alpha = \pm d \cdot \cos r \quad (1.11)$$

$$\Delta Y = d \cdot \sin \alpha = \pm d \cdot \sin r \quad (1.12)$$

де α - дирекційний кут, r - румб.

Значення приростів координат можна обчислити, використовуючи спеціальні таблиці натуральних значень тригонометричних функцій, або за допомогою мікрокалькуляторів. Знаки приростів координат визначають за назвою румба, керуючись відомістю координат.

Алгебраїчна сума приростів координат в замкнутому полігоні по осям абсцис і ординат повинна дорівнює нулю, тобто: $\sum \Delta X = 0$; $\sum \Delta Y = 0$

Однак, внаслідок неминучих помилок вимірювань сторін ходу зазвичай мають місце незначні похибки і в приростах координат, які утворюють лінійні нев'язки по осям: $f_x = \sum \Delta X$; $f_y = \sum \Delta Y$. Обчислюємо лінійні нев'язки в теодолітному ході і їх значення записуються в нижній частині стовпчика 8, відомості координат.

Абсолютну невязку $f_{абс.}$ в периметрі полігону обчислюємо за формулою:

$$f_{абс.} = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (1.13)$$

Для оцінки точності лінійних вимірів в теодолітному ході обчислюють відносну невязку за формулою:

$$\text{Ошибка! Закладка не определена. } f_{отн.} = \frac{1}{P : f_{абс.}} \quad (1.14)$$

де P - периметр теодолітного ходу в метрах.

Граничну відносну нев'язку вважають допустимою, якщо вона не перевищує 1: 2000 довжини ходу, тобто:

$$f_{відн.} = \frac{1}{P : f_{абс.}} \leq \frac{1}{2000} \quad (1.15)$$

Визначення виправлених приростів координат.

Так як отримана нев'язка $f_{відн.}$ виявилася менше допустимою, то нев'язку f_x і f_y розподіляють із зворотним знаком на відповідні приростами координат пропорційно горизонтальним прокладанням d_i .

$$\left. \begin{aligned} \delta_{xi} &= \frac{f_x}{P} \cdot d_i \\ \delta_{yi} &= \frac{f_y}{P} \cdot d_i \end{aligned} \right\} \quad (1.16)$$

Визначення виправлених приростів координат.

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_{випр} &= \Delta X_{обч} + \delta_{xi} \\ \Delta Y_{випр} &= \Delta Y_{обч} + \delta_{yi} \end{aligned} \right\} \quad (1.17)$$

Сума виправлених приростів координат повинна дорівнювати нулю.

1.4. Визначення координат вершин теодолітного ходу

Завершенням обчислень відомості є визначення координат вершин теодолітного ходу, які обчислюють за формулами:

$$\left. \begin{aligned} X_{n+1} &= X_n + \Delta X \\ Y_{n+1} &= Y_n + \Delta Y \end{aligned} \right\} \quad (1.18)$$

де X_n і Y_n - координати попередньої точки;

ΔX та ΔY виправлені прирости координат.

При користуванні цими формулами слід мати на увазі, що вони є алгебраїчними і тому виправлені збільшення ΔX і ΔY складають з урахуванням їх знаків.

При розрахунку координат в якості вихідного пункту приймають пункт полігонометрії ПП65, координати якого визначені в розділі «Вихідні дані».

Контролем правильності обчислення координат є результат рівний координатам вихідного пункту ПП65.

Завдання №2

Складання плану місцевості за відомістю координат та за результатами зйомки ситуації місцевості

План складають на аркуші креслярського паперу формату А3 розміром 297x420мм в масштабі 1: 1000 (1 см на плані відповідає 10м на місцевості).

Побудова координатної сітки.

При побудові сітки враховуємо, що сторони квадратів сітки повинні бути рівні 10x10см; напрямок осі X паралельно короткій стороні аркуша з позитивним напрямком вгору, осі Y перпендикулярно до неї з позитивним напрямком вправо. Оцифровка координатних ліній повинна бути кратною 100м для масштабу 1: 1000.

Зручно виконувати побудову сітки в наступній послідовності: а) спочатку проводимо на аркуші дві діагоналі (тонкими лініями, щоб можна було витерти); б) від кута аркушу відкладаємо на діагоналях рівні відрізки по 6 см, щоб поля були рівними, після з'єднання кінців відрізків діагоналей утворюється зовнішня рамка плану; в) потім від кожної вершини рамки відкладаємо 1,28 см, уздовж осі X і Y з'єднавши їх, отримуємо внутрішню рамку плану. Через центр перетинання діагоналей проводимо дві взаємно перпендикулярні лінії (вертикальну та горизонтальну, теж тонкими лініями, щоб можна було витерти). Для раціонального розміщення знятої ситуації на плані визначаємо координати центру плану, керуючись таблицею 1.1.

$$\begin{array}{ccc} X_{\max} & X_{\min} & Y_{\max} & Y_{\min} & (2.1) \\ X_{\text{сер.}} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2} & & Y_{\text{сер.}} = \frac{Y_{\max} + Y_{\min}}{2} & & \end{array}$$

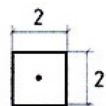
Згідно з отриманими значеннями координат визначаємо положення координатних ліній на плані.

Після цього будуємо інші координатні лінії паралельно вихідним на відстані 10 см, використовуючи для побудови масштабну лінійку. Виконав перевірку побудови, прибираємо всі допоміжні лінії (діагоналі, вихідні лінії), а координатні лінії підписуємо відповідними координатами.

Для складання плану спочатку виконуємо накладку всіх вершин теодолітного ходу по їх координат, які вибирають з відомості координат.

Перевіривши накладку вершин за горизонтальними прокладаннями між ними, виконуємо побудову ситуації за абрисам сторін рис 2.1. При побудові використовуємо масштабну лінійку, транспорир, вимірювач. Виконавши всі побудови, витираємо всі допоміжні лінії, а ситуацію «піднімають», використовуючи умовні позначення.

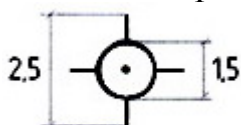
Умовні позначки для М 1:1000 (всі розміри дані в міліметрах)



- пункти полігонометрії



- перехрещення координатних ліній



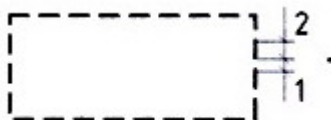
- точки теодолітного ходу, закріплені на місцевості



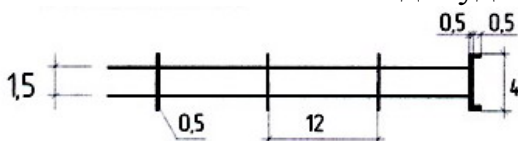
- ґрунтові репери



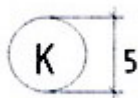
- будівлі та споруди. Літ. «К» - кам'яні, цегляні; літ. «Д» - дерев'яні; літ. «М» - із металевих конструкцій; разом з літ. «К», «Д» і «М» можуть стояти літ. «Ж» - житлові будинки; літ. «Н» - нежитлові.



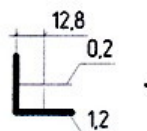
- не добудовані будівлі чи споруди



- залізнодорожні рельсові шляхи



- водонапірні башти



- розміри рамки.

Приклад плану місцевості представлений на рис. 2.2.

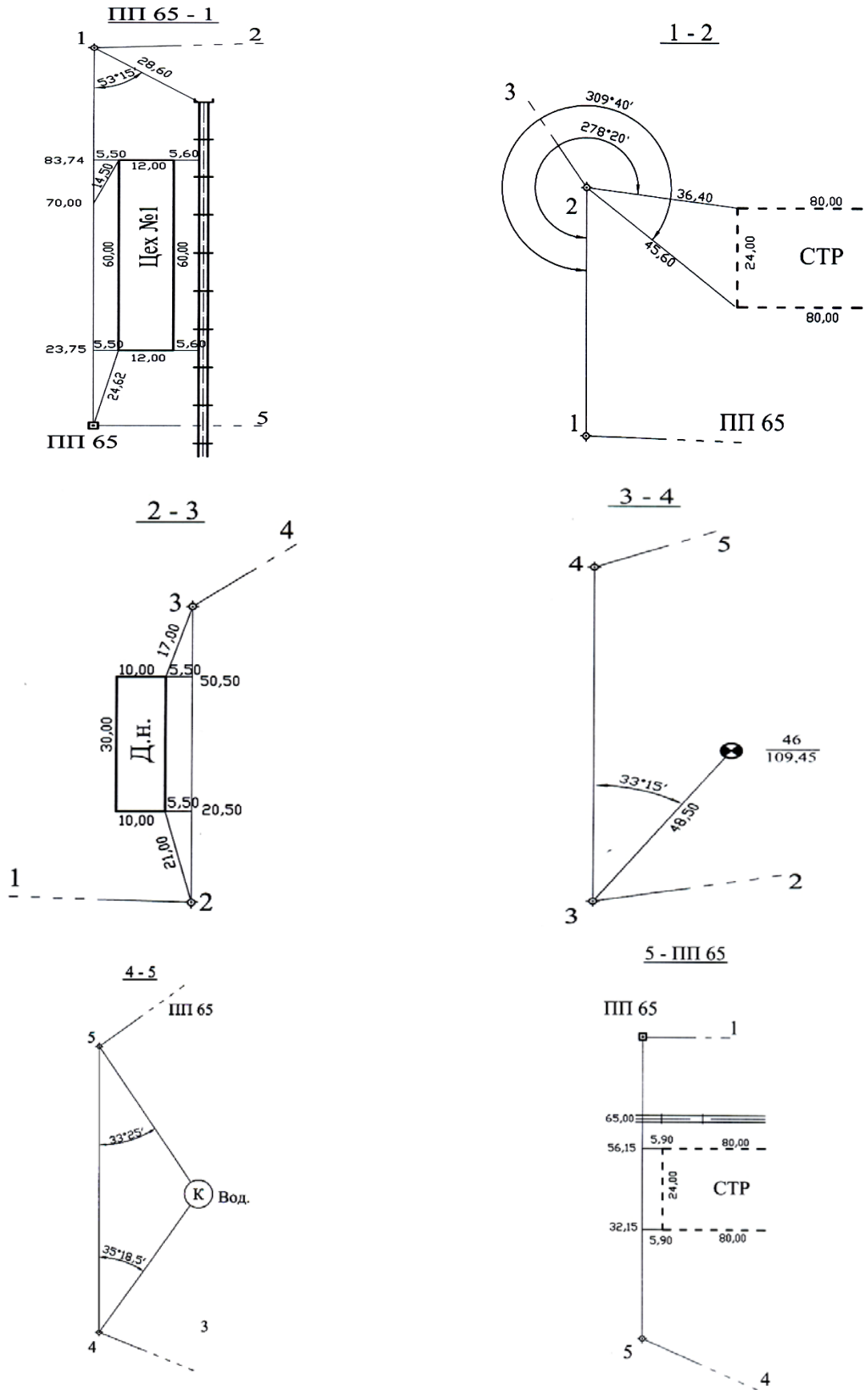


Рис. 2.1. Абрисы сторін полігону

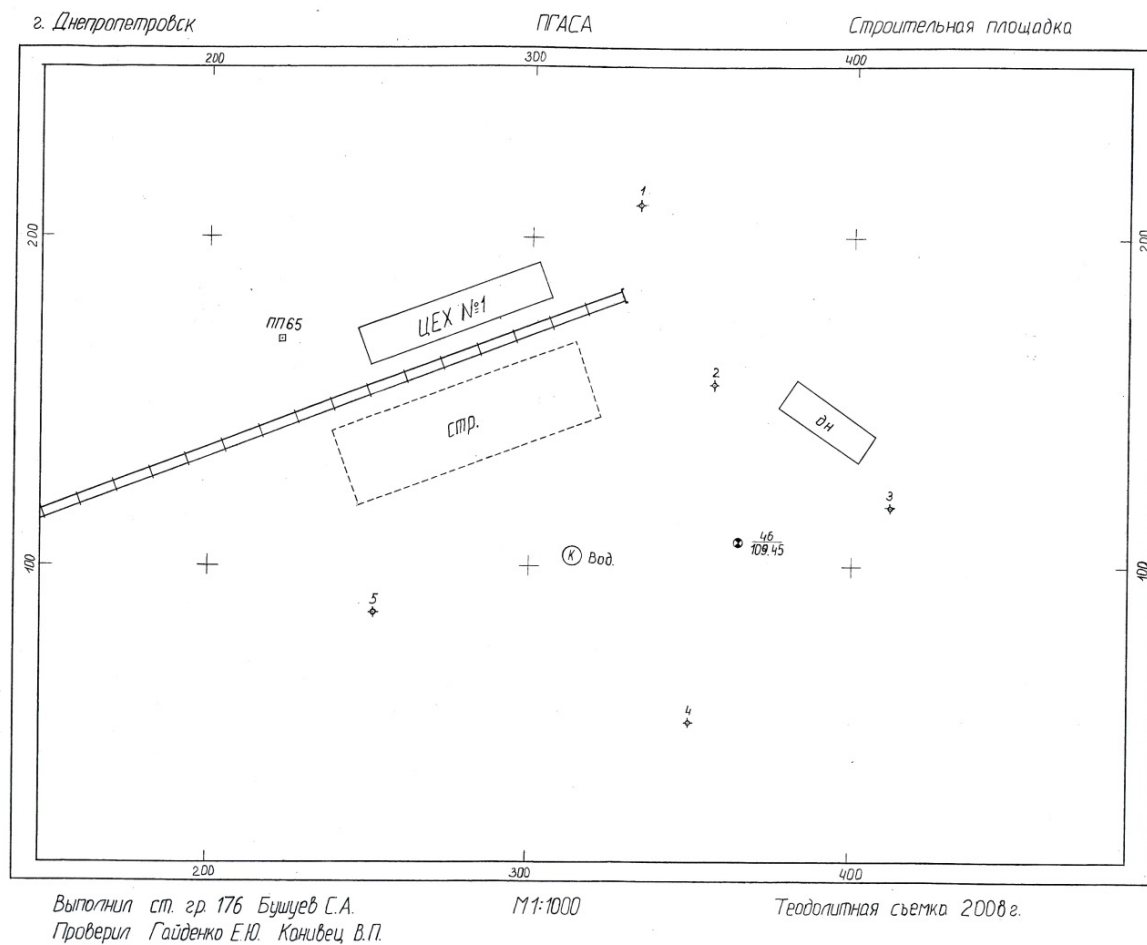


Рис. 2.2. Приклад оформлення плану будівельного майданчику на аркуші паперу формату А3

Завдання №3

Нівелювання поверхні земельних ділянок по квадратах. Обробка журналу нівелювання.

Завдання: Виконати камеральну обробку нівелювання земної поверхні по квадратах і накреслити план та рельєф ділянки.

Як вихідна позначка репера для завдання необхідно взяти число за номером Вашої залікової книжки наступним чином: кількість цілих метрів відмітки репера становлять дві останні цифри номера залікової книжки. Дробова частина позначки ті самі цифри, але перед ними необхідно написати одиницю, щоб вийшло три цифри після коми.

Наприклад: номер залікової книжки 75023.

Відмітка репера дорівнюватиме $H = 23,123$.

Прилади й принадлежности: Лінійка, калькулятор, кольорові олівці.

При проектуванні і будівництві багатьох інженерних споруд виконується інженерно-технічне нівелювання земної поверхні з метою одержання великомасштабних топографічних планів, які використовують для

підрахунку обсягів земляних робіт при вертикальному плануванні будівельного майданчика. Інженерно-технічне нівелювання земної поверхні виконують різними методами: способом замкнених полігонів і внутрішніх ходів, способом паралельних ліній-рядів, прив'язаних до магістралей, або сторін квадратів і способом нівелювання по квадратах. У рівнинній місцевості поверхню нівелюють по квадратах. На ділянці місцевості теодолітом і рулеткою розбивають сітку квадратів так, щоб охопити всю задану ділянку.

Метою геометричного нівелювання є одержання абсолютних відміток вершин всіх квадратів і побудова рельєфу на плані ділянки.

Для кожного полігона розробляють проект виконання робіт і виконують підготовчі роботи.

Проект містить у собі визначення на карті місця розташування й розмірів ділянки, розташування сітки квадратів і вибір необхідних по точності інструментів.

У процесі підготовчих робіт виконують:

- розбивку квадратів на місцевості відповідно до проекту;
- закріплюють і визначають координати основних пунктів сітки.

Розміри сторін квадратів залежать від характеру рельєфу, мети й масштабу зйомки: чим складніше рельєф, тим менше довжина сторони квадрата. Розміри квадратів коливаються від 10 до 200м. При промисловому будівництві сторони квадратів звичайно рівні 50, 20 або 10м. Для розбивки сітки квадратів будують спочатку зовнішній полігон у вигляді квадрата або прямокутника 1-4-12-9 (рис. 3.1).

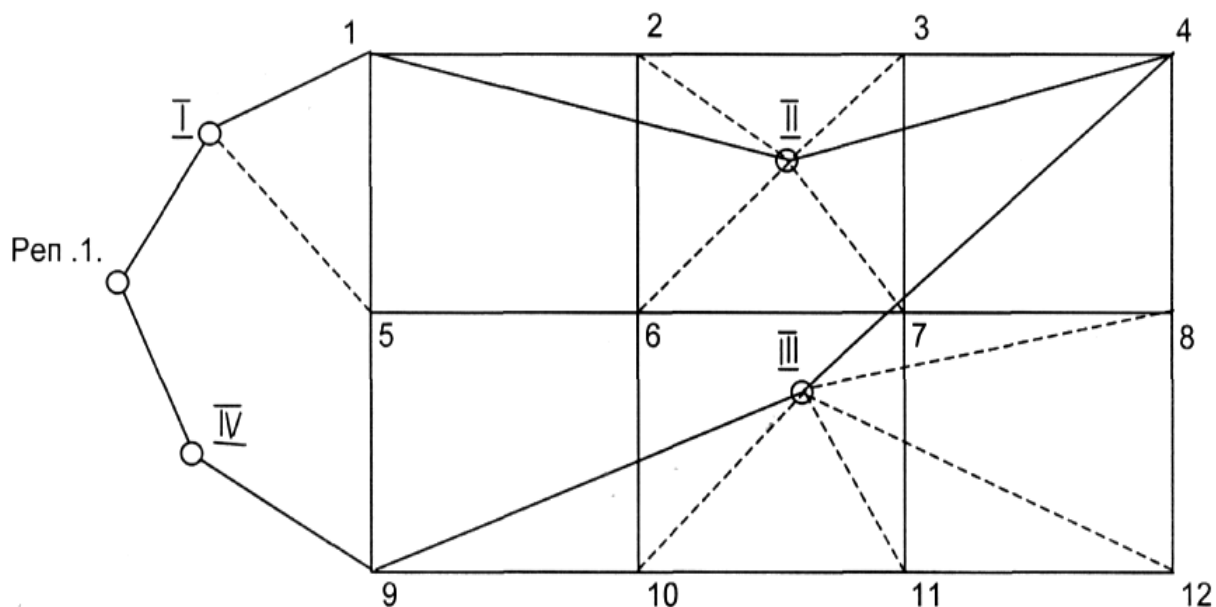


Рис 3.1. Схема нівелірного ходу. Арабськими цифрами позначені вершини квадратів, римськими цифрами позначені місця розташування нівеліру при зйомці.

Одночасно з розбивкою квадратів способом перпендикулярів виконують зйомку контурів ситуації місцевості такими способами: способом ординат, кутових та лінійних засічок, способом планової теодолітної прив'язки або їхніх комбінацій.

Нівелювання основних вершин сітки виконується з точністю IV класу від вихідних реперів із замиканням ходу.

Нівелювання інших вершин сітки роблять технічним нівелюванням як проміжні з дотриманням наступних вимог:

- відліки по рейці, встановленої на вихідному репері або перехідній точці, беруть двічі - на початку й наприкінці роботи на станції; різниця двох відліків не повинна перевищувати 5мм;

- відстань від нівеліра до рейки не повинні перевищувати 100-150м;

- при зйомці проміжних точок висоту горизонту інструмента, відліки по рейках округляють до сантиметрів.

Порядок виконання роботи:

1. Виконуємо рекогносцировку розташування вершин квадратів і становимо абрис. Виконуємо планову прив'язку твердих об'єктів до сторін квадратів.

2. Виконуємо виміри перевищень між точками. Результати вимірів заносимо в журнал нівелювання (табл. 3.1).

3. Виконуємо камеральну обробку результатів вимірів (табл. 3.1).

4. Побудова плану й рельєфу ділянки в горизонталях.

Зміст етапів роботи:

1-й етап. У процесі рекогносцировки викладач вказує місце проведення роботи, вершини квадратів і вихідні репери. Студенти складають абрис і виконують прив'язку вершин сітки квадратів одним з методів (метод полігонометрії, метод ординат).

2-й етап. Нівелірний хід IV класу починають від вихідного репера (Реп.1) і розвивають по ділянці використовуючи, як перехідні точки вершини квадратів закріплені твердими знаками. При цьому необхідно витримувати рівність плечей. Різниця плечей (дві відстані від нівеліра до рейок) не повинна перевищувати 5м. Нівелірний хід з одним репером, повинен бути замкнутим. На кожній станції нівеліра, позначені на рис. 4.1. точками з римськими цифрами від яких в двох напрямках відходять прямі лінії до основних задніх та передніх точок нівелірного ходу, для яких знімають відліки по чорній та червоній сторонах рейки. Найближчі вершини квадратів нівелюють від станції тільки по чорній стороні рейки по точності технічного нівелювання (позначені на див. Додаток А, рис. А.1. штриховими лініями), їх записують в журнал, як проміжні відліки для даної станції.

При значних розмірах квадратів нівелір встановлюють послідовно в центрі кожного квадрата й беруть відліки по рейці, що встановлюється послідовно у вершинах цих квадратів.

Величини відліків в міліметрах записують у журнал.

3-й етап. Виконують обробка журналу нівелювання

Всі розрахункові операції виконуються в «Журналі нівелювання» (див. Додаток А, табл. А.1)

Обробка журналу зводиться до виконання наступних операцій:

- розрахунок перевищень між точками (обчислених і середніх);
- ув'язка перевищень;
- обчислення відміток точок.

1. Розраховуємо перевищення між звязуючими точками на кожній станції по чорному та червоному боку рейки:

$$\begin{aligned} h_{чор} &= a_{чор} - b_{чор} \\ h_{чер} &= a_{чер} - b_{чер} \end{aligned} \quad (3.1)$$

де $a_{чор}$ і $a_{чер}$ - відліки по рейці на задньому пікеті відповідно з чорного та червоного боку;

$b_{чор}$ і $b_{чер}$ - відліки по рейці передньому пікеті відповідно з чорного та червоного боку.

Входження між обрахованими перевищеннями не повинні перевищувати 8 мм: $h_{чор} - h_{чер} \leq \pm 8$ мм.

Розраховані (обчислені) перевищення заносяться до журналу нівелювання у відповідну графу №6 для кожної станції.

Відразу розраховують середні перевищення на кожній станції:

$$h_{сер} = (h_{чор} + h_{чер})/2 \quad (3.2)$$

Середні перевищення заносяться до журналу нівелювання у графу №7 для кожної станції.

Якщо середнє перевищення має дробне значення, то його округляють до найближчого парного цілого. Наприклад $h_{сер} = 2050,5$ мм, то округляємо в меншу сторону до парного числа $h_{сер} = 2050$ мм, якщо $h_{сер} = 2051,5$ мм, то округляємо в більшу сторону до парного числа $h_{сер} = 2052$ мм.

При багатосторінкових розрахунках в кінці кожної сторінки журналу нівелювання проводиться контроль. Контроль розрахунків здійснюємо за формулою:

$$(\Sigma a - \Sigma b)/2 = (\Sigma h_{обч})/2 = \Sigma h_{сер} \quad (3.3)$$

Для контролю розрахунків на кожній сторінці журналу визначаємо: суми задніх та передніх відліків по рейці та їх різницю, суми обчислених та середніх перевищень. Обчислені суми записуються на кожній сторінці і в кінці відповідної графи.

Обчислення нев'язки нівелірного ходу

Нев'язка обчислюється за формулою:

$$fh = \Sigma h_{сер} - \Sigma h_{теор} \quad (3.4)$$

де $\Sigma h_{сер}$ - сума середніх перевищень нівелірного ходу;

$\Sigma h_{теор}$ - теоретична сума перевищень в розімкнутому нівелірному ході.

Обчислюємо допустиму нев'язку невелірного ходу

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

де L - довжина ходу в км.

Якщо нев'язка допустима, у вимірянні середні перевищення вносять поправку з знаком, протилежним знаку нев'язки.

Обчислюємо виправлені перевищення між звязуючими точками:

Контролем розрахунків є умова:

$$\Sigma h_{випр.} = \Sigma h_{теор} \quad (3.6)$$

Якщо обчислена нев'язка не перевищує допустиму, то існуючу нев'язку $fh_{мм}$, розділяють порівну на кількість станцій, і цілу кількість міліметрів записуємо над середніми перевищеннями зі знаком, протилежним знаку нев'язки (остатки по одному міліметру добавляють на станції з кінця в сторону початку). Якщо нев'язка перевищує допустиму нев'язку то беруть нівелір з рейкою і повторюють вимірювання.

В середні перевищення вносять поправку і розраховують виправлені перевищення за формулою:

$$h_{випр} = h_{сер} + \Delta fh \quad (3.7)$$

Обчислення відміток головних точок виконують за формулою:

$$H_{n+1} = H_n + h_{випр} \quad (3.8)$$

де, H_n позначка попередньої головної точки. Наприклад для першої станції це є позначка репера №1, яку викладач видає кожному студенту окремо, згідно завдання.

$h_{випр}$ - виправлене перевищення між репером №1 і точкою, чи між точками.

Обчислення позначок проміжних точок нівелірного ходу.

На станціях, де є відліки по рейці для проміжних точок розраховуються горизонти інструмента за формулою:

$$H_i = H_n + a \quad (3.9)$$

де H_n - позначка задньої головної точки;

a - відлік по чорній стороні рейки для задньої точки, (в розрахунках переводять в метри).

Визначення горизонтів інструмента виконують на станціях з наявністю с проміжних відліків по рейці.

Обчислюємо позначки проміжних точок через горизонт інструмента за формулою:

$$H_{пром} = H_i - c \quad (3.10)$$

де, c - відлік по рейці на проміжній точці (на одній станції може бути декілька таких відліків).

Таблиця 3.1

Журнал нівелювання

№ № ста нції	№№ точ к візи рува ння	Відліки на рейкам			Перевищення			Горизо нт інстру менту H_i , м	Відміт ки точок H , м	
		задні $a_{\text{чорн}}$ / $a_{\text{чер}}$	перед ні $b_{\text{чорн}}$ / $b_{\text{чер}}$	промі жні c	+ - $h_{\text{обч.}}$	+ - $h_{\text{сер.}}$	+ - $h_{\text{випр.}}$			
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10
I	Реп. 1	1224								
		5908								
	1		2440							
	5		7126	2651						
II	1	0599								
		5283								
	4		2648							
			7335							
	2			1409						
	3			2028						
	6			2101						
7			2837							
III	4	2677								
		7360								
	9		0513							
			5200							
	8			2934						
	10			1296						
	11			2205						
12			2814							
IV	9	1721								
		6405								
	Реп. 1		0613							
			5295							
Контроль		$\sum a =$	$\sum b =$							
		$\sum a - \sum b =$								
					$\sum h_{\text{обч.}}$	$\sum h_{\text{сер.}}$	$\sum h_{\text{випр.}}$			

Завдання №4
Нівелювання поверхні земельних ділянок по квадратах.
Обробка журналу нівелювання.

4-й етап. Після обчислень складають топографічний план. На аркуші ватману формату А4 у масштабі 1:500 викреслюють сітку квадратів (приклад наведений у Додатку А). За даними абрису, з допомогою умовних знаків наносять ситуацію, а з журналу нівелювання випишують біля кожної вершини квадрата абсолютні відмітки, округлені до 0,01м. Інтерполюють відмітки між суміжними вершинами й проводять горизонталі згідно цілих та половинних відміток. Інтерполяція може бути виконана графічним методом використовуючи палетки рис. 4.1.

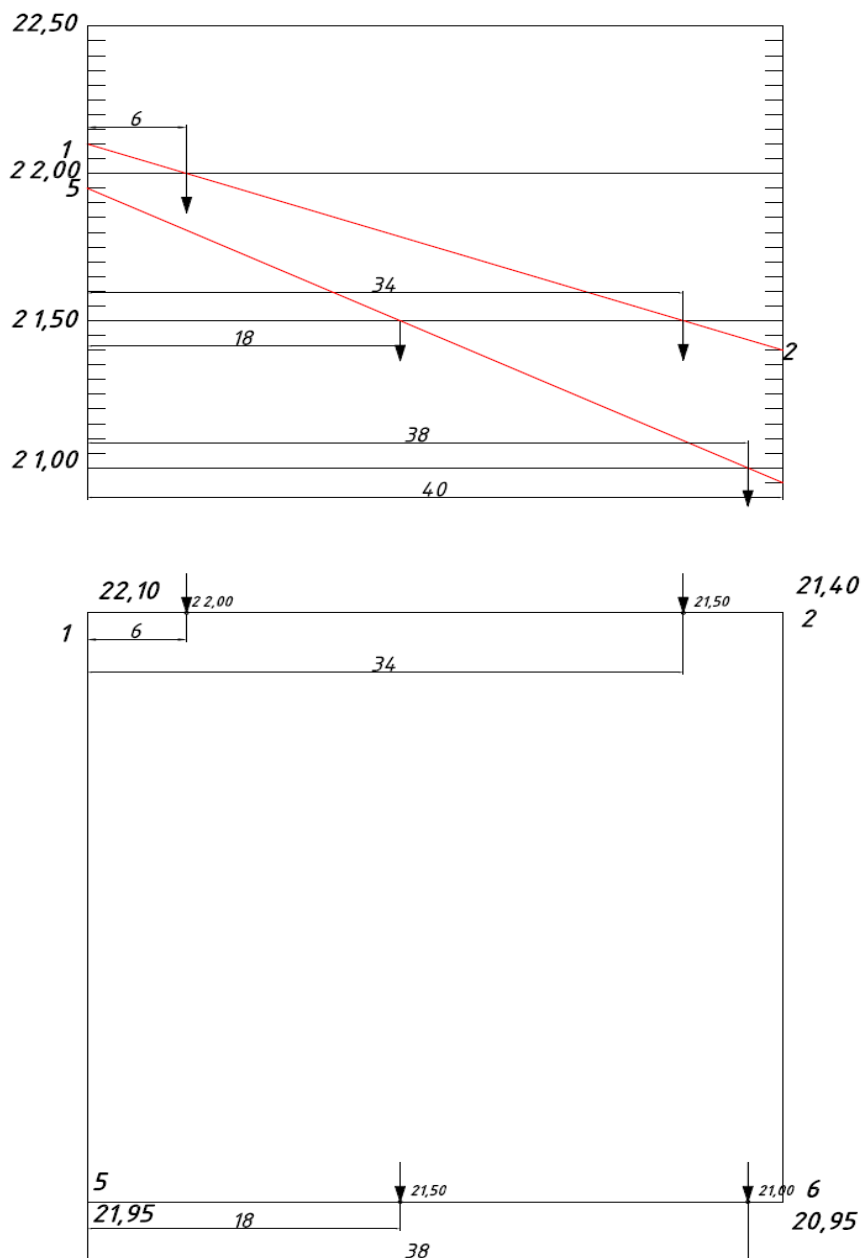


Рис. 4.1. Перенесення відміток кратних 0,5м, на сторони квадратів

Горизонталі на плані зображують коричневим кольором. Метрові горизонталі викреслюють товщиною 0,4мм і підписують у розривах відповідними цифрами, при цьому основу цифр розташовують у бік зниження рельєфу. Інші горизонталі повинні бути товщиною 0,2мм (див. рис 4.2)

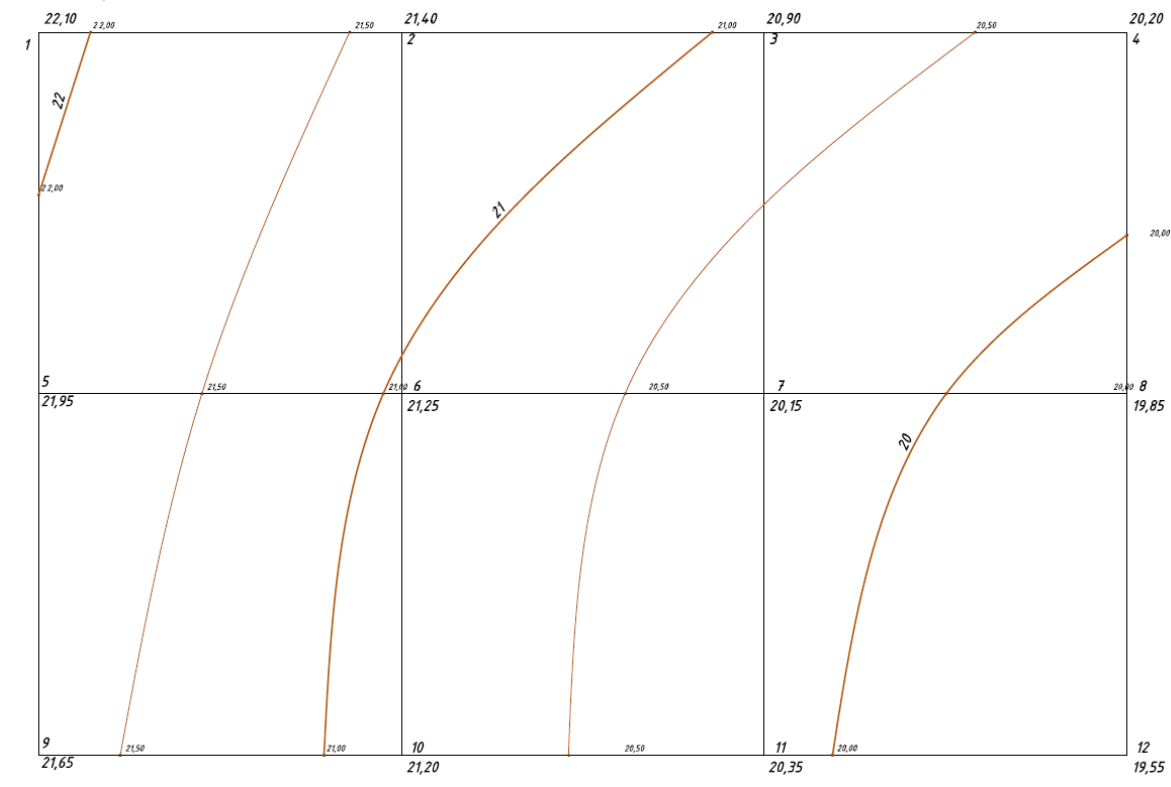


Рис. 4.2. План земельної ділянки з горизонталями

Вертикальне планування ділянки.

Проектування горизонтального майданчику із забезпеченням балансу земляних робіт відбувається відповідно розраховують осередненої проектної відмітки. Проектна відмітка визначається:

$$H_0 = \frac{4 \sum H_a + 2 \sum H_b + \sum H_c}{4n};$$

де: H_a – відмітка вершини, яка загальна для чотирьох сторін квадратів (6,7);
 H_b – відмітка вершини, яка загальна для трьох сторін квадратів (2,3,5,8,10,11);

H_c – відмітка кутових вершин (1,4,9,12);

n – кількість квадратів.

Визначаємо робочі відмітки:

$$h_{роб} = H_0 - H_b,$$

де:

H_0 – проектна (планувальна) відмітка;

H_b – відмітка вершин квадратів.

Переносимо робочі відмітки на план земельної ділянки. Методом інтерполяції, для сторін в яких є відмітки з додатними та від'ємними робочими позначками знаходимо між ними нульове значення і помічаємо точками на сторонах. З'єднуємо лінією всі точки з нульовими робочими відмітками і підписуємо її значенням проектної (планувальної) відмітки H_0 (Див. рис. 4.3). Поверхню земельної ділянки з від'ємними значеннями робочих відміток називається «виїмка» (необхідно винімати або зрізати ґрунт, для вирівнювання поверхні), поверхня з додатними відмітками – «насип» (необхідно насипати ґрунт).

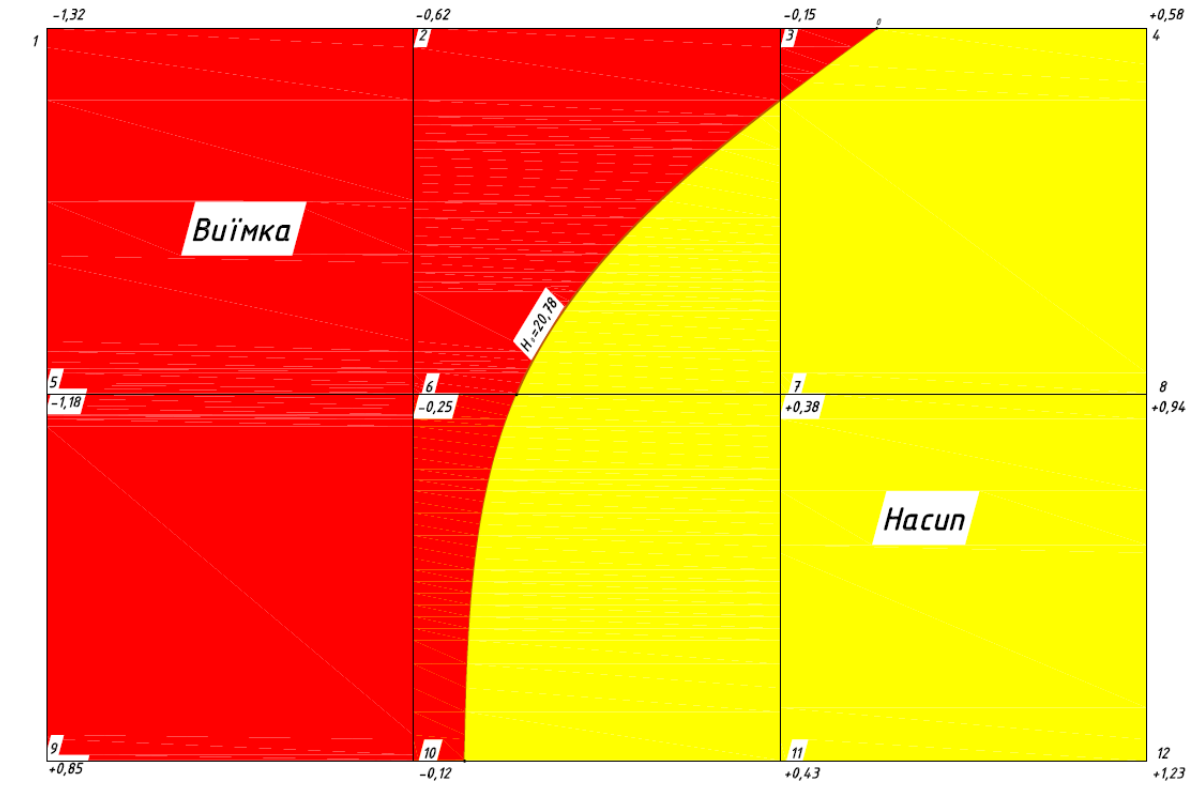


Рис. 4.3. План земельної ділянки з горизонталями

Список використаної літератури.

1. Геодезія. Навчальний посібник. - К: Центр учбової літератури, 2008. - 296 с.
2. Основи інженерної геодезії. Навчальний посібник. - Одеса: Одеська державна академія будівництва та архітектури (ОДАБА), 2012. - 209 с.
3. Інженерна геодезія. Монографія. - Київ: Віпол, 2012. - 618 с. : табл. 52, іл. 304. - ISBN 978-966-646-125-7.
4. Куштин И.Ф., Куштин В.И. Инженерная геодезия: Учебник / Ростов-на-Дону: Издательство ФЕНИКС, 2002. – 416 с.
5. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. – Київ: 1999. – 155с.

Додаток А

Бланк оформлення плану земельної ділянки та розподілу земляних мас на аркушах А4

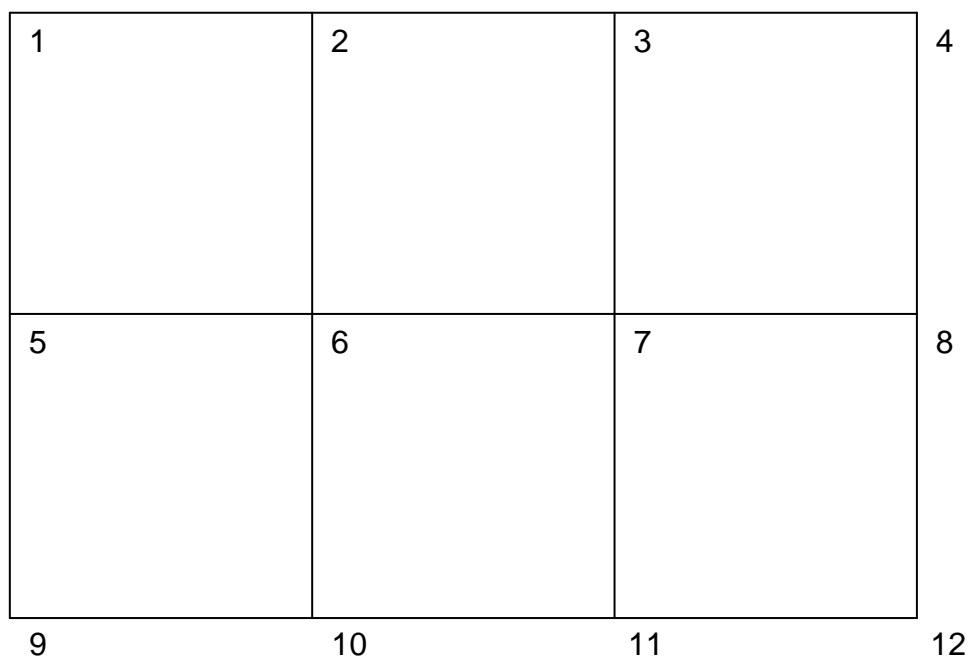
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ

КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, ГЕОДЕЗІЇ ТА
ЗЕМЛЕУСТРОЮ

м. Дніпро

План земельної ділянки №1



М 1:500

Система висот умовна.
Суцільні горизонталі
проведені через 0,5 м.
Нівелювання 20__ р.

Виконав:

Перевірив:

Продовження додатка А

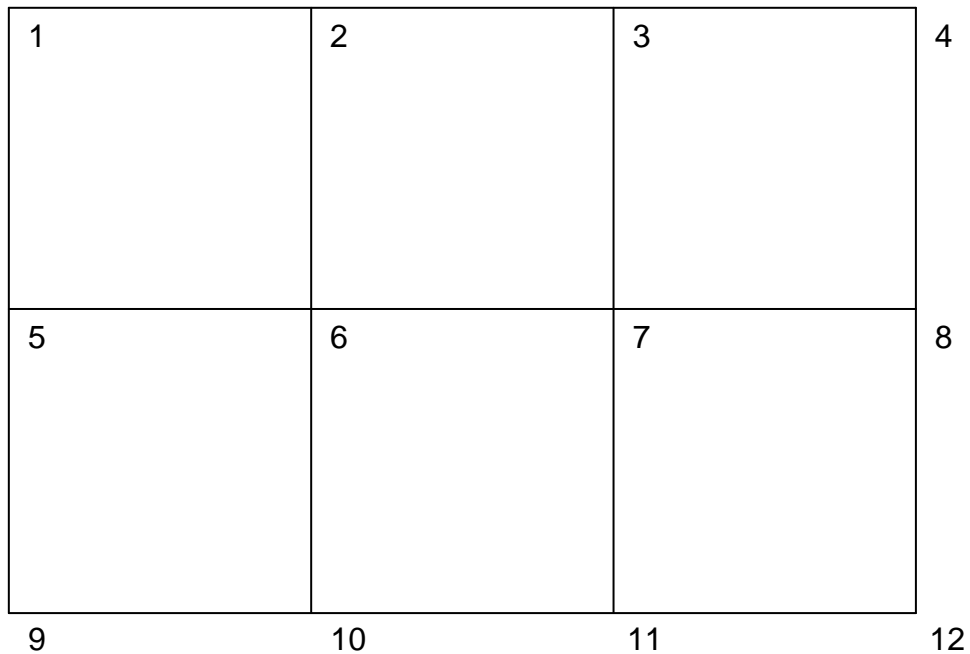
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ**

**КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, ГЕОДЕЗІЇ ТА
ЗЕМЛЕУСТРОЮ**

м. Дніпро

План розподілу земляних мас



М 1:500

Система висот умовна.
Нівелювання 20__ р.

Виконав:

Перевірив: