Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Л. М. Перович, А. Ю. Мась, Д. В. Стерлєв

Побудови опорних геодезичних мереж методом полігонометрії:

до виконання практичних робіт з дисципліни «Геодезія»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»
галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»

Методичні вказівки

Випуск 382

ЧНУ
ВИДАВНИЦТВО
Миколаїв – 2021

УДК 528(076)
П 26

Рекомендовано до друку вченою радою Чорноморського національного університету імені Петра Могили (протокол № 8 від 09 вересня 2021 р.).

Рецензенти:
Совщак В. М., сертифікований інженер-геодезист, директор ТОВ «Український експертний центр по вимірюванню та оцінці», м. Миколаїв.

П 26 **Перович Л. М.** Побудови опорних геодезичних мереж методом полігонометрії: до виконання практичних робіт з дисципліни «Геодезія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» : методичні вказівки / Л. М. Перович, А. Ю. Мась, Д. В. Стерлєв. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. – 20 с. – (Методична серія ; вип. 382).

У методичних вказівках охарактеризовані теоретичні основи оцінки проєктів побудови опорних геодезичних мереж методом полігонометрії та проєктування планової основи для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій».

УДК 528(076)

© Перович Л. М., Мась А. Ю., Стерлєв Д. В., 2021
© ЧНУ ім. Петра Могили, 2021

ISSN 1811-492X

Зміст

ВСТУП.....4

1. Теоретичні основи оцінки точності проєктів побудови опорних геодезичних мереж методом полігонометрії.....5

1.1. Оцінка точності одиночного полігонометричного ходу 5

1.2. Оцінка точності полігонометричних мереж строгим методом.....9

2. Проєкт планової основи 11

2.1. Методика вибору геодезичних приладів для кутових і лінійних вимірів.....11

2.2. Оцінка точності проєкту полігонометричної мережі строгим методом 11

2.3. Оцінка точності витягнутого ходу 14

Література.....16

Вступ

Основні задачі геодезії розв’язуються за результатами вимірів як на земній поверхні, так і за даними глобальних навігаційних супутникових систем. Це геодезичні виміри в мережах тріангуляції, трилатерації, полігонометрії та нівелювання, гравіметричні виміри прискорення сили вільного падіння, астрономо-геодезичні виміри широт і довгот пунктів та азимутів напрямів на земній поверхні, а також супутниково-навігаційні координати точок земної поверхні. Важлива роль у цьому процесі належить методам проєктування геодезичних мереж і їх оцінці точності.

У наведених методичних вказівках розглядаються питання проєктування і оцінки точності проєкту полігонометричних мереж, які в поєднанні з теодолітними та тахеометричними ходами є одним з найбільш поширених видів геодезичних робіт.

Нижче наведена структура практичних робіт, зміст завдань та вихідні дані. Завдання розв’язуються за індивідуальними вихідними даними. Наведено приклади розв’язування завдань. Точність вихідних даних, результатів обчислень та рекомендованих для їх отримання формул відповідають нормативній точності побудови геодезичних мереж.

1. Теоретичні основи оцінки точності проєктів побудови геодезичних мереж методом полігонометрії

1.1. Оцінка точності одиночного полігонометричного ходу

Оцінюють точність полігонометричних ходів у положенні пункту ходу в найслабшому його місці та відносних помилок ходів. На основі цього роблять висновок про відповідність запроєктованого ходу відповідному класу або розряду полігонометрії, розраховують точність кутових і лінійних вимірювань. Оцінку точності виконують за відомими формулами. Так, для ламаного (зігнутого) ходу, який спирається на дві вихідні сторони, очікувана середня квадратична похибка розраховується за формулою:

$$M^2 = m_S^2 \cdot n + \frac{m_\beta^2}{\rho^2}\left[D^2_{ц.i}\right]. \qquad (1)$$

Для витягнутого ходу застосовують формулу:

$$M^2 = m_S^2 \cdot n + \frac{m_\beta^2}{\rho^2}\left[S\right]^2 \cdot \frac{n+3}{12}, \qquad (2)$$

де M – очікувана середня квадратична похибка у положенні кінцевої точки ходу стосовно початкової після врівноваження за умови дирекційних кутів; $[S]$ – довжина полігонометричного ходу;

m_S – середня квадратична похибка вимірювання кожної лінії;

m_β – середня квадратична похибка вимірювання кутів;

n – кількість сторін у ході;

ρ – кількість секунд у радіані (206265);

$D_{ц.i}$ – віддалі між центром ваги ходу і пунктами ходу.

Значення $D_{ц.i}$ – визначають як аналітичним, так і графічними способами. Для визначення $D_{ц.i}$ необхідно насамперед знайти координати центра ваги ходу ($X_ц$, $У_ц$), які визначаються як середнє арифметичне із координат усіх точок ходу. Для цього з’єднують початкову та кінцеву точки ходу (рис. 1).

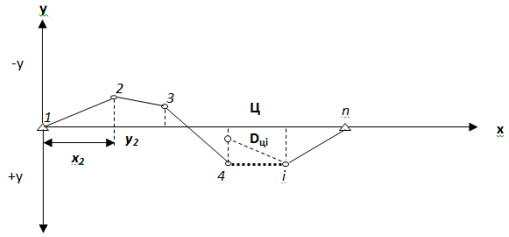

Рис. 1. Аналітичний спосіб визначення $D_{ц.i}$

Цю лінію приймають за вісь абсцис, а першу точку ходу – за початок координат. Вісь абсцис буде перпендикулярною до цієї лінії.

Графічно визначають координати усіх точок ходу. Після цього вираховують координати центра ваги ходу за формулами:

$$X_ц = \frac{[X_i]}{n}\ ;\ У_ц = \frac{[У_i]}{n}. \qquad (3)$$

За цими значеннями координат центра ваги наносять на карту (план) і від неї графічно визначають віддалі $D_{ц.i}$ до кожної точки ходу, включаючи початкову та кінцеву точки ходу.

Розрахунок точності кутових і лінійних вимірювань ґрунтується на значенні середніх квадратичних похибок ходів, тобто:

$$\frac{M}{L} = \frac{1}{Tc} \quad \text{або} \quad \frac{2M}{L} = \frac{1}{T}, \qquad (4)$$

де T_c – знаменник середньої відносної похибки ходу; T_c =2T; T– знаменник граничної відносної похибки ходу.

Враховуючи принцип впливу похибок кутових і лінійних вимірів для витягнутого полігонометричного ходу, можна записати:

$$\frac{m_u}{L} = \frac{1}{Tc \cdot \sqrt{2}}\ ;\ \frac{m_t}{L} = \frac{1}{Tc \cdot \sqrt{2}}, \qquad (5)$$

де m_u – поперечна середня квадратична похибка положення кінцевої точки ходу;

m_t – поздовжня середня квадратична похибка положення кінцевої точки ходу.

Оцінку точності запроєктованих полігонометричних ходів обчислюють за формулою (2).

Відповідно до формули (2), поперечна похибка ходу є наслідком помилок кутових вимірювань і визначається залежністю:

$$m_u = \frac{m_\beta}{\rho''} \cdot L \cdot \sqrt{\frac{n+3}{12}} \qquad (6)$$

Звідки:

$$m_\beta = \frac{m_u \cdot \rho''}{L} \cdot \sqrt{\frac{12}{n+3}}\,.$$

Враховуючи (5), отримаємо:

$$m_\beta = \frac{1 \cdot \rho''}{Tc \cdot \sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{12}{n+3}}\,. \qquad (7)$$

Враховуючи принцип однакових впливів похибок лінійних вимірювань для витягнутого ходу, запишемо:

$$\frac{m_t}{L} = \frac{1}{Tc \cdot \sqrt{2}} \text{ або } m_t = \frac{L}{Tc \cdot \sqrt{2}}\,. \qquad (8)$$

Розглянемо простий випадок, коли для лінійних вимірювань застосовуються світловіддалеміри або електронні тахеометри, систематичні похибки у яких відсутні або дуже малі і ними можна знехтувати.

Тоді:

$$m_t^2 = m_s^2 \cdot n \text{ або } m_t = m_s \cdot \sqrt{n}\,, \qquad (9)$$

де m_t і m_u – відповідно поздовжній і поперечний зсув кінцевої точки ходу;

$$L = n \cdot S\,.$$

Формулу (10) безпосередньо отримаємо з (8) і (9):

$$m_S = \frac{\sqrt{L} \cdot \sqrt{S}}{Tc \cdot \sqrt{2}} = \frac{\sqrt{L} \cdot S}{Tc \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{S}} = \frac{\sqrt{n} \cdot S}{Tc \cdot \sqrt{2}}\,. \qquad (10)$$

або:

$$\frac{m_S}{S} = \frac{\sqrt{n}}{T_c \cdot \sqrt{2}}\,. \qquad (11)$$

За одержаними значеннями m_β і m_S згідно з табл. 1 уточнюють розряд мережі полігонометрії та підбирають тип світловіддалеміра, теодоліта чи електронного тахеометра.

Для вибору потрібного електронного тахеометра необхідно детально розібратися у ′можливостях приладу. Перевагу надають точності кутових та лінійних вимірів. За цим показником доцільно встановити таку класифікацію:

Таблиця 1

Класифікація електронних тахеометрів

Клас	Прецизійні	Точні	Рутинні	Безрефлекторні	Універсальні
Марка приладу	Trimble 5601 DR Standart/ Leica TDM 5005/ Leica NC 2003	Nikon PL 632/ Sokkia SETX 1/ Topcon GPT 3102 N	Spresta Precision Focus 4/ South 355 R/ Pentax 326 EX	Leica Flexline/ Topcon IS-1	Leica TPS 1200
Точність кутових вимірювань	0,5″/0,5″/0,5″	2″/1'2″	7″/5″/6″	2″/1″	1″
Точність лінійних вимірювань, мм на 1 км ходу	0,3 – 0,5 мм до 1 км 1+2 / 1+2	3+2/ 1,5 +2/ 2+2	3+2/ 2+2/ 2+2	2+1 / 2+1	1+1,5

– **прецизійні** – це такі електронні тахеометри, точність вимірювання кутів яких становить ≤ 1″, ліній ≤ 1 мм. Їх використовують для високоточних інженерно-геодезичних робіт. Крім того, їх можна застосовувати в метрології, наприклад, для перевірки ліній взірцевих геодезичних базисів з метою контролю їхньої стабільності. Еталоном у цьому класі є прилад фірми Trimble 5601 DR Standart, що має точність кутових вимірів 0,5″, а лінійних – 0,3 мм до 1 км. Таким приладом користується Укрметртестстандарт;

– **точні** – це електронні тахеометри, точність кутових вимірювань яких коливається у межах від 1″–5″, а лінійних – 4 мм на 1 км. Такі прилади доцільно використовувати для різноманітних топографо-геодезичних робіт, для створення мережі полігонометрії, землевпорядних та кадастрових робіт.

Такими електронними тахеометрами є, наприклад, прилад NPL 632 фірми Nikon, SET X1 фірми Sokkia тощо;

– **рутинні** – це прилади, точність кутових вимірювань яких може досягати 10″, а лінійних – 5 мм і більше на км. Ці електронні тахеометри використовують для створення знімальної основи, а також застосовують для виконання електронних тахеометричних знімань різних масштабів. Серед них можна назвати модель Focus 4 фірми Spectra Precision, 326X – фірми Pentax тощо;

– **безрефлекторні** – це прилади, що працюють без відбивача. Сьогодні ця функція постійно розвивається, а прилади цього класу здатні працювати без застосування відбивача на великих відстанях; це Leica FlexLine – до 1000 м, а Topcon IS – 1 до 2000 м;

– **універсальні** – спеціальний клас електронних тахеометрів, наприклад, з інтегрованим GPS-приймачем. Точність кутових і лінійних вимірювань висока. Першою такі прилади почала випускати компанія

Leica Geosystem моделі SmartStation 1201+, що забезпечує високу точність вимірювання кутів 1″, ліній 1+1.5 ppm.

Дані табл. 1 використовуються під час вибору типу електронного тахеометра для забезпечення необхідної точності вимірювання кутів та ліній у запроєктованій полігонометричній мережі.

1.2. Оцінка точності полігонометричних мереж строгим методом

Нагадаємо послідовність робіт під час оцінювання точності цим методом:

1. Показуємо стрілками довільно напрямки ходів мережі і за кожним ходом складаємо рівняння поправок, користуючись при цьому правилом, що коефіцієнти при поправках беруть зі знаком «+», якщо хід іде на вузлову точку, та зі знаком «–», якщо хід іде від вузлової точки, а також враховуючи те, що для вихідних пунктів поправки дорівнюють нулю.

2. У загальному рівняння мають вигляд:

$$-(i) + (j) + l_z = 0, \qquad (12)$$

де (i), (j) – поправки в ходи і та j; l_z – вільний член ходів.

3. Складаємо таблицю коефіцієнтів рівнянь поправок, приймаючи вагу $P = 1$.

4. Ці самі рівняння подамо у матричній формі:

$$A = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_n \\ в_1 & в_2 & в_3 & в_n \\ c_1 & c_2 & c_3 & c_n \\ u_1 & u_2 & u_3 & u_n \end{bmatrix},$$

де A – матриця коефіцієнтів рівнянь поправок.

5. Складаємо таблицю коефіцієнтів нормальних рівнянь і здійснюємо їх контроль за допомогою суми коефіцієнтів:

$$\begin{aligned} [Paa] + [Pав] + [Pac] + [Pau] &= 0; \\ [Pав] + [Pвв] + [Pвс] + [Pвu] &= 0; \\ [Pac] + [Pвс] + [Pcc] + [Pcu] &= 0; \\ [Pau] + [Pвu] + [Pcu] + [Puu] &= 0. \end{aligned} \qquad (13)$$

6. Утворюємо вагову матрицю (**P**):

$$P = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_n \end{bmatrix},$$

де P – діагональна матриця ваг вимірів.

7. Знаходимо матрицю коефіцієнтів рівнянь поправок (**A**$^{\mathbf{T}}$):

$$A^T = \begin{bmatrix} a_1 & в_1 & c_1 & u_1 \\ a_2 & в_2 & c_2 & u_2 \\ a_3 & в_3 & c_3 & u_n \\ a_n & в_n & c_n & u_n \end{bmatrix}$$

8. Далі знаходимо матрицю коефіцієнтів нормальних рівнянь **N:**

$$N = A \cdot P \cdot A^T = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_n \\ в_1 & в_2 & в & в_4 \\ c_1 & c_2 & c_3 & c_n \\ u_1 & u_2 & u_3 & u_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_1 & в_1 & c_1 & u_1 \\ a_2 & в_2 & c_2 & u_2 \\ a_3 & в_3 & c_3 & u_3 \\ u_1 & u_2 & u_3 & u_n \end{bmatrix}$$

9. Обернена матриця N^{-1}.

10. Оцінка точності вузлових точок.

Порядок обчислень конкретного прикладу мережі наведено нижче.

2. Проєкт планової основи

2.1. Методика вибору геодезичних приладів для кутових і лінійних вимірів

Розглянемо тепер застосування наведених формул (7) і (10).

Для прикладу розрахуємо точність кутових вимірювань у полігонометрії 1 розряду. Візьмемо хід 1 розряду, в якому передбачено 10 сторін і для якого 1:Т = 1: 10000 (1:Тс = 1:20000). Тоді:

$$m_\beta = \frac{1 \cdot 206265''}{20000 \cdot \sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{12}{10+3}} = 7.''0 \quad . \qquad (14)$$

Для визначення m_s за формулою (10) візьмемо для прикладу запроєктований хід 1 розряду та приймемо середню довжину лінії 300 м і запишемо:

$$m_S = \frac{\sqrt{n} \cdot S}{T_c \cdot \sqrt{2}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 300}{20000 \cdot \sqrt{2}} = 0.017\ м = 1,7\ см \quad . \qquad (15)$$

У нашому випадку згідно з отриманими даними (mβ=7″·0, m_s=1,7 см) вибираємо електронний тахеометр Spresta Precision Focus 4, технічні характеристики якого наведені у табл. 1.

2.2. Оцінка точності проєкту полігонометричної мережі строгим методом

Розглянемо варіант оцінки точності полігонометричної мережі, показаної на рис. 2.

Складаємо рівняння поправок, які виникають у цій мережі:

1) + (1) + $l_{Пт.2\text{-}1}$ = 0;
2) + (1) + $l_{Пт.3\text{-}1}$ = 0;
3) + (2) + $l_{Пт.4\text{-}2}$ = 0;
4) - (2) + (3) + $l_{2\text{-}3}$ = 0;
5) - (3) + $l_{Пт.5\text{-}3}$ = 0;
6) - (1) + (4) + $l_{1\text{-}4}$ = 0;
7) - (3) + (4) + $l_{3\text{-}4}$ = 0;
8) - (2) + (4) + $l_{2\text{-}4}$ = 0;
9) - (4) + $l_{Пт.1\text{-}4}$ = 0.

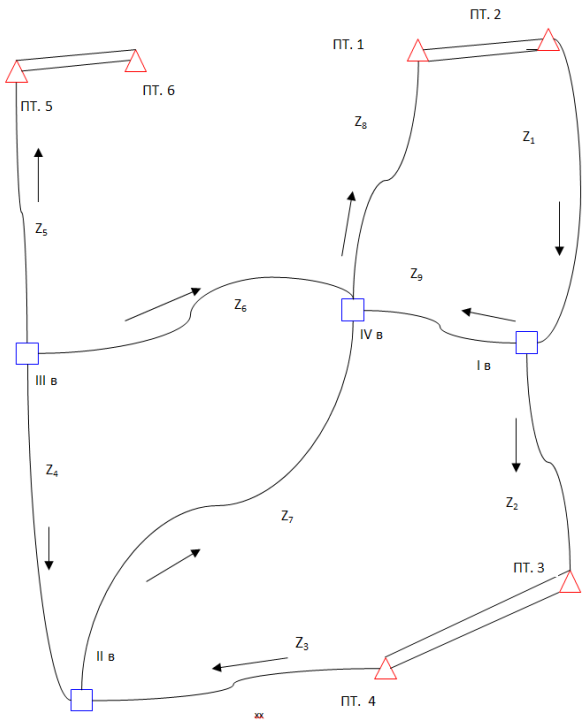

Рис. 2. Схема полігонометричних ходів

Порядок обчислення оцінки точності полігонометричної мережі строгим методом наведено в табл. 2–6.

Таблиця 2

Коефіцієнти рівнянь поправок

№ ходів	L	P	Номер вузлової точки				S	Pa	Pв	Pc	Pd	PS
			a (1)	в (2)	c (3)	d (4)						
Пт 2.-Iв	4,72	0,21	1	0	0	0	1,00	0.21	0	0	0	0,21
Iв-Пт.3	2,34	0,42	-1	0	0	0	-1,00	-0,42	0	0	0	-0,42
Пт.4-IIв	3,98	0,25	0	1	0	0	1,00	0	0,25	0	0	0,25
IIв-IIIв	3,96	0,25	0	-1	1	0	0	0	-0,25	0,25	0	0
IIIв-Пт.5	1,92	0,52	0	0	-1	0	-1,00	0	0	-0,52	0	-0,52
Ivв-Iв	2,5	0,40	-1	0	0	1	0,00	-0.40	0	0	0,40	0
IVв-IIIв	2,28	0,44	0	0	-1	1	0,00	0	0	-0,44	0,44	0
IVв-IIв	2,54	0,39	0	-1	0	1	0,00	0	-0,39	0	0,39	0
IVв-Пт.1	3,9	0,26	0	0	0	1	1,00	0	0	0	0,26	0,26
		∑	-1	-1	-1	4	1,00	-0,61	-0,39	-0,71	1,49	-0,22

Таблиця 3

Вагова матриця P

P								
0,21	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,42	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,25	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,25	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0,52	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0,44	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,39	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,26

Таблиця 4

Матриця коефіцієнтів рівнянь поправок

A^T								
1	-1	0	0	0	-1	0	0	0
0	0	1	-1	0	0	0	-1	0
0	0	0	1	-1	0	-1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1

Таблиця 5

Матриця коефіцієнтів нормальних рівнянь N

$A^T \cdot P \cdot A$			
1,03	0	0	-0,4
0	0,89	-0,25	-0,39
0	-0,25	1,21	-0,44
-0,4	-0,39	-0,44	1,49

Таблиця 6

Обернена матриця N^{-1}

$(A^T \cdot P \cdot A)^{-1}$			
1,138672	0,247858	0,20833	0,43208
0,247858	1,55894	0,55418	0,638234
0,20833	0,55418	1,136019	0,53645
0,43208	0,638234	0,53645	1,112605

Середні квадратичні помилки врівноважених вузлових точок

Приймаючи вплив кутових та лінійних вимірів однаковими m_s=20. мм, визначимо очікувані середні квадратичні похибки визначення положення вузлових точок за квадратичними коефіцієнтами Q_{mn}:

$$M_к^2 = 2m^2 \cdot Q_{mn}.$$

Для вузлових точок I, II, III, IV матимемо:

$$M_{Iв}^2 = \pm 2 \cdot 20^2 \cdot Q_{11} = 800 \cdot 1{,}1387 = \pm 910{,}96 \ мм;$$

$$M_{Iв} = \pm 30{,}18 \ мм;$$

$$M_{IIв}^2 = \pm 2 \cdot 20^2 \cdot Q_{22} = 800 \cdot 1{,}5589 = \pm 1247{,}12 \ мм;$$

$$M_{IIв} = \pm 35{,}31 \ мм;$$

$$M_{IIIв}^2 = \pm 2 \cdot 20^2 \cdot Q_{33} = 800 \cdot 1{,}1360 = \pm 908{,}80 \ мм;$$

$$M_{IIIв} = \pm 30{,}15 \ мм;$$

$$M_{IVв}^2 = \pm 2 \cdot 20^2 \cdot Q_{44} = 800 \cdot 1{,}1126 = \pm 890{,}08 \ мм;$$

$$M_{IVв} = 29{,}83 \ мм.$$

2.3. Оцінка точності витягнутого ходу

Далі розглянемо полігонометричний хід 1 розряду (ламаний) (рис. 3).

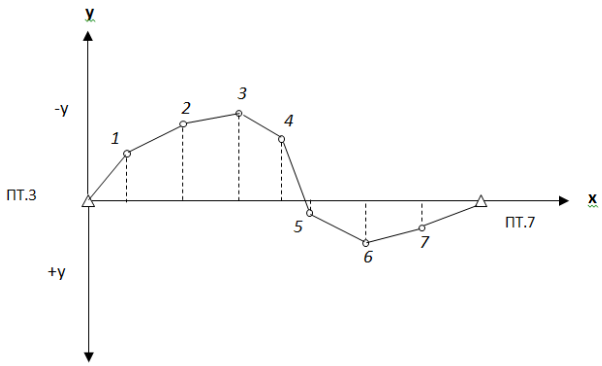

Рис. 3. Полігонометричний хід

У запроєктованому ході є 8 сторін. Довжини сторін коливаються від 200 до 320 м. Довжина замикаючої – S =2,1 км. Відхилення точки 3 ходу від замикаючої становить 280 м, що більше ніж 1/10 ходу, а відхилення дирекційного кута лінії 4–5 від дирекційного кута становить 49°, що

перевищує 20°.

Враховуючи це, хід необхідно оцінювати за формулами для зігнутого ходу. Для спрощення обчислень скористаємось формулою (1), тобто формулою для оцінки точності полігонометричного ходу, у якому лінії вимірюватимуться електронним тахеометром.

Таблиця 7

Визначення координат

Координати	Пункти ходу								
	ПТ 3	1	2	3	4	5	6	7	ПТ 7
X_i	0	+180	+430	+750	+1040	+1250	+1480	+1780	+2060
$У_i$	0	-100	-200	-280	-160	+75	+200	+125	0

Для обчислення $D_{ц.i}$ за вісь абсцис приймемо замикаючу ходу S, за вісь ординат – лінію, перпендикулярну до S. Спроєктуємо всі точки ходу на вісь абсцис і графічно визначимо X_i та $У_i$ (табл. 8).

На підставі даних табл. 7 за формулами (3) обчислимо координати центра ваги ходу:

$$X_Ц = \frac{8970}{9} = 997 \text{ м};$$

$$У_Ц = \frac{-340}{9} = -38 \text{ м}.$$

Знаючи $X_ц$, $У_ц$, графічно визначимо величини $D_{ц.i}$ і зведемо їх у табл. 8.

Таблиця 8

Визначення величини $D_{ц.i}$

Координати	Пункти ходу								
	ПТ 3	1	2	3	4	5	6	7	ПТ 7
$D_{ц.i}$ (м)	1000	820	590	350	125	275	540	800	1060
$D^2_{ц.i}$ (м)	10^5	$6{,}7\cdot10^5$	$3{,}5\cdot10^5$	$1{,}2\cdot10^5$	$1{,}6\cdot10^4$	$7{,}6\cdot10^4$	$2{,}9\cdot10^5$	$6{,}4\cdot10^5$	$1{,}1\cdot10^5$

$$\left[D^2_{ц.i}\right] = 43\cdot10^5 \ м^2.$$

Для полігонометрії 1 розряду m_β=5″, m_s=1*см*. Підставляючи ці значення у формулу (1), отримаємо:

$$M^2 = 0{,}0001\cdot8 + \frac{25\cdot43\cdot10^5}{4\cdot10^{10}} = 0{,}0035 \ м^2 \text{ ; } M = 0{,}0591 \ м;$$

$$\frac{2M}{[S]} = \frac{0{,}12}{2100} \text{ ; } \frac{2M}{[S]} = \frac{1}{17500}.$$

Розрахунки показують, що запроєктований хід відповідає вимогам точності полігонометрії 1 розряду.

Література

1. Основні положення створення Державної геодезичної мережі України: Постанова Кабміну України від 8.06.98 № 844. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/844-98-%D0%BF#Text.
2. Топографо-геодезична та картографічна діяльність. Законодавчі та нормативні акти. Ч. 1. Вінниця : Атекс, 2000. 408 с.
3. Савчук С. Г. Вища геодезія : підручник. Вид. друге. Львів, 2016. 305 с.

Для нотаток

Для нотаток

Навчальне видання

Лев Миколайович
ПЕРОВИЧ,
Андрій Юльянович
МАСЬ,
Дмитро Валерійович
СТЕРЛЄВ

Побудови опорних геодезичних мереж методом полігонометрії:
до виконання практичних робіт з дисципліни «Геодезія»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»
галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»

Методичні вказівки

Випуск 382

Редактор *А. Бурмус*.
Технічний редактор *О. Петроченко*. Комп'ютерна верстка *Н. Кардаш.*
Друк *С. Волинець.* Фальцювально-палітурні роботи *О. Мішалкіна.*

Підписано до друку 16.09.2021.
Формат 60x84 $^{1}/_{16}$. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 1,16. Обл.-вид. арк. 0,39.
Тираж 5 пр. Зам. № 6502.

Видавець і виготовлювач: ЧНУ ім. Петра Могили.
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2018.