

УДК 528

к.т.н., доцент Чопенко Є.Ф.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРО ФОРМУЛУ “ТЕОРЕТИЧНА СУМА КУТІВ” ГЕОДЕЗИЧНОГО ХОДУ

Встановлена закономірність, за якою можливо систематизувати геодезичні ходи. Для геодезичного ходу, обов'язковим є: встановлення напрямку ходу; визначення розташування вимірних кутів (праві, чи ліві); визначення форми ходу (замкнений, ввігнутий, опуклий, прямолінійний, нульовий). Доведені вирази до застосування, при обчисленні формули теоретичної суми кутів для конкретної форми геодезичного ходу. Наведено приклад застосування формули теоретичної суми кутів, при обчисленні геодезичного ходу.

Ключові слова: Систематизація, встановлення напрямку, визначення форми ходу, замкнений, опуклий, прямолінійний, нульовий, формули для обчислення теоретичної суми кутів ходу.

З курсу “Геометрія” [1] відомо, що теоретична сума внутрішніх кутів $[\beta_m]$ багатокутника (рис.1, а), визначається за формулою

$$\sum \beta = 180^\circ \cdot (n - 2)$$

а теоретична сума зовнішніх кутів багатокутника, визначається за формулою

$$\sum \beta = 180^\circ \cdot (n + 2),$$

де n - кількість кутів у багатокутнику.

Якщо від замкненого багатокутника забрати одну сторону, у нас залишиться багатокутник, якому відповідає розімкнений хід у геодезії.

Геодезичним ходом називається побудований на місцевості замкнений, чи розімкнений багатокутник, у якого горизонтальні кути вимірюють теодолітом, а довжини сторін – землеірними стрічками, рулетками, далекомірами, які забезпечують встановлену точність.

Суму довжин геодезичного ходу називають його периметром. Пункти геодезичного ходу - називаються вершинами, а його ланки – сторонами. Горизонтальний кут між двома сусідніми сторонами, які виходять з однієї вершини, називається горизонтальним кутом ходу.

Геодезичні ходи мають найрізноманітнішу форму і точність побудови.

Геодезичний хід, який опирається на одну сторону, називається замкненим (рис.1,а).

Геодезичний хід, який опирається на дві різні сторони, називається розімкненим (рис. 1, б, в, г).

Розімкнений хід, розташований всередині замкнутого ходу, та який опирається на дві вершини, що не належать до однієї сторони, називається діагональним.

В залежності від точності вимірювання кутів та ліній, геодезичні ходи ділять на теодолітні ходи, та полігонометричні ходи.

Зважаючи на те, що опрацювання геодезичних ходів (теодолітних та полігонометричних) - однотипне, але спеціалісти найчастіше справу мають з теодолітними ходами, в подальшому, всі наші міркування віднесемо до теодолітного ходу.

Отже при створенні теодолітних ходів, їхні вершини закріплюються на місцевості постійними чи тимчасовими знаками, вимірюються довжини сторін та горизонтальні кути між ними.

Після вимірювань, у спеціальних відомостях, обчислюють координати пунктів.

Для визначення якості виміряних горизонтальних кутів β_e , їх суму порівнюють з теоретичною сумою β_m , і роблять висновок про придатність вимірювань до подальшого опрацювання. Тобто підраховують похибку $f_\beta = \sum \beta_e - \sum \beta_m$, яка дорівнює різниці суми виміряних кутів та теоретичної суми кутів ходу.

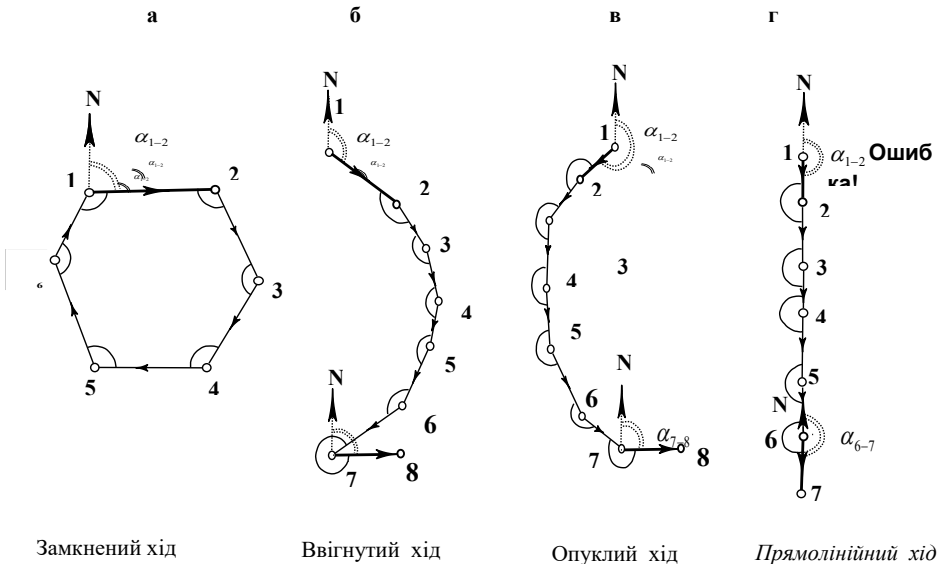


Рис. 1. Геодезичні ходи

Теоретична сума кутів розімкненого ходу β_m підраховується за формулою, яка в підручниках у різних авторів

[2,3,4,5], має різний вигляд:

$$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n - 1),$$

встановлена закономірність, за якою можливо систематизувати геодезичні ходи.

2) Для геодезичного ходу, обов'язковим є: встановлення напрямку ходу; визначення розташування вимірних кутів (праві, чи ліві); визначення форми ходу (замкнений, ввігнутий, опуклий, прямолінійний, нульовий).

3) Доведені вирази для застосування, при обчисленні формули теоретичної суми кутів для конкретної форми геодезичного ходу.

4) Наведено приклад застосування формули теоретичної суми кутів, при обчисленні геодезичного ходу.

$$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ,$$

$$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot (n + 2).$$

$$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot n.$$

Виникає невизначеність: якою із наведених формул необхідно користуватися у кожному конкретному випадку обчислень ?

Щоб уникнути цієї проблеми, зробимо наступне:

1) **Обов'язково зробимо позначення напрямку опрацювання ходу від початкової вершини до кінцевої стрілками.** Тоді, вимірні горизонтальні кути, які знаходяться праворуч напрямку ходу, назвемо **правими**, а вимірні кути, які знаходяться ліворуч напрямку ходу, назвемо **лівими**.

Введемо декілька формулювань у вигляді аксіом, які допоможуть нам зробити деяку систематизацію теодолітних ходів та полегшать дослідження формули теоретичної суми кутів.

2) **Замкненим геодезичним ходом** назвемо хід, який опирається на одну сторону, у якого сума усіх горизонтальних кутів поділена на їхню кількість

$\frac{\sum \beta}{n} < 180^\circ$ менша, чи $\frac{\sum \beta}{n} > 180^\circ$ більша 180° . Дирекційний кут початкової сторони, співпадає з дирекційним кутом кінцевої сторони $\alpha_n = \alpha_k$, (рис. 1, а).

3) **Геодезичний хід**, у якого сума всіх горизонтальних кутів поділена на

їхню кількість $\frac{\sum \beta}{n} < 180^\circ$ - менша 180° , а дирекційний кут початкової сторони

не співпадає з дирекційним кутом кінцевої сторони $\alpha_n \neq \alpha_k$ (рис. 1,б) назвемо **ввігнути**м.

4) Геодезичний хід, у якого сума всіх кутів, поділена на їхню кількість $\frac{\sum \beta}{n} > 180^\circ$ - більша 180° , а дирекційний кут вихідної сторони не співпадає з дирекційним кутом кінцевої сторони $\alpha_n \neq \alpha_k$ (рис. 1,в) назвемо **опукли**м.

5) Геодезичний хід, сума всіх кутів якого, поділена на їхню кількість $\frac{\sum \beta}{n} = 180^\circ$ дорівнює 180° , а дирекційний кут початкової сторони не співпадає з дирекційним кутом кінцевої сторони $\alpha_n \neq \alpha_k$, (рис. 1,г) назвемо **прямоліній**ним.

6) Геодезичний хід, сума кутів якого, поділена на їхню кількість $\frac{\sum \beta}{n} = 0^\circ$ - дорівнює 0° , а дирекційний кут початкової сторони не співпадає з дирекційним кутом кінцевої сторони $\alpha_n \neq \alpha_k$ (рис 2) назвемо **нульови**м ходом.

7) Формула теоретичної суми кутів теодолітного ходу залежить від того, які кути ходу вимірюються: **праві** β_n чи **ліві** β_l тому, що розімкнений хід, найчастіше, прокладається між сторонами, дирекційні кути яких, попередньо відомі.

8) Для визначення теоретичної суми кутів розімкненого ходу, важливою є і **величина дирекційних кутів** сторін: початкової α_n , та кінцевої α_k . При цьому, дирекційний кут початкової сторони може бути більшим $\alpha_n > \alpha_k$, чи меншим $\alpha_n < \alpha_k$, від дирекційного кута кінцевої сторони.

Отже, **формула теоретичної суми кутів розімкненого ходу** буде залежати від таких факторів: **положення вимірних кутів відносно напрямку ходу** (правий β_n , чи лівий β_l); **величини вихідних дирекційних кутів** (початкового α_n та кінцевого α_k); **форми ходу** (замкнений, ввігнутий, опуклий, прямолінійний, нульовий).

При обчисленні дирекційних кутів, якщо дирекційний кут, який зменшується - менший від кута, який віднімається, та щоб уникнути від'ємних значень дирекційного кута, до нього прибавимо 360° . Якщо обчислений дирекційний кут буде більший 360° , то від нього віднімемо період, рівний 360° .

Розглянемо геодезичний хід, у якого виміряні β_n праві кути

Випадок перший. Якщо геодезичний хід замкнений, тобто, опирається на одну сторону, у якого сума всіх горизонтальних кутів поділена на їхню кількість $\frac{\sum \beta}{n} < 180^\circ$ - менша 180° , дирекційний кут початкової сторони, співпадає з дирекційним кутом кінцевої сторони $\alpha_n = \alpha_k$, (рис. 1, а), теоретична сума внутрішніх кутів визначається за формулою

$$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n - 2) = \sum \beta_m = 180^\circ \cdot (n - 2), \quad (1)$$

де: α_n - дирекційний кут початкової сторони;
 α_k - дирекційний кут кінцевої сторони;
 n - число кутів ходу.

2) Якщо геодезичний хід замкнений, тобто, опирається на одну сторону, у якого сума всіх горизонтальних кутів поділена на їхню кількість $\frac{\sum \beta}{n} > 180^\circ$ - більша 180° , дирекційний кут вихідної сторони, співпадає з дирекційним кутом кінцевої сторони $\alpha_n = \alpha_k$, (рис. 1,а), теоретична сума зовнішніх кутів визначається за формулою

$$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n + 2) = \sum \beta_m = 180^\circ \cdot (n + 2), \quad (2)$$

3) Якщо розімкнений хід має форму прямої лінії (1, г), тобто, $\frac{\sum \beta}{n} = 180^\circ$, дирекційний кут початкової сторони більший дирекційного кута кінцевої сторони, тобто $\alpha_f > \alpha_e$, то формула теоретичної суми виміряних кутів має вигляд

$$\sum \beta_o = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot n. \quad (3)$$

3) Якщо розімкнений хід має форму прямої лінії, тобто, $\frac{\sum \beta}{n} = 180^\circ$, але дирекційний кут початкової сторони менший дирекційного кута кінцевої сторони, тобто $\alpha_n < \alpha_k$, дирекційний кут початкової сторони збільшимо на 360° і, формула теоретичної суми виміряних кутів матиме вигляд

$$\sum \beta_m = (\alpha_n + 360^\circ - \alpha_k) + 180^\circ \cdot n = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot n + 180^\circ \cdot 2 = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot n, \quad (4)$$

4) Якщо розімкнений хід має загальну форму вигнутої лінії $\sum \beta_B / n < 180^\circ$, тобто **ввігнутий хід**, а дирекційний кут початкової сторони більший дирекційного кута кінцевої сторони $\alpha_n > \alpha_k$, то формула теоретичної суми кутів теодолітного ходу, по аналогії з сумою внутрішніх кутів багатокутника [1] матиме вигляд

$$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n - 2). \quad (5)$$

5) Якщо розімкнений хід має загальну форму вигнутої лінії $\sum \beta_B / n < 180^\circ$ (рис. 1,б), тобто **ввігнутий хід**, а дирекційний кут початкової сторони менший дирекційного кута кінцевої сторони $\alpha_n < \alpha_k$, та, щоб різниця дирекційних кутів не мала від'ємних значень, дирекційний кут початкової сторони збільшимо на 360° і формула теоретичної суми виміряних правих кутів матиме наступний вигляд

$$\begin{aligned} \sum \beta_m &= (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n - 2) = (\alpha_n + 360^\circ - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n - 2) = \\ &= (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n - 2 + 2) = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot n. \end{aligned} \quad (6)$$

6) Якщо розімкнений хід має загальну форму опуклої лінії, $\sum \beta_B / n > 180^\circ$, тобто **опуклий хід** (рис.1,в), та дирекційний кут початкової сторони більший дирекційного кута кінцевої сторони $\alpha_n > \alpha_k$, то формула теоретичної суми виміряних кутів матиме вигляд

$$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n + 2), \quad (7)$$

6) Якщо розімкнений хід має загальну форму опуклої лінії, $\sum \beta_B / n > 180^\circ$ (рис. 1,в) **опуклий хід**, а дирекційний кут початкової сторони менший дирекційного кута кінцевої сторони $\alpha_n < \alpha_k$ та, щоб різниця дирекційних кутів не мала від'ємних значень, дирекційний кут початкової сторони збільшимо на 360° . Кут, величина якого дорівнює 360° , не впливає на дирекційний кут кінцевої сторони, тому при необхідності, ми його відкинемо. Тоді формула теоретичної суми виміряних кутів матиме наступний вигляд

$$\begin{aligned} \sum \beta_m &= (\alpha_n + 360^\circ - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n + 2) = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n) + 180^\circ \cdot 2 + 360^\circ \\ &= (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n). \end{aligned} \quad (8)$$

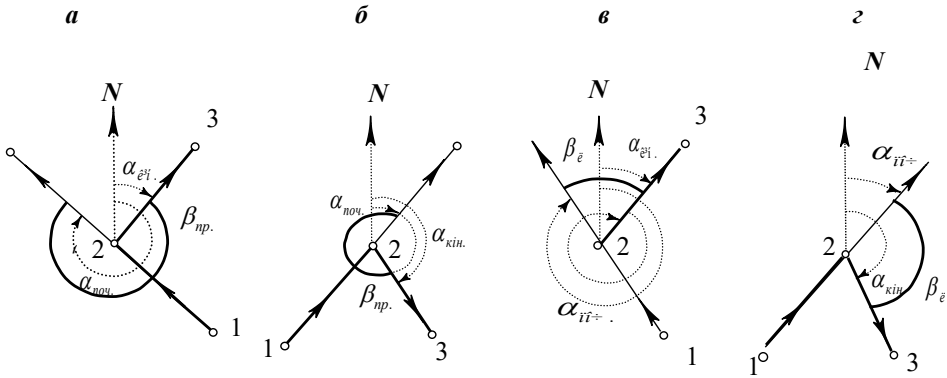


Рис.2. Дирекційні кути

7) Якщо геодезичний хід має вигляд **нульового ходу**, тобто, $\sum \beta_B / n = 0^\circ$, та дирекційний кут вихідної сторони більший дирекційного кута кінцевої сторони $\alpha_n > \alpha_k$, (рис. 2,а) то формула теоретичної суми виміряних кутів має вигляд

$$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot 0 = \sum \beta_i = (\alpha_n - \alpha_k) \quad (9)$$

8) Якщо розімкнений хід має загальну форму рівну нулю $\sum \beta_B / n = 0^\circ$ тобто (**нульовий хід**), та дирекційний кут вихідної сторони менший дирекційного кута кінцевої сторони $\alpha_n < \alpha_k$ (рис. 2,б), то формула теоретичної суми виміряних кутів має вигляд

$$\sum \beta_i = (\alpha_n + 360^\circ - \alpha_k) \quad (10)$$

Геодезичний хід, у якого виміряні β_n ліві кути

1) **Замкнений хід.** Якщо: $\alpha_n = \alpha_k$, $\sum \frac{\beta}{n} < 180^\circ$,

різниця дирекційних кутів геодезичного ходу (рис. 1, б) обчислюється за формулою $\alpha_k - \alpha_n$. Вихідним кутом, при обчисленні теоретичної суми лівих кутів геодезичного ходу, буде слугувати дирекційний кут кінцевої сторони. Тому формула, для визначення теоретичної суми внутрішніх кутів ходу, матиме вигляд, подібний для формули (1) застосованої для правих кутів.

$$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot (n - 2) = 180^\circ \cdot (n - 2) \quad (1,а)$$

2) **Замкнений хід:** $\alpha_n = \alpha_k$; $\frac{\sum \beta}{n} > 180^\circ$, теоретична сума зовнішніх кутів ходу, визначається за формулою

$$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) + 180^\circ \cdot (n + 2) = \sum \beta_m = 180^\circ \cdot (n + 2), \quad (2,a)$$

3) **Прямолінійний хід:** якщо $\alpha_n > \alpha_k$, $\frac{\sum \beta}{n} = 180^\circ$, теоретична сума кутів, визначається за формулою

$$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot n \quad (3,a)$$

4) **Прямолінійний хід:** якщо: $\alpha_n < \alpha_k$, $\frac{\sum \beta}{n} = 180^\circ$, теоретична сума кутів визначається за формулою

$$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot n \quad (4,a)$$

5) **Ввігнутий хід**, тобто $\sum \beta_B / n < 180^\circ$, при цьому $\alpha_n > \alpha_k$, то формула теоретичної суми вимірних кутів матиме вигляд

$$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot (n - 2). \quad (5,a)$$

5) **Ввігнутий хід:** $\sum \beta_B / n < 180^\circ$, $\alpha_n < \alpha_k$,
 $\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot n \quad (6,a)$

6) **Опуклий хід:** $\sum \beta_B / n > 180^\circ$, $\alpha_n > \alpha_k$, то формула теоретичної суми вимірних кутів має вигляд

$$\sum \beta_t = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot (n + 2), \quad (7,a)$$

7) **Опуклий хід:** $\sum \beta_B / n > 180^\circ$, $\alpha_n > \alpha_k$, формула теоретичної суми вимірних кутів матиме наступний вигляд

$$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot (n). \quad (8,a)$$

8) **Нульовий хід:** $\sum \beta_B / n = 0^\circ$, $\alpha_n > \alpha_k$ (рис. 2,в), формула теоретичної суми вимірних кутів має вигляд

$$\sum \beta_m = (\alpha_\varepsilon + 360^\circ - \alpha_t), \quad (9,a)$$

9) **Нульовий хід:** $\sum \beta_b / n = 0^\circ$, $\alpha_n < \alpha_k$, (рис. 1,в), формула теоретичної суми вимірних кутів має вигляд

$$\sum \beta_m = (\alpha_\varepsilon + 360^\circ - \alpha_i) = \alpha_k - \alpha_n \quad (10,а)$$

Як видно з досліджень, для кожної форми ходу існує своя формула, яка складається з двох складових. Для полегшення користування формулами, зведемо їх до таблиці (таблиця 1).

Таблиця 1

Вигляд формули теоретичної суми кутів у залежності від форми геодезичного ходу

Форма ходу	Умови ходу	Теоретична сума кутів ходу	
		Праві	Ліві
Замкнений	$\alpha_n = \alpha_k, \sum \frac{\beta}{n} < 180^\circ$	$\sum \beta_m = 180^\circ \cdot (n-2)$	$\sum \beta_m = 180^\circ \cdot (n-2)$
Замкнений	$\alpha_n = \alpha_k, \sum \frac{\beta}{n} > 180^\circ$	$\sum \beta_m = 180^\circ \cdot (n+2)$	$\sum \beta_m = 180^\circ \cdot (n+2)$
Прямолінійний	$\alpha_i > \alpha_\varepsilon, \sum \frac{\beta}{n} = 180^\circ$	$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) \cdot 180^\circ \cdot n$	$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) \cdot 180^\circ \cdot n$
	$\alpha_n < \alpha_k, \sum \frac{\beta}{n} = 180^\circ$	$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) \cdot 180^\circ \cdot n$	$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) \cdot 180^\circ \cdot n$
Ввігнутий	$\alpha_n > \alpha_k, \sum \frac{\beta}{n} < 180^\circ$	$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) \cdot 180^\circ \cdot (n-2)$	$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) \cdot 180^\circ \cdot (n-2)$
	$\alpha_n < \alpha_k, \sum \frac{\beta}{n} < 180^\circ$	$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) \cdot 180^\circ \cdot n$	$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot n$
Опуклий	$\alpha_n > \alpha_k, \sum \frac{\beta}{n} > 180^\circ$	$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k) \cdot 180^\circ \cdot (n+2)$	$\sum \beta_m = (\alpha_i - \alpha_n) \cdot 180^\circ \cdot (i+2)$
	$\alpha_n < \alpha_k, \sum \frac{\beta}{n} > 180^\circ$	$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot n$	$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^\circ \cdot n$
Нульовий	$\alpha_n > \alpha_k, \sum \frac{\beta}{n} = 0^\circ$	$\sum \beta_m = (\alpha_n - \alpha_k)$	$\sum \beta_m = (\alpha_\varepsilon + 360^\circ - \alpha_i)$
	$\alpha_n < \alpha_k, \sum \frac{\beta}{n} = 0^\circ$	$\sum \beta_m = (\alpha_n + 360^\circ - \alpha_k)$	$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n)$

Проте, для практичної реалізації формул, особливих затруднень не виникає тому, що при розрахунках, завжди обчислюється сума вимірних кутів та величина дирекційних кутів вихідних сторін, які легко знайти у відомості обчислення координат. Наприклад, розглянемо практичний приклад (таблиця 2)

обчислення теоретичної суми кутів у відомості обчислення координат [5, с 310], який приведемо дещо спрощено.

Таблиця 2

Відомість обчислення координат геодезичного ходу

№ пункта	Кути повороту (ліві) ° ' "	Дирекційні кути ° ' "	Довжин а ліній (м)	ΔX	ΔY	X, м	Y, м
1		184° 02' 20,0"					
2	291° 41' 05,2"		730,814	+317,198	-658,389	6208,300	13 802,250
3	225° 54' 52,0"	295° 43' 25,2"	680,331	+645693	-214,316	6525,496	13143,861
4	242° 04' 48,9"	341° 38' 17,2"	710,334	+513,753	+491,267	7171,189	12929,545
5	210° 13' 48,2"	43° 43' 06,1"	750,002	+207,378	+720,762	7684,941	13420,812
6	189° 36' 24,5"	73° 56' 54,3"	630,012	+70,817	+62652	7892,319	14141,574
7	280° 28' 59,9"	83° 33' 18,8"				7963,136	14768,499
		184° 02' 18,7"				7693,097	14768,450
$\sum \beta_a = 1439^{\circ} 59' 58,7''$							
Якщо: $\alpha_k < \alpha_n$; $\sum \frac{\beta}{n} > 180^{\circ}$, то отримаємо							
$\sum \beta_m = (\alpha_k - \alpha_n) + 180^{\circ} \cdot (n+2) = 1440^{\circ}.$							
$f_{\beta} = \sum \beta_{кин.} - \sum \beta_{теор.} = 1439^{\circ} 59' 58,7'' - 1440^{\circ} = -!3''.$							

Висновки

1) Досліджуючи формулу «Теоретична сума кутів геодезичного ходу» та не зважаючи на різноманітність геодезичних ходів, встановлена закономірність, за якою можливо систематизувати геодезичні ходи.

2) Для геодезичного ходу, обов'язковим є: встановлення напрямку ходу; визначення розташування вимірних кутів (праві, чи ліві); визначення форми ходу (замкнений, ввігнутий, опуклий, прямолінійний, нульовий).

3) Доведені вирази для застосування, при обчисленні формули теоретичної суми кутів для конкретної форми геодезичного ходу.

4) Наведено приклад застосування формули теоретичної суми кутів, при обчисленні геодезичного ходу.

4) Gives examples of use formula theoretica sum of the angles, during calculation the geodetic course.

Выводы

1) Исследуя формулу “ Теоретическая сумма углов геодезического хода” и несмотря на разнообразие геодезических ходов, установлена закономерность, за которой можно систематизировать геодезические хода.

2) Для геодезического хода, обязательным есть: установление направления хода; определение расположения измеряемых углов (правые, или левые); определение формы хода (замкнутый, вогнутый, выпуклый, прямолинейный, нулевой).

3) Доказаны выражения для применения, при вычислении формул теоретической суммы углов конкретной формы геодезического хода.

4) Приведен пример применения формулы теоретической суммы углов, при вычислении геодезического хода.

Література

1. Бурда М.І., Дубинчук О.С., Мальований Ю.І. Геометрія. / Математика: Підручник для 10-11 кл. Заклади освіти гуманітарного профілю.-К.: Освіта, 2001, - 224 с.

2. Чеботарев А.С., Селиханович В.Г., Соколов М.Н. Геодезия. Ч. II. М., Геоиздат, 1962. 614 с. с ил.

3. Островський А.Л. Геодезія / А.Л.Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський. –Л.: Простір. М: 2007. - 410 с.

4. Войтенко С.П. Інженерна геодезія : підручник / С.П. Войтенко. – К.: Знання, 2009. – 557 с. – (Вища освіта ХХІ століття).

5. Селиханович В.Г., Козлов В.П., Логанова Г.П. Практикум по геодезии, М.: Недра, 1978.– 382 с.

Abstrakts

1) Exploring formula “The theoretical sum of the angles of the geodetic course” and besides for diversification of geodetic courses being regularity with the help of witch we ca systematize geodetic angles.

2) For geodetic angles required condition is: derrection determination course; determination of the location of measured angles (right or left), determinate form course (close, concave, convex, straight zero).

3) Proven expressions for using of being calculation formula. The theoretical sum of the angles for concrete geodetic course.