

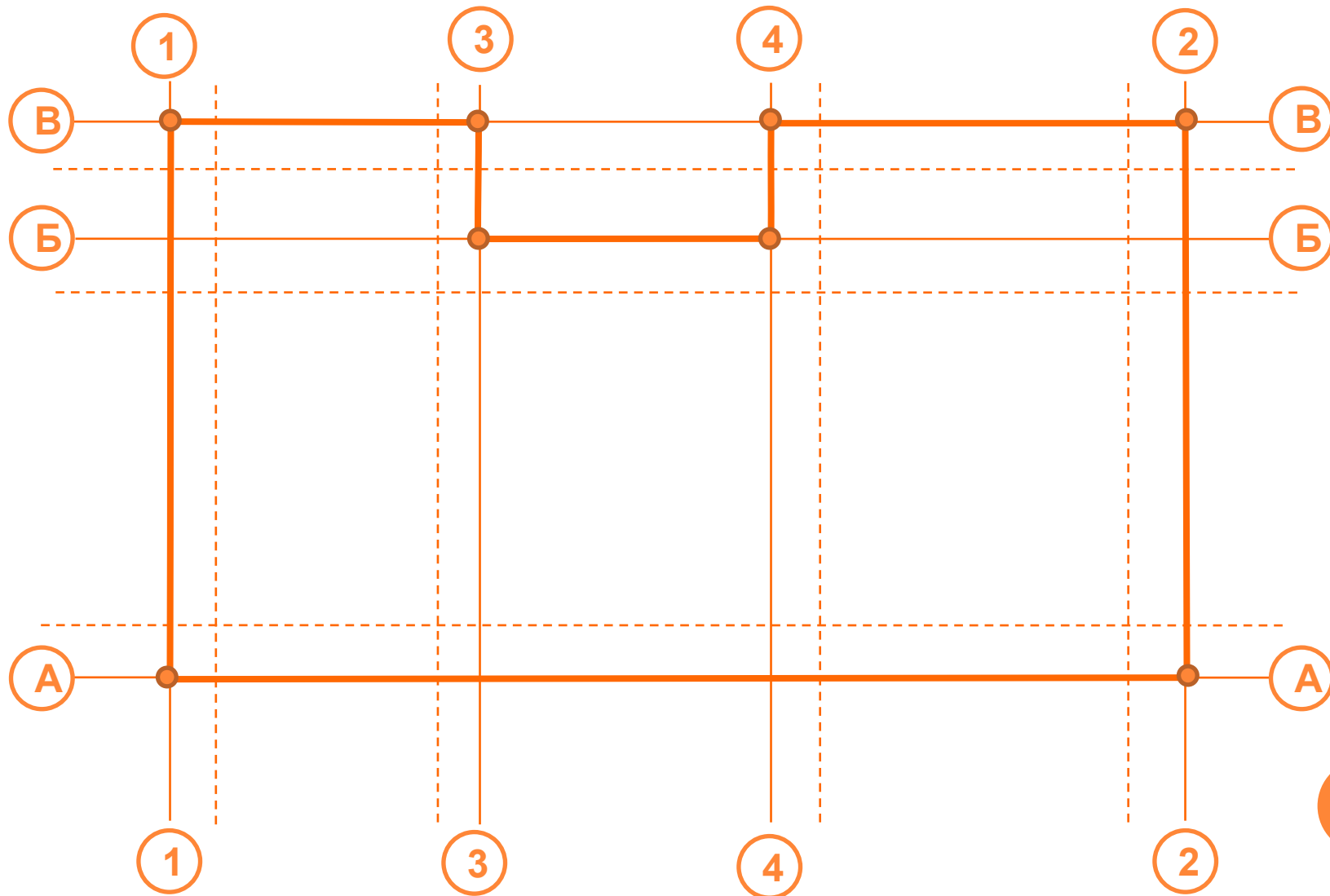
ГЕОДЕЗИЧНІ РОЗМІЧУВАЛЬНІ РОБОТИ

3.1 ЕТАПИ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ

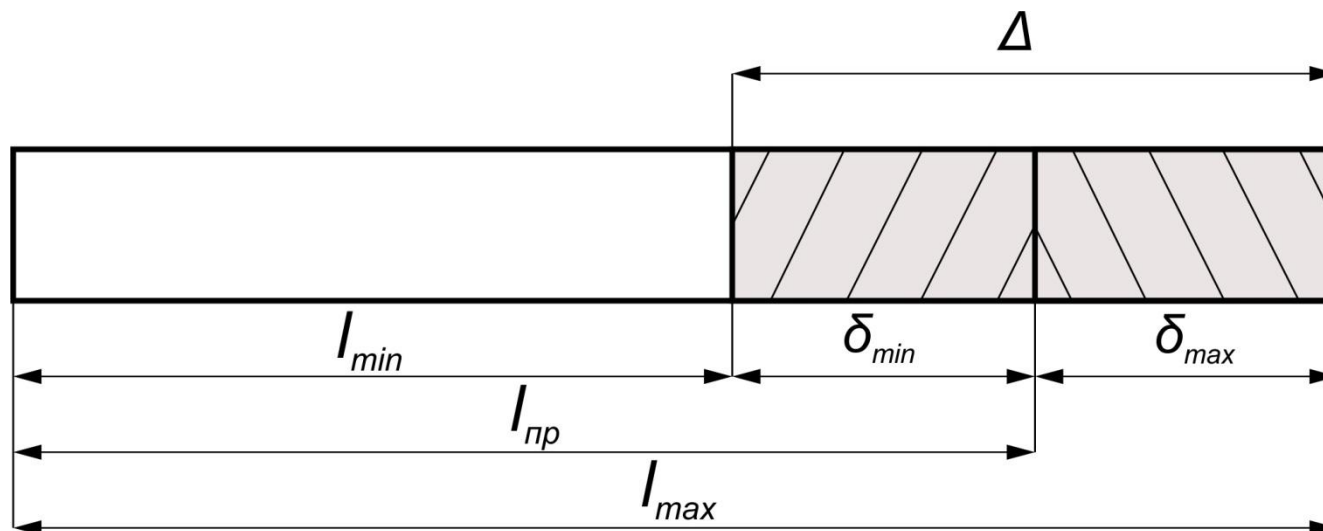
- Основні розмічувальні роботи;
- Детальна розбивка споруди;
- Розбивка осей технологічного обладнання.



3.1 ЕТАПИ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ



3.2 НОРМИ ТОЧНОСТІ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ



Δ допуск розміру (поле допуску):

$$\Delta = l_{max} - l_{min} \quad (3.1)$$

Гранично-допустиме відхилення δ :

$$\delta_B = l_{max} - l_{pr} \quad (3.2)$$

$$\delta_H = l_{min} - l_{pr} \quad (3.3)$$

Очевидно, що:

$$\Delta = \delta_B - \delta_H \quad (3.4)$$



3.2 НОРМИ ТОЧНОСТІ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ

Δ_p – допуск розташування на місцевості головних і основних осей споруди відносно пунктів опорної геодезичної мережі;

Δ_B – будівельний допуск взаємного положення конструкцій, об'єктів чи їх частин:

$$\Delta_B^2 = \Delta_B^2 + \Delta_\Gamma^2 + \Delta_M^2 \quad (3.5)$$

Δ_B – допуск виготовлення конструкції;

Δ_Γ – допуск винесення розмічувальних осей на місцевості, тобто допуск на геодезичні роботи;

Δ_M – допуск будівельно-монтажних робіт.

Допуски Δ_B , Δ_Γ , Δ_M , приймають вірними один одому, тобто:

$$\Delta_B = \Delta_\Gamma = \Delta_M \quad (3.6)$$

$$\Delta_B = \Delta_\Gamma \cdot \sqrt{3} \quad (3.7)$$



3.2 НОРМИ ТОЧНОСТІ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ

Можемо прийняти:

$$\Delta_{\Gamma} = 3 \cdot m_{\Gamma} \quad (3.8)$$

Тоді:

$$\Delta_{\text{Б}} = 3m_{\Gamma} \cdot \sqrt{3} \quad (3.9)$$

Звідки:

$$m_{\Gamma} = \frac{\Delta_{\text{Б}}}{3 \cdot \sqrt{3}} \quad (3.10)$$

Або:

$$m_{\Gamma} \approx \frac{1}{6} \cdot \Delta_{\text{Б}} \quad (3.11)$$

Тобто середня квадратична помилка геодезичних вимірів складає одну шосту частину будівельного допуску.



Допуски розбивки осей в плані - $\Delta_{пл}$

Інтервал номінального розміру L, м	Значення допуску для класу точності, мм					
	1	2	3	4	5	6
До 2,5	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0
2,5 – 4	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0
4 – 8	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0
8 – 16	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0
16 – 25	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0
25 – 40	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0
40 – 60	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0	100,0
60 – 100	16,0	24,0	40,0	60,0	100,0	160,0
100 – 160	24,0	40,0	60,0	100,0	160,0	-



ДОПУСКИ ПЕРЕДАЧІ ОСЕЙ ПО ВЕРТИКАЛІ - $\Delta_{\text{ПР}}$

Інтервал номінального розміру		Значення допуску для класу точності, мм					
Н, м	L, м	1	2	3	4	5	6
до 2,5	до 4,0	-	-	0,6	1,0	1,6	2,4
2,5 – 4	4,0 – 8,0	-	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0
4 – 8	8,0 – 16,0	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0
8 – 16	16,0 – 25,0	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0
16 – 25	25,0 – 40,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0
25 – 40	40,0 – 60,0	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0
40 – 60	60,0 – 100,0	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0
60 – 100	100,0 – 160,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0
100 – 160	-	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0	-



Допуски висотних відміток - Δ_B

Інтервал номінального розміру		Значення допуску для класу точності, мм					
H, м	L, м	1	2	3	4	5	6
до 2,5	До 8,0	-	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0
2,5 – 4	8,0 – 16,0	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0
4 – 8	16,0 – 25,0	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0
8 – 16	25,0 – 40,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0
16 – 25	40,0 – 60,0	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0
25 – 40	60,0 – 100,0	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0
40 – 60	100,0 – 160,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0
60 – 100	-	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0	100,0
100 – 160	-	16,0	24,0	40,0	60,0	100,0	160,0



Характеристика будівель, споруд, будівельних конструкцій	С. к. п. побудови зовнішньої і внутрішньої геодезичних розмічувальних мереж будинку (споруди) і інших розмічувальних робіт, не більше				
	Лінійні виміри	Кутові виміри	Нівелювання на станції на вихідному та монтажному горизонт-тах, мм	Передача позначок на монтажний горизонт відносно вихідного, мм	Передача точок, осей по вертикалі, мм
Металеві конструкції з фрезерованими контактними поверхнями; збірні залізобетонні конструкції, які монтуються методом самофіксації у вузлах; будівлі та споруди висотою понад 100 м або із прогонами від 30 м до 36 м	1 мм для L до 15 м, L/15000 для L понад 15 м	5"	1	2 + 10 × Н	1 + 2 × Н
Будинки вище ніж 15 поверхів; будівлі та споруди висотою від 73,5 м до 100 м або із прогонами від 18 до 30 м	2 мм для L до 20 м, L/10000 для L понад 20 м	10"	2	4 + 15 × Н	2 + 3 × Н
Будинки до 15 поверхів; будівлі та споруди висотою до 73,5 м або із прогонами від 6 м до 18 м	3 мм для L до L 15 м, L/5000 для L понад 15 м	15"	3	6 + 20 × Н	3 + 5 × Н
Будинки до 5 поверхів; будівлі та споруди висотою до 15 м	4 мм для L до 20 м, L/5000 для L понад 20 м	30"	5	10 + 50 × Н	5 + 10 × Н

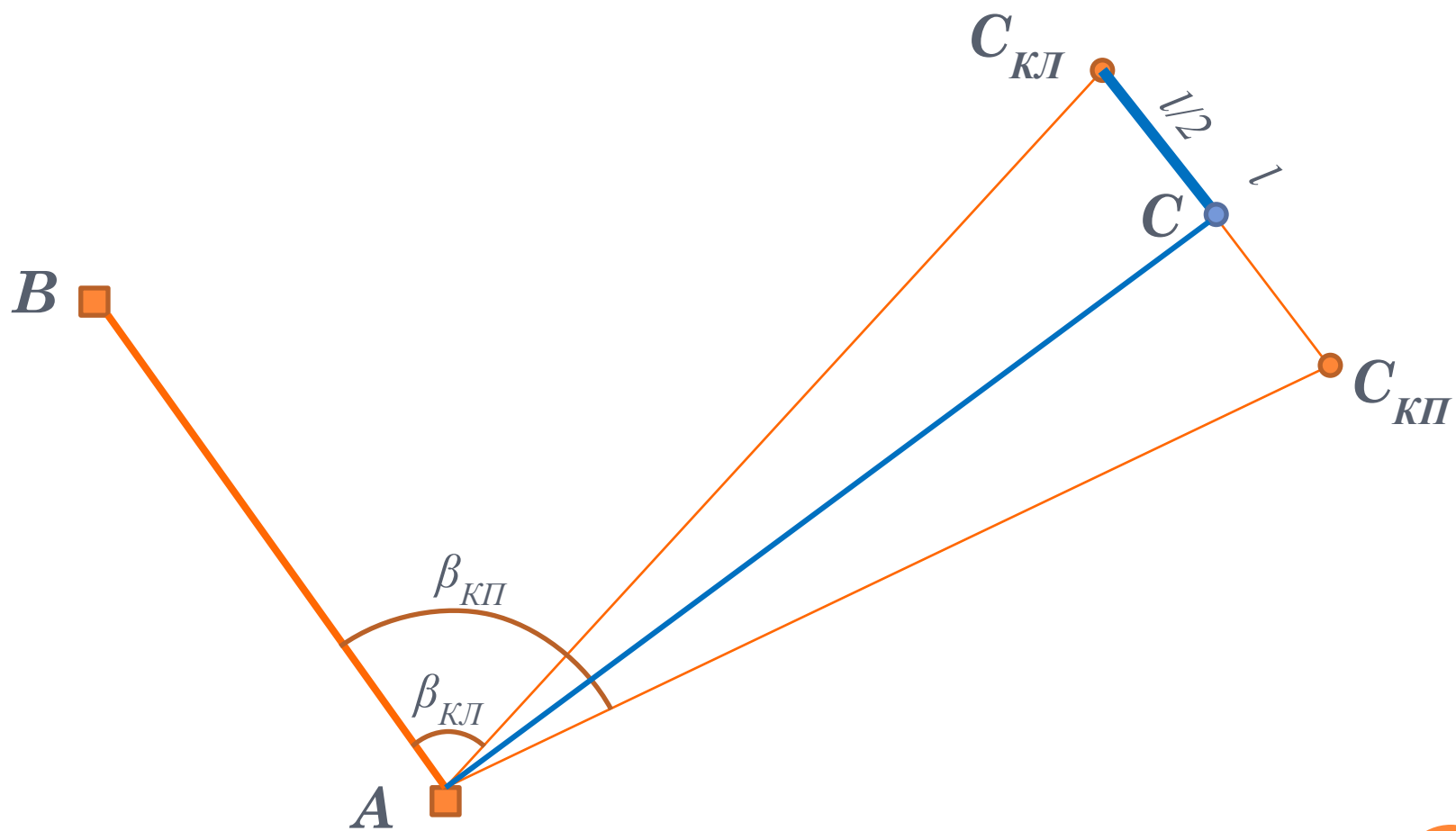


3.3 ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ

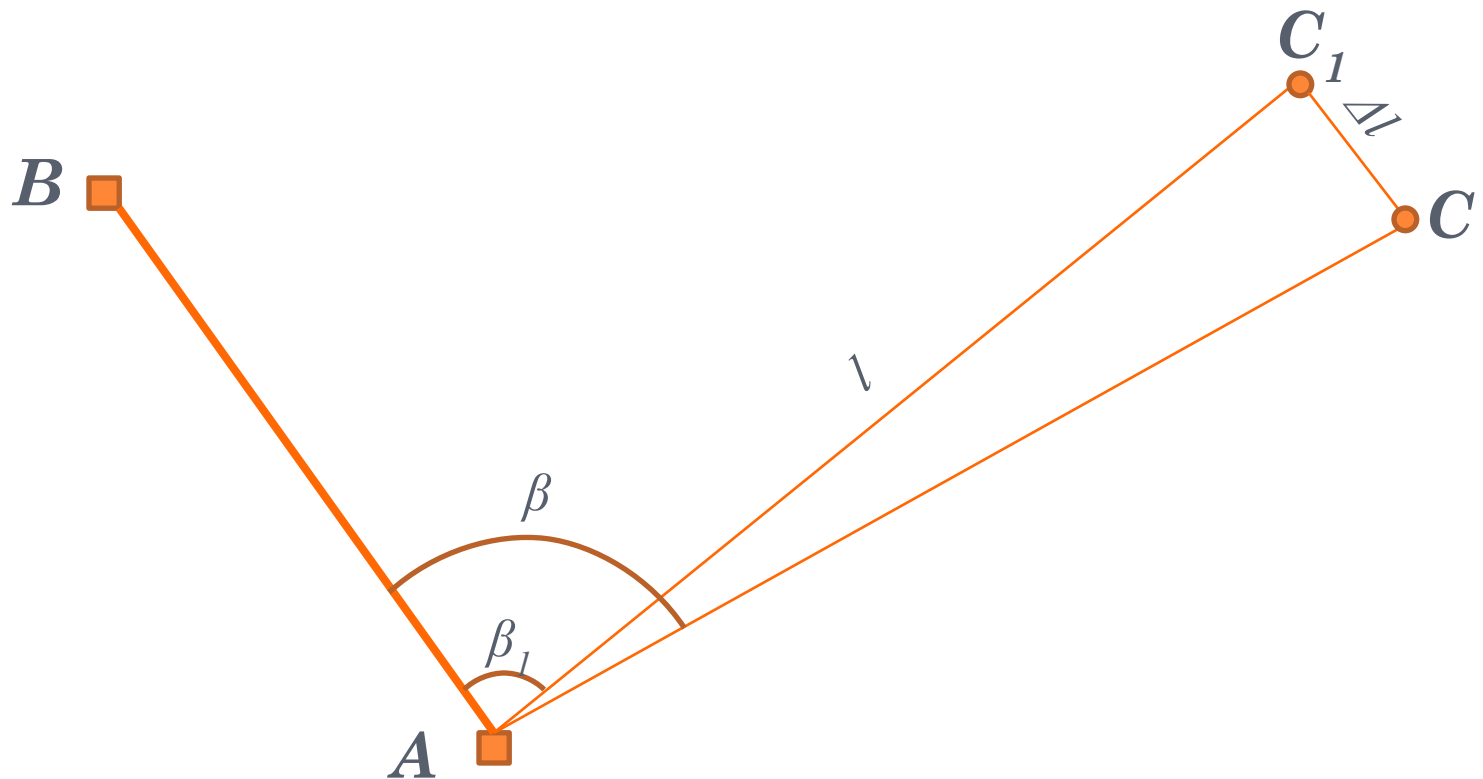
- Горизонтальні, кути;
- Лінії проектної довжини;
- Точки з проектними висотами;
- Точки та площини з проектними ухилами;
- Вертикальні лінії.



ПОБУДОВА ПРОЕКТНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КУТА (НАБЛИЖЕНИЙ СПОСІБ)



ПОБУДОВА ПРОЕКТНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КУТА (ТОЧНИЙ СПОСІБ)



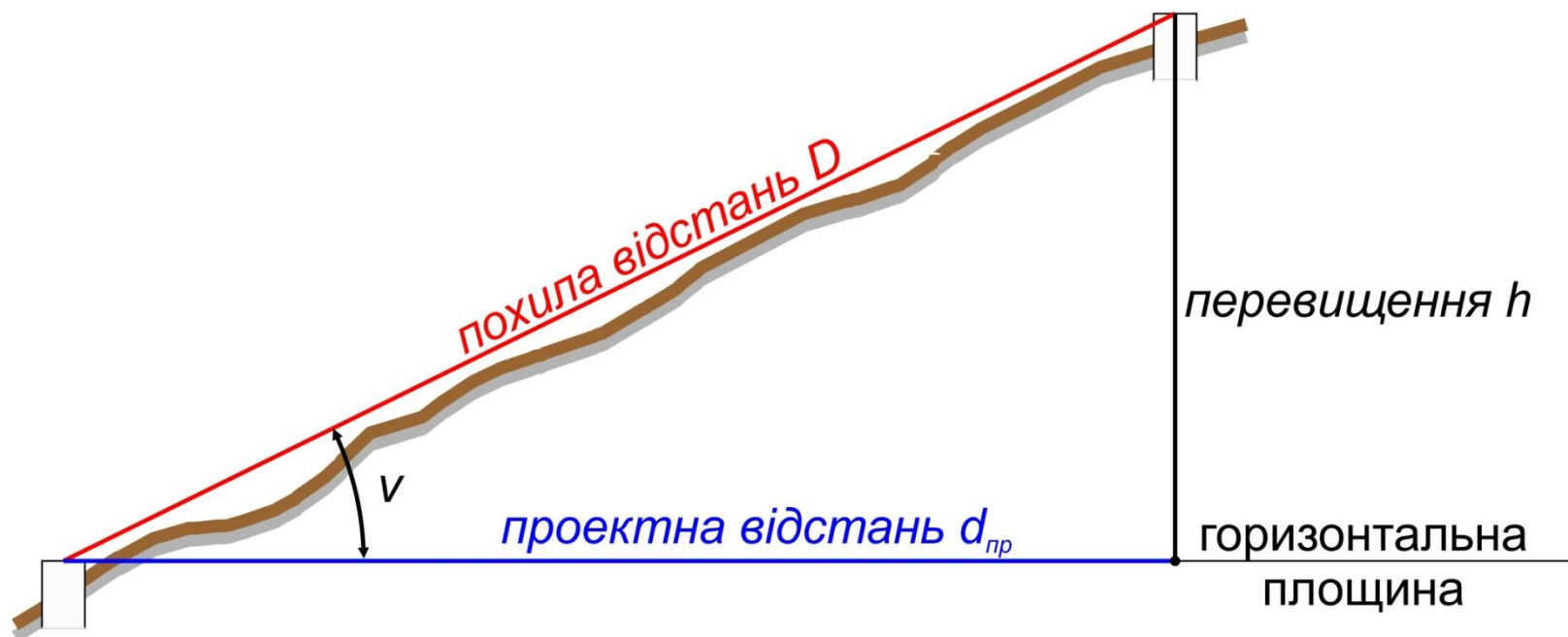
$$\Delta\beta_1 = \frac{\Delta\beta_0}{m_\beta} \cdot \frac{l}{\beta} \cdot \frac{1}{\cos^2 \frac{\beta_1}{2}} \quad (B214)$$

де m_0 – номінальна середня квадратична помилка виміру кута даним приладом;

m_β – необхідна середня квадратична помилка побудови кута.



ПОБУДОВА ПРОЕКТНОЇ ВІДСТАНІ



$$D = \sqrt{d_{пр}^2 + h^2} \quad (3.15)$$

$$D = \frac{d_{пр}}{\cos v} \quad (3.16)$$



ПОБУДОВА ПРОЕКТНОЇ ВІДСТАНІ

Поправка за компарування:

$$\Delta D = n \cdot \Delta l_k \quad (3.17)$$

$$\Delta l_k = l_p - l_B \quad (3.18)$$

де n – кількість укладань мірного приладу в проектну довжину;

l_p - фактична (робоча) довжина мірного приладу;

l_B - еталонна довжина (на взірцевому базисі);

Поправка за температуру:

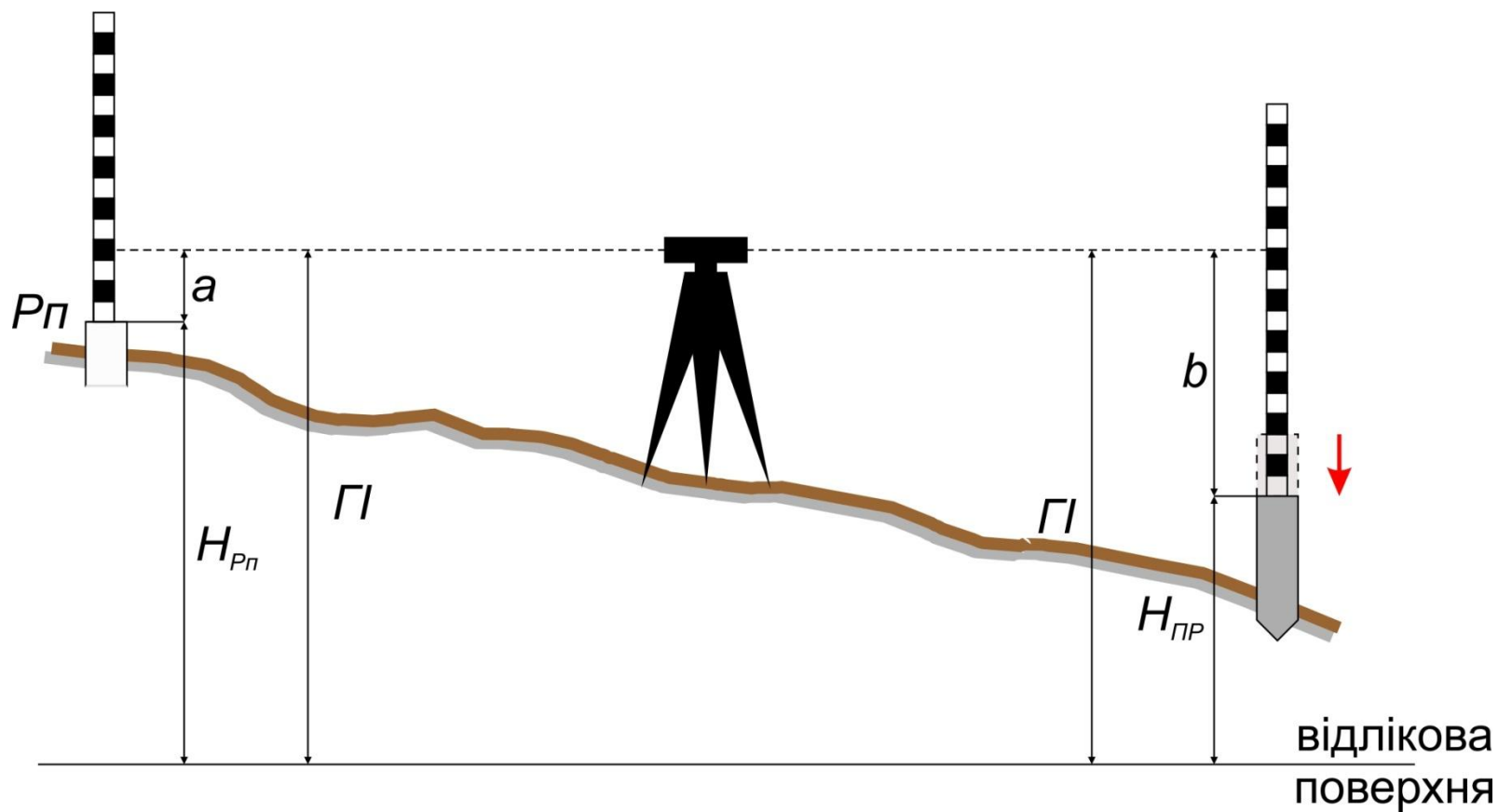
$$\Delta D_t = \alpha \cdot D \cdot \Delta t \quad (3.19)$$

де α – коефіцієнт лінійного розширення металу мірного приладу (для сталі $\alpha=0,000012$, для інвару $\alpha=0,0000015$);

Δt – різниця температур під час роботи t_p та компарування t_k .



ПОБУДОВА ПРОЕКТНОЇ ВИСОТИ

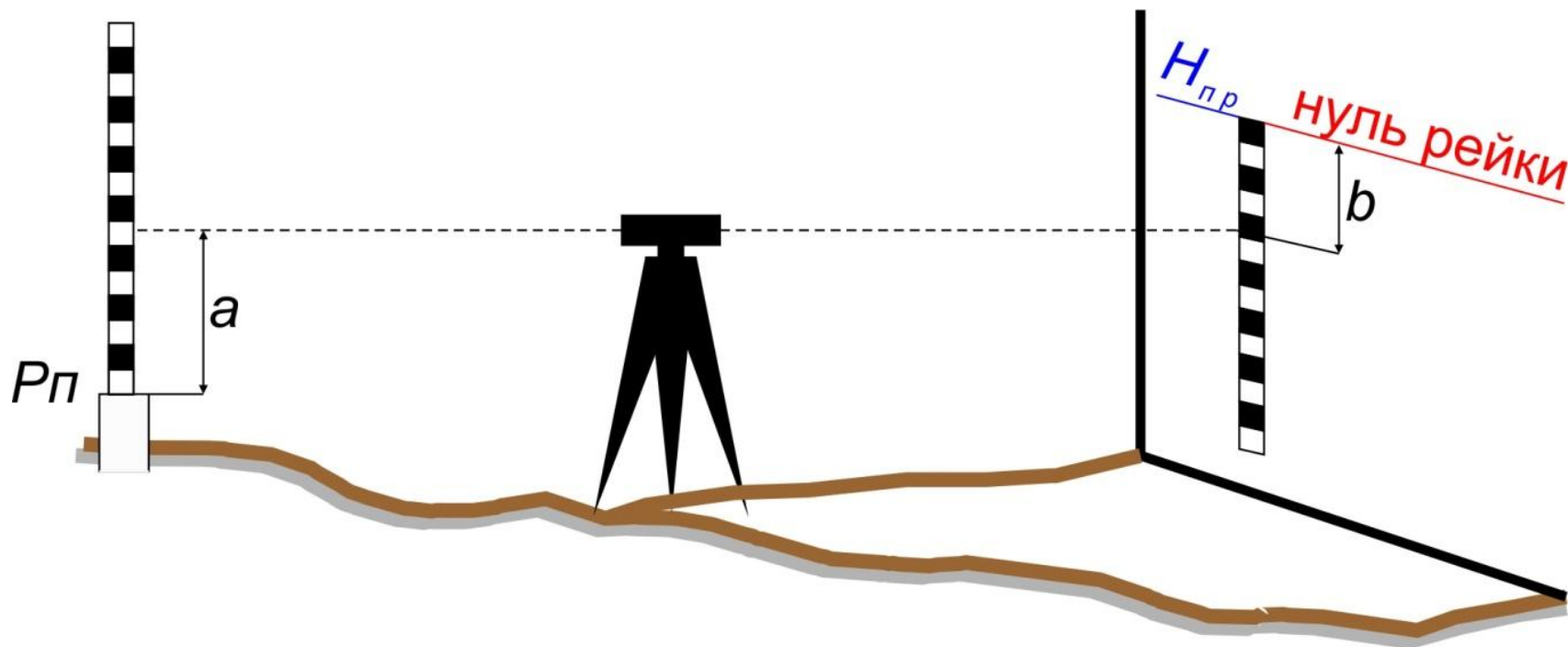


$$\Gamma I = H_{Rp} + a = (3.20)$$

$$b = \Gamma I - H_{пP} (3.21)$$



ПОБУДОВА ПРОЕКТНОЇ ВИСОТИ



ПОБУДОВА ЛІНІЙ ПРОЕКТНОГО УХИЛУ

Ухил виражається в:

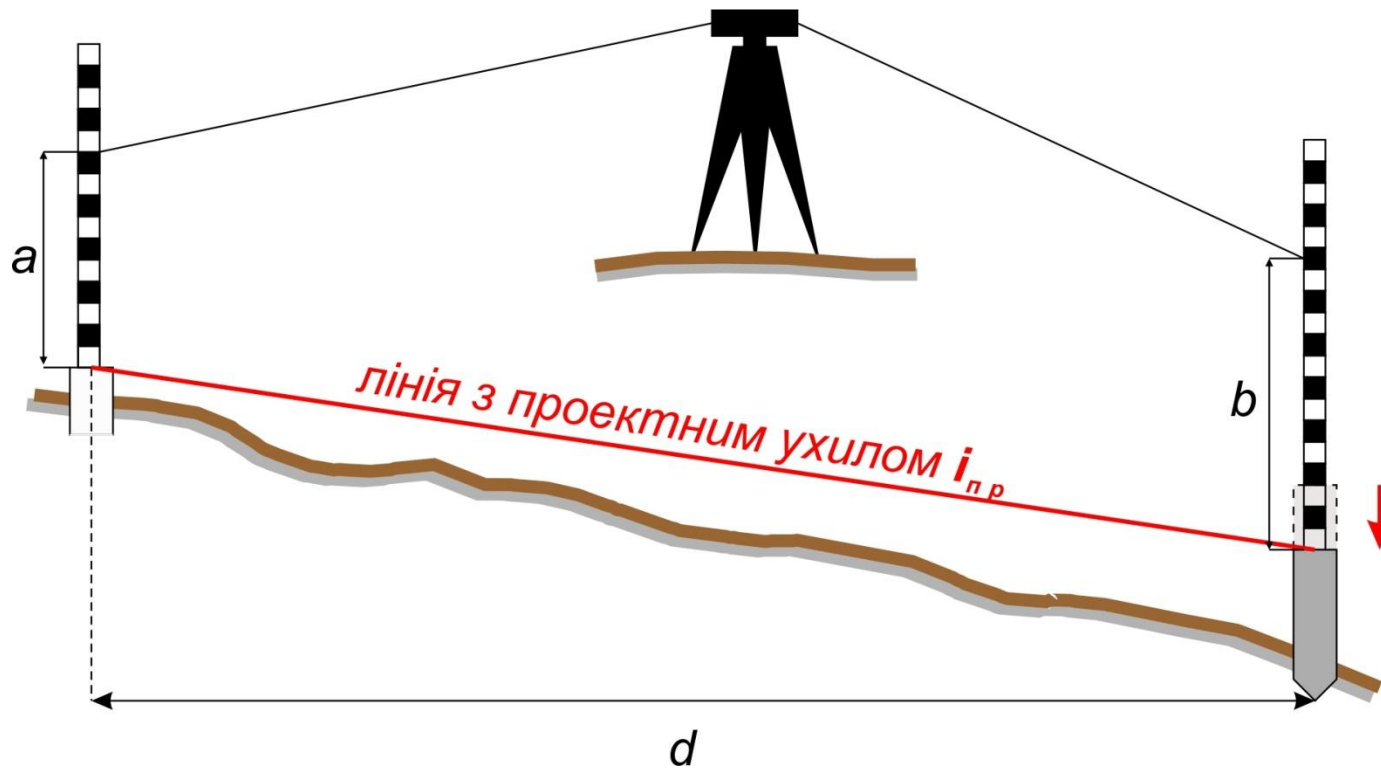
- Десяткових дробах;
- Процентах (перевищення на 100 метрів);
- Промілях (перевищення на 1000 метрів);
- Дробом з одиницею в чисельнику, знаменник показує в скільки разів горизонтальне прокладання більше перевищення.

Наприклад якщо кут нахилу $v=15^{\circ}00'$,
то ухил $i=\mathit{tg}15^{\circ}00'=0.27=27\%=270\text{‰}=1/4$.



ПОБУДОВА ЛІНІЙ ПРОЕКТНОГО УХИЛУ (З ДОПОМОГОЮ НІВЕЛІРУ)

$$h = i_{np} \cdot d \quad (3.23)$$

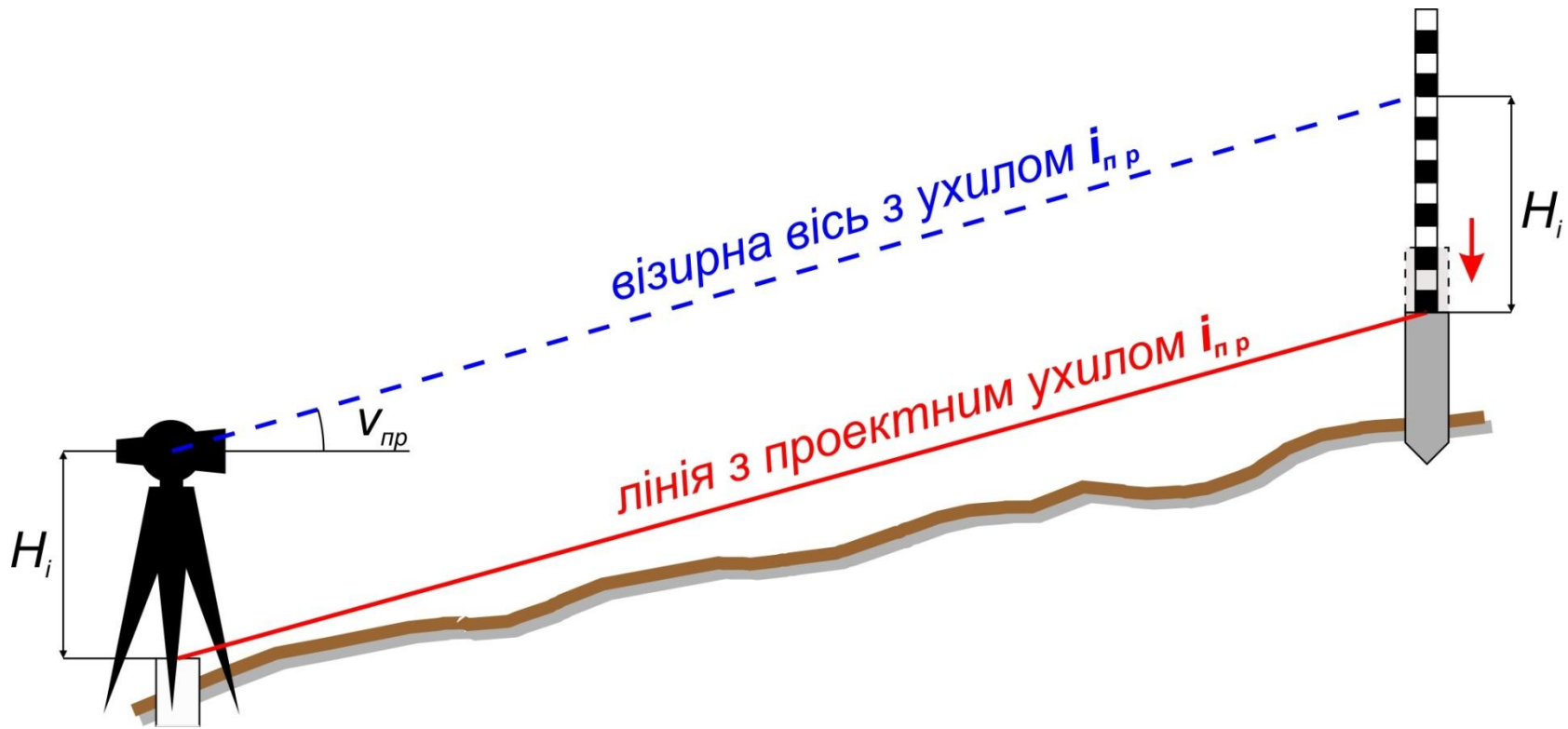


$$b = a - h = a - i_{np} \cdot d \quad (3.24)$$

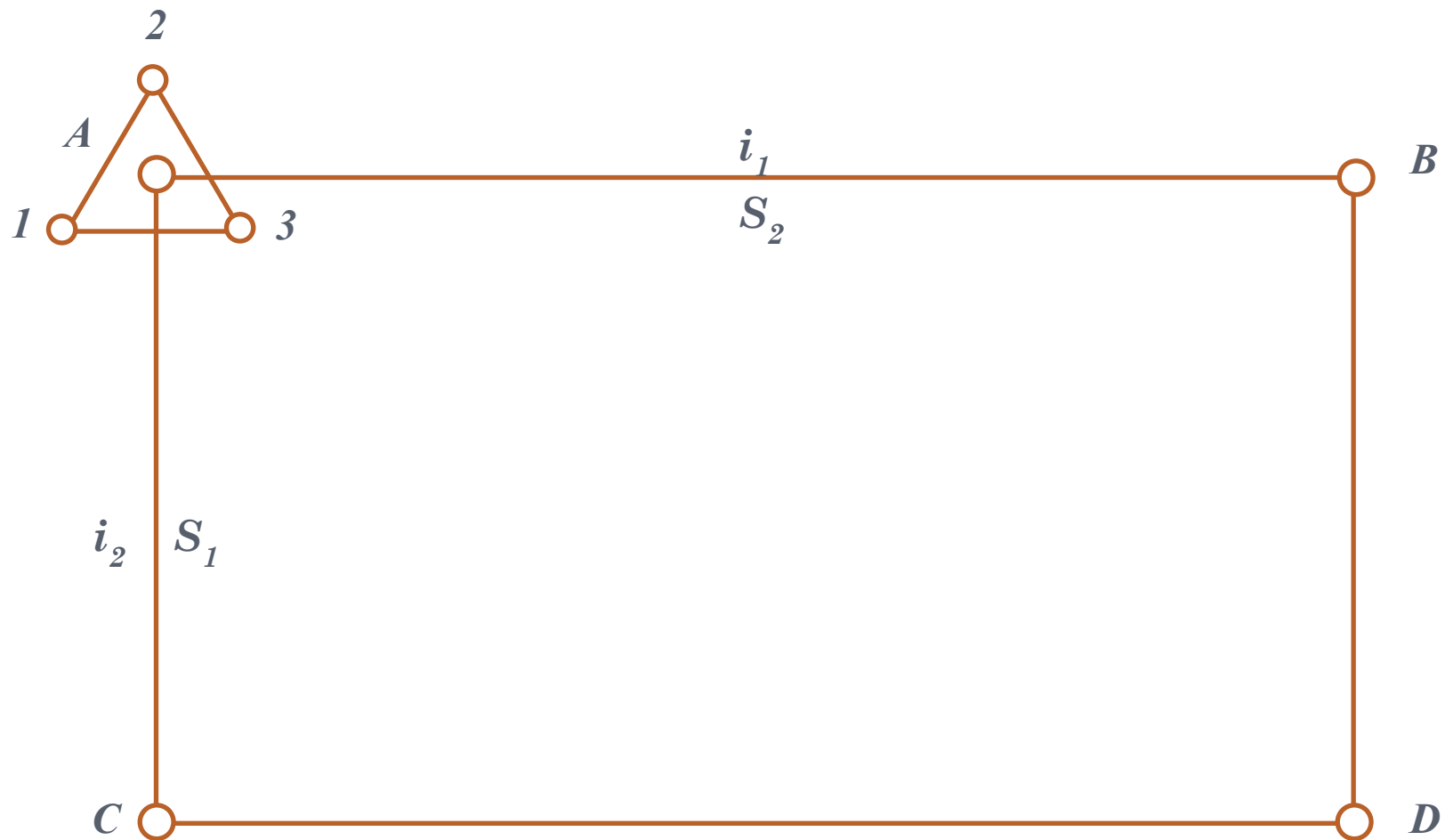


ПОБУДОВА ЛІНІЙ ПРОЕКТНОГО УХИЛУ (З ДОПОМОГОЮ ТЕОДОЛІТУ)

$$v = \text{arctg}(i_{\text{пр}})(3.25)$$



ПОБУДОВА ПЛОЩИНИ ПРОЕКТНОГО УХИЛУ



ПОБУДОВА ПРЯМОВИСНИХ ЛІНІЙ

(МЕХАНІЧНІ ПРИЛАДИ)

Параметри виска

Висота, м	Маса вантажу, кг	Діаметр дроту, мм
20	10	0,3
40	15	0,4
60	25	0,5

Точність побудови вертикальних ліній на 60 м складає близько 2 мм при сприятливих умовах (відсутність вітру, вібрацій, і т.д.), а при несприятливих – біля 5 см.



ПОБУДОВА ПРЯМОВИСНИХ ЛІНІЙ (ОПТИЧНІ ПРИЛАДИ)



FG-OLZ

Лотапарат — оптичний прилад з вертикальною оптичною віссю та збільшенням зорової труби не більше 5 крат.

Він має поворотну призму з допомогою якої візирний промінь спрямовується вниз чи ввєрх.



ПОБУДОВА ПРЯМОВИСНИХ ЛІНІЙ (ОПТИЧНІ ПРИЛАДИ)



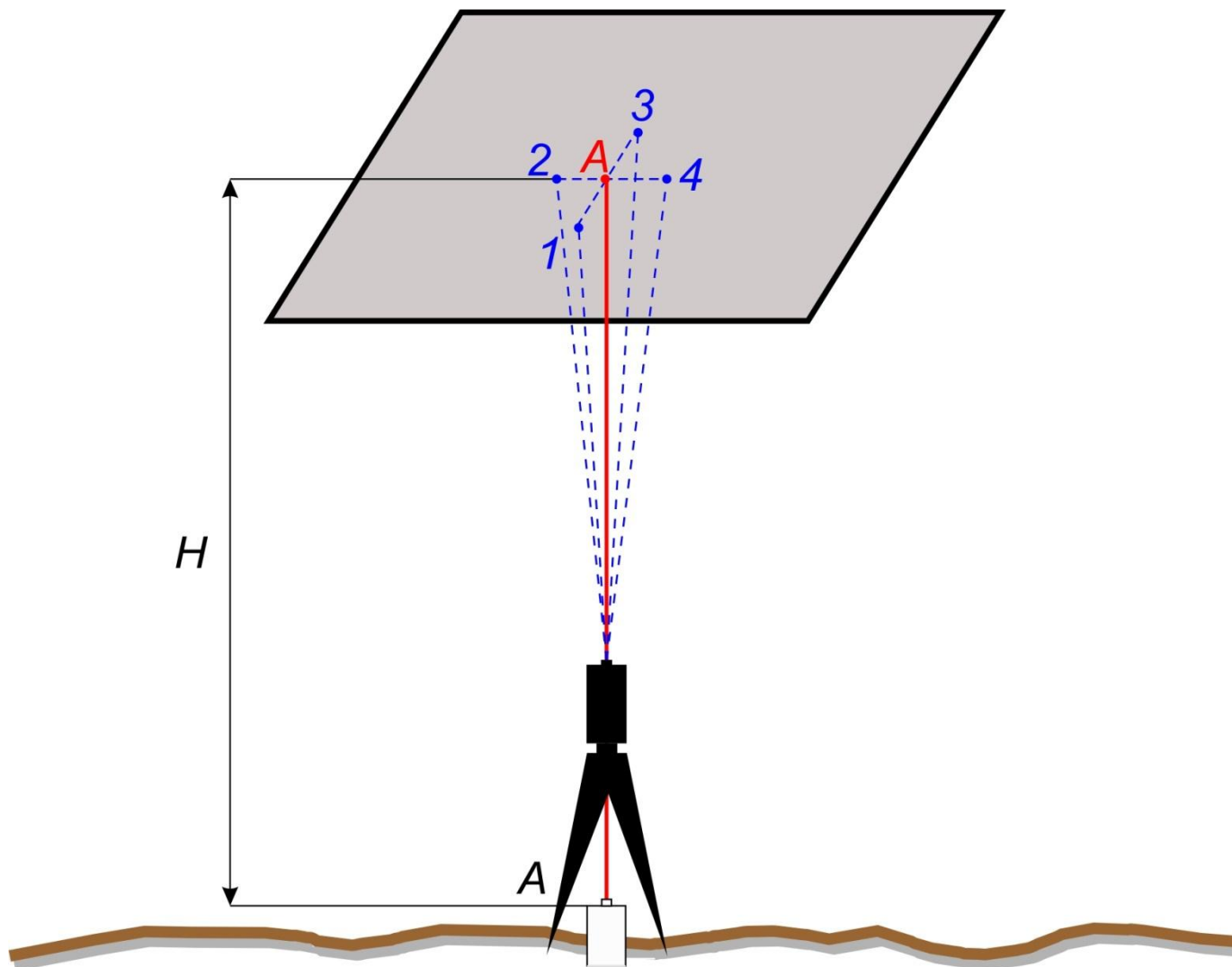
PZL-100

Зеніт-прилад — оптичний прилад з вертикальним променем візування та збільшенням зорової труби порядку 30 крат, його також обладнано оптичним центриром для встановлення над геодезичними пунктами.

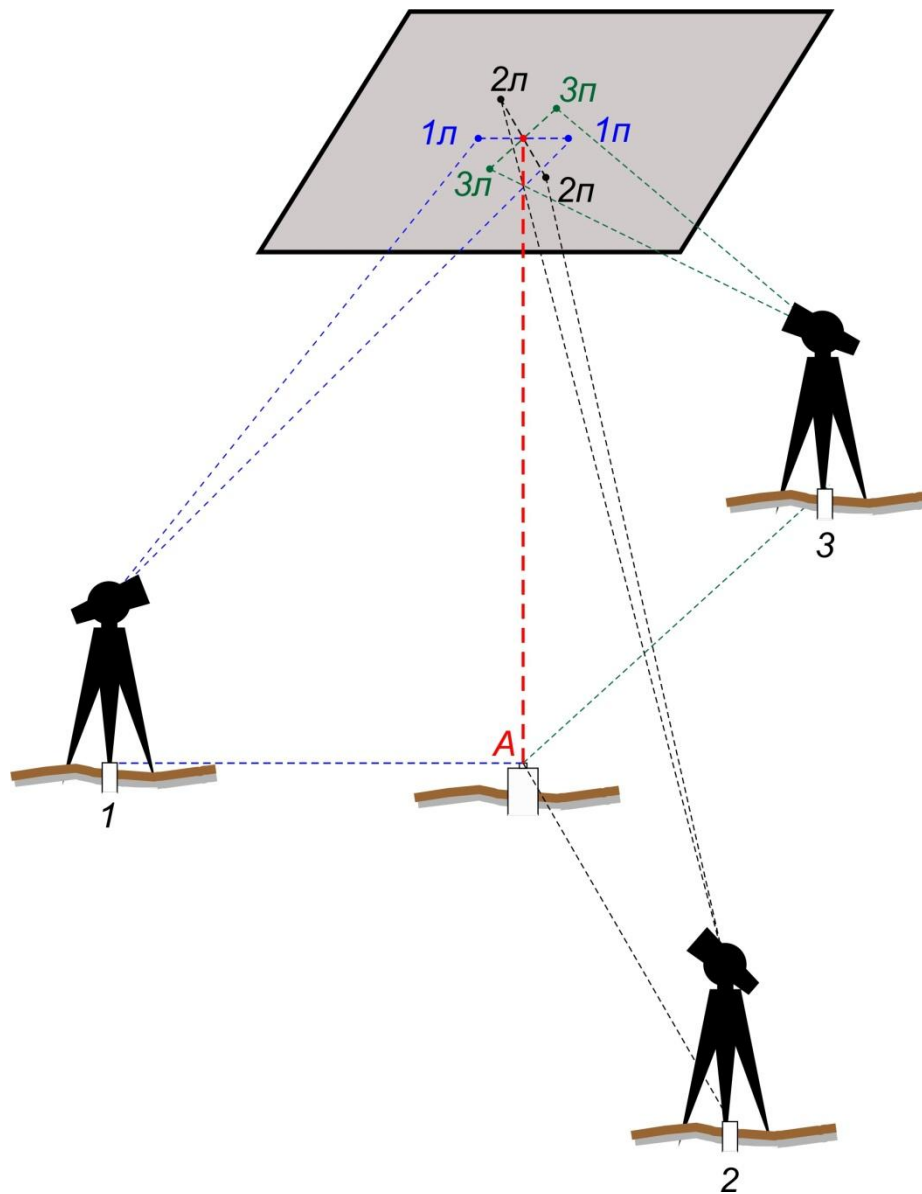


ПОБУДОВА ПРЯМОВИСНИХ ЛІНІЙ

(З ДОПОМОГОЮ ЛОТ-АПАРАТІВ ТА ЗЕНІТ-ПРИЛАДІВ)



ПОБУДОВА ПРЯМОВИСНИХ ЛІНІЙ (З ДОПОМОГОЮ ТЕОДОЛІТІВ)



3.4 ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ПОХИБОК ПРИ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБОТАХ

- Похибки вихідних даних $m_{вд}$;
- Спільна похибка установки над пунктом кутомірною приладу (центрування) і візирних, цілей (редукції) $m_{ц}$;
- Похибка візування $m_{в}$, тобто похибка введення візирної цілі в бісектор;
- Помилки за вплив зовнішніх умов $m_{зов}$;
- Інструментальні похибки m_i ;



3.4 ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ПОХИБОК ПРИ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБОТАХ

Похибка візування m_v , тобто похибка введення візирної цілі в бісектор:

$$m_v'' = \frac{\delta''}{V} \quad (3.12)$$

де δ'' - деякий критичний кут зору, залежний від умов спостережень і типу візирної цілі; V - збільшення зорової труби.

В більшості випадків похибка візування при розмічувальних роботах може бути обчислена за формулою:

$$m_v'' = \frac{20''}{V} \quad (3.13)$$

З огляду на те, що при побудові точки доводиться візувати двічі, то похибка візування буде в разів більше, тобто:

$$m_v'' = \frac{20'' \sqrt{2}}{V} \quad (3.14)$$

А в лінійній мірі:

$$m_v = \frac{m_v'' \cdot D}{\rho''} \quad (3.15)$$

де D – відстань до візирної цілі.



3.4 ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ПОХИБОК ПРИ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБОТАХ

Помилки за рефракцію в кутові вимірювання $m_{\text{напр}}''$ (кут. с) і створні спостереження $m_{\text{ст}}$ (мм) за формулами:

$$m_{\text{напр}}'' = \frac{10.6 P_{\text{ср}}}{(273 + t_{\text{ср}})^2} \Delta t_{\text{ср}} \quad (3.16)$$

$$m_{\text{ст}} = \frac{0.05 P_{\text{ср}} (D - d)}{(273 + t_{\text{ср}})^2} \Delta t_{\text{ср}} \quad (3.17)$$

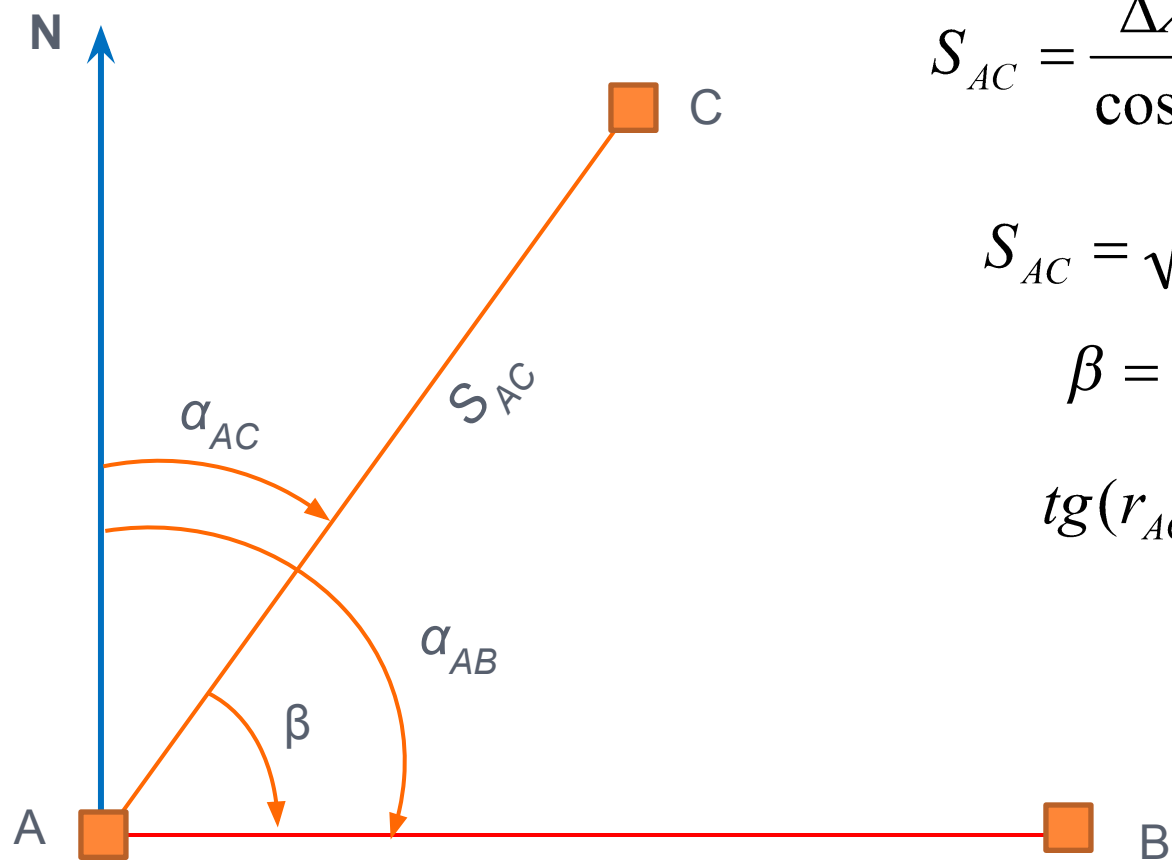
де $P_{\text{ср}}$ – середній на візирному промені тиск в мм рт. ст. (1 мм рт. ст.=133,322 Па); $t_{\text{ср}}$ – середня на візирному промені температура по Цельсію; D – загальна довжина напрямку (створу) в мм; d – відстань від приладу до точки в м; $\Delta t_{\text{ср}}$ – середній на створі градієнт температури повітря в напрямку до створу, в градусах на 1 м.

Загальна похибка візування та фокусування може бути обчислена за формулою:

$$m_{\text{в}}'' = \frac{\delta'' \sqrt{3}}{V} \quad (3.18)$$



3.3 СПОСОБИ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ (СПОСІБ ПОЛЯРНОЇ ЗАСІЧКИ)



$$S_{AC} = \frac{\Delta X_{AC}}{\cos \alpha_{AC}} = \frac{\Delta Y_{AC}}{\cos \alpha_{AC}} \quad (16)$$

$$S_{AC} = \sqrt{\Delta X_{AC}^2 + \Delta Y_{AC}^2} \quad (17)$$

$$\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC} \quad (18)$$

$$\operatorname{tg}(r_{AC}) = \frac{\Delta Y_{AC}}{\Delta X_{AC}} \quad (19)$$



С. к. п. розбивки точки способом полярних координат визначиться за формулою:

$$m_C^2 = m_U^2 + m_S^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 \cdot S^2 + m_\psi^2 + m_\phi^2 \quad (20)$$

де m_U – с. к. п. вихідних даних; m_S – помилка побудови відстані S ; m_β – помилка побудови полярного кута; m_ψ – помилка спільного впливу центрування приладу й редукції візирної цілі; m_ϕ – помилка фіксації точки.

С. к. п. вихідних даних :

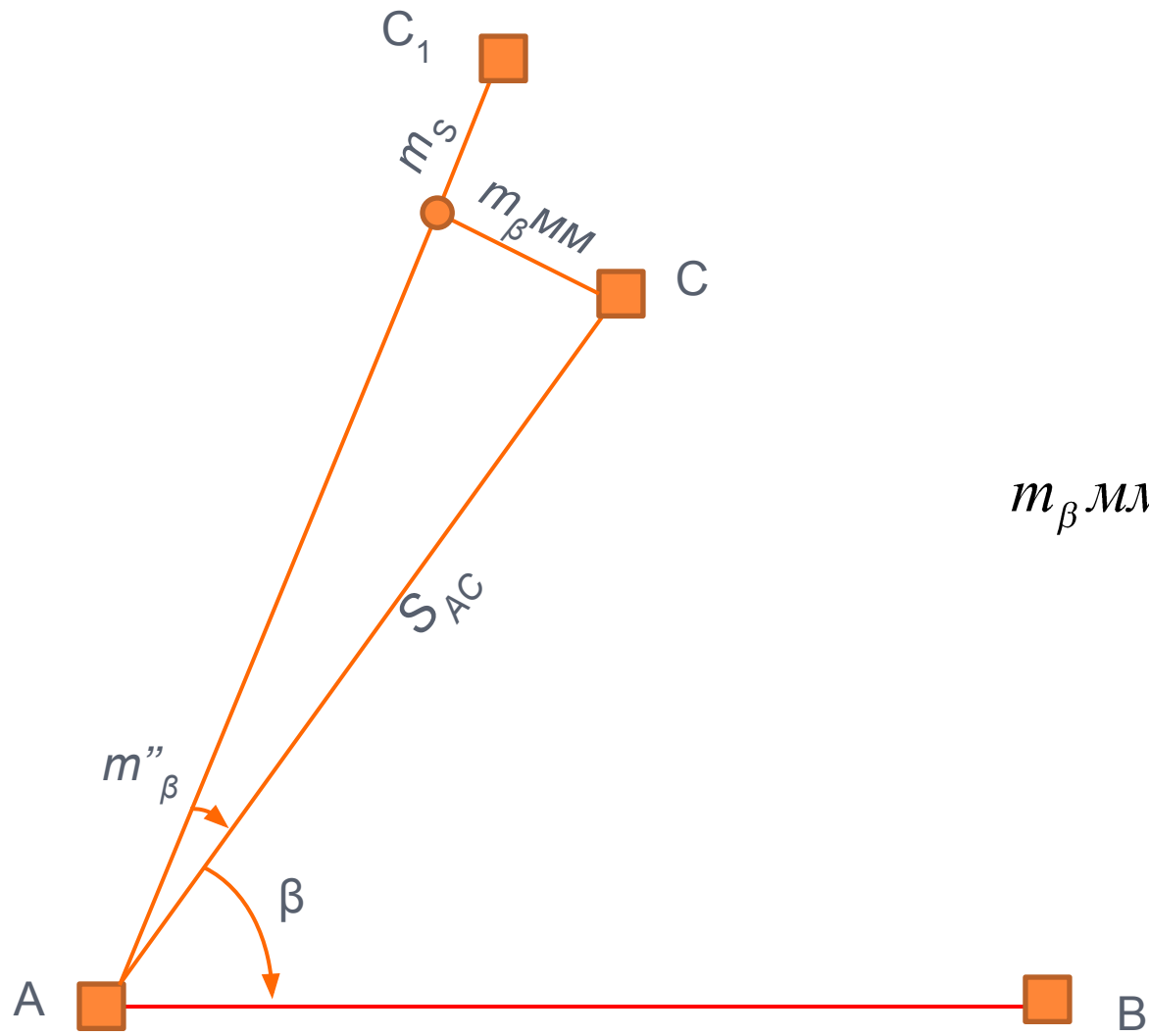
$$m_U^2 = m_{1,2}^2 + \left[1 + \left(\frac{S}{b} \right)^2 - \left(\frac{S}{b} \right) \cos \beta \right] \quad (21)$$

де $m_{1,2}$ – с.к.п. положення вихідних пунктів; b – базис з якого виконується розмічування.

С.к.п. центрування:

$$m_\psi^2 = e^2 \left[1 + \left(\frac{S}{b} \right)^2 - \left(\frac{S}{b} \right) \cos \beta \right] \quad (22)$$

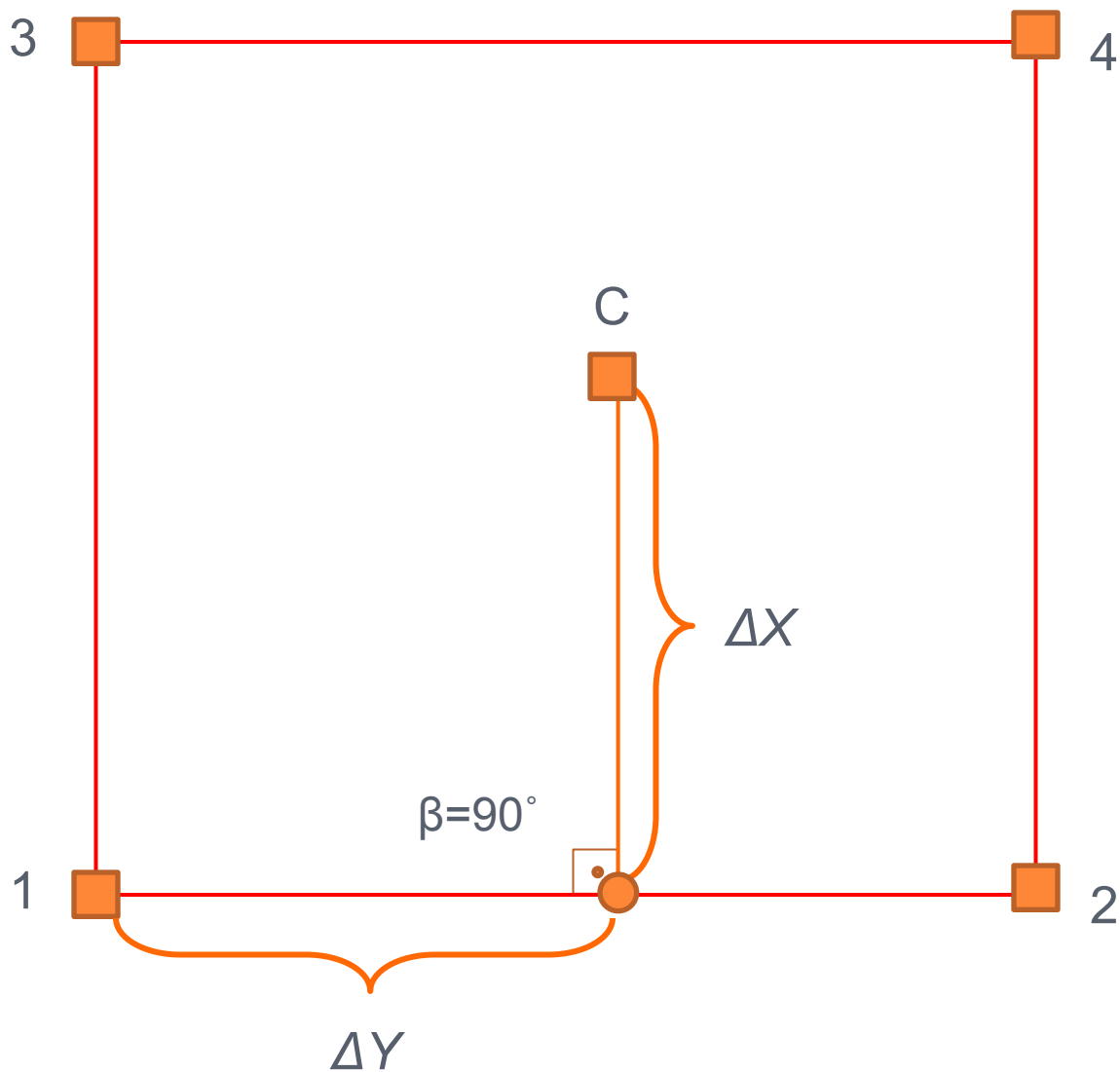




$$m_{\beta MM} = \left(\frac{m_{\beta}}{\rho} \right)^2 \cdot S^2$$



Спосіб прямокутних координат



$$\Delta Y_{c-1} = Y_C - Y_1$$
$$\Delta X_{c-1} = X_C - X_1$$



Середня квадратична помилка розбивки способом прямокутних координат може бути обчислена за формулою:

$$m_C^2 = m_U^2 + m_{\Delta X}^2 + m_{\Delta Y}^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 \cdot \Delta X^2 + m_{\psi}^2 + m_{\phi}^2 \quad (23)$$

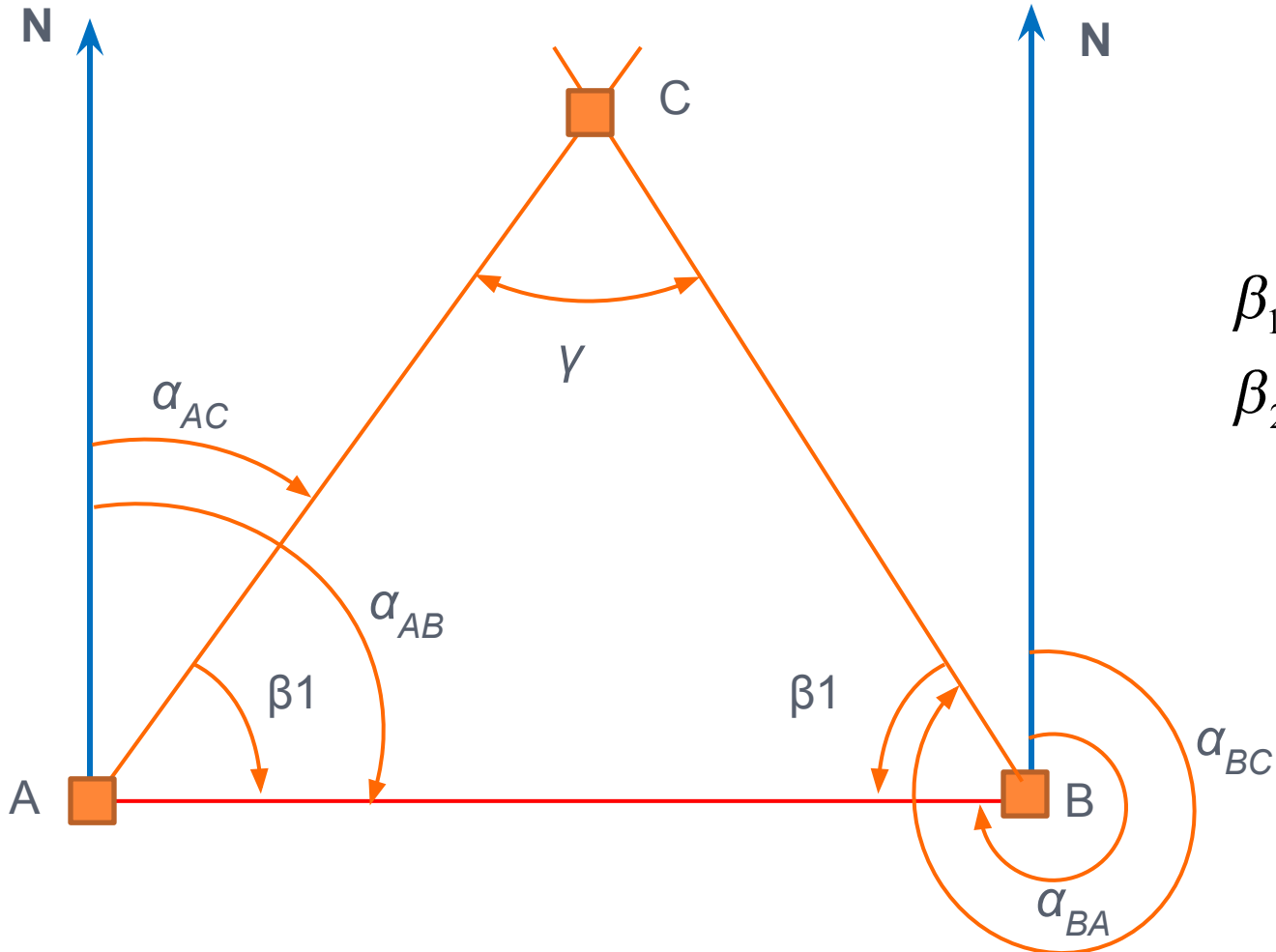
де $m_{\Delta X}$, $m_{\Delta Y}$ – с. к. п. побудови величин ΔX , ΔY ; m_β – с.к.п. побудови прямого кута.

Помилки вихідних даних визначають:

$$m_U^2 = m_{1,2}^2 + \left[1 + \left(\frac{\Delta X}{b} \right)^2 + \left(\frac{\Delta Y}{b} \right)^2 - \left(\frac{\Delta Y}{b} \right) \right] \quad (24)$$

де $m_{1,2}$ – с.к.п. положення вихідних пунктів 1 та 2; b – базис 1-2 з якого виконується розмічування.

Спосіб прямої кутової засічки



$$\beta_1 = \alpha_{AB} - \alpha_{AC} \quad (25)$$

$$\beta_2 = \alpha_{BC} - \alpha_{BA} \quad (26)$$

Середня квадратична помилка розбивки способом прямокутних координат може бути обчислена за формулою:

$$m_C^2 = m_{зас.}^2 + m_U^2 + m_{\psi}^2 + m_{\phi}^2 \quad (27)$$

де $m_{зас.}$ - с.к.п. засічки:

$$m_{зас.}^2 = \left(\frac{m_{\beta}}{\rho} \right)^2 b^2 \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^2 \gamma} \quad (28)$$

Помилки вихідних даних визначають:

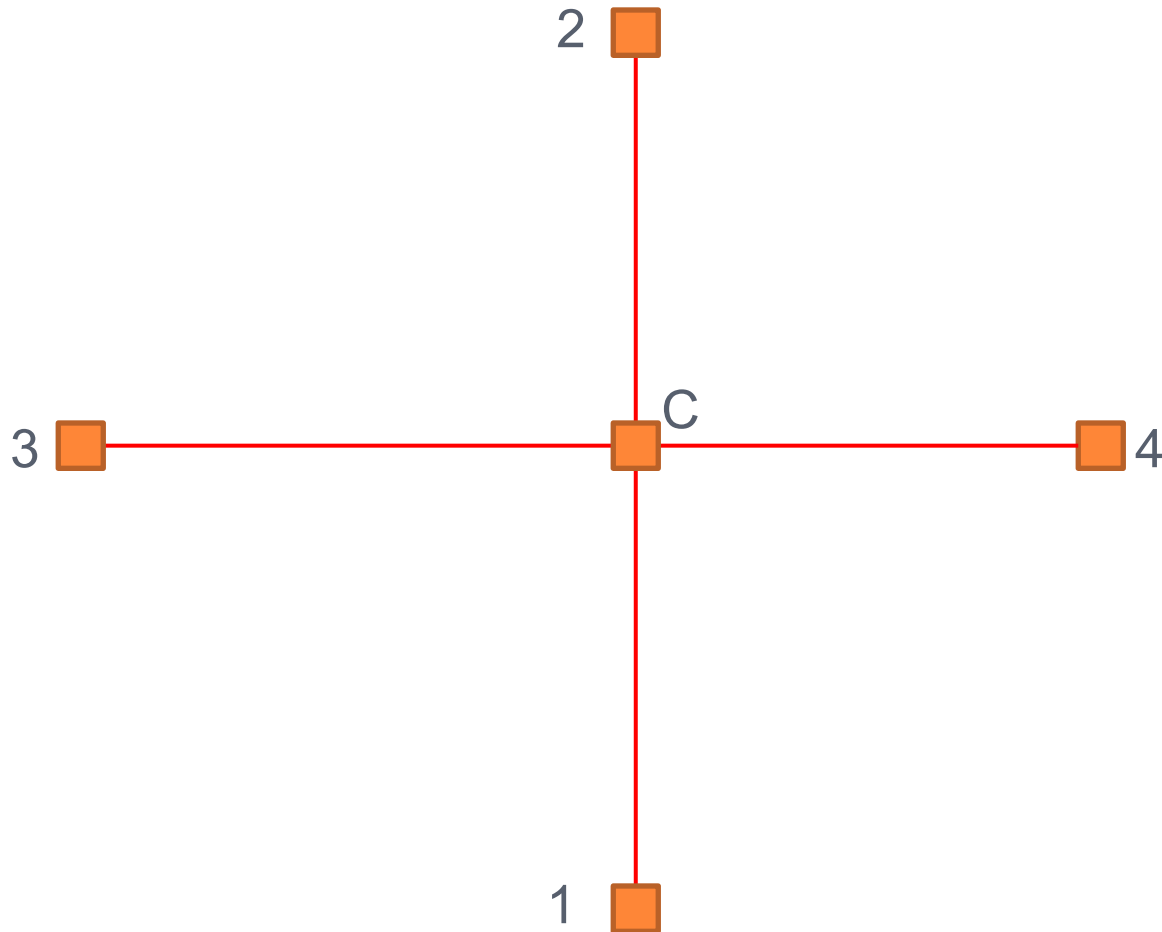
$$m_U^2 = m_{1,2}^2 \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^2 \gamma} \quad (29)$$

С.к.п. центрування:

$$m_{Ц}^2 = e^2 \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^2 \gamma} \quad (30)$$



Спосіб створної засічки



С. к. п. розбивки способом створної засічки :

$$m_C^2 = m_U^2 + m_{x,y}^2 + m_{\text{віз.}}^2 + m_{\text{з.у.}}^2 \quad (31)$$

де $m_{\text{віз.}}$ – с. к. п. візування; $m_{\text{з.у.}}$ – с.к.п. за зовнішні умови.

Помилки вихідних даних визначають:

$$m_U^2 = m_{x,y}^2 \left[\left(1 - \frac{d}{S} \right)^2 + \left(\frac{d}{S} \right)^2 \right] \quad (32)$$

де $m_{x,y}$ – с.к.п. координат вихідних пунктів, d – віддаль від точки встановлення приладу до визначуваної; S - віддаль між вихідними пунктами (довжина створу).

С.к.п. центрування:

$$m_{\text{Ц}}^2 = \frac{e^2}{2} \left[\left(1 - \frac{d}{S} \right)^2 + \left(\frac{d}{S} \right)^2 \right] \quad (33)$$

С.к.п. візування: $m''_{\text{віз.}} = \frac{20''}{\Gamma} \quad (35)$

де Γ – збільшення зорової труби.

Для створних побудов похибка візування:

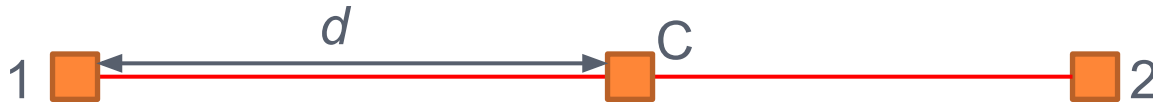
$$m_{\text{віз.}} = \frac{m''_{\text{віз.}} \cdot d \cdot \sqrt{2}}{\rho''} \quad (36)$$

З врахуванням (35):

$$m_{\text{віз.}} = \frac{20'' \cdot d \cdot \sqrt{2}}{\Gamma \cdot \rho''} \quad (37)$$



Спосіб створно-лінійної засічки



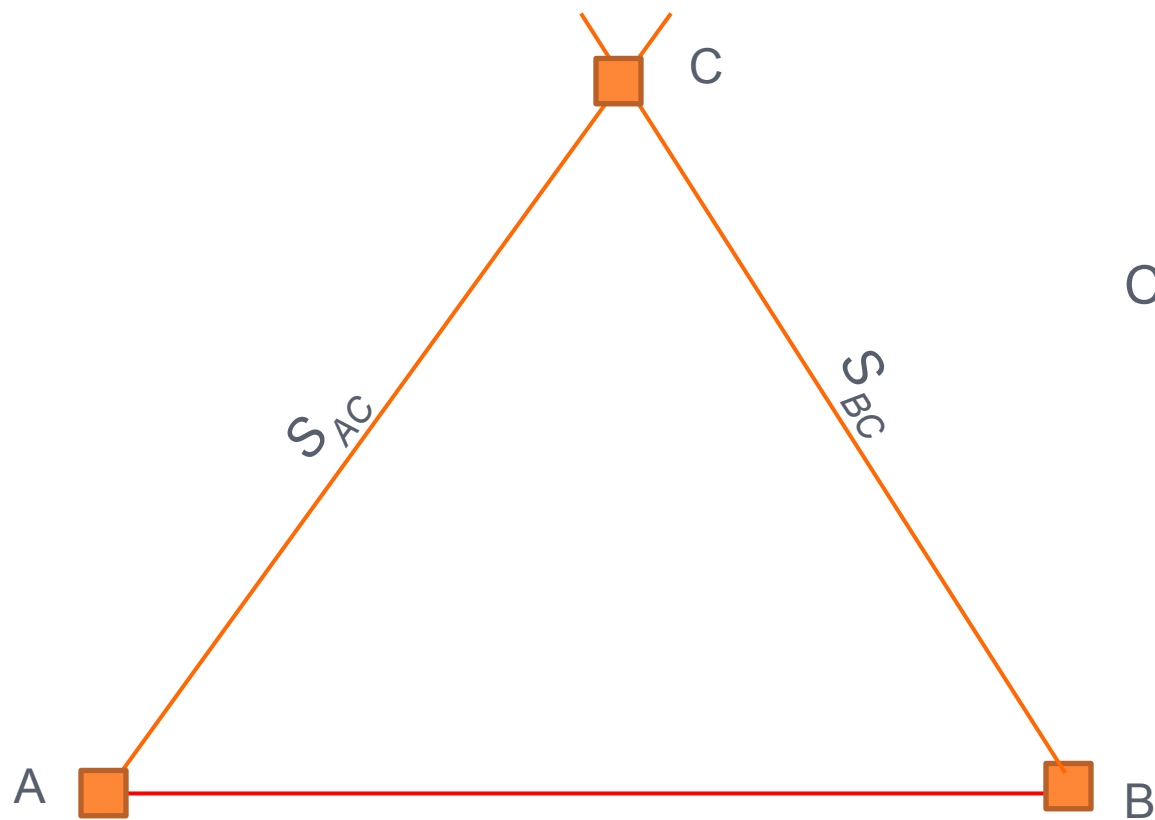
С. к. п. розбивки способом створної засічки :

$$m^2 = \left(\frac{m''_c \cdot l}{\rho''} \right)^2 + \left(\frac{m_s}{l} \right)^2 l^2 (38)$$

де m_c – с.к.п. побудови створу; m_s - с.к.п. лінійних вимірів.



Спосіб лінійної засічки



С. к. п. розбивки способом лінійної засічки :

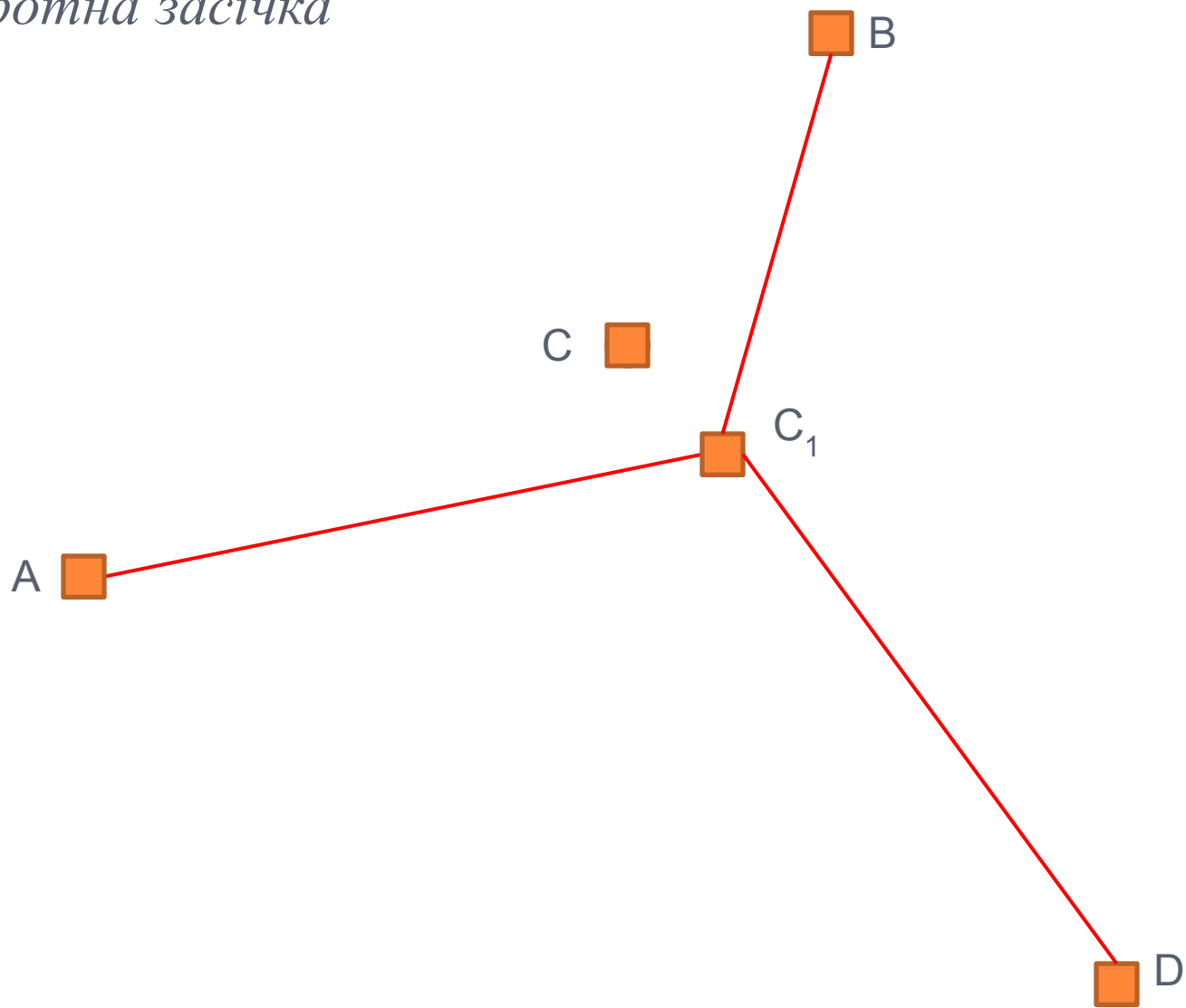
$$m_{\text{лін}}^2 = \frac{2m_S^2}{\sin^2 \gamma} \quad (39)$$

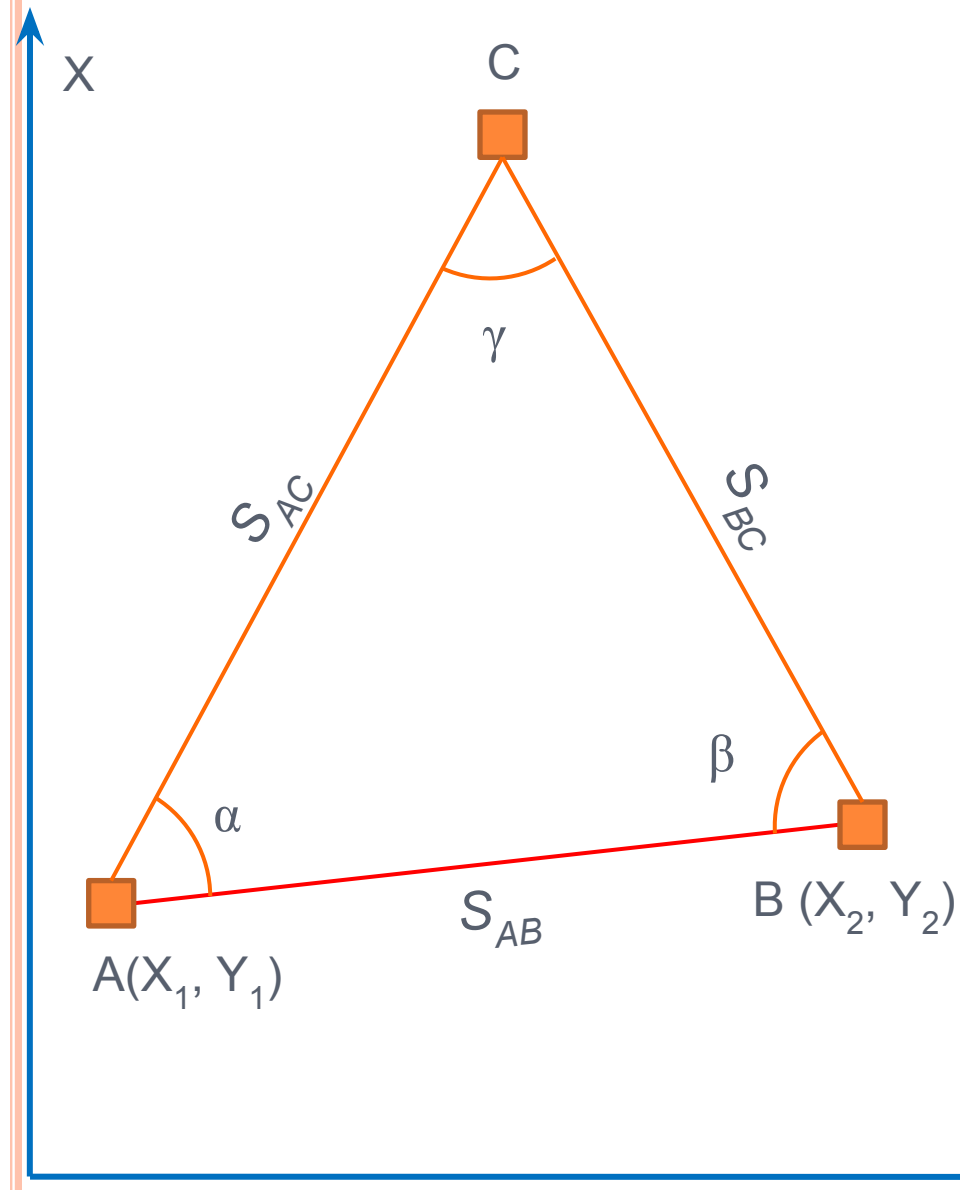
С. к. п. вихідних даних:

$$m_U^2 = \frac{m_{x,y}^2}{\sin^2 \gamma} \quad (40)$$



Зворотна засічка





З трикутника ABC:

$$\frac{S_{AB}}{\sin \gamma} = \frac{S_{AC}}{\sin \beta} = \frac{S_{BC}}{\sin \alpha} \quad (41)$$

З (41) знайдемо:

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{S_{BC}}{S_{AB}} \cdot \sin \gamma \right) \quad (42)$$

Дирекційний кут сторони AC:

$$\alpha_{AC} = \alpha_{AB} - \arcsin \left(\frac{S_{BC}}{S_{AB}} \cdot \sin \gamma \right) \quad (43)$$

Координати точки C:

$$\left. \begin{aligned} X_C &= X_A + L_{AC} \cdot \cos \alpha_{AC} \\ Y_C &= Y_A + L_{AC} \cdot \sin \alpha_{AC} \end{aligned} \right\} \quad (44)$$



С. к. п. визначення координат точки С:

$$\left. \begin{aligned} m_{XC}^2 &= m_{L_{AC}}^2 \cdot \cos^2 \alpha_{AC} + L_{AC}^2 \sin^2 \alpha_{AC} \cdot \frac{m_{\alpha_{AC}}^2}{\rho^2} \\ m_{YC}^2 &= m_{L_{AC}}^2 \cdot \sin^2 \alpha_{AC} + L_{AC}^2 \cos^2 \alpha_{AC} \cdot \frac{m_{\alpha_{AC}}^2}{\rho^2} \end{aligned} \right\} (44)$$

Виконавши додавання двох рівностей (44) одержимо:

$$M = m_L^2 + L^2 \cdot \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} (45)$$

