

НІВЕЛЮВАННІ РОБОТИ



ТЕХНІЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ

План лекцій

- Суть технічного нівелювання.
- Підготовчі роботи для технічного нівелювання траси.
- Розбивка кругових кривих.
- Розбивка поперечних профілів.
- Повздожньо-поперечне нівелювання траси.
- Пікетажний журнал.
- Визначення нев'язок в перевищеннях полігону і ходу.
- Вирахування висот за допомогою перевищень та горизонту приладу.
- Побудова профілю траси.
- Нанесення на профіль вирахуваних відміток проектної лінії.
- Нівелювання поверхні по квадратах.
- Розв'язування геодезичних задач на топокарті.

Суть технічного нівелювання

Інженерно-технічне нівелювання проводять з ціллю вишукування, а потім проектування і будівництва різноманітних інженерних споруд: залізних і шосейних доріг, каналів, водопроводів, тоннелей, будівельних майданчиків, аеродромів.

Якщо об'єкт будівництва займає вузьку довгу смугу, нівелюють трасу (вісь майбутнього будівництва) таке нівелювання називають **повздовжнім**. У випадках коли будівельні роботи нівелюють **поверхню**



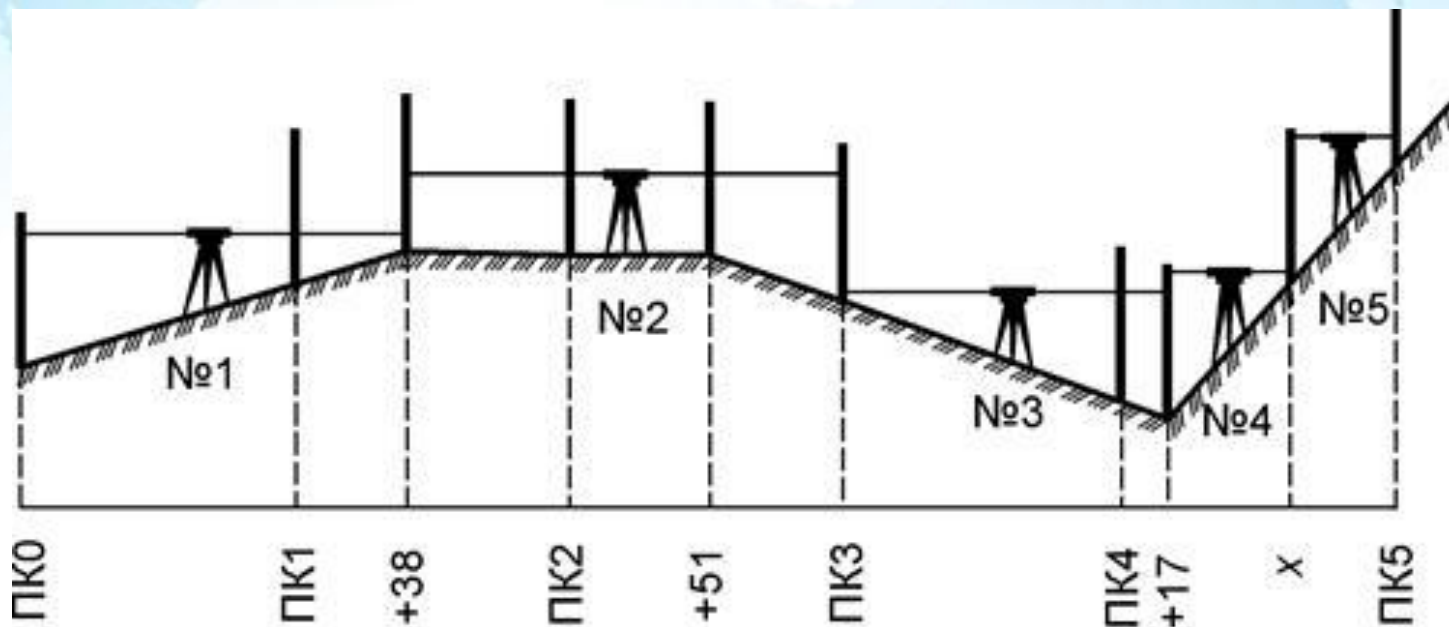
Нівелювання трас включає наступні етапи робіт:

- Отримання завдання;
- Складання проекту;
- Рекогносцировка траси;
- Розбивка пікетажу;
- Нівелювання траси;
- Зрівноваження перевищень та вирахування висоти точок;
- Складання профілю траси.

Рекогносцировку траси виконують на місцевості для уточнення наміченого напрямку, вибору кутів повороту траси із розрахунку технічної та економічної вигоди при проведенні будівництва.

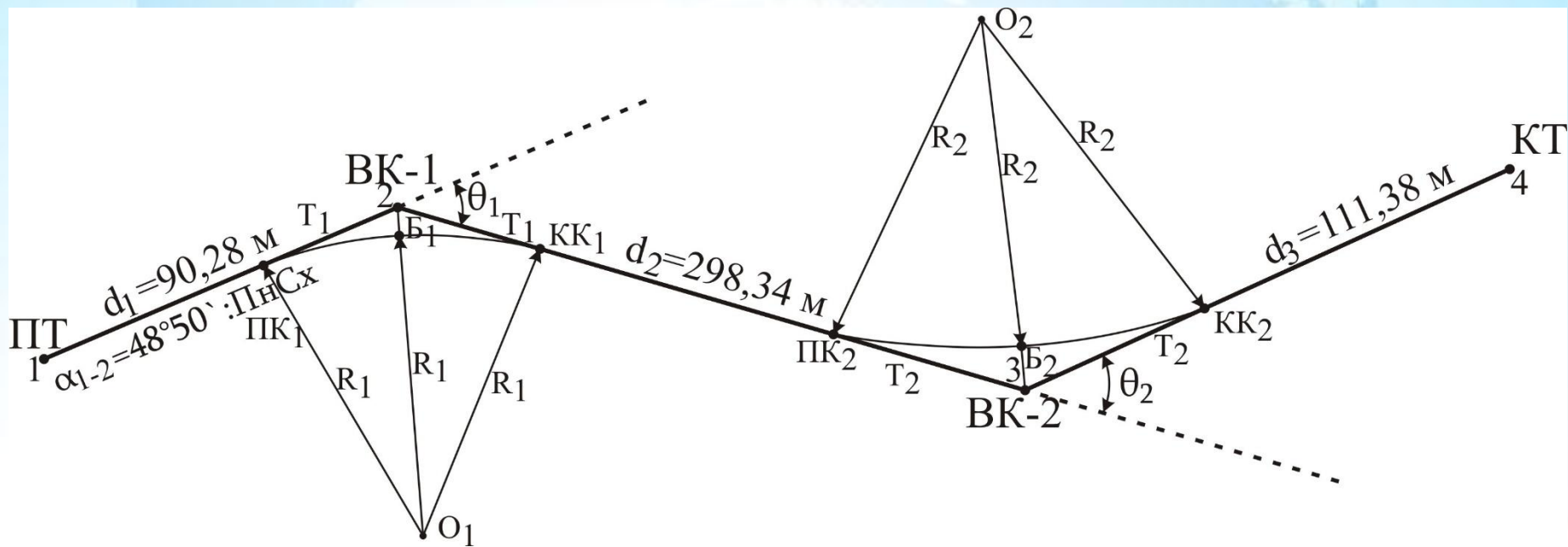
Перед нівелюванням траси проводять **підготовчі** роботи.

Початок траси позначають „пікет нуль” – ПК0, тому що номер кожного пікету визначає число сотен метрів траси від її початку. Характерні точки перегину рельєфу місцевості між пікетами також помічають кілочками. Ці точки називають **ПЛЮСОВИМИ**



Розбивка кругових кривих

Вершини кутів повороту траси позначають ВК1, ВК2. під час розбивки пікетажу результати всіх вимірів заносять в пікетажний журнал, в якому вказують розміри кутів повороту траси, номери всіх пікетів і плюсових точок, а також викреслюють абрис зйомки смуги землі повздовж траси. В місцях де на трасі будуть збудовані споруди, або через визначений проміжок повздовж траси, в залежності від вимог інструкції на виконання робіт, встановлюють репери.



Основні елементи кругової кривої

Точки дотику прямих ліній вісі траси з кривою - початок кривої (ПК) та кінець кривої (КК). Точки пересічення кривої з бісектрисою кута називають серединою кривої (СК). Ці три точки називаються головними точками кривої.

Кут повороту траси φ – кут відхилення траси від попереднього напрямку, його вираховують як доповнення кута повороту до 180° .

Радіус R вписаної кругової кривої визначається будівельними нормами та правилами в залежності від характеру споруд, місцевості та кута повороту.

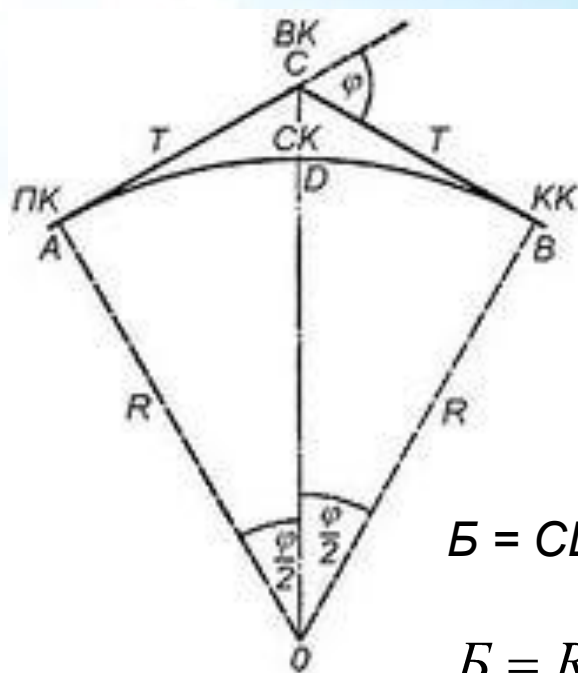
По куту повороту траси і радіуса кривої визначають останні елементи:

довжину дотичної **T** – тангенса;

довжину кривої **K** від ПК до КК;

бісектрису **B** від вершини кута до середини кривої;

домір **D** – різницю між сумою двох тангенсів та довжиною кривої, так як крива менша за ламану.



$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$$

$$\frac{K}{2\pi R} = \frac{\varphi}{360^\circ}$$

$$K = \frac{\varphi}{180^\circ} \cdot \pi \cdot R$$

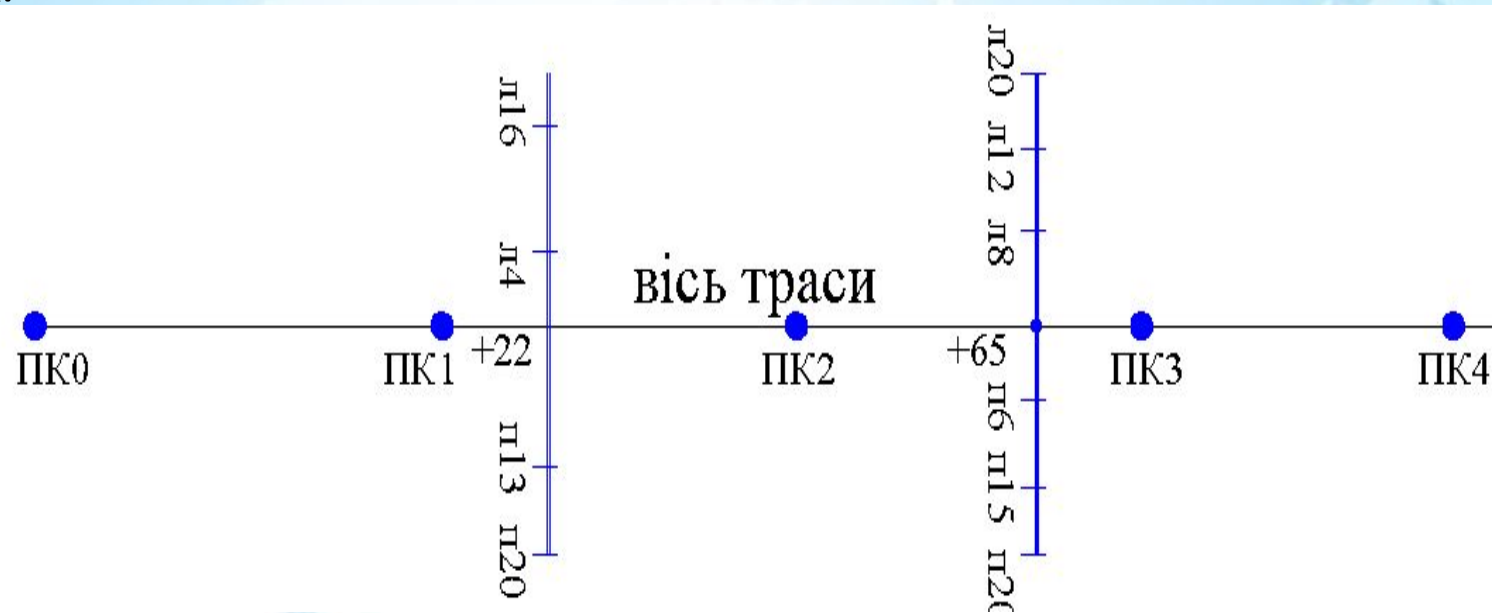
$$B = CD = R \sec \frac{\varphi}{2} - R$$

$$B = R \left(\frac{1}{\cos \varphi / 2} - 1 \right)$$

$$D = 2T - K$$

РОЗБИВКА ПОПЕРЕЧНИХ ПРОФІЛІВ.

Для характеристики рельєфу смуги, де будуватимуть трасу, розбивають поперечники перпендикулярно до осі траси на обидва боки. Розміри поперечників дорівнюють ширині смуги. Поперечники призначають в місцях характерної зміни рельєфу на такій відстані один від одного, щоб місцевість між ними мала однаковий ухил. При складному рельєфі поперечники розбивають на всіх пікетних і плюсових точках.



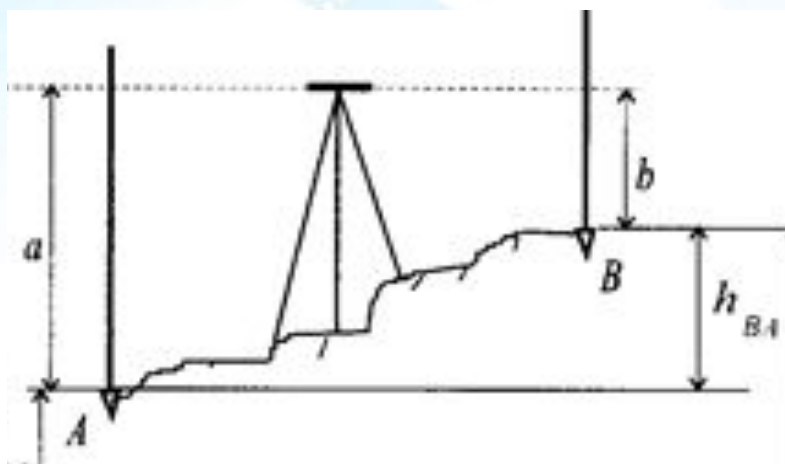
На малих поперечниках закріплюють тільки характерні точки рельєфу, з тим, щоб при нівелюванні знайти їх висоти.

Повздовжньо-поперечне нівелювання траси.

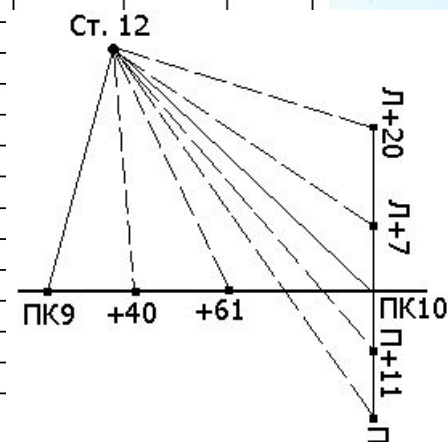
За результатами нівелювання траси повинні бути отримані висоти всіх точок: пікетних, плюсових, точок поперечних профілів та головних точок кривої. При технічному нівелюванні використовують нівелювання з „середини”. При технічному нівелюванні визначають перевищення кожної наступної пікетної точки над попередньою, всі пікетні точки зв'язують між собою по висоті, тому пікетні точки називають **зв'язуючими** - загальними для двох сусідніх станцій.

На кожній станції спочатку нівелюють зв'язуючі точки, для цього беруть відліки по рейках **a** на задній і **b** на передні пікети, попередньо впевнившись у тому, що візирний промінь труби прийняв горизонтальне положення. Перевищення вираховують за формулою

$$h = a - b$$



№ станції	№ пікетів	Відліки по рейці			Перевищення	Середнє перевищення	Горизонт приладу	Відмітки поверхні землі, м
		задній	передній	проміжний				
I	Rp I	0638						
		5318						
	пк0		1260					
II			5944					
	пк0	0575						
		5258						
III	+35			1475				
	пк1		1149					
			5830					
	пк1	1333						
		6015						
	+22			1005				
	п 6			1630				
	п 13			2115				
	п 20			0942				
	л 4			0531				
л 16			0460					
л 20			1340					
			0776					

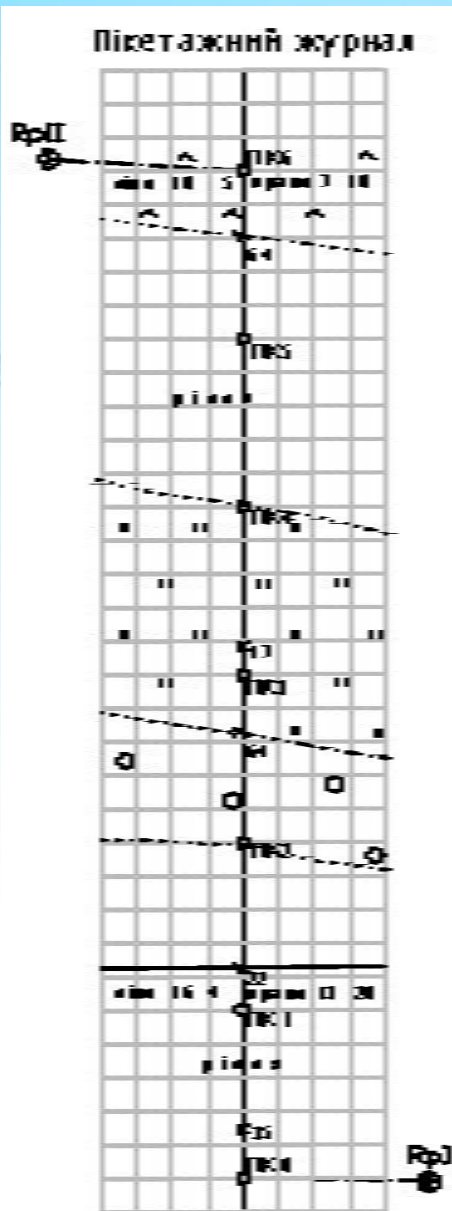


Пікетажний журнал.

Одночасно з розбивкою пікетажу виконують горизонтальну зйомку лінії траси. На міліметровому папері ведуть пікетажний журнал, в якому на око, але в приблизному масштабі замальовують всі характерні точки, розміщені на нівельованій трасі та поперечниках.

Замальовку можна вести в зміненому масштабі в залежності від контурності та пересічності місцевості. Якщо масштаб зображення поперечника не співпадає з масштабом основних точок, то при точках поперечника дописують відстані.

Вісь траси в пікетажному журналі викреслюють прямою лінією, незалежно від кута повороту. В точках повороту стрілкою показують зміну напрямку руху. Зйомку виконують звичайними методами.



Визначення нев'язок в перевищеннях полігону і ходу

Після нівелювання траси приступають до обробки отриманих результатів. Викреслюють схему нівелірного ходу, на якій показують репери і марки, які є обґрунтуванням ходу.

Проводять посторінковий контроль нівелірного журналу.

Знизу кожної сторінки журналу окремо від кожної графи вписують суми:

- відліків по задній рейці - ΣZ ;
- відліків по передній рейці - $\Sigma П$;
- перевищень обрахованих - $\Sigma h_{вир}$;
- перевищень середніх - $\Sigma h_{сер}$.

При контролі перевіряють дотримання наступного рівняння

$$\Sigma Z - \Sigma П = \Sigma h_{вир} = 2 \Sigma h_{сер}$$

Після виконання посторінкового контролю вираховують нев'язку у перевищеннях по всьому ходу або по окремим секціям між реперами.

Нев'язка дорівнює $fh = \Sigma h_{пр} - \Sigma h_{теор}$
де $\Sigma h_{пр}$ – сума середніх перевищень;
 $\Sigma h_{теор}$ - сума перевищень теоретична.

У розімкненому ході, який спирається на дві точки з відомими висотами, теоретична сума перевищень повинна дорівнювати різниці висот цих точок:

$$\Sigma h_{теор} = H_k - H_n$$

Відповідно, для розімкненого ходу нев'язка

$$fh = \Sigma h_{пр} - (H_k - H_n)$$

у замкненому ході $\Sigma h_{теор} = 0$ так як $H_k = H_n$, тоді $fh = \Sigma h_{пр}$

У випадку, якщо нев'язка допустима, поправки розподіляють порівну на всі перевищення з знаком, оберненим знаку нев'язки. Сума виправлених перевищень повинна дорівнювати теоретичній сумі перевищень.

нев'язку допускають в межах $fh = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L(\text{км})}$

від де L – кількість км в довжині

Вирахування висот за допомогою перевищень та горизонту

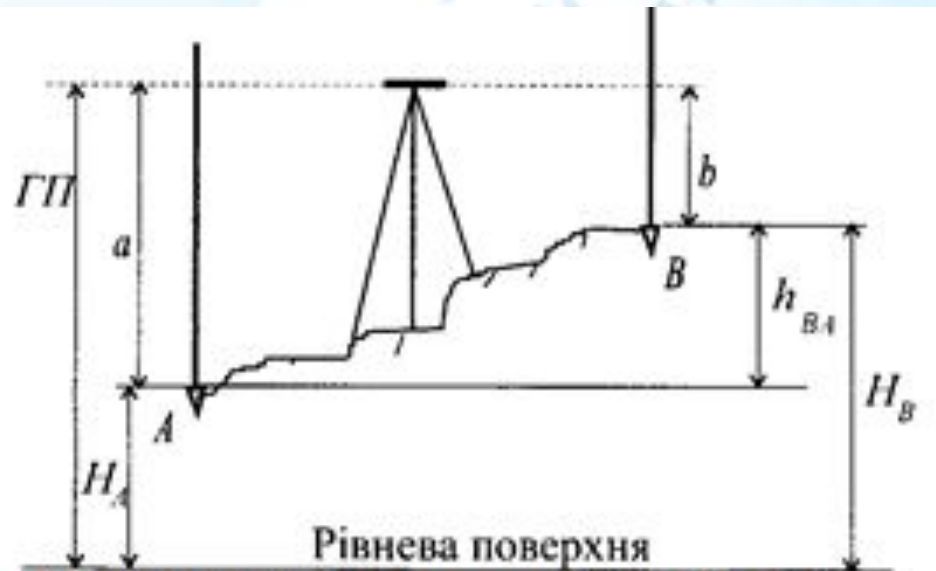
приладу того, як перевищення між зв'язуючими точками будуть виправлені, вираховують висоти точок :

$$H_n = H_{n-1} + h_n$$

Для вирахування висот проміжних точок вираховують горизонт приладу. Горизонт приладу дорівнює висоті точки плюс відлік по рейці, яка стоїть на цій точці. Горизонт приладу визначають по задній і передній зв'язуючих точках. При різниці в значеннях ГП до 10мм використовують любе значення або беруть середнє.

Для отримання висоти проміжної точки треба від ГП відняти відлік по рейці, яка стоїть на цій точці

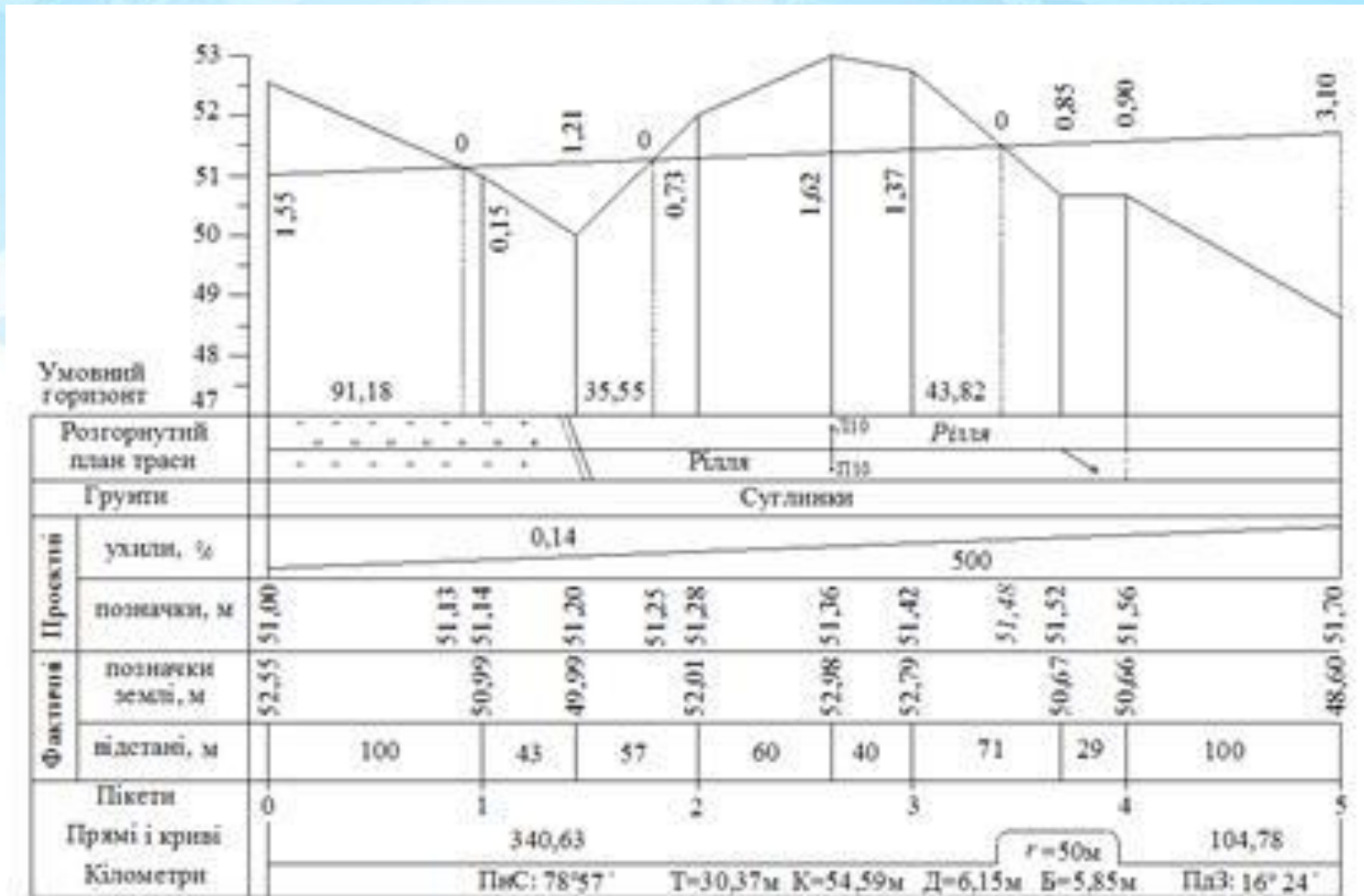
$$H_c = \text{ГП} - c$$



Побудова профілю траси

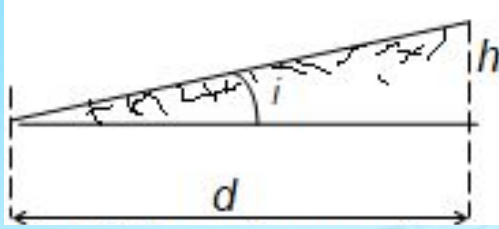
Після вирахування висот фактичних відміток всіх точок по трасі нівелірної лінії складають повздовжній профіль вісі траси та поперечні профілі.

Масштаб вибирають в залежності від рельєфу місцевості та цілі побудови профілю.



Нанесення на профіль вирахованих відміток

проектної лінії



Проектній вісі траси надають визначений ухил. **Ухилом** називається відношення перевищення h між точками до горизонтальної віддалі d між ними

$$i = \frac{h}{d} \quad \text{або} \quad i = \operatorname{tg} v \quad \text{де } v - \text{ухил нахилу лінії.}$$

При відомому ухилі можна вирахувати перевищення на визначену віддаль

$$h = i \times d$$

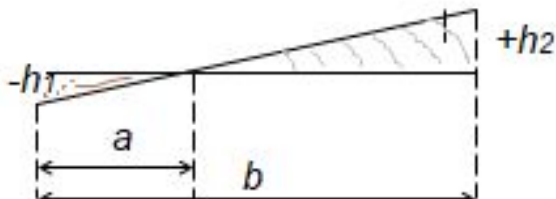
Висоти точок проектної лінії – проектні відмітки вираховують по формулі

$$H_n = H_{n-1} + i \times d$$

Дотримуючись заданих умов, проектну лінію наносять на профіль, вираховують проектні відмітки для кожного пікету та плюсової точки, які записують у відповідну графу червоною тушшю.

Різниця проектної та фактичної відміток дорівнює висоті насипу або глибині виїмки на кожній точці та її називають **робочою відміткою**. Робочі відмітки на профілі виписують синім кольором біля проектної лінії: якщо насип – над проектною лінією, виїмка – навпаки.

Точка переходу проектної лінії з виїмки у насип називається **точкою нульових** робіт, для них повинні бути розраховані віддалі від сусідніх пікетів.



$$a = b \frac{h_1}{|h_1| + |h_2|}$$

h_1 і h_2 – робочі відмітки проектної лінії.

Вираховані a і $(b - a)$ виписують над лінією умовного горизонту або в графу віддалі.

Нівелювання поверхні по

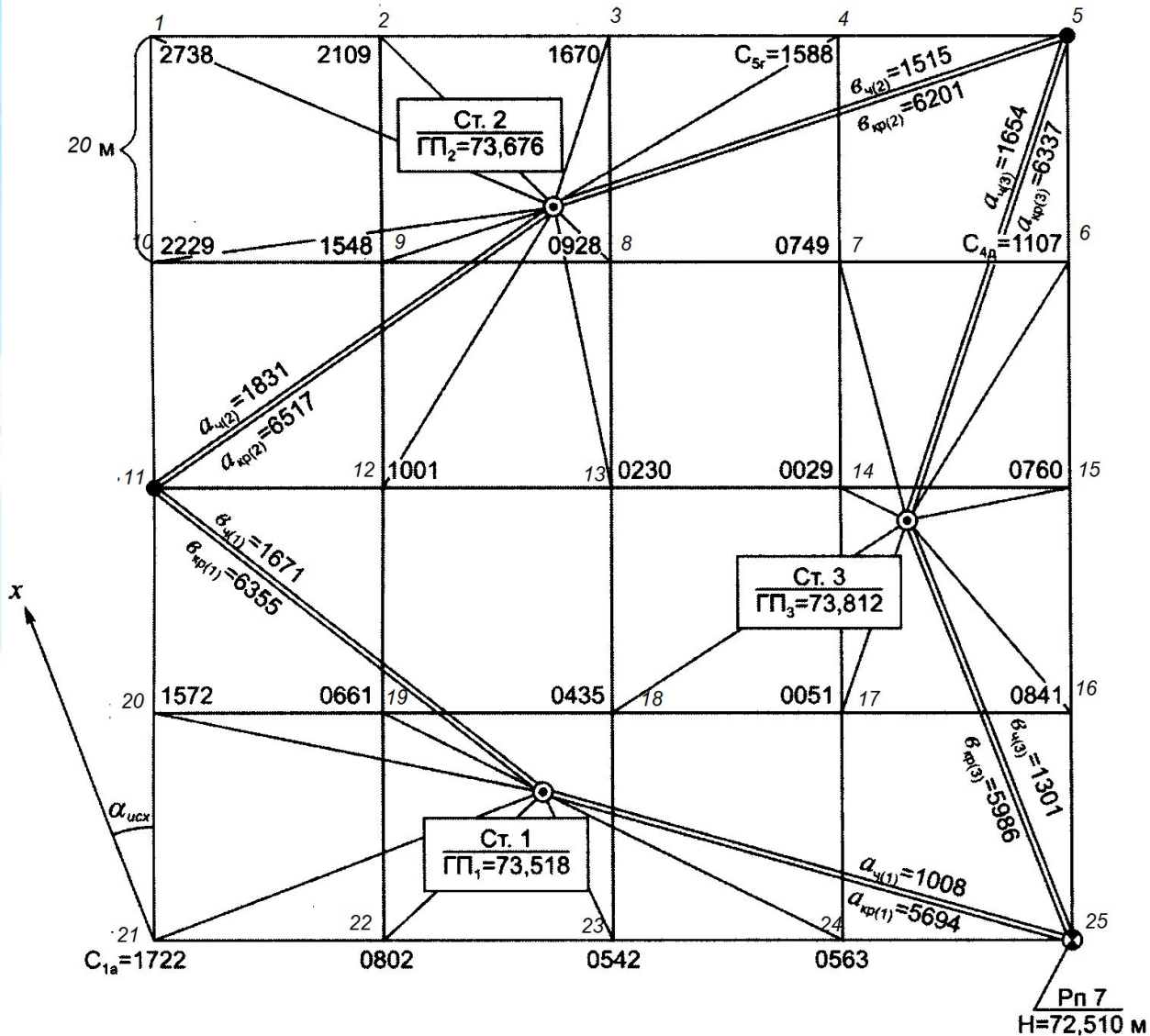
ЖУРНАЛ-СХЕМА

нівелювання участка по квадратам

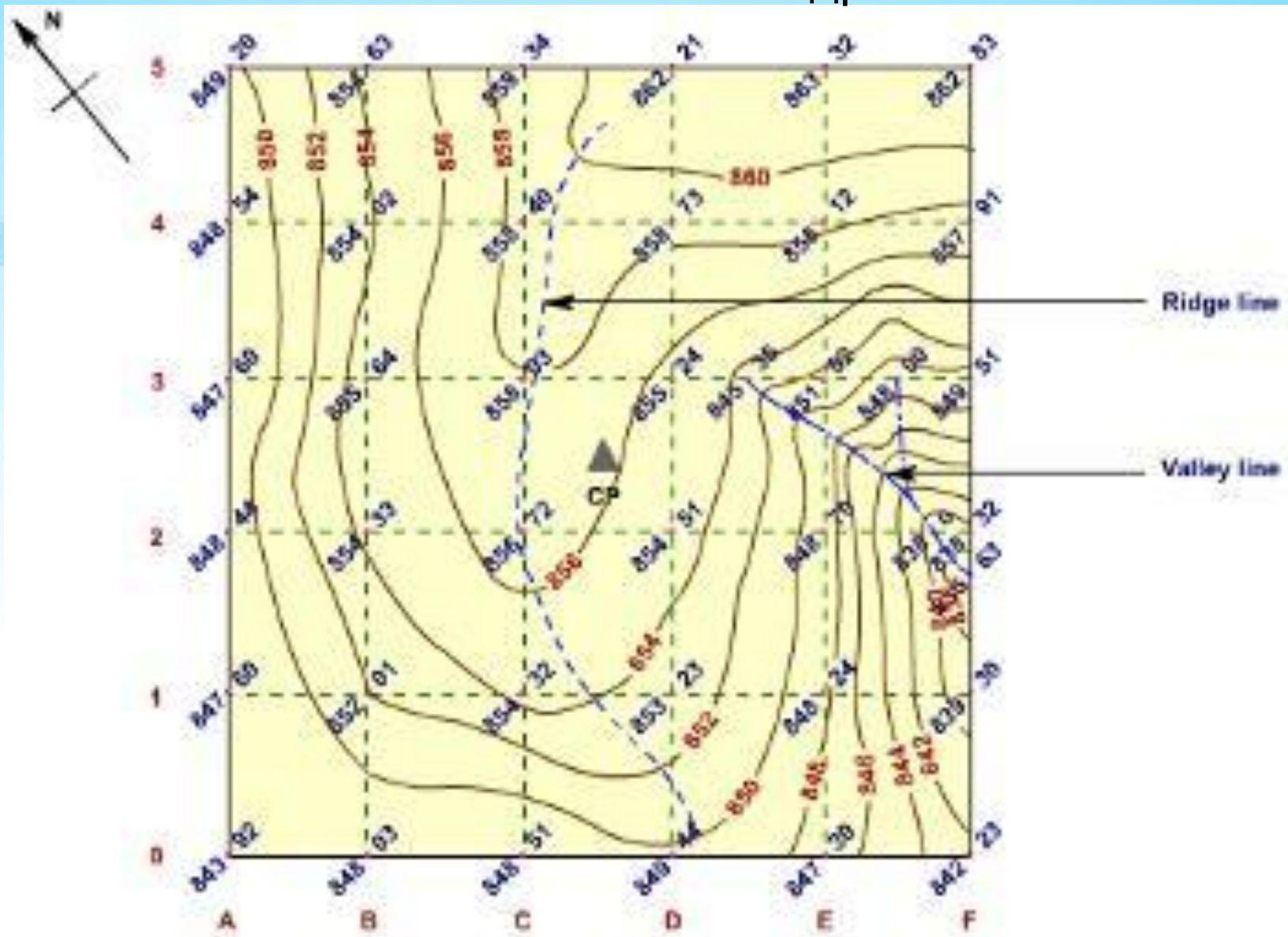
Дата: _____

Нивелір: 2Н-10КЛ №15272

Наблюдатель: _____



ПЛАН нівелювання по квадратам



Розв'язування геодезичних задач на топокарті

Задача №1. **Визначити відмітку заданої точки;**
якщо:

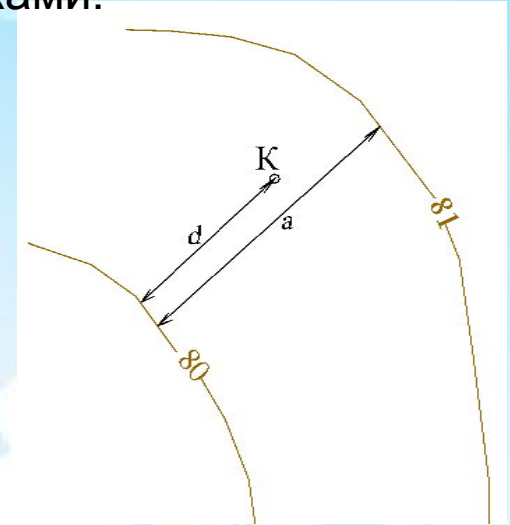
а) точка знаходиться між горизонталями з різними відмітками.
Тоді відмітка H_k обчислюється за формулою:

$$H_k = H + d/a \cdot h$$

де H – відмітка горизонталі з меншою відміткою;
 d - найкоротша відстань від т.К до цієї горизонталі;
 a - закладання схилу між горизонталями;
 h – висота перерізу рельєфу.

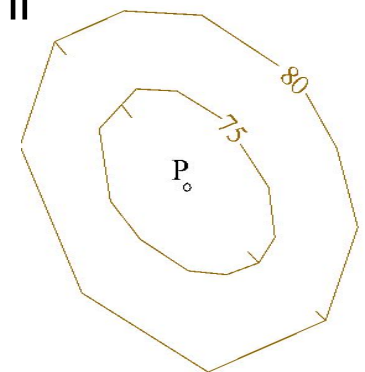
$$a = 20\text{мм}, \quad d = 11\text{м} \quad h = 1\text{м}$$

$$H_k = 80,0 + 11 / 20 \times 1 = 80,55\text{м}$$



б) точка знаходиться в середині замкненої горизонталі
відмітка H_p обчислюється $H_p = H \pm h / 2$

$$H_p = 75,0 - 5/2 = 72,5\text{м}$$



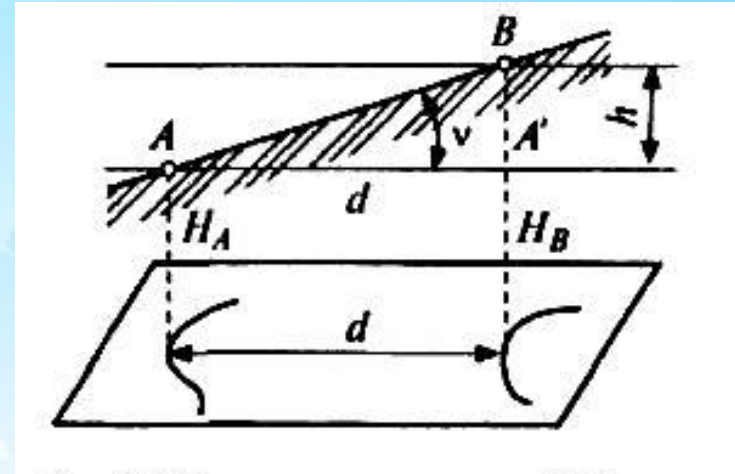
Задача №2. Визначити крутість заданої лінії.

Ухил лінії обчислюється за формулою

$$i = \operatorname{tg} v = h/d$$

де h - перевищення між кінцями заданої лінії;

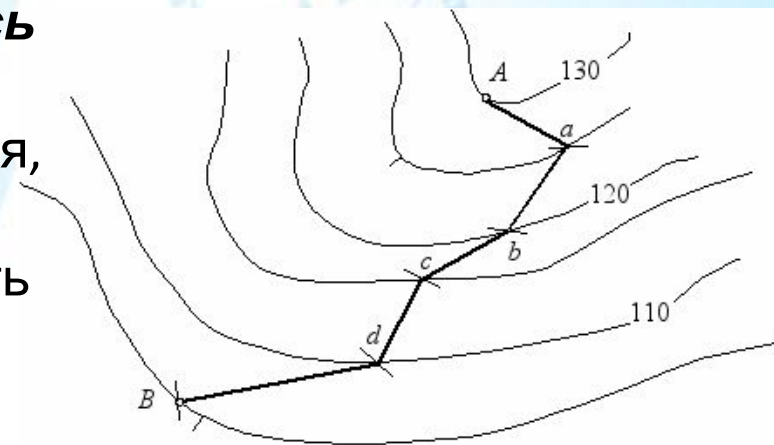
d - горизонтальна проекція заданої лінії



Задача №3. Побудувати від т.А до В вісь траси з уклоном - 0,015, користуючись графіком ухилів

а) за графіком ухилів знаходимо закладання, яке відповідає ухилу – 0,015

б) потім вимірником від т.А відкладають закладення і одержують т.В і т.д.



1:10 000

Задача №4. Побудова масштабу закладень для ухилів та побудова вісі траси з заданим ухилом.

Для практичних цілей при визначенні ухилу i будують спеціальний графік, який називають **масштабом закладань**. Вдovж горизонтальної вісі відкладають значення ухилів, що відповідають даному аркушу топографічної карти, а на перпендикулярах до неї відповідні їм закладення a в масштабі карти, які обчислюють за формулою:

$$a = \frac{h}{i} \quad i = \operatorname{tg} \nu \quad a = \frac{h}{\operatorname{tg} \nu}$$

h – висота перерізу рельєфу;

a – закладення горизонталей

кінці перпендикулярів з'єднують плавною кривою.

