



Порядок опрацювання журналу нівелювання земної поверхні по квадратах проводять у наступному порядку.

Спочатку визначають нев'язку в замкненому нівелірному ході між зв'язуючими точками. Алгебраїчна сума середніх значень перевишень між зв'язуючими точками, які утворили замкнутий нівелірний хід, теоретично повинна дорівнювати нулеві. Проте, внаслідок накопичення похибок, при вимірюваннях ми отримаємо практичну розбіжність яка є нев'язкою і розраховується за формулою

$$f_h = \sum_{i=1}^n h_i = h_I + h_{II} + h_{III} \dots \text{мм.}$$

Допустима нев'язка в нівелірному ході визначається за формулою

$$f_{h_{\text{доп}}} = \pm 10\sqrt{n} \text{ мм,}$$

де  $n$  – кількість станцій нівелювання.

Якщо  $f_h \leq f_{h_{\text{доп}}}$  тоді її вводять у перевищення з протилежним знаком, розділивши порівну між усіма станціями і заокруглюють всі поправки до 1 мм. При цьому слід пам'ятати, що сума всіх поправок повинна дорівнювати отриманій нев'язці з оберненим знаком.

Алгебраїчна сума виправлених перевишень повинна дорівнювати нулеві.

$$\sum_{i=1}^n h_i^{\text{випр.}} = 0.$$

Висоти зв'язуючих точок обчислюють від зв'язуючої точки з відомою абсолютною висотою. Висота другої і наступної зв'язуючих точок розраховується за формулою

$$H_i = H_{i-1} \pm h_i^{\text{випр.}}$$

Контролем правильності обчислення висот зв'язуючих точок є рівність обчисленого значення висоти початкової зв'язуючої точки і її вихідного значення.

Висоти всіх інших вершин квадратів на кожній станції визначаються через *горизонт інструменту*. Горизонт інструменту визначають по висотах двох зв'язуючих точок, задньої та передньої, за формулою

$$\text{ГІ} = H_1 + a^{\text{чор.}} = H_2 + b^{\text{чор.}}$$

де,  $H_1$  – абсолютна висота задньої зв'язуючої точки;

$H_2$  – абсолютна висота передньої зв'язуючої точки;

$a^{\text{чор.}}, b^{\text{чор.}}$  – відліки з чорної сторони рейок відповідно на задній та передній зв'язуючих точках.

Розбіжність між двома значеннями горизонту інструменту не повинна перевищувати  $\pm 10$  мм. Якщо це так, тоді визначають середнє арифметичне значення горизонту інструменту для кожної станції. Дані про обчислений горизонт інструменту заносимо до журналу нівелювання по квадратах.

Висоти проміжних вершин квадратів на кожній станції обчислюють за формулою

$$H_i = \text{ГІ} - c,$$

де,  $H_i$  – висота проміжної вершини квадрату;

$c$  – відлік по чорній стороні рейки на проміжній вершині квадрату.

Обчислені висоти вершин квадратів заносять до журналу нівелювання по квадратах біля відповідних вершин квадратів (рис. 2).

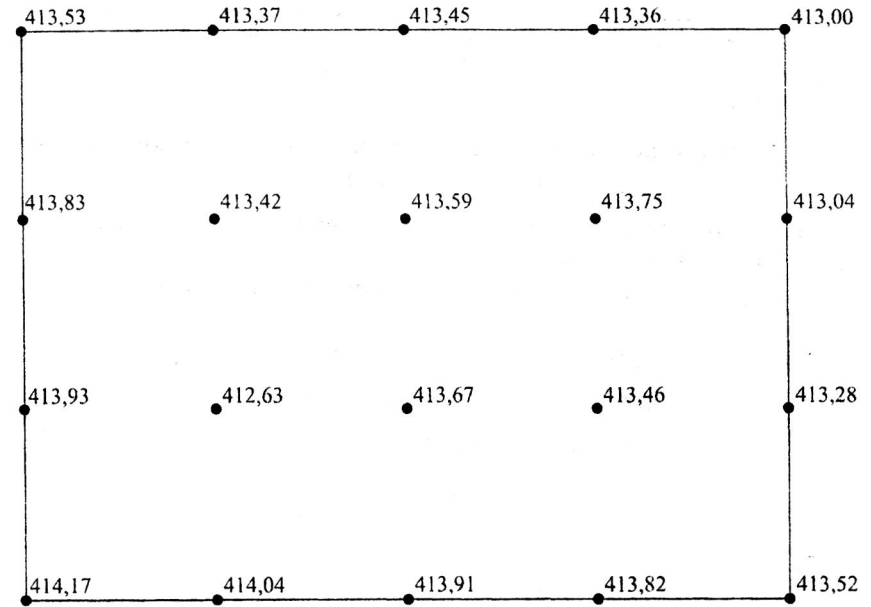


Рис. 2 Приклад обчисленого журналу нівелювання земної поверхні по квадратах

Після обчислення абсолютних висот усіх точок приступають до побудови рельєфу ділянки в горизонталях. Для цього окремо зображають в масштабі сітку квадратів і біля кожної вершини квадрату виписують її абсолютну висоту.

Горизонталі будують по точках які знаходяться на сторонах і діагоналях квадратів. Побудову горизонталей можна виконувати двома способами: *аналітичним* і *графічним*.

При *аналітичному* способі положення точок горизонталей, на стороні чи діагоналі квадрату, вираховують шляхом інтерполювання для знаходження відрізків, що пропорційні різниці висот точок вершин квадрату.

При *графічному* способі положення точок горизонталей, на стороні чи діагоналі квадрату, визначають за допомогою палетки з паралельними лініями, які проведені на прозорому папері через рівні довільні проміжки, і вимірника.

На практиці частіше користуються графічним способом.



Висота першої зв'язуючої точки, в нашому випадку, складає  
 $R_{p.1} = 413,00\text{ м}$ .

$$H_2 = H_1 + h_I^{\text{суп}} = 413,000 + 0,911 = 413,911\text{ м},$$

$$H_3 = H_2 + h_{II}^{\text{суп}} = 413,911 - 0,087 = 413,824\text{ м}.$$

Контроль обчислення висот зв'язуючих точок.

$$H_1 = H_3 + h_{III}^{\text{суп}} = 412,176 + 0,824 = 413,00\text{ м}.$$

Обчислюємо горизонти інструмента на станціях.

Станція I.

$$ГI_I = H_1 + a = 413,0 + 1,829 = 414,829\text{ м},$$

$$ГI_I = H_2 + b = 413,911 + 0,915 = 414,826\text{ м},$$

$$ГI_I = \frac{414,829 + 414,826}{2} = 414,828\text{ м}.$$

Станція II.

$$ГI_{II} = H_2 + a = 413,911 + 1,162 = 415,073\text{ м},$$

$$ГI_{II} = H_3 + b = 413,824 + 1,246 = 415,070\text{ м},$$

$$ГI_{II} = \frac{415,073 + 415,070}{2} = 415,072\text{ м}.$$

Станція III.

$$ГI_{III} = H_3 + a = 413,824 + 1,126 = 414,950\text{ м},$$

$$ГI_{III} = H_1 + b = 413,0 + 1,947 = 414,947\text{ м},$$

$$ГI_{III} = \frac{414,95 + 414,947}{2} = 414,949\text{ м}.$$

Обчислюємо висоти всіх інших проміжних вершин квадратів на кожній станції.

Станція I:

$$414,828 - 1,473 = 413,355\text{ м};$$

$$414,828 - 1,075 = 413,753\text{ м};$$

$$414,828 - 1,788 = 413,040\text{ м};$$

$$414,828 - 1,366 = 413,462\text{ м};$$

$$414,828 - 1,553 = 413,275\text{ м};$$

$$414,828 - 1,013 = 413,815\text{ м};$$

$$414,828 - 1,307 = 413,521\text{ м}.$$

Станція II:

$$415,072 - 1,402 = 414,670\text{ м};$$

$$415,072 - 1,032 = 414,040\text{ м};$$

$$415,072 - 2,441 = 412,631\text{ м};$$

$$415,072 - 0,900 = 414,172\text{ м};$$

$$415,072 - 1,145 = 413,927\text{ м}.$$

Станція III:

$$414,949 - 1,419 = 413,530\text{ м};$$

$$414,949 - 1,577 = 413,372\text{ м};$$

$$414,949 - 1,499 = 413,450\text{ м};$$

$$414,949 - 1,529 = 413,420\text{ м};$$

$$414,949 - 1,356 = 413,593\text{ м}.$$

Обчислені висоти вершин квадратів записуємо в журнал нівелювання по квадратах біля відповідних вершин квадратів.

По результатам, що занесені до журналу нівелювання по квадратах будуємо рельєф ділянки земної поверхні. Для цього на креслярському папері (ф. А4) в масштабі плану, який зазначений у завданні, наносимо вершини квадратів, які були побудовані на місцевості. Біля кожної з вершин квадратів виписуємо їх висоти із журналу нівелювання по квадратах. Висоти заокруглюємо до сотих частин метра. Далі приступаємо до проведення горизонталей.

Побудову горизонталей виконаємо графічним способом за допомогою палетки з паралельними лініями, які проведені на прозорому папері через рівні довільні проміжки і вимірника.

Наприклад, візьмемо квадрат з відмітками його вершин 52,93; 51,43; 53,04; 53,17 м (рис. 4, а). Якщо потрібно показати горизонталі з висотою перерізу рельєфу через 0,5 м, то місце знаходження їх на сторонах і діагоналях квадрату, можна знайти за допомогою палетки з горизонтальними лініями. Для цього беремо кальку на якій проводимо ряд паралельних ліній через 1 см. Вивчаємо висоти всіх вершин квадратів і, вибравши найменше значення висоти вершини квадрату, підписуємо верхню лінію на палетці відміткою горизонталі по найнижчій висоті цієї точки.

Наприклад, при висоті перерізу рельєфу 0,5 м найменша висота вершини квадрату становить 51,63 м, тоді верхня лінія буде мати відмітку 51,5 м. Наступні лінії підписують відмітками горизонталей 52,0; 52,5; 53,0 м і т.д.

Палетку кладемо на сторону квадрату так, щоб вершини з відповідними висотами розташувались між паралельними лініями (рис. 4, б), а точки перетину лініями палетки і стороною квадрату переколюють голкою вимірника на сторону квадрату. Вони будуть мати висоту відповідних горизонталей. На рис. 4, б це горизонталі висотою 52,0 і 52,5 м.

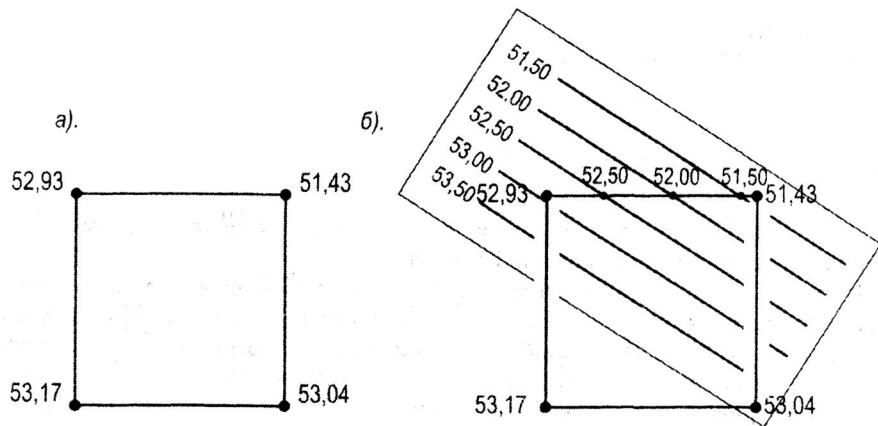


Рис. 4. Графічний спосіб інтерполювання

Таким чином знаходимо положення точок горизонталей на всіх сторонах і діагоналях квадратів. Точки з однаковими висотами з'єднуємо плавними лініями – *горизонталями* (рис. 5).

#### План нівелювання земної поверхні по квадратах

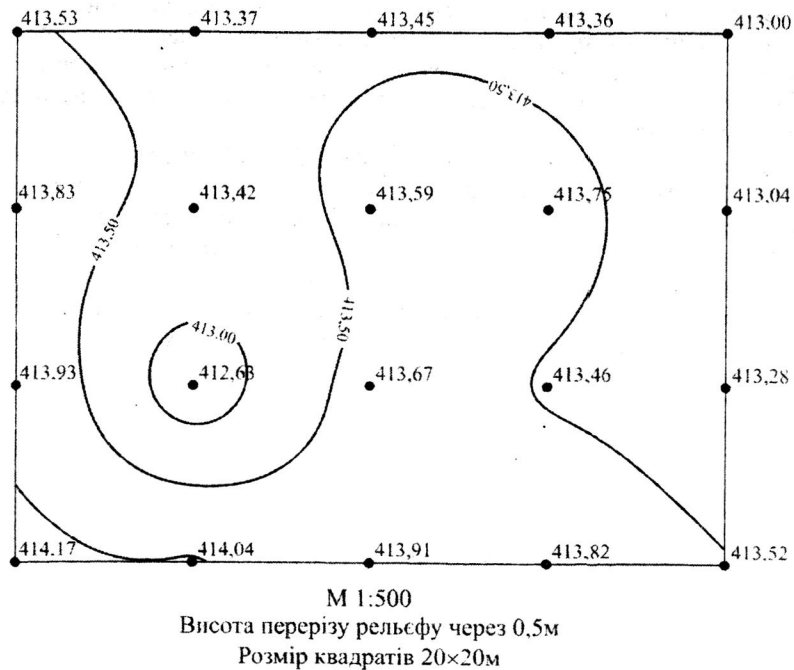


Рис. 5 План нівелювання земної поверхні по квадратах

Горизонталі та їх відмітки викреслюємо коричневою тушшю. Відмітки горизонталей пишемо таким чином, щоб основа числа показувала на пониження рельєфу. Зверху план підписуємо "План нівелювання земної поверхні по квадратах", а внизу вказуємо масштаб плану, висоту перерізу рельєфу та розмір сторони квадрату.

### 3. Питання для самостійного контролю

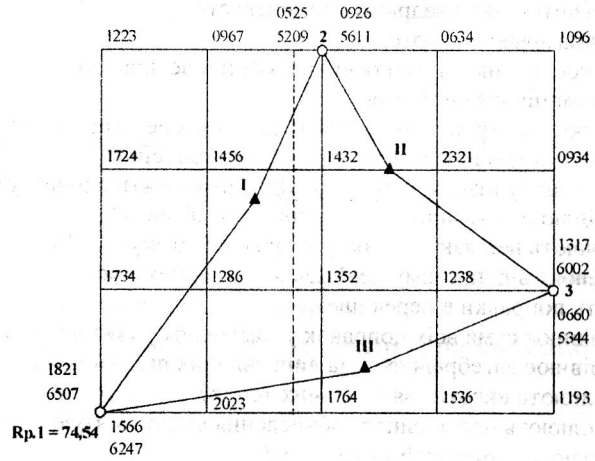
1. Як розбивають сітку квадратів на місцевості?
2. Які точки називають плюсовими?
3. Опишіть послідовність зняття відліків при нівелюванні.
4. Що таке станція нівелювання?
5. Як обчислюють перевищення між точками в нівелірному ході?
6. В якому випадку обчислюють середнє перевищення?
7. В якому випадку нівелювання необхідно повторити спочатку?
8. Чим закріплюють вершини квадратів на місцевості?
9. Як визначають нев'язку в замкнутому нівелірному ході?
10. Як обчислюють допустиму нев'язку в нівелірному ході?
11. Як вносять поправки в перевищення?
12. Чому дорівнює сума всіх поправок у замкнутому нівелірному ході?
13. Чому дорівнює алгебраїчна сума виправлених перевищень?
14. Як обчислюють висоти зв'язуючих точок?
15. Як контролюють правильність обчислення висот зв'язуючих точок?
16. Як визначають горизонт інструменту?
17. Як визначають висоти проміжних вершин квадратів на кожній станції?
18. За допомогою чого зображають рельєф місцевості на плані?
19. Що таке бергштрихи? Яке їх призначення?
20. Як визначають положення точок горизонталей аналітичним способом?
21. Як визначають положення точок горизонталей графічним способом?
22. Що таке горизонталь? Яке їх призначення?
23. Як зображують горизонталі на планах?

4. Варіанти завдань до розрахунково-графічної роботи  
 “Нівелювання земної поверхні по квадратах”

Варіант №01.

Журнал нівелювання поверхні

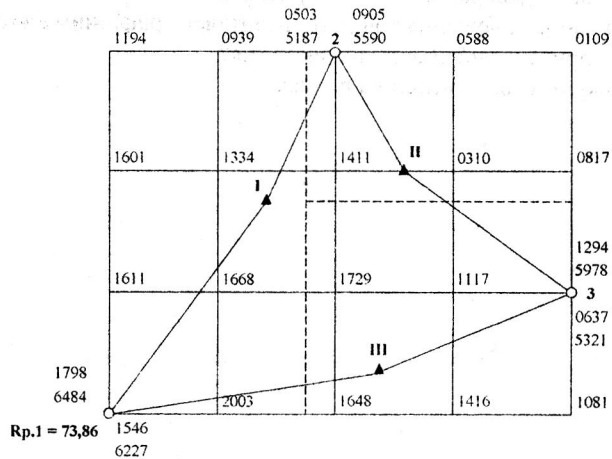
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
 Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Рр.1 = 74,54 м.



Варіант №02.

Журнал нівелювання поверхні

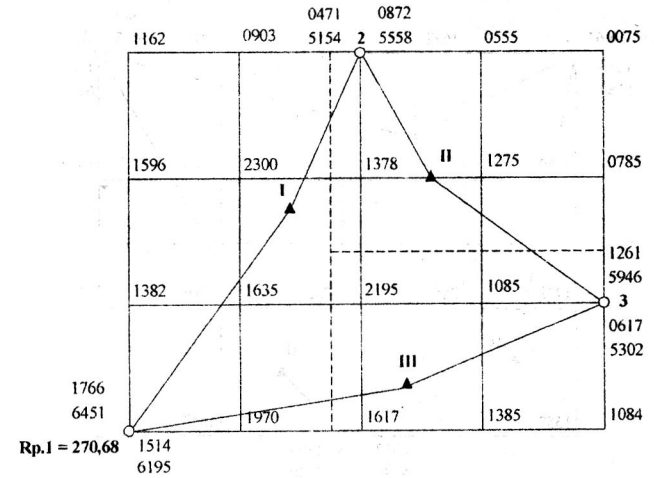
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
 Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Рр.1 = 73,86 м.



Варіант №03.

Журнал нівелювання поверхні

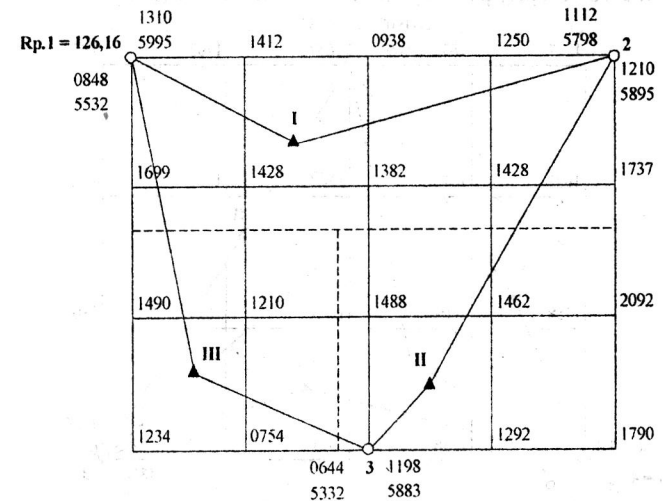
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
 Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Рр.1 = 270,68 м.



Варіант №04.

Журнал нівелювання поверхні

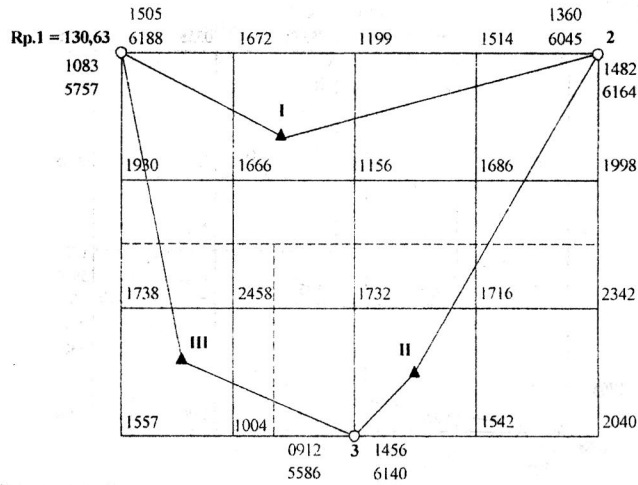
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
 Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Рр.1 = 126,16 м.



Варіант №05.

**Журнал нівелювання поверхні**

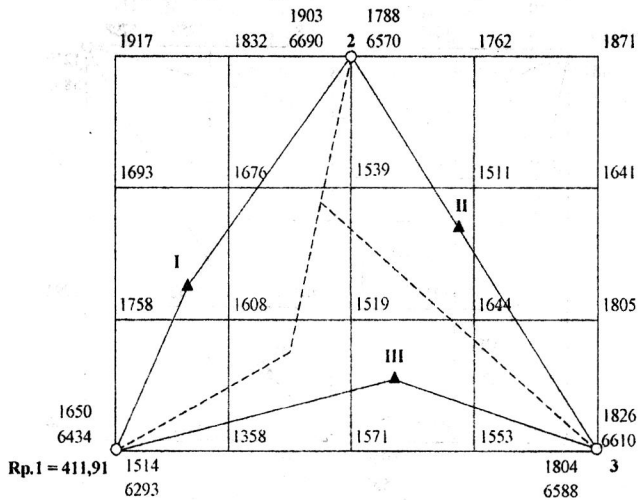
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 130,63 м.



Варіант №06.

**Журнал нівелювання поверхні**

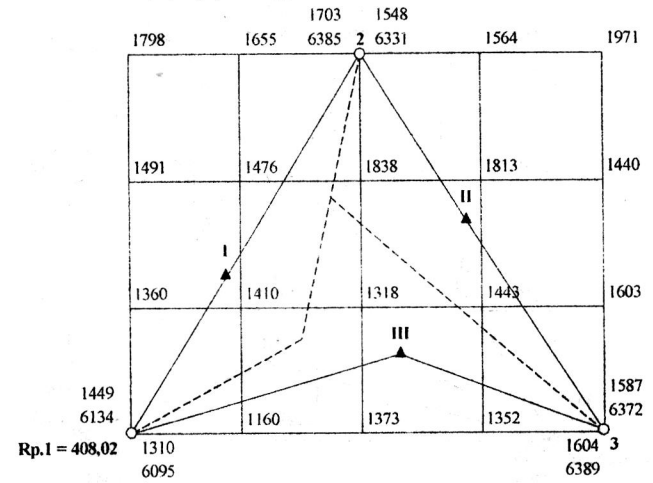
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 411,91 м.



Варіант №07.

**Журнал нівелювання поверхні**

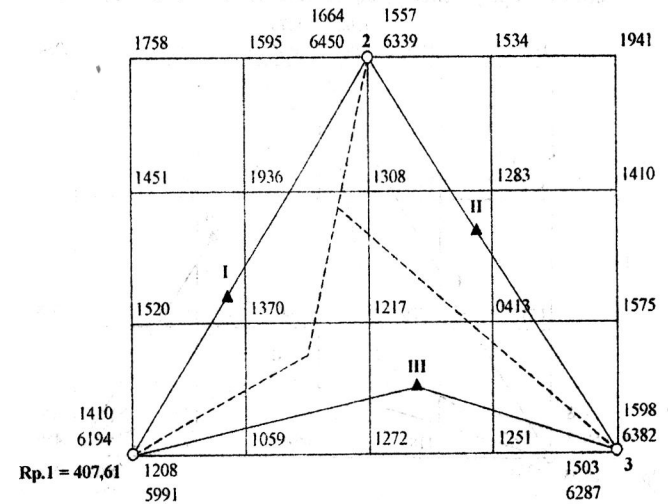
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 408,02 м.



Варіант №08.

**Журнал нівелювання поверхні**

План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 407,61 м.

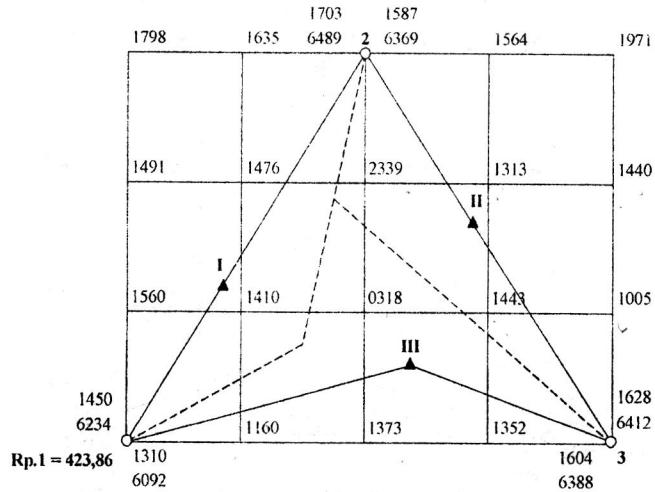




Варіант №09.

**Журнал нівелювання поверхні**

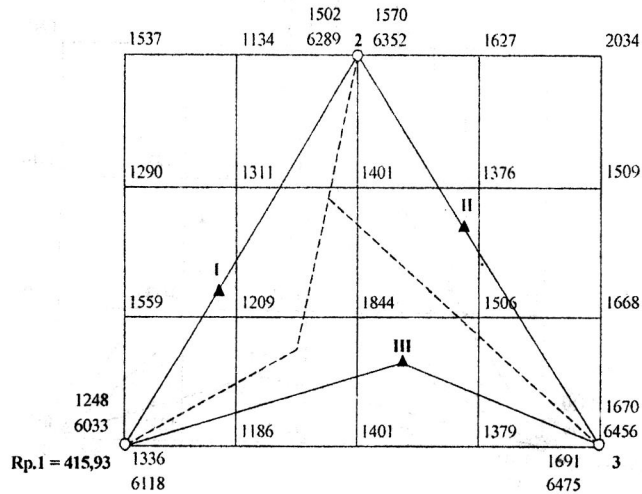
План складається в **M 1:500**; Розмір квадратів **20 × 20 м**;  
Висота перерізу рельєфу **0,5 м**; Відмітка **Rp.1 = 423,86 м**.



Варіант №10.

**Журнал нівелювання поверхні**

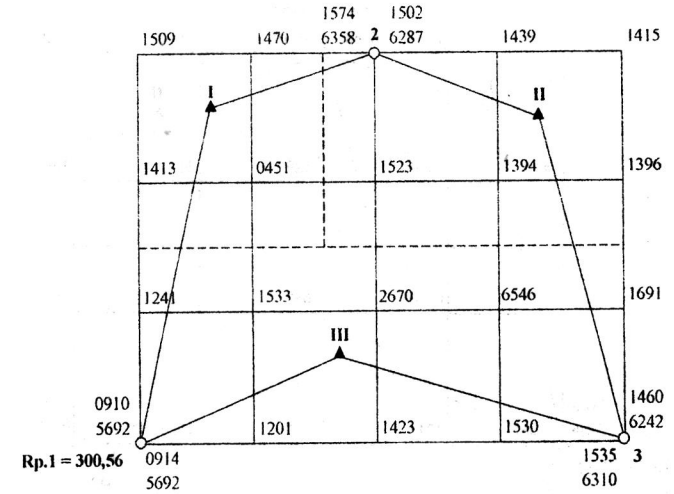
План складається в **M 1:500**; Розмір квадратів **20 × 20 м**;  
Висота перерізу рельєфу **0,5 м**; Відмітка **Rp.1 = 415,93 м**.



Варіант №11.

**Журнал нівелювання поверхні**

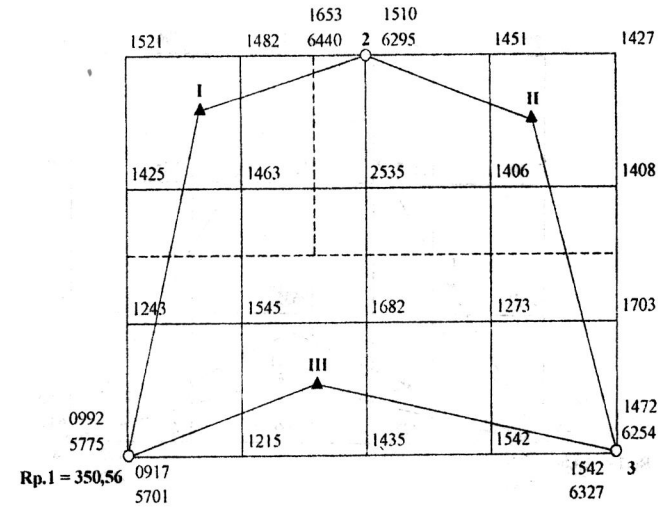
План складається в **M 1:500**; Розмір квадратів **20 × 20 м**;  
Висота перерізу рельєфу **0,5 м**; Відмітка **Rp.1 = 300,56 м**.



Варіант №12.

**Журнал нівелювання поверхні**

План складається в **M 1:500**; Розмір квадратів **20 × 20 м**;  
Висота перерізу рельєфу **0,5 м**; Відмітка **Rp.1 = 350,56 м**.

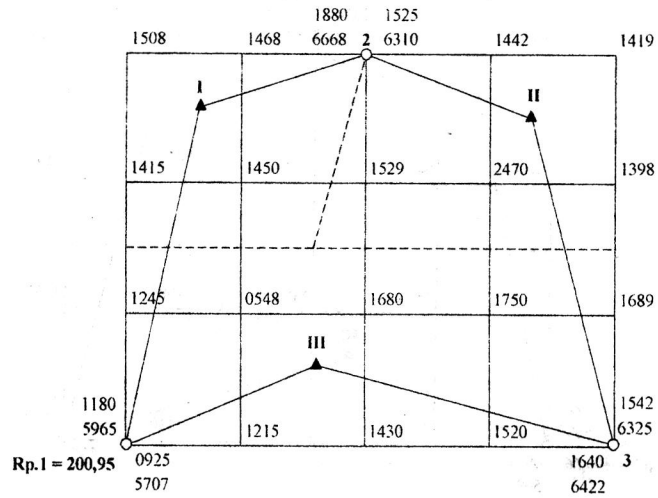




Варіант №13.

**Журнал нівелювання поверхні**

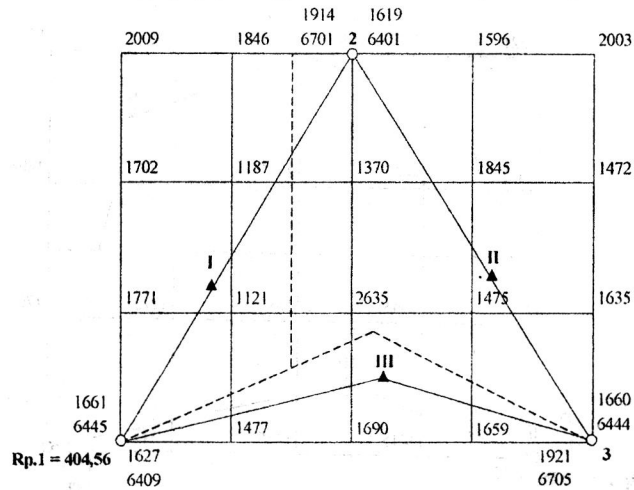
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 200,95 м.



Варіант №14.

**Журнал нівелювання поверхні**

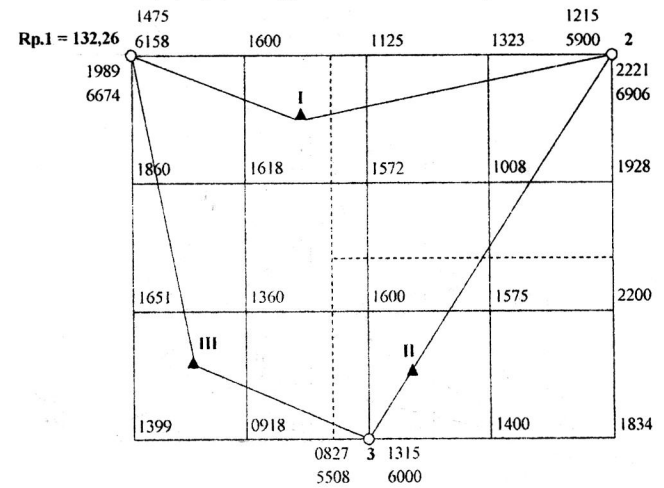
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 404,0 м.



Варіант №15.

**Журнал нівелювання поверхні**

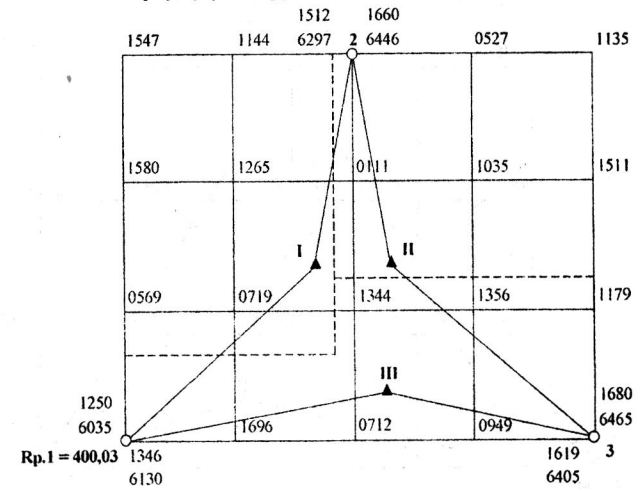
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 132,26 м.



Варіант №16.

**Журнал нівелювання поверхні**

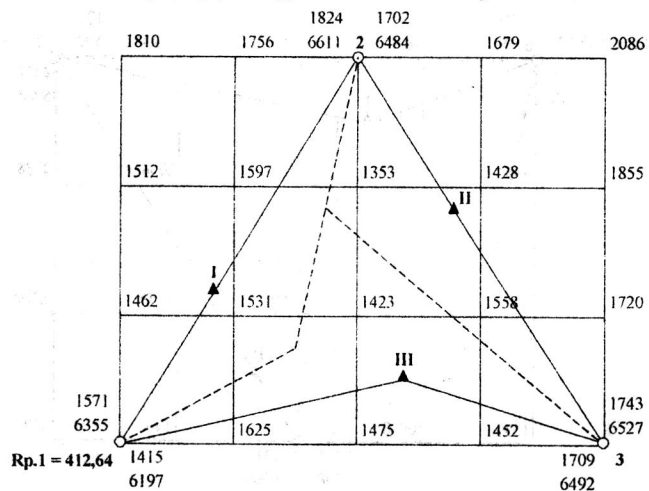
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 400,03 м.



Варіант №17.

**Журнал нівелювання поверхні**

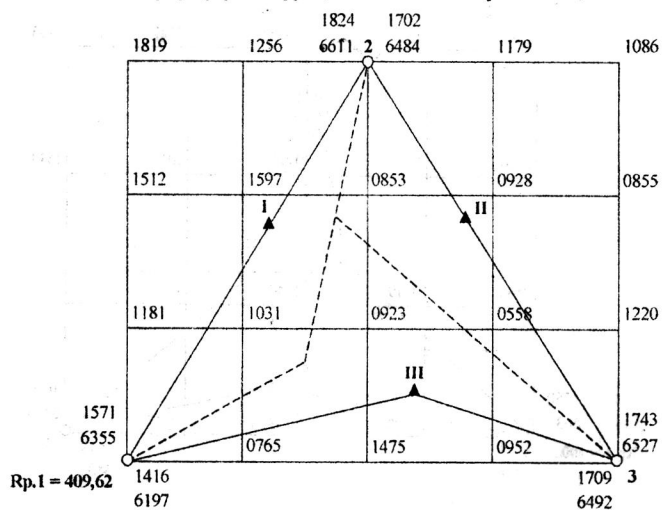
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 412,64 м.



Варіант №18.

**Журнал нівелювання поверхні**

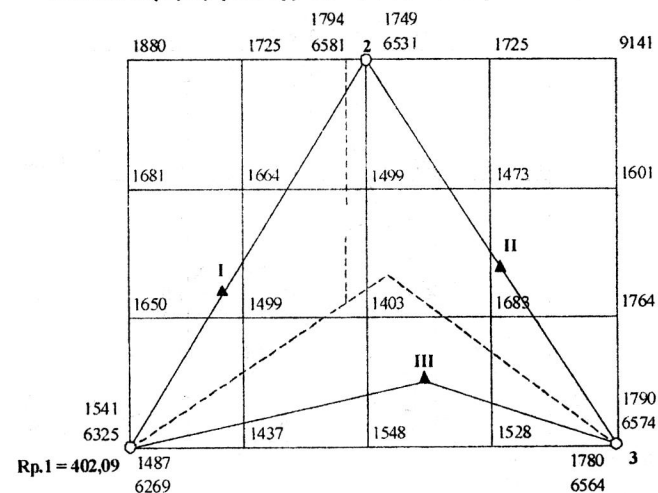
План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,5 м; Відмітка Rp.1 = 409,62 м.



Варіант №19.

**Журнал нівелювання поверхні**

План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,1 м; Відмітка Rp.1 = 402,09 м.



Варіант №20.

**Журнал нівелювання поверхні**

План складається в М 1:500; Розмір квадратів 20 × 20 м;  
Висота перерізу рельєфу 0,25 м; Відмітка Rp.1 = 419,67 м.

