

## Нивелирование строительной площадки по квадратам.

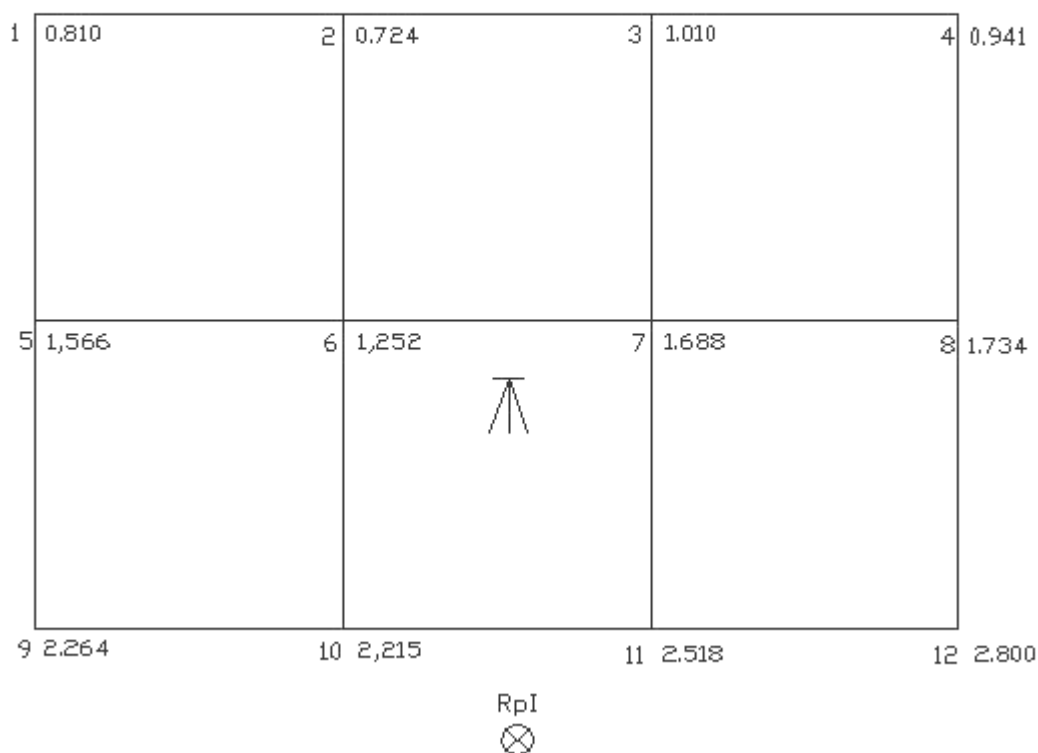
Разбиваем строительную площадку на 6 квадратов с длиной стороны каждого квадрата – 20 метров. ( $d = 20\text{м}$ )

Разбивку на квадраты производим с помощью теодолита и рулетки. Устанавливаем нивелир на строительной площадке равноудаленно (не ближе к точке на 1,5 м. см. паспорт прибора) от вершин квадратов в поле зрения должен быть репер. Устанавливаем на репере нивелирную рейку и берём по ней отсчёт (по чёрной стороне или по чёрной и красной).

Отсчет по черной стороне рейки на репере -  $Ч_{Rp1} = 1312\text{мм}$ .

Далее устанавливаем нивелирную рейку на каждой из вершин квадратов и записываем взятые по чёрной стороне рейки отсчеты на схеме нивелирования строительной площадки у соответствующей вершины квадрата.

### Схема нивелирования строительной площадки (1:500)



#### Нам известно:

$H_{Rp1} = 150,000\text{ м}$  (абсолютная отметка репера);

$d = 20\text{ м}$  (сторона квадрата. В М 1:500  $d = 4\text{ см}$ );

$Ч_{Rp1} = 1312\text{ мм}$  (отсчёт по чёрной стороне рейки, установленной на репере).

1. Вычисляем горизонт инструмента по формуле:  $ГИ = H_{Rp1} + Ч_{Rp1}$

$ГИ = 150,000 + 1,312 = 151,312\text{м}$ .

2. Вычисляем чёрные отметки углов строительной площадки по формуле:  $H_ч = ГИ - Ч$

$H_{ч1} = 151,312 - 0,810 = 150,502\text{ м};$

$H_{ч2} = 151,312 - 0,724 = 150,588\text{ м};$

$H_{ч3} = 151,312 - 1,010 = 150,302\text{ м};$

$H_{ч4} = 151,312 - 0,941 = 150,371\text{ м};$

$H_{ч5} = 151,312 - 1,566 = 149,746\text{ м};$

$H_{ч6} = 151,312 - 1,252 = 150,060\text{ м};$

$H_{ч7} = 151,312 - 1,688 = 149,624\text{ м};$

$H_{ч8} = 151,312 - 1,734 = 149,578\text{ м};$

$H_{ч9} = 151,312 - 2,264 = 149,048\text{ м};$

$H_{ч10} = 151,312 - 2,215 = 149,097\text{ м};$

$H_{ч11} = 151,312 - 2,518 = 148,794\text{ м};$

$H_{ч12} = 151,312 - 2,800 = 148,512\text{ м}.$

## Схема определения проектной отметки (1:500)

|   |         |    |         |    |         |    |         |
|---|---------|----|---------|----|---------|----|---------|
|   | H1      |    | H2      |    | H2      |    | H1      |
| 1 | 150,502 | 2  | 150,588 | 3  | 150,302 | 4  | 150,371 |
|   |         |    |         |    |         |    |         |
|   | H2      |    | H4      |    | H4      |    | H2      |
| 5 | 149,746 | 6  | 150,060 | 7  | 149,624 | 8  | 149,578 |
|   |         |    |         |    |         |    |         |
|   | H1      |    | H2      |    | H2      |    | H1      |
| 9 | 149,048 | 10 | 149,097 | 11 | 148,794 | 12 | 148,512 |

3. Вычисляем проектную (красную) отметку по формуле:  $H_{пр} = (\sum H_1 + 2 \cdot \sum H_2 + 4 \cdot \sum H_4) / 4 \cdot n$ , где  $n$  – число квадратов строительной площадки;

$\sum H_1$  – сумма чёрных отметок относящихся только к 1 квадрату;

$\sum H_2$ ,  $\sum H_4$  – сумма чёрных отметок, являющихся общими для 2-х или 4-х квадратов.

$$\sum H_1 = 150,502 + 150,371 + 148,512 + 149,048 = 598,433 \text{ м};$$

$$\sum H_2 = 150,588 + 150,302 + 149,578 + 148,794 + 149,097 + 149,746 = 898,105 \text{ м};$$

$$\sum H_4 = 150,060 + 149,624 = 299,684 \text{ м};$$

$$H_{пр} = (598,433 + 2 \cdot 898,105 + 4 \cdot 299,684) / 4 \cdot 6 = 3593,379 / 24 = 149,724 \text{ м}.$$

4. Составляем картограмму земляных работ.

Вычисляем рабочие отметки по формуле:  $H_{раб} = H_{пр} - H_{чер}$

$$H_{раб 1} = 149,724 - 150,502 = - 0,778 \text{ м};$$

$$H_{раб 2} = 149,724 - 150,588 = - 0,864 \text{ м};$$

$$H_{раб 3} = 149,724 - 150,302 = - 0,578 \text{ м};$$

$$H_{раб 4} = 149,724 - 150,371 = - 0,647 \text{ м};$$

$$H_{раб 5} = 149,724 - 149,746 = - 0,022 \text{ м};$$

$$H_{раб 6} = 149,724 - 150,060 = - 0,336 \text{ м};$$

$$H_{раб 7} = 149,724 - 149,624 = 0,100 \text{ м};$$

$$H_{раб 8} = 149,724 - 149,578 = 0,146 \text{ м};$$

$$H_{раб 9} = 149,724 - 149,048 = 0,676 \text{ м};$$

$$H_{раб 10} = 149,724 - 149,097 = 0,627 \text{ м};$$

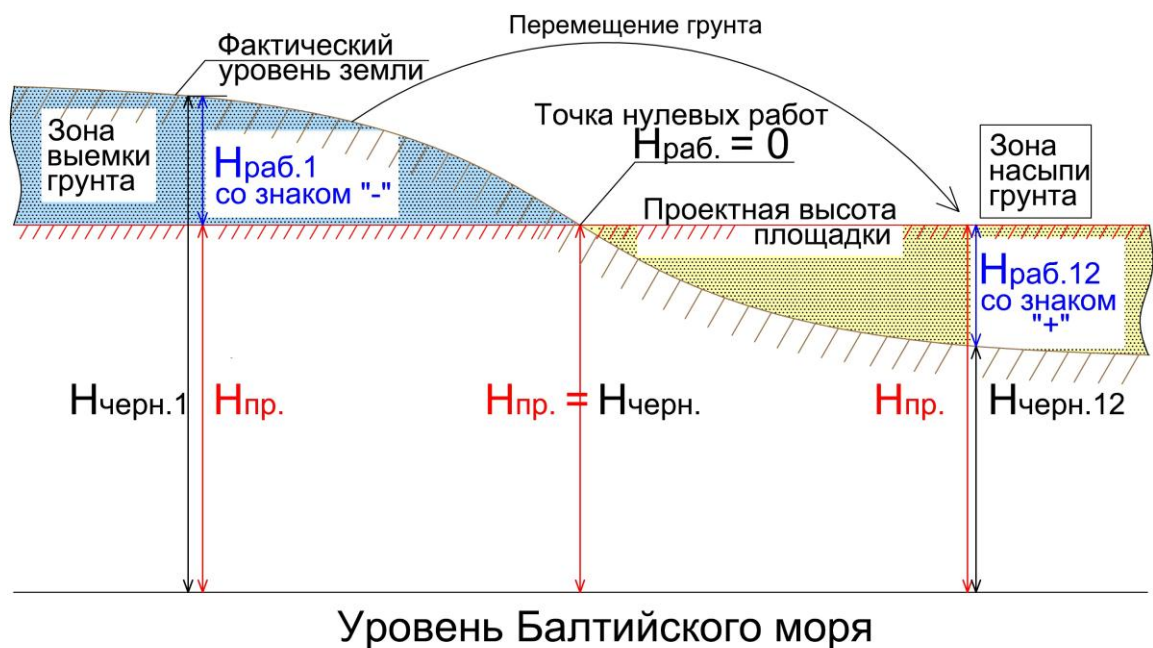
$$H_{раб 11} = 149,724 - 148,794 = 0,930 \text{ м};$$

$$H_{раб 12} = 149,724 - 148,512 = 1,212 \text{ м}.$$

## Картограмма земляных работ (1:500)



## Схема перемещения грунта и создания проектной плоскости



5. Вычисляем расстояние до **точек нулевых работ** по формуле:  $X = a \cdot d / (a + b)$ , где  
 а и b – рабочие отметки соседних вершин квадратов, где рабочая отметка со знаком «+» переходит в «-» или наоборот. Отметки берутся по модулю, т.е. со знаком «+»;  
 d – длина стороны квадрата (в М 1:500 d = 4 см – для более точного построения, но для последующих вычислений необходимо перевести это значения в м согласно масштаба).

$$X_{5-9} = 0,022 \cdot 4 / (0,022 + 0,676) = 0,126 \text{ см, в М 1:500} = 0,63 \text{ м;}$$

$$X_{6-10} = 0,336 \cdot 4 / (0,336 + 0,627) = 1,396 \text{ см, в М 1:500} = 6,98 \text{ м;}$$

$$X_{6-7} = 0,336 \cdot 4 / (0,336 + 0,1) = 3,083 \text{ см, в М 1:500} = 15,41 \text{ м;}$$

$$X_{3-7} = 0,578 \cdot 4 / (0,578 + 0,1) = 3,41 \text{ см, в М 1:500} = 17,05 \text{ м;}$$

$$X_{4-8} = 0,647 \cdot 4 / (0,647 + 0,146) = 3,264 \text{ см, в М 1:500} = 16,32 \text{ м.}$$

На картограмму земляных работ выносим точки нулевых работ по вычисленным расстояниям до них. Затем соединяем точки нулевых работ прямыми линиями и получаем **линию нулевых работ**. Штриховкой показываем зону выемки грунта, предварительно пронумеровав полученные фигуры. (Выемка – «-» (это лишний грунт - под срезку), насыпь – «+» (нехватка грунта - под засыпку)).

6. Вычисляем площади полученных фигур.

$$S_1 = d \cdot d = 20 \cdot 20 = 400 \text{ м}^2;$$

$$S_2 = 400 - S_6 = 400 - 6,77 = 393,23 \text{ м}^2;$$

$$S_3 = 0,5 \cdot (X_{3-7} + X_{4-8}) \cdot d = 0,5 \cdot (17,05 + 16,32) \cdot 20 = 333,7 \text{ м}^2;$$

$$S_4 = 0,5 \cdot (X_{5-9} + X_{6-10}) \cdot d = 0,5 \cdot (0,63 + 6,98) \cdot 20 = 76,1 \text{ м}^2;$$

$$S_5 = 0,5 \cdot X_{6-10} \cdot X_{6-7} = 0,5 \cdot 6,98 \cdot 15,41 = 53,78 \text{ м}^2;$$

$$S_6 = 0,5 \cdot (20 - X_{6-7}) \cdot (20 - X_{3-7}) = 0,5 \cdot 4,59 \cdot 2,95 = 6,77 \text{ м}^2;$$

$$S_7 = 0,5 \cdot (2,95 + 3,68) \cdot 20 = 66,3 \text{ м}^2;$$

$$S_8 = 0,5 \cdot (19,37 + 13,02) \cdot 20 = 323,9 \text{ м}^2;$$

$$S_9 = 400 - S_5 = 400 - 53,78 = 346,22 \text{ м}^2;$$

$$S_{10} = 400 \text{ м}^2.$$

7. Вычисляем средние рабочие отметки фигур по формуле:  $H_{\text{ср.раб.}} = \sum H_{\text{раб.фиг.}} / n$ , где

$\sum H_{\text{раб.фиг.}}$  – сумма рабочих отметок фигуры. Отметки берутся по модулю, т.е. со знаком «+»;

n – сумма углов фигуры.

$$H_{\text{ср.раб. 1}} = (0,778 + 0,864 + 0,022 + 0,336) / 4 = 0,5 \text{ м;}$$

$$H_{\text{ср.раб. 2}} = (0,864 + 0,578 + 0 + 0 + 0,336) / 5 = 0,336 \text{ м;}$$

$$H_{\text{ср.раб. 3}} = (0,578 + 0,647 + 0 + 0) / 4 = 0,306 \text{ м;}$$

$$H_{\text{ср.раб. 4}} = (0,022 + 0,336 + 0 + 0) / 4 = 0,0895 \text{ м;}$$

$$H_{\text{ср.раб. 5}} = (0,336 + 0 + 0) / 3 = 0,112 \text{ м;}$$

$$H_{\text{ср.раб. 6}} = (0 + 0 + 0,1) / 3 = 0,033 \text{ м;}$$

$$H_{\text{ср.раб. 7}} = (0,1 + 0,146 + 0 + 0) / 4 = 0,0615 \text{ м;}$$

$$H_{\text{ср.раб. 8}} = (0,676 + 0 + 0 + 0,627) / 4 = 0,326 \text{ м;}$$

$$H_{\text{ср.раб. 9}} = (0,627 + 0 + 0 + 0,1 + 0,93) / 5 = 0,3314 \text{ м;}$$

$$H_{\text{ср.раб. 10}} = (0,93 + 0,1 + 0,146 + 1,212) / 4 = 0,597 \text{ м.}$$

8. Вычисляем объёмы фигур по формуле:  $V = S \cdot H_{\text{ср.раб.}}$

$$V_1 = 400 \cdot 0,5 = 200 \text{ м}^3;$$

$$V_2 = 393,23 \cdot 0,336 = 132,125 \text{ м}^3;$$

$$V_3 = 333,7 \cdot 0,306 = 102,112 \text{ м}^3;$$

$$V_4 = 76,1 \cdot 0,0895 = 6,811 \text{ м}^3;$$

$$V_5 = 53,78 \cdot 0,112 = 6,023 \text{ м}^3;$$

$$V_6 = 6,77 \cdot 0,033 = 0,223 \text{ м}^3;$$

$$V_7 = 66,3 \cdot 0,0615 = 4,077 \text{ м}^3;$$

$$V_8 = 323,9 \cdot 0,326 = 105,591 \text{ м}^3;$$

$$V_9 = 346,22 \cdot 0,3314 = 114,737 \text{ м}^3;$$

$$V_{10} = 400 \cdot 0,597 = 238,8 \text{ м}^3.$$

9. Составляем таблицу для подсчёта объёмов земляных масс.

| №<br>фигуры | Средняя раб.<br>отметка, м | Площадь<br>фигуры, м <sup>2</sup> | Объём земл. работ, м <sup>3</sup> |                      |
|-------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
|             |                            |                                   | Выемка (-)                        | Насыпь (+)           |
| 1           | 0,5                        | 400                               | 200                               |                      |
| 2           | 0,336                      | 393,23                            | 132,125                           |                      |
| 3           | 0,306                      | 333,7                             | 102,112                           |                      |
| 4           | 0,0895                     | 76,1                              | 6,811                             |                      |
| 5           | 0,112                      | 53,78                             | 6,023                             |                      |
| 6           | 0,033                      | 6,77                              |                                   | 0,223                |
| 7           | 0,0615                     | 66,3                              |                                   | 4,077                |
| 8           | 0,326                      | 323,9                             |                                   | 105,591              |
| 9           | 0,3314                     | 346,22                            |                                   | 114,737              |
| 10          | 0,597                      | 400                               |                                   | 238,8                |
|             |                            |                                   | $\Sigma B = 447,071$              | $\Sigma H = 463,428$ |

10. Вычисляем баланс земляных масс (расхождение между объёмами насыпи и выемки) по формуле: (допустимо:  $\Delta V \leq 2\%$ )

$$\Delta V = \frac{\Sigma B - \Sigma H}{\Sigma B + \Sigma H} \times 100\%$$

$$\Delta V = \frac{447,071 - 463,428}{447,071 + 463,428} \times 100\% = -1,8\%$$

**Вывод:** т.к. баланс земляных масс получился со знаком минус, то предстоит завоз грунта. Срезанного грунта не хватит для засыпки зоны «насыпи» до проектной высоты (16,357 м<sup>3</sup>).