

The image features a red and white leveling staff in the foreground on the right. The staff has several black adjustment knobs and a large black eyepiece. In the background, there is a blue-tinted photograph of a construction site with a crane and a building under construction. On the left side, there are technical drawings of a building's structural elements, including columns and beams, overlaid on a white background.

***Тема 12.  
Нивелирование  
поверхности.***

**Нивелирование поверхности** производят для получения топографического плана местности в крупных масштабах, а также для выполнения вертикальной планировки площадок.

В зависимости от характера рельефа местности нивелирование поверхности может быть выполнено или путем **нивелирования вершин построенной на местности сетки квадратов**, или **проложением теодолитных и нивелирных магистральных ходов с поперечниками.**

Наиболее распространенным способом нивелирования поверхности является ***нивелирование по квадратам.***

В этом способе на участке местности, намеченном под строительство, разбивают сетку квадратов. Длины сторон квадратов обычно берут от 20 до 200 метров с таким расчетом, чтобы они на плане были равны 2 – 6 см.

Вершины квадратов закрепляют **точкой** и **сторожкой**.

На сторожке подписывают номер вершины квадрата, состоящий из обозначения двух линий, пересечение которых образует точку.

*Например: 1А, 2А,.....1Б, 2Б и т. д.*

Сетку квадратов строят на местности при помощи ***теодолита*** и ***мерной ленты***.

# Сетка квадратов

	А	Б	В	Г	Д
1	1	2	3	4	
2	14			5	
3	13	15	16	6	
4	12			7	
5	11	10	9	8	
6					

Вначале разбивают наружный полигон **1А**, **1Д**, **6Б**, **6А** для чего в одной из вершин полигона, *например 1А*, устанавливают теодолит.

Выбирают и закрепляют вехой исходное направление (*например, 1А – 1Д*) и от него под углом  $90^\circ$  строят направления **1А – 6А**, по которому устанавливают веху.

По полученным направлениям мерной лентой или рулеткой откладывают стороны квадратов заданной длины и закрепляют их колышками.

Затем теодолит переносят в точку **6А**, откладывают от линии **6А – 1А** прямой угол и устанавливают вежу по направлению **6А – 6Д** вдоль которого отмеряют длины сторон квадратов.

Для контроля разбивки производят измерение последней линии **1Д – 6Д**, длина которой должна отличаться от теоретической не более чем 1:1000 от периметра полигона.

При соблюдении указанного допуска закрепляют вершины квадратов по линии **1Д–6Д.**

Вершины квадратов, которые находятся внутри полигона (**2Б, 2В, 3Б** и т. д.), находят и закрепляют на пересечении створов, выполняя промеры с вехи на веху.

*Например, с 2А на 2Д, с 3Д на 3А и так далее.*

Для определения высот вершин квадратов производят их нивелирование, которое выполняют или ***из середины каждого квадрата*** или ***с нескольких станций с общими связующими точками.***

При нивелировании из середины каждого квадрата устанавливают нивелир примерно в центре первого квадрата и берут отсчеты по черной стороне рейки, установленной на всех его вершинах.

Потом аналогично нивелируют второй квадрат. Запись отсчетов ведут *на схематическом чертеже или в специальном журнале.*

Для контроля нивелирования во втором квадрате вычисляют разности отсчетов по рейке на точках у стороны смежной для обоих квадратов.

Это будут разности горизонтов нивелира на станциях в соседних квадратах.

Расхождения между двумя значениями разностей допускается не более  $\pm 6$  мм.

**Фрагмент журнала  
нивелирования по квадратам.**

	А	Б	В			
1	40,705	1152	1306	2226	2974	1758
		+920		-816		
	$\frac{1}{41,857}$		$\frac{-1}{-921}$	$\frac{2}{42,777}$		-816
		+922		-816		3
2	1304	0152	1074	1678	0862	
	2226	1076				
		14				

*Например, у точки 1Б разность равна:*

$$2226 - 1306 = +920\text{мм},$$

а у точки 2Б – соответственно:

$$1074 - 152 = +922\text{мм}.$$

Средняя разность составит:

$$(+920 + 922)/2 = +921\text{мм},$$

которую записывают в середине у

смежной стороны.

Затем переходят с нивелиром в центр третьего квадрата и аналогично находят *разности горизонтов нивелира* между третьим и вторым квадратами и так далее.

После нивелирования всех указанных квадратов подсчитывают сумму средних разностей по внешнему кольцу квадратов (1- 14).

Это будет невязка по замкнутому ходу.  
Она должна быть меньше величины:

$$\pm 6\text{мм} \cdot \sqrt{n}$$

где  $n$  – число средних разностей.

Если невязка не более допустимой величины, то ее распределяют с обратным знаком поровну на все разности и полученные **поправки** записывают над средними разностями.

Затем по данным привязки к близлежащему реперу определяют высоту одной из вершин квадратов.

Прибавляя к этой высоте отсчет по рейке на данной точке, получают горизонт нивелира на станции, с которой был взят отсчет по рейке.

*Например,* высота точки 1А из данных привязки равна 40,705 м. Тогда горизонт нивелира в первом квадрате будет равен  $40,705 + 1,152 = 41,857$  м. Он записан под номером станции.

Последовательно прибавляя к предыдущим горизонтам нивелира исправленные поправками средние разности (***уровненные разности***) получают горизонты нивелира на всех станциях внешнего контура квадратов.

*Например,* горизонт нивелира во втором квадрате будет:  $41,857 + 0,920 = 42,777$  м и так далее.

В конце вычислений необходимо точно получить горизонт нивелира в первом квадрате, что является контролем правильности вычислений.

Затем определяют высоты вершин квадратов как разность горизонта нивелира и отсчетов по рейке взятых с данной станции.

*Например,* высота вершины 1Б равна

$$41,857 - 1,306 = 40,551 \text{ м.}$$

Высоту этой же вершины для контроля можно получить через горизонт нивелира второго квадрата, а именно:

$$42,777 - 2,226 = 40,551 \text{ м.}$$

При этом допускается расхождение между полученными высотами до  $\pm 3$  мм.

# ***Геодезические работы при вертикальной планировке. Составление картограммы земляных работ.***

Проект вертикальной планировки является составной частью генерального плана строительства.

Его составляют с целью преобразования естественных форм рельефа и создания необходимых условий для эксплуатации существующих и проектируемых сооружений.

Основой для проектирования вертикальной планировки являются топографические планы, составленные по результатам *нивелирования поверхности по квадратам*.

Обычно вначале составляют общий проект вертикальной планировки и оформляют его в виде ***картограммы*** земляных работ, а затем разрабатывают детальный проект, выражая проектный рельеф горизонталями и отметками характерных точек.

Картограмму земляных работ составляют на основе сетки квадратов, у каждой вершины которых выписывают высоты земли, полученные по результатам **нивелирования площадки** или **интерполированием по горизонталям** на плане.

Проектные (красные) отметки вычисляют исходя из условий решения проектного рельефа на площадке.

Если требуется произвести планировку земли под горизонтальную площадку под *условие баланса земляных работ*, то есть чтобы **объемы насыпей и выемок были примерно равны** между собой, то проектную отметку горизонтальной плоскости вычисляют как ***среднее из всех средних отметок*** земли в каждом квадрате. Для этого вычисляют среднюю отметку для всех квадратов.

Вторым способом вычисления *проектной* отметки горизонтальной площадки является определение ее по формуле:

$$H_{\text{пр.}} = (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4) / 4n$$

где: **n** – число квадратов;

$\Sigma H_1$  – сумма отметок вершин входящих в один квадрат;

$\Sigma H_2$ ,  $\Sigma H_3$ ,  $\Sigma H_4$  – соответственно суммы отметок вершин общих для двух, трех и четырех квадратов.

Получив проектные отметки выписывают их на картограмму земляных работ над отметками земли.

Вычитая из проектных отметок высоты земли, получают рабочие отметки, которые записывают на картограмме слева от проектных.

Если рабочие отметки конечных точек стороны квадрата имеют противоположные знаки, то между ними определяют точки нулевых работ, расстояние до которых вычисляют по формуле:

$$x_0 = |a| \cdot d / (|a| + |b|),$$

где  $x_0$  – расстояние до точки нулевых работ;

$|a|$  и  $|b|$  - соответственно рабочие отметки на вершинах стороны квадрата, взятые по абсолютной величине;

$d$  – длина стороны квадрата.

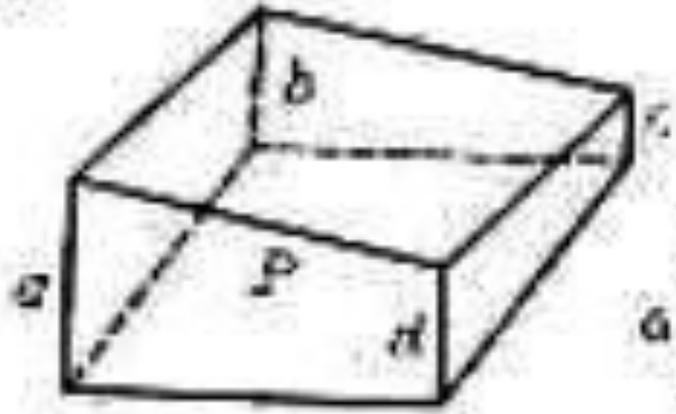
Отложив от вершины с рабочей отметкой ( $a$ ) расстояние  $x_0$  получают точку нулевых работ.

Затем аналогично определяют точки нулевых работ по другим сторонам квадрата.

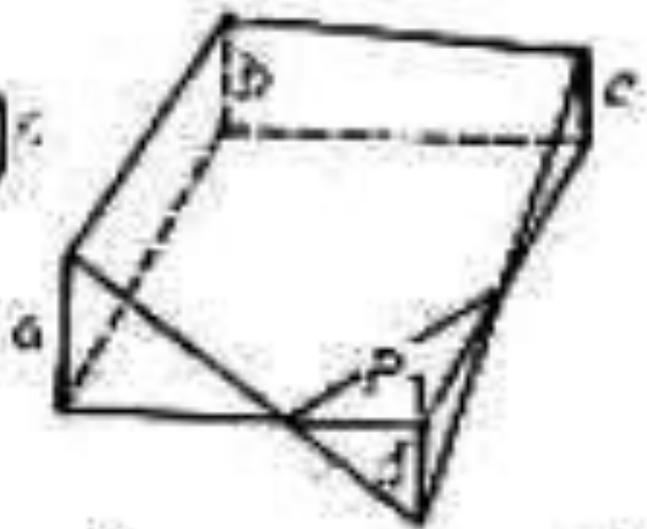
Соединяя полученные точки, проводят линию нулевых работ, которая отделяет насыпь от выемки.

Далее вычисляют и записывают на картограмме в каждом квадрате объемы насыпей и выемок.

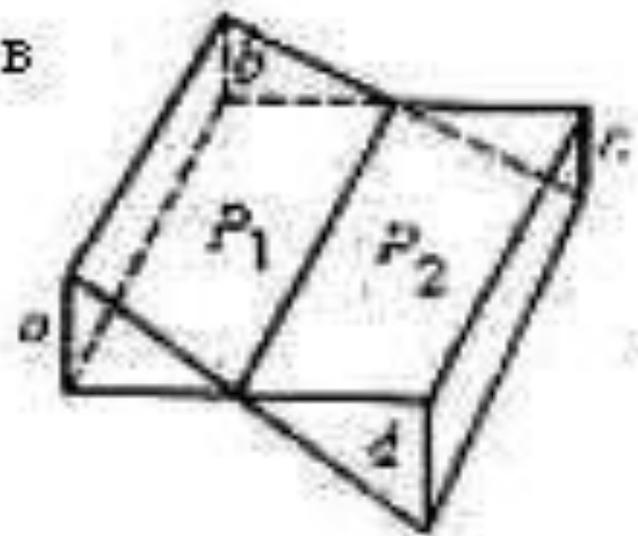
а



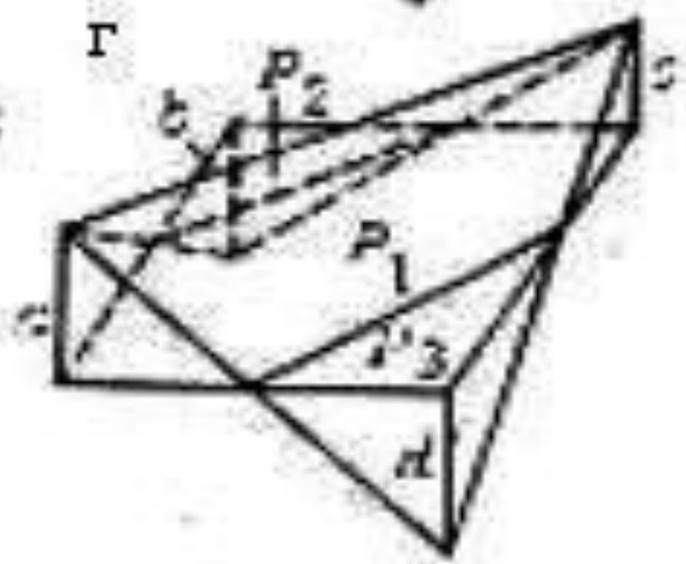
б



в



г



При этом используют следующие формулы:

а) если рабочие отметки ( $a, b, c, d$ ) всех четырех вершин квадрата имеют одинаковые знаки, то объем грунта:

$$V = 1/4 P(a + b + c + d)$$

где  $P$  – площадь квадрата

б) если рабочие отметки ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) трех вершин квадрата имеют одинаковые знаки, а отметка  $d$  – четвертой вершины противоположный знак, то объемы выемки и насыпи вычисляются по формулам:

$$V_{\text{В}} = 1/3 P_1 \cdot d$$

$$V_{\text{Н}} = 1/4 P (a + b + c - d) - 1/3 P_1 d$$

где  $P$  – площадь квадрата;

$P_1$  – площадь треугольника у вершины с рабочей отметкой  $d$ .

в) если рабочие отметки двух соседних вершин квадрата имеют одинаковые знаки, а две другие рабочие отметки – противоположные знаки то объем насыпи и выемки находят по формулам:

$$V_{\text{Н}} = 1/4 P_1 (a + b)$$

$$V_{\text{В}} = 1/4 P_2 (c + d)$$

где  $P_1$  и  $P_2$  – площади трапеций.

г) если рабочие отметки ( $a$  и  $c$ ) двух вершин по диагонали квадрата имеют одинаковые знаки, а две другие ( $b$  и  $d$ ) – противоположные, то объем насыпи и выемки вычисляются по формулам:

$$V_{\text{Н}} = 1/4 P_1 (a + c)$$

$$V_{\text{В}} = 1/3 (P_2 b + P_3 d)$$

где  $P_1$  – площадь шестиугольника  $P_1 = P - (P_2 + P_3)$

$P_2$  и  $P_3$  – площади треугольников.

Во всех формулах при вычислении объемов земляных работ надо учитывать знаки рабочих отметок, тогда **объем насыпи** будет иметь **знак «плюс»**, а **объем выемки** – **знак «минус»**.

Вычисленные по отдельным квадратам объемы *насыпей* и *выемок* суммируют, определяя этим общий баланс земляных работ.