

ХОД ТЕХНИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

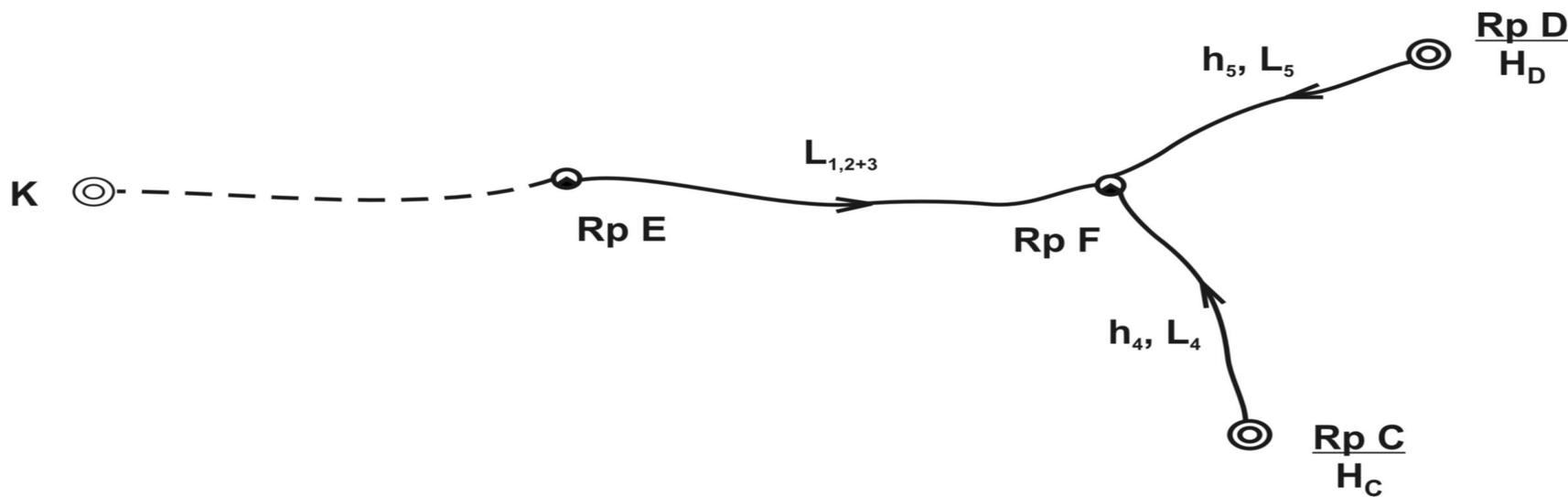
Нивелирный ход – совокупность закрепленных на местности точек, между которыми определяют превышение.

Прокладывается с целью определения высот точек, удаленных друг от друга на значительное расстояние.

При необходимости могут быть найдены высоты любых внутренних точек хода.

Для вычисления высот точек нивелирного хода необходимо, чтобы он начинался (опирался) с точки с известной высотой.

В качестве таких точек выступают точки Государственной геодезической сети - ГГС.



Ходы технического нивелирования могут быть:

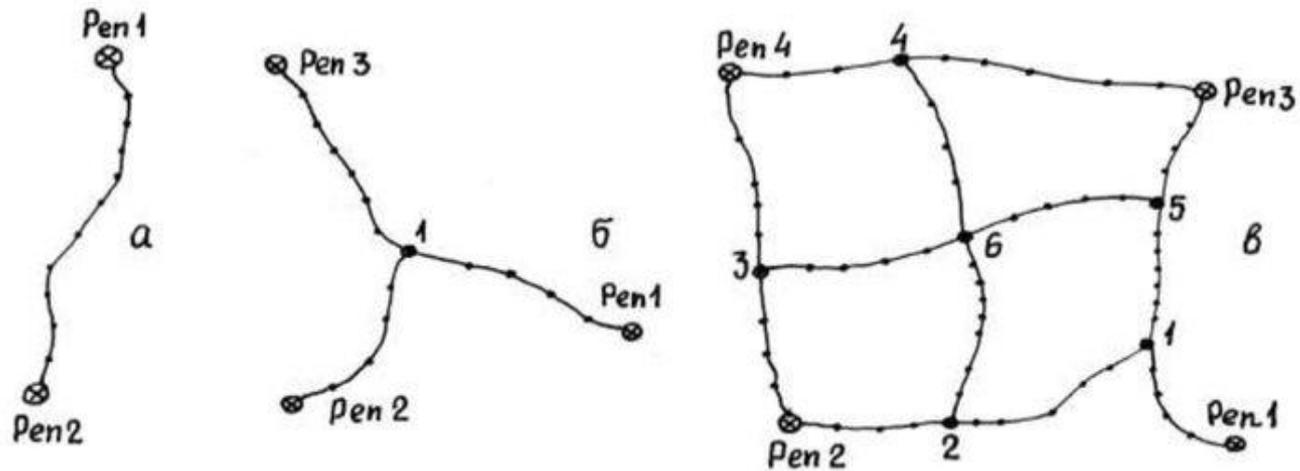
замкнутыми

- В замкнутых ходах в конце измерений возвращаются к исходной точке (реперу)

разомкнутыми

- Разомкнутый ход опирается на две точки с известными отметками

Виды ходов геометрического нивелирования

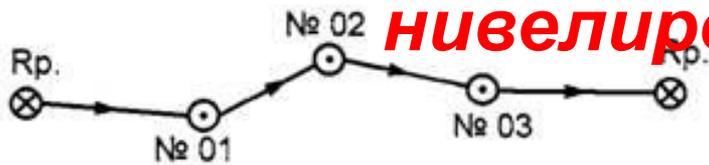


Виды ходов технического нивелирования

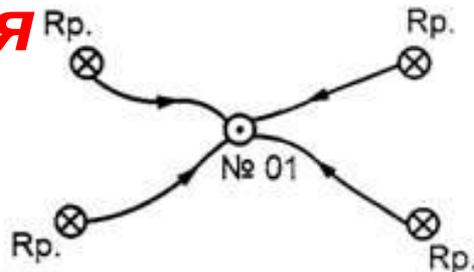
Разомкнутый нивелирный ход - это ход, опирающийся своими концами на пункты высотной ГГС

Замкнутый нивелирный ход - это такой, в котором начало и конец хода совпадают, в таком ходе достаточно опираться лишь на один пункт ГГС

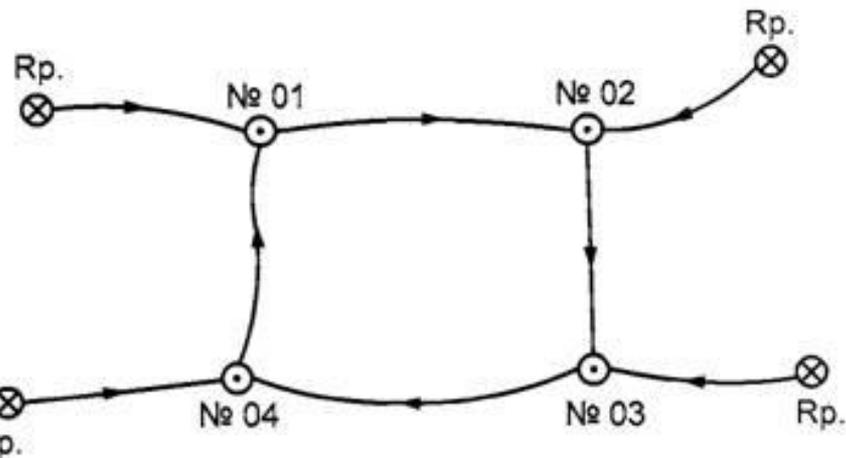
Виды ходов технического нивелирования



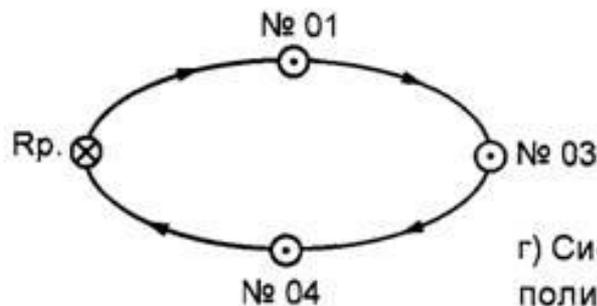
а) Разомкнутый нивелирный ход



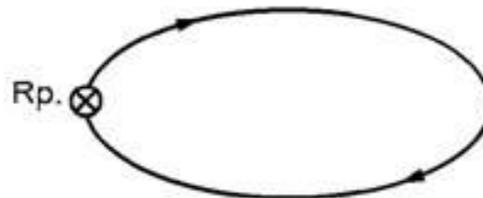
б) Нивелирная сеть с одной узловой точкой



в) Система нивелирных ходов



г) Система замкнутого полигона



д) Замкнутый нивелирный ход

- ⊗ — исходный репер хода
- ⊙ — узловая точка хода

Технология прокладки ходов технического нивелирования

На участке топографической съемки в дополнение к плановым пунктам закладывают высотные геодезические знаки – грунтовые и стенные реперы и создается **высотное съемочное обоснование**.

Высотные отметки передают на плановые и высотные пункты съемочного обоснования от исходных грунтовых и стенных реперов высотной геодезической сети I–IV классов.

Для этого от исходных реперов через пункты съемочной сети прокладывают ходы нивелирования IV класса или технического (привязка) .

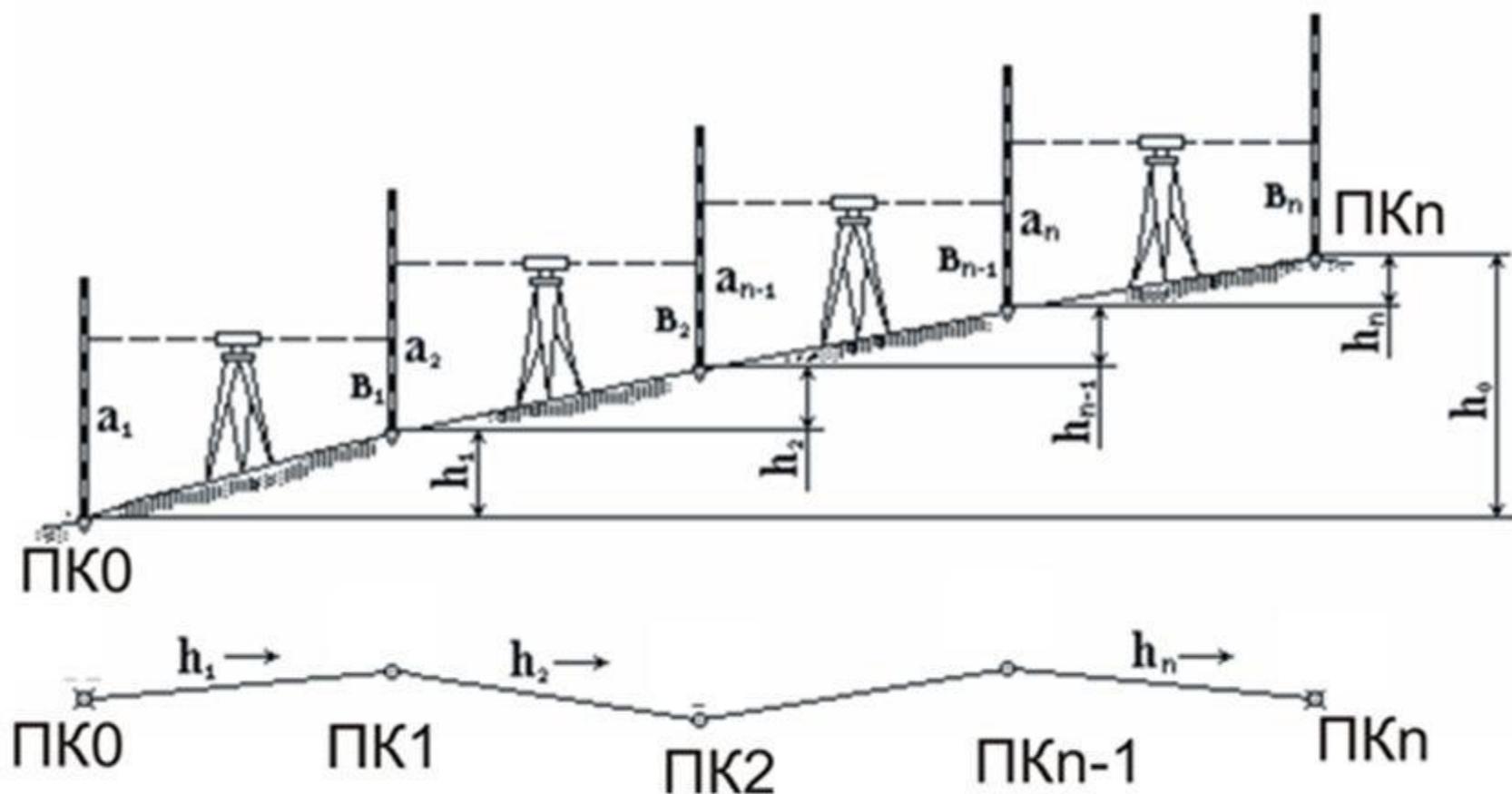
Привязка нивелирных ходов к реперам и маркам

Привязка к реперу означает измерение превышения между репером с известной высотной отметкой и точкой, отметку которой необходимо определить по результатам привязки.

Нивелирные ходы привязывают к

- стенным реперам
- грунтовыми реперам

Прокладка нивелирного хода



Прежде чем вычислять высоты точек хода, после окончания полевых работ производят *математическую обработку результатов измерений* с целью:

- *выявления грубых погрешностей***
- *устранения накопившейся суммарной случайной погрешности.***

Для разомкнутого нивелирного хода имеет место теоретическое равенство

$$\sum h_{\text{ср}} - (H_{\text{кон}} - H_{\text{нач}}) = 0$$

где $h_{\text{ср}}$ - вычисленные на станциях средние превышения, $H_{\text{нач}}$ и $H_{\text{кон}}$ - высоты начального и конечного пунктов ГГС, на которые опирается ход.

Вследствие неизбежных в процессе измерений погрешностей теоретическое равенство не выполняется

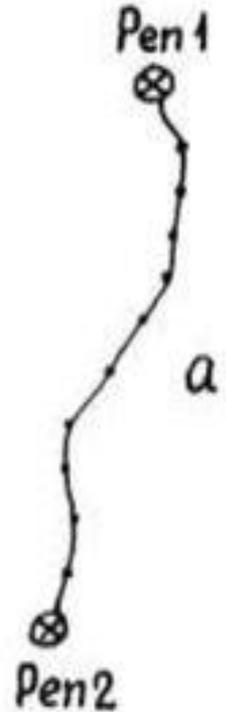
$$\sum h_{\text{ср}} - (H_{\text{кон}} - H_{\text{нач}}) = f_h \neq 0$$

Величина f_h называется невязкой, которая должна удовлетворять допуску $f_{\text{доп}}$

$$f_h \leq f_{\text{доп}}$$

Для технического нивелирования $f_{\text{доп}}$ устанавливается согласно формуле. Для хода длиной $L_{\text{км}}$

$$f_{h_{\text{пред}}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{l(\text{км})}$$



Если допуск не выполняется, то вероятнее всего в процессе измерений допущена грубая погрешность, которую необходимо обнаружить в процессе повторных измерений.

Если допуск выполняется, то невязку f_h распределяют с противоположным знаком поровну на все h_{cp} и вычисляют исправленные превышения. После этого находят высоты точек хода

$$\begin{aligned} H_1 &= H_{нач} + h_{1\text{ исправ}} ; \\ H_2 &= H_1 + h_{2\text{ исправ}} ; \\ &\dots\dots\dots \\ H_{n-1} &= H_{n-2} + h_{n-1\text{ исправ}} ; \\ \hat{H}_{кон} &= H_{n-1} + h_{n\text{ исправ}} ; \end{aligned}$$

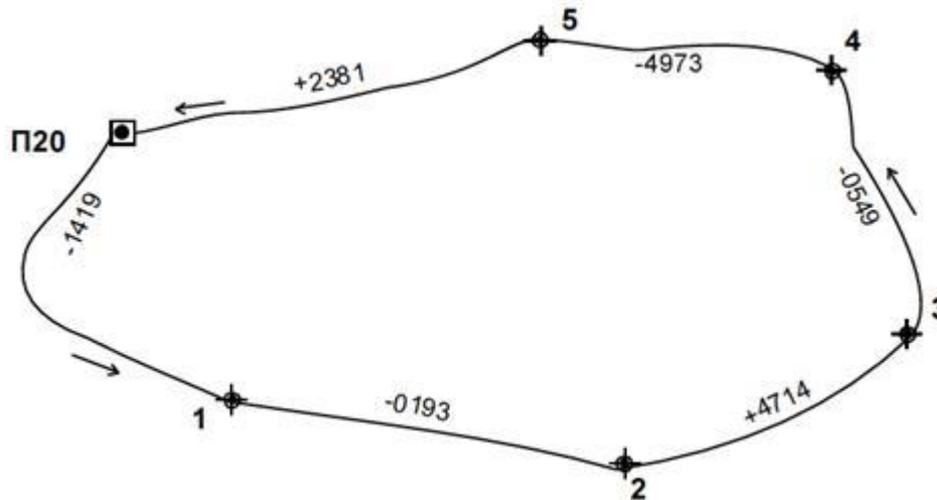
Последнее равенство является контролем вычислений, поскольку найденное $\hat{H}_{кон}$ и данное $H_{кон}$ должны оказаться равными.

При замкнутом ходе технического нивелирования

$H_{нач}$ и $H_{кон}$ совпадают, поэтому невязка f_h будет равна

$$f_h = \Sigma h_{cp}$$

Все дальнейшие вычисления выполняются аналогично



Варианты невязки

1) *Нивелирный ход проложен между двумя реперами:*

$$f_h = \sum h_{cp} - (H_{кон} - H_{нач}),$$

где $(H_{кон} - H_{нач}) = h_0$ - известное превышение между конечной и начальной точками хода.

2) *Замкнутый нивелирный ход. Ход начинается и заканчивается в одной точке;*

$h_0 = 0$. Тогда

$$f_h = \sum h_{cp}.$$

3) *Висячий нивелирный ход, опирающийся на одну твердую точку.*

а) Если нивелирование выполнялось двумя нивелирами, то сумма превышений для первого нивелира $\sum h_I$ должна равняться сумме превышений для второго $\sum h_{II}$

$$f_h = \sum h_I - \sum h_{II}$$

б) При нивелировании в прямом и обратном направлениях сумма превышений прямого хода $\sum h_{пр}$ должна равняться сумме превышений обратного $\sum h_{обр}$ по абсолютной величине, но с обратным знаком

$$f_h = \sum h_{пр} + \sum h_{обр}.$$

УРАВНИВАНИЕ

Уравниванием геодезических сетей

называют

математическую обработку результатов измерений с целью устранения невязок и повышение точности всех измеренных величин и оценки их точности.

поправки в превышения нивелирного хода вводятся путём распределения невязки, взятой с обратным знаком.

