

# МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗМЕРЕНИЙ В НИВЕЛИРНОМ ХОДЕ

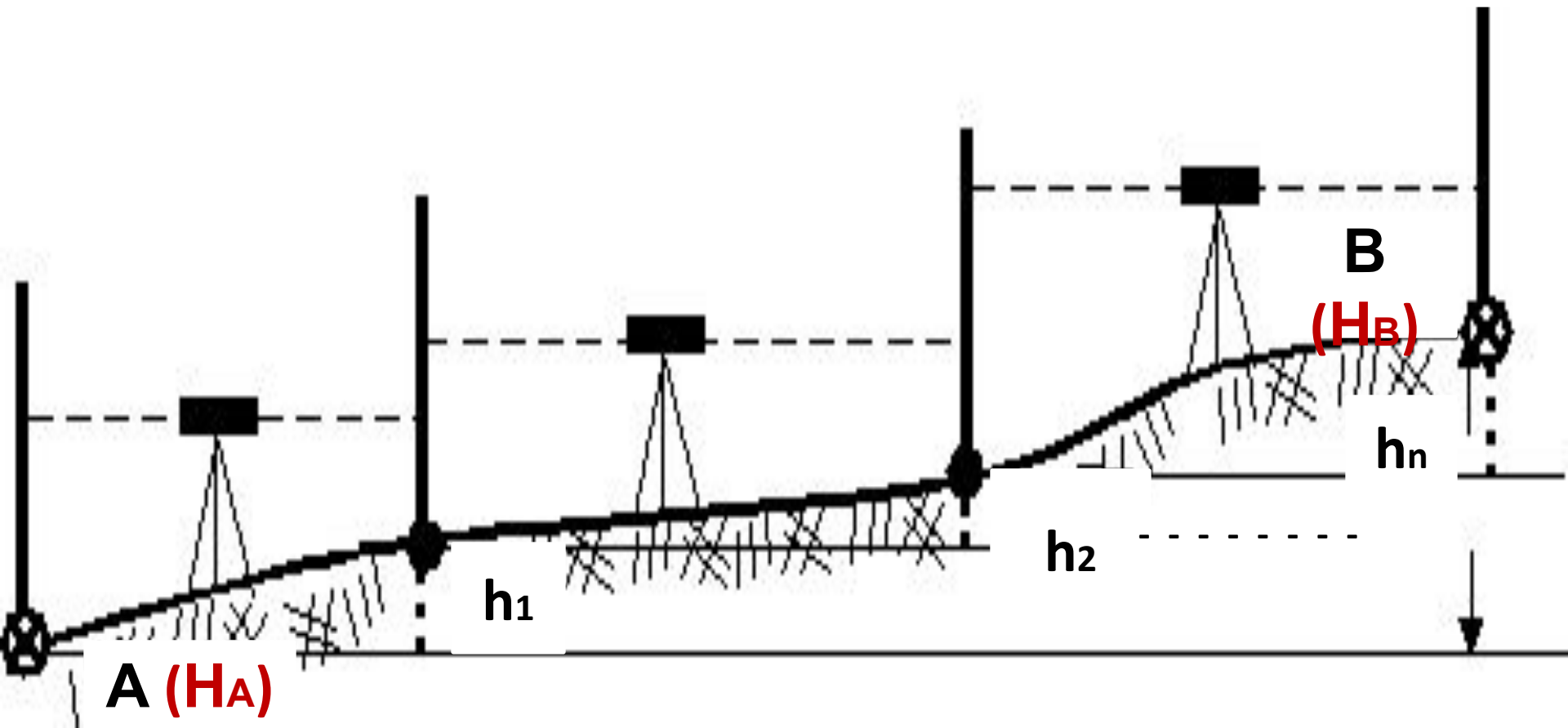
**(Уравнивание хода)**

В нивелирном ходе результатами измерений являются превышения

$$h_1, h_2, \dots, h_n.$$

Исходные данные – это отметки исходных пунктов хода, начального и конечного:

$$H_A, H_B.$$



Если бы измеренные превышения точно соответствовали своим истинным (теоретическим) значениям, то выполнялось бы следующее геометрическое условие:

$$\sum h_{\text{теор.}} = H_{\text{кон.}} - H_{\text{нач.}}$$

$$\text{Или } \sum h_{\text{теор.}} - (H_{\text{кон.}} - H_{\text{нач.}}) = 0.$$

Однако, в измерениях всегда присутствуют ошибки. **Причины:** несовершенство приборов, неточная их установка, влияние погодных условий, личные ошибки наблюдателя. Поэтому при замене истинных (теоретических) величин измеренными строгость геометрического условия нарушается, и в правой части появляется величина, называемая **невязкой**:

$$\sum h_{\text{изм.}} - (H_{\text{кон.}} - H_{\text{нач.}}) = fh.$$

$$\text{Или } fh = \sum h_{\text{изм.}} - \sum h_{\text{теор.}}$$

**Невязка** – это разность между измеренным и теоретическим значением величины (суммой величин)

**НЕВЯЗКА = ПРАКТИКА - ТЕОРИЯ**

**Уравнивание** – это математическая обработка измерений с целью ликвидации невязки

В измерения вводят **поправки V** так, чтобы сумма поправок равнялась невязке с обратным знаком:

$$\Sigma V = - f_h$$

Поправки распределяют обратно пропорционально длинам секций или числу станций в секции:

$$V_i = ( - f_h / \Sigma L ) * L_i$$

или  $V_i = ( -f_h / \Sigma n ) * n_i$

Измерение + поправка = уравненная величина:

$$h_{\text{изм.}} + V = h_{\text{ур.}}$$

Тогда  $\sum h_{\text{ур.}} = \sum h_{\text{теор.}}$

или  $\sum h_{\text{ур.}} = H_{\text{В}} - H_{\text{А}}$

Чтобы вычислить отметки определяемых пунктов хода, нужно к предыдущей отметке прибавить уравненное превышение между соответствующими точками:

$$H_{\text{послед.}} = H_{\text{пред.}} + h_{\text{ур.}}$$

Контроль:  $H_n + h_{\text{ур.}} = H_{\text{кон.}}$

## Работа № 3

### УРАВНИВАНИЕ НИВЕЛИРНОГО ХОДА

**Цель работы:** выполнить математическую обработку измерений в нивелирном ходе.

#### Содержание работы:

1. Найти сумму измеренных превышений:  $\sum h_{\text{изм.}} = h_1 + h_2 + \dots + h_n$ .
2. Найти теоретическую сумму превышений:  $\sum h_{\text{теор.}} = H_{\text{кон.}} - H_{\text{нач.}}$ .
3. Вычислить невязку нивелирного хода:  $f_h = \sum h_{\text{изм.}} - \sum h_{\text{теор.}}$ . Выразить невязку в мм.
4. Вычислить допустимую невязку:  $f_{h \text{ доп.}} = 50 \text{ мм} \times \sqrt{L, \text{ км}}$  (до 0,1 мм).
5. Вычислить длину хода:  $\sum L = L_1 + L_2 + \dots + L_n$ .
6. Вычислить поправки в превышения:  $V_i = (-f_h / \sum L) \times L_i$  (до целых).
7. Выполнить контроль правильности вычисления поправок:  $\sum V = -f_h$ . При расхождении в 1 – 2 единицы исправить  $V$  так, чтобы равенство выполнялось точно.
8. Вычислить уравненные превышения:  $h_{\text{ур.}} = h_{\text{изм.}} + V$ .
9. Выполнить контроль правильности вычисления уравненных превышений:  $\sum h_{\text{ур.}} = \sum h_{\text{теор.}}$ , т. е.  $\sum h_{\text{ур.}} = H_{\text{кон.}} - H_{\text{нач.}}$ .
0. Вычислить отметки определяемых пунктов:  $H_{i+1} = H_i + h_{\text{ур. } i}$ .
1. Выполнить контроль правильности вычисления отметок:  $H_n + h_{\text{ур. } n} = H_{\text{кон.}}$ .

№ пункта	№ секции	Длины секций L (км)	Измеренные превышения h изм. (м)	Поправки V (мм)	Уравненные превышения	Отметки Н (м)
1 (нач.)						500,000
2	1	0,8	+ 2,128			
3	2	1,2	+ 1,015			
4	3	1,4	- 3,437			
5	4	0,9	-2,899			
6	5	1,5	-1,554			
7	6	0,6	-1,671			
8	7	1,3	+ 2,870			
9	8	1,7	+ 3,208			
10 (кон.)	9	0,7	-1,732			498,064
Σ						

$$\sum h_{\text{теор.}} = H_{\text{кон.}} - H_{\text{нач.}} = M$$

$$f_h = \sum h_{\text{изм.}} - \sum h_{\text{теор.}} = M = \text{мм}$$

$$f_{h \text{ доп.}} = 50 \text{ мм} * \sqrt{L, \text{ км}}$$

$$L, \text{ км} = \sum L - \text{длина хода}$$



## Контрольные вопросы

1. Что измеряют в нивелирном ходе?
2. Что является исходными данными в нивелирном ходе?
3. Что такое невязка?
4. Как вычислить невязку нивелирного хода?
5. Что называется уравниванием?
6. Как вычислить поправки в превышения с контролем?
7. Как вычислить уравненные превышения с контролем?
8. Как вычислить отметки пунктов хода с контролем?