

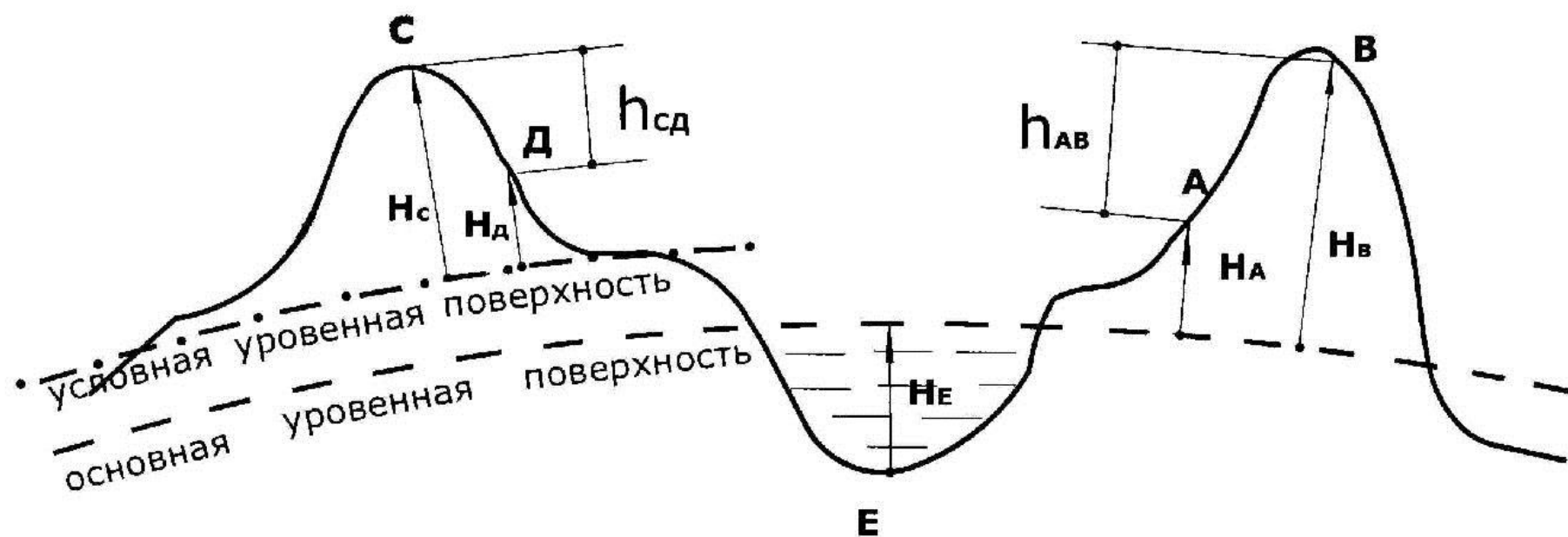
Лекции Геодезическое обеспечение строительства



Измерение превышений. Геометрическое нивелирование ЛК 8

ПЛАН

- **1/ Виды нивелирования**
- **2/ Устройство оптических нивелиров**
- **3/ Геометрическое нивелирование. Способы геометрического нивелирования**
- **4/ Линейки современных нивелиров**
- **5/ Поверки оптических нивелиров**
- **6/ Техническое нивелирование**
- **7/ Тригонометрическое нивелирование**



$$H_B = H_A + h_{A-B}$$

- **Нивелирование – совокупность геодезических измерений, выполняемых для определения превышений между точками физической поверхности земли**

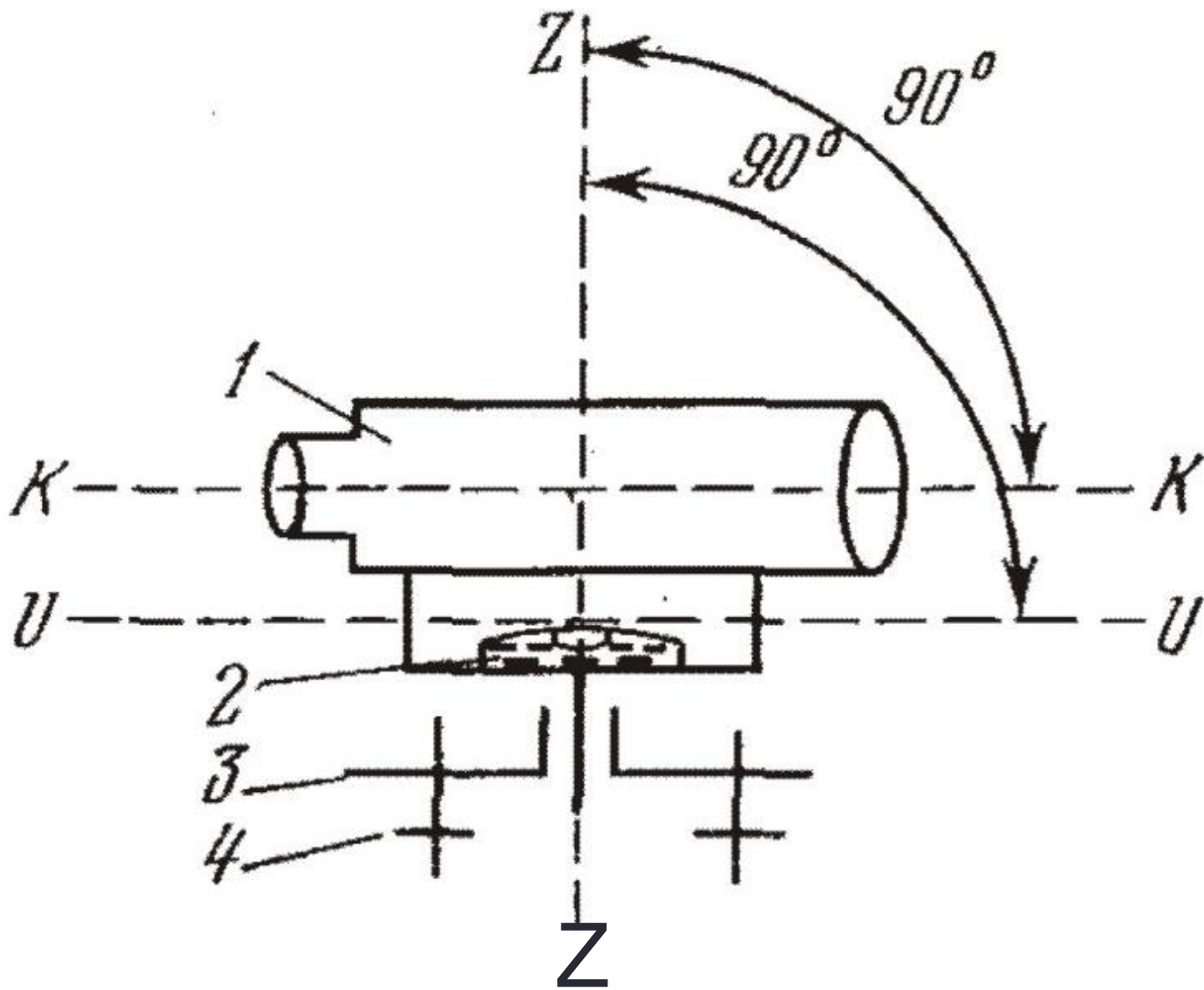
Виды нивелирования

Прибор	Вид нивелирования	Средняя квадратическая погрешность, мм на l хода
Теодолит, тахеометр	тригонометрическое	до ± 40 мм на 100м
Барометр-анероид	барометрическое	до $\pm 2,0$ м на 1 км
Гидростатическая система	гидростатическое	до ± 2 мм на 50м
Нивелир	геометрическое	до ± 50 мм на 1 км

- **2. Устройство
оптических
нивелиров**

Topcon ATG7N

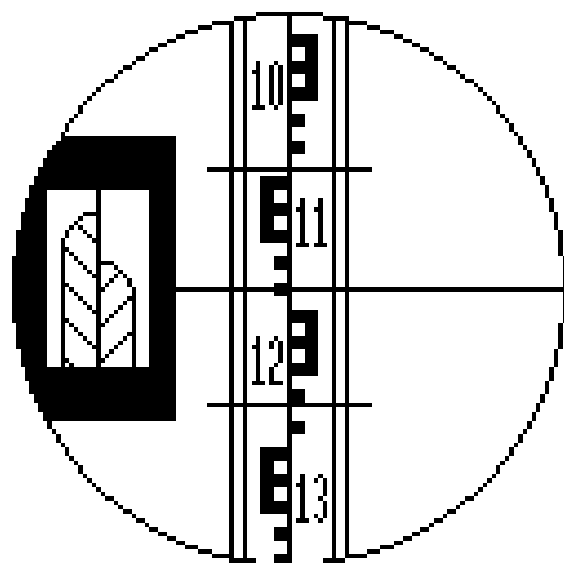
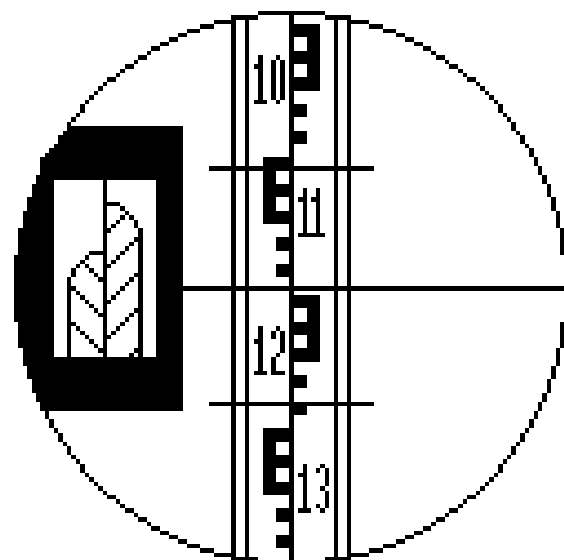
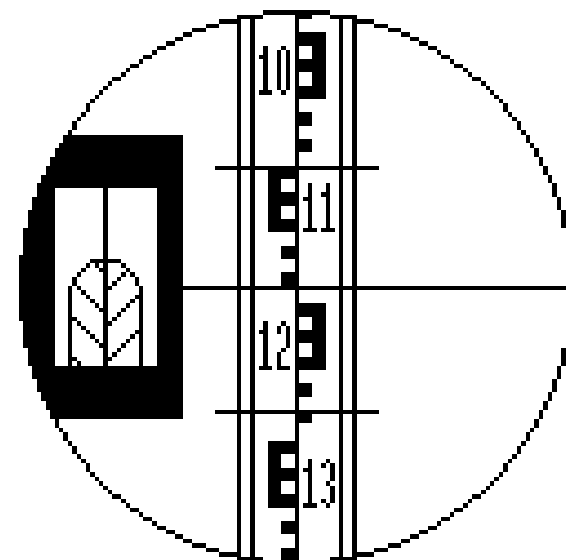




Поверка 3.

- *Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы (главное условие).*

(Визирный луч нивелира должен быть горизонтален)

**a****б****в**

- **3. Геометрическое
нивелирование**

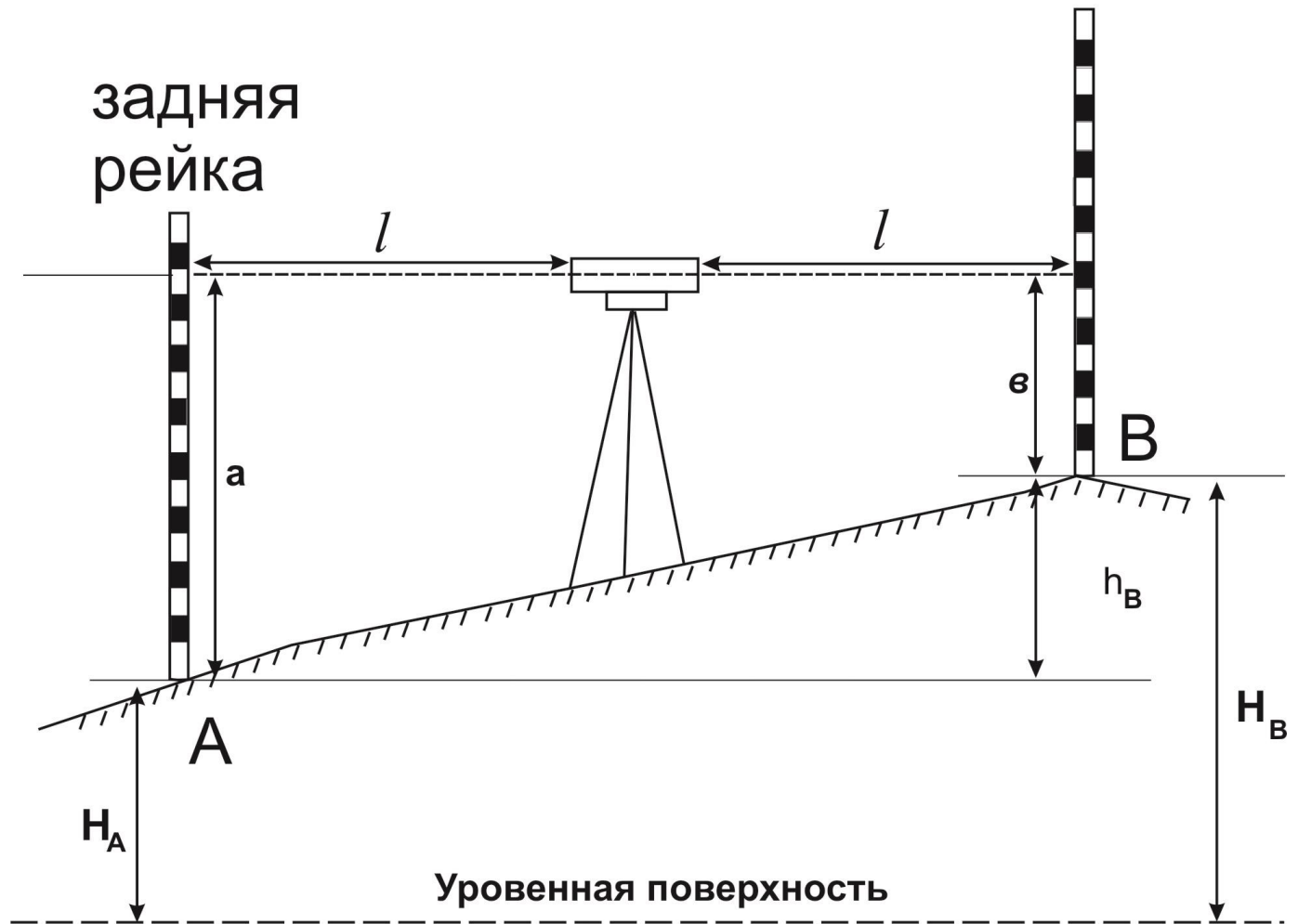
Геометрическое нивелирование

- определение превышений с помощью горизонтального визирного луча, создаваемого нивелиром.



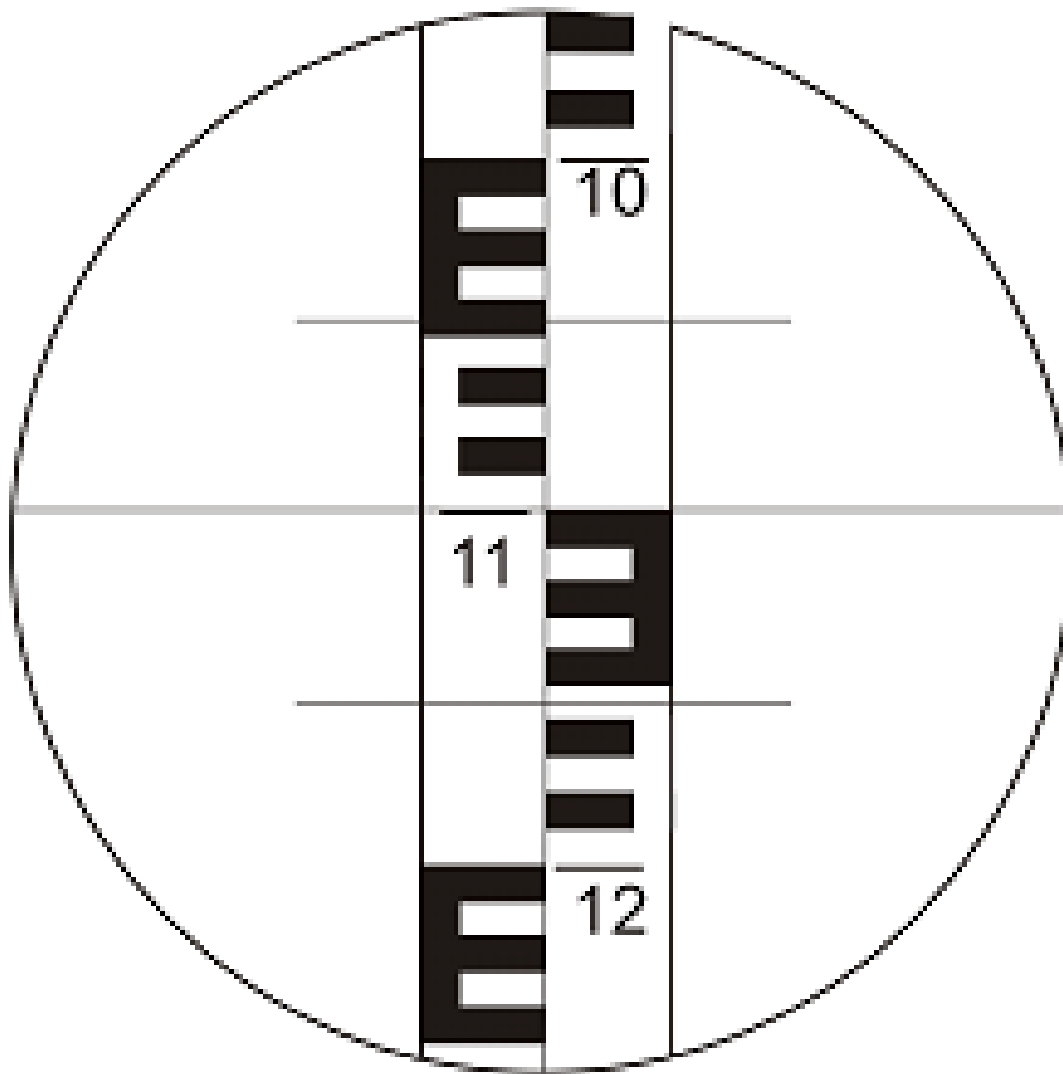
Геометрическое нивелирование «из середины»

Геометрическое нивелирование «из середины»



- Геометрическое нивелирование «из середины»

- Вид в окуляр на рейку



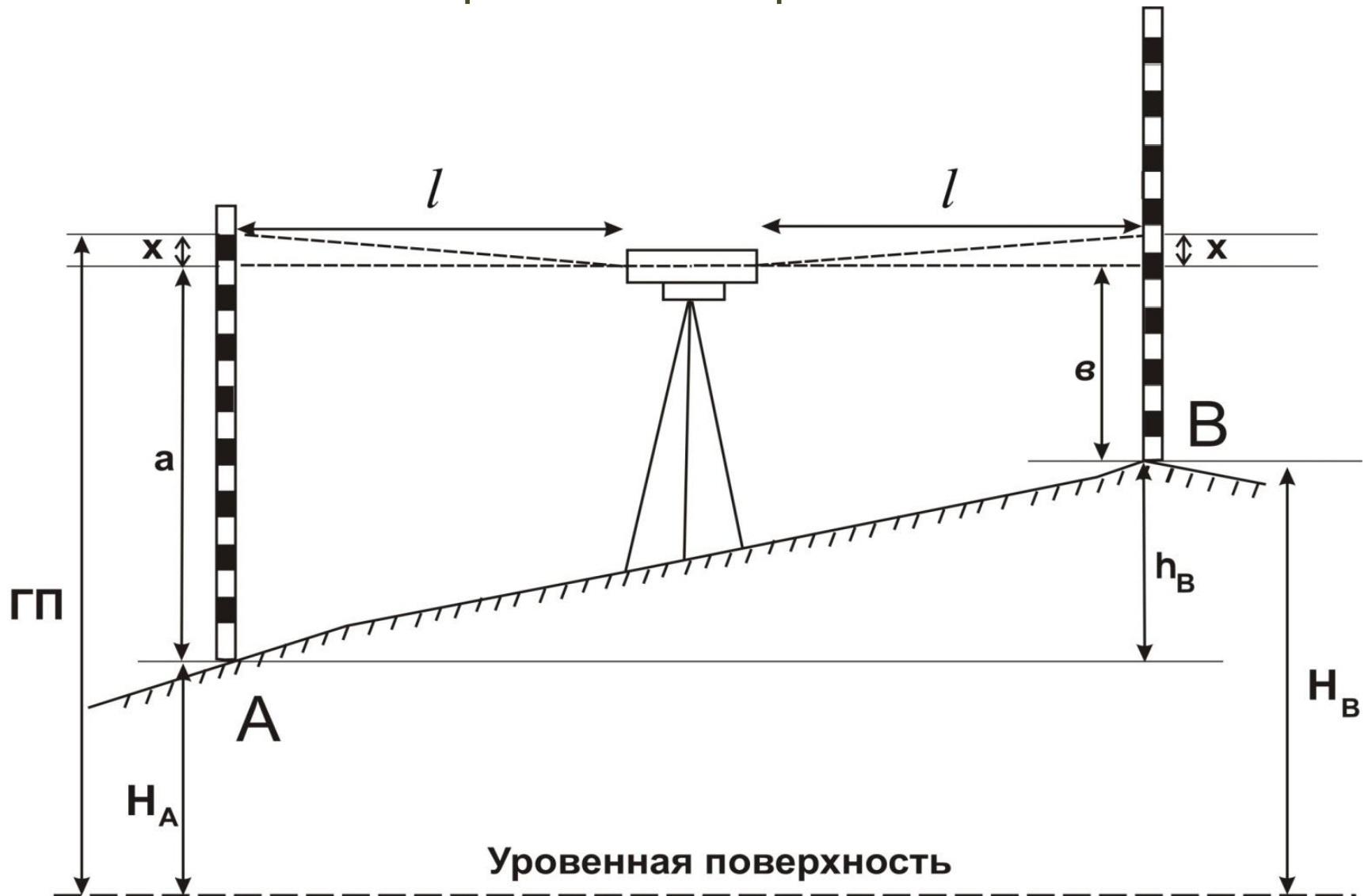
- **Превышение между двумя точками равно разности отсчетов на заднюю и переднюю рейки**

$$h_B = a - b$$

$$H_B = H_A + h_B$$

Геометрическое нивелирование «из середины»

Ось визирования негоризонтальна

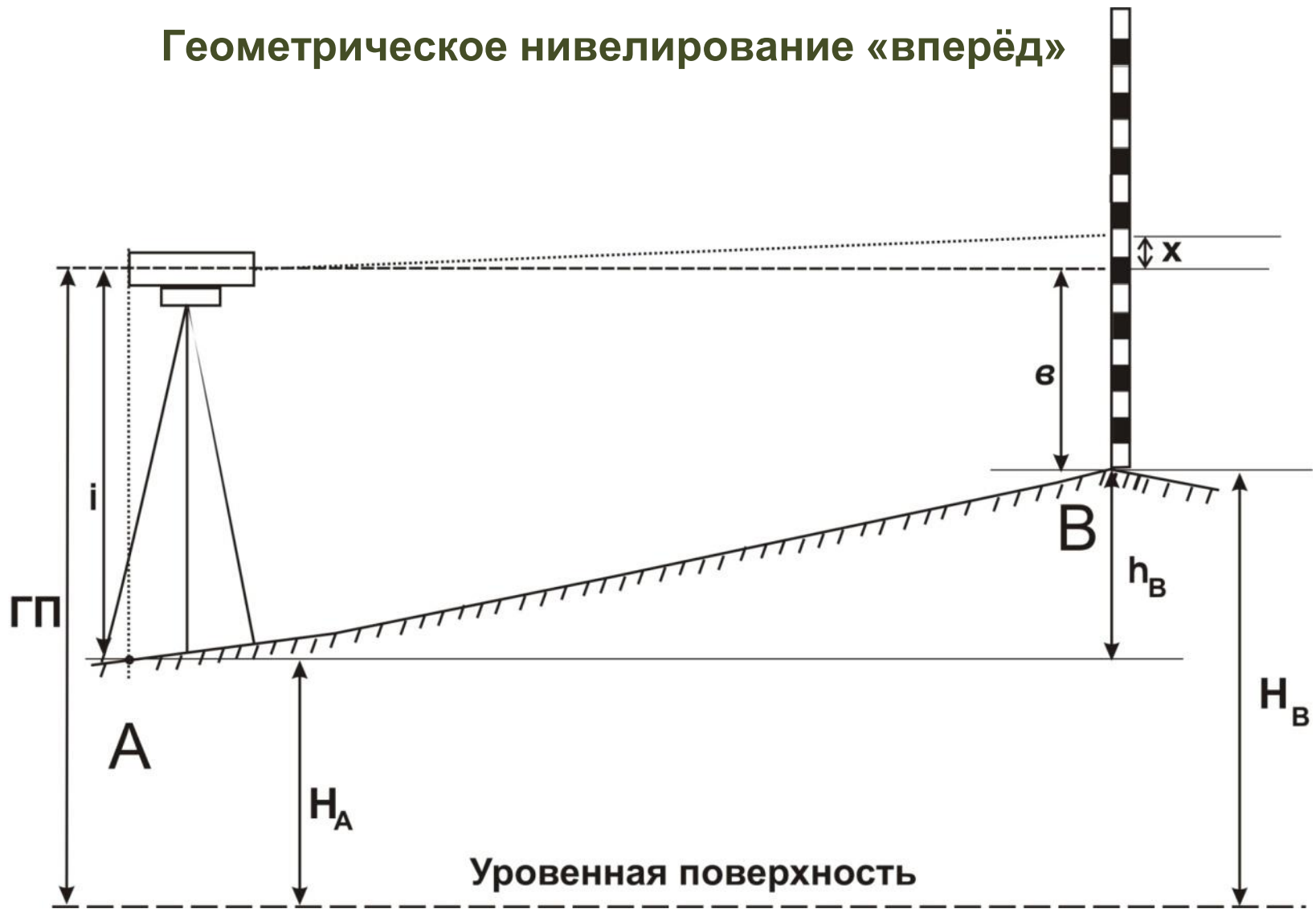


Компенсирование погрешности

- $h_B = (a+x) - (b+x).$
- $h_B = a+x-b-x = a - b.$

Способ нивелирования «вперёд»

Геометрическое нивелирование «вперёд»



- Превышение между двумя точками равно высоте прибора i минус отсчёт по передней рейке

$$h_B = i - v$$

Геометрическое нивелирование «вперёд»

$$H_B = H_A + h_B = H_A + i - v$$

$$\Gamma\Pi = H_A + i$$

$$H_B = \Gamma\Pi - v$$

Геометрическое нивелирование «вперёд»

При отклонении луча визирования от горизонтали

- **Возникающая погрешность x не компенсируется**

$$h_B = i - (B + x)$$

2. Линейки современных нивелиров

Нивелиры

- лазерные нивелиры
- оптические нивелиры
- цифровые нивелиры

Лазерные нивелиры



Лазерные нивелиры





Рис. 2.1. Трубный лазерный нивелир TP-L4 (Торсон)

Geo-Fennet AM



Pentax AP SETLAT



Nikon



Sokkia C



Основные технические характеристики Торсон АТ-G7N

<i>Наименование</i>	<i>Значение</i>
Увеличение зрительной трубы, крат	22
Наименьшее расстояние визирования, м	0,5
Угловое поле зрения зрительной трубы	1°30′
Предел разрешения зрительной трубы, ″	4,0
Цена деления установочного уровня, ′/2мм	10
Диапазон работы компенсатора, ′	±15
Допускаемое СКО установки линии визирования, ″	0,5
Коэффициент нитяного дальномера	100
Диаметр горизонтального круга, мм	117
Цена деления горизонтального лимба, °	1
Допускаемая СКО измерения горизонтального угла, °	0,1
Допускаемое СКО измерения превышения на двойного хода, мм	
▪ при длине визирного луча	2,5
▪ при длине визирного луча 100м	5,0
Условия эксплуатации, °С	От -40 до +50
Габаритные размеры без футляра, мм	200 x 145 x 135
Масса нивелира в футляре, кг	2,9

Topcon DL-101C & DL-102C



Topcon DL-103 & DL-103AF



Trimble DiNi12



Sokkia SDL



Точность современных нивелиров

<i>Нивелир</i>	<i>СКО измерения превышения на двойного хода</i>
Япония, Topcon AT-G	2,5- 5.00 мм
Япония, Topcon DL	до 0,4 мм
Китай, Geo-Fennet BOIF AL	2,0- 2,5 мм
Китай, AM	1,0- 2,5 мм
США, GST SAL	1,0- 2,5 мм
США, Nikon A	1,0- 2,5 мм
США, Trimble DiNi ³	0,3-0,7 мм
Япония, Sokkia B	0,5-1,0 мм
Япония, Sokkia C	2 мм
Япония, Sokkia SDL ³	1мм
США, Pentax AP SETL AT	1,5- 2,5 мм
Россия, ПО УОМЗ	2,0- 5,0 мм

5. Поверки оптических нивелиров

Поверка 1.

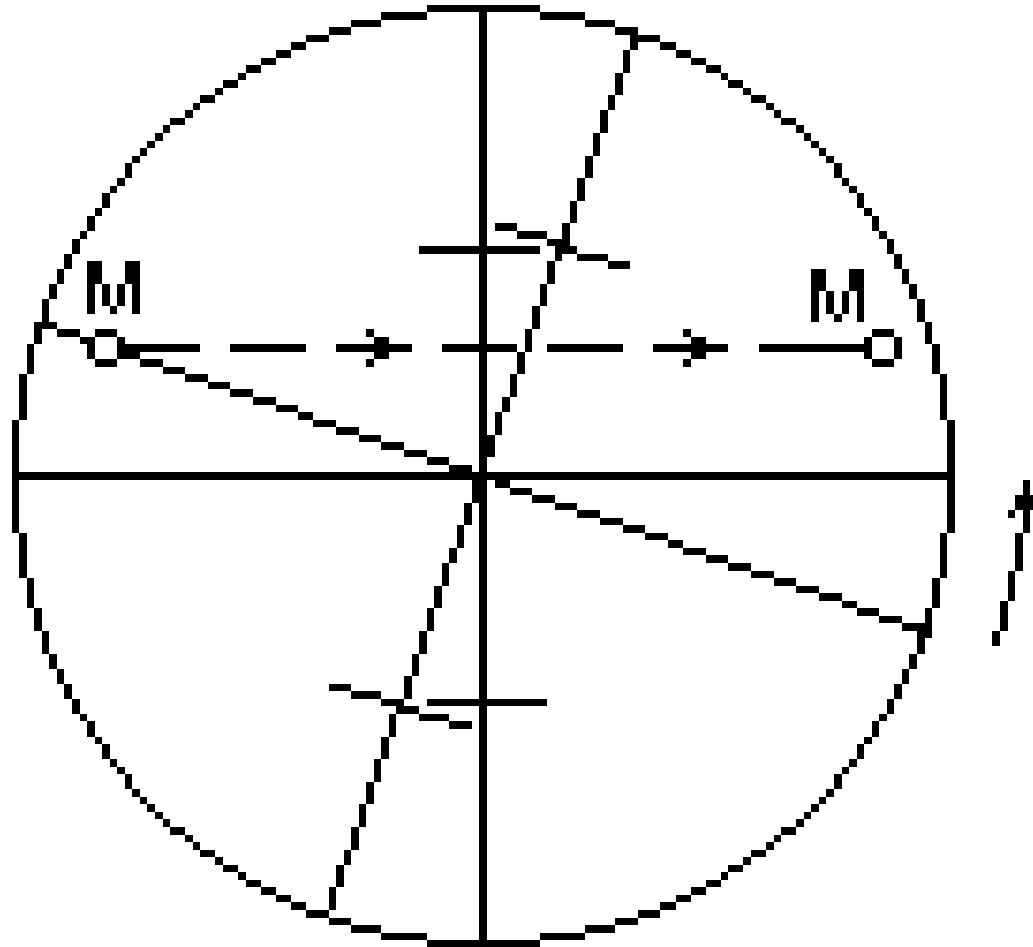
Ось круглого уровня
должна быть параллельна
оси вращения нивелира

- 1. Тремя подъемными винтами пузырек круглого уровня приводят в нуль-пункт.

- 2. Визируя поверх трубы, заметить неподвижную точку какого-нибудь предмета, повернуть верхнюю часть нивелира вокруг оси на 180° . Если при этом пузырек остается в центре уровня, то условие соблюдено.

Поверка 2.

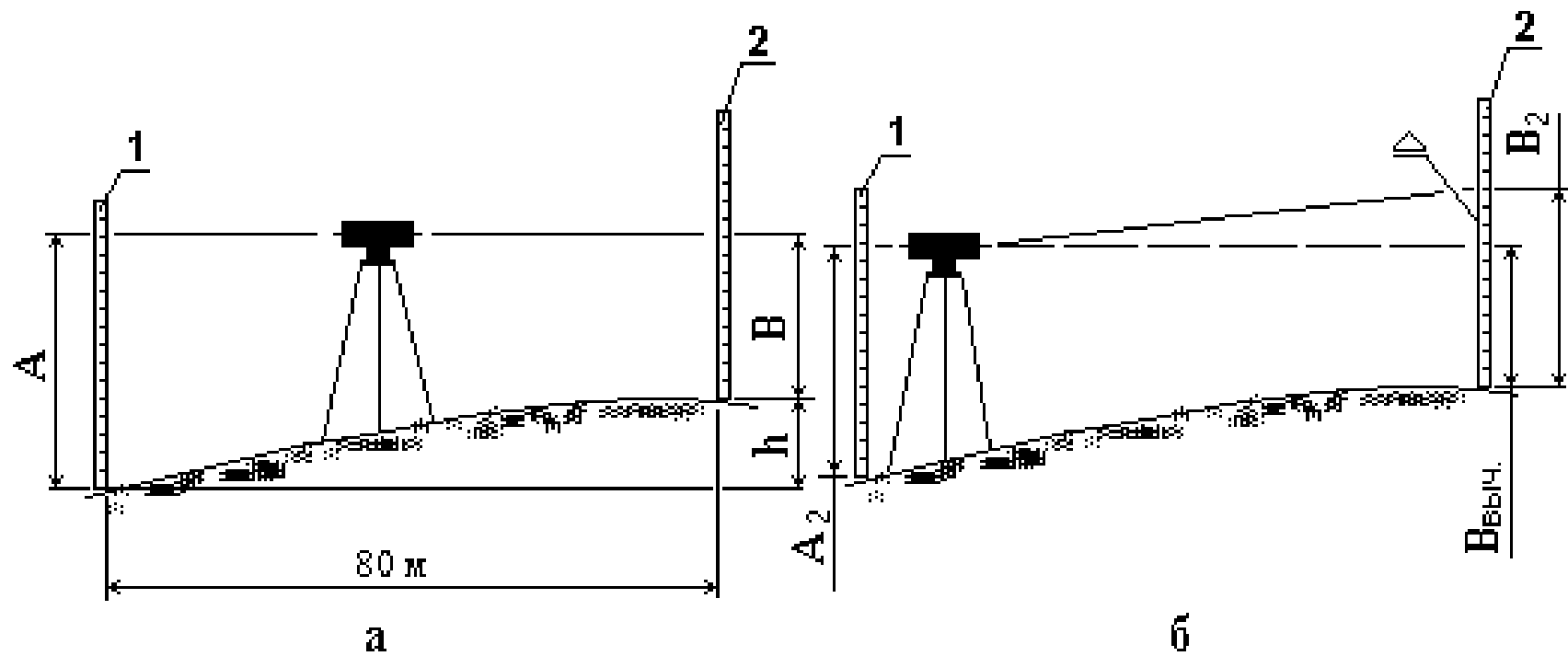
Горизонтальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна к оси вращения нивелира
(сетка нитей должна быть установлена без перекоса).



Проверка 3.

- *Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы (главное условие).*

(Визирный луч нивелира должен быть горизонтален)



▣ 3. Техническое нивелирование

Техническое нивелирование

- **Техническое нивелирование производится с целью определения отметок пунктов съёмочного обоснования топографических съёмок, а также при изысканиях и строительстве инженерных сооружений.**

Продольное нивелирование

- **сложное геометрическое нивелирование с целью определения высот точек, расположенных на оси сооружений линейного типа (автодорог, ЛЭП, трубопроводов).**

Невязка

- $f_{h \text{ доп}} = \pm (50 \text{ мм } \sqrt{L}) \text{ м}$ или
- $f_{h \text{ доп}} = \pm (10 \sqrt{n}) \text{ мм}$,

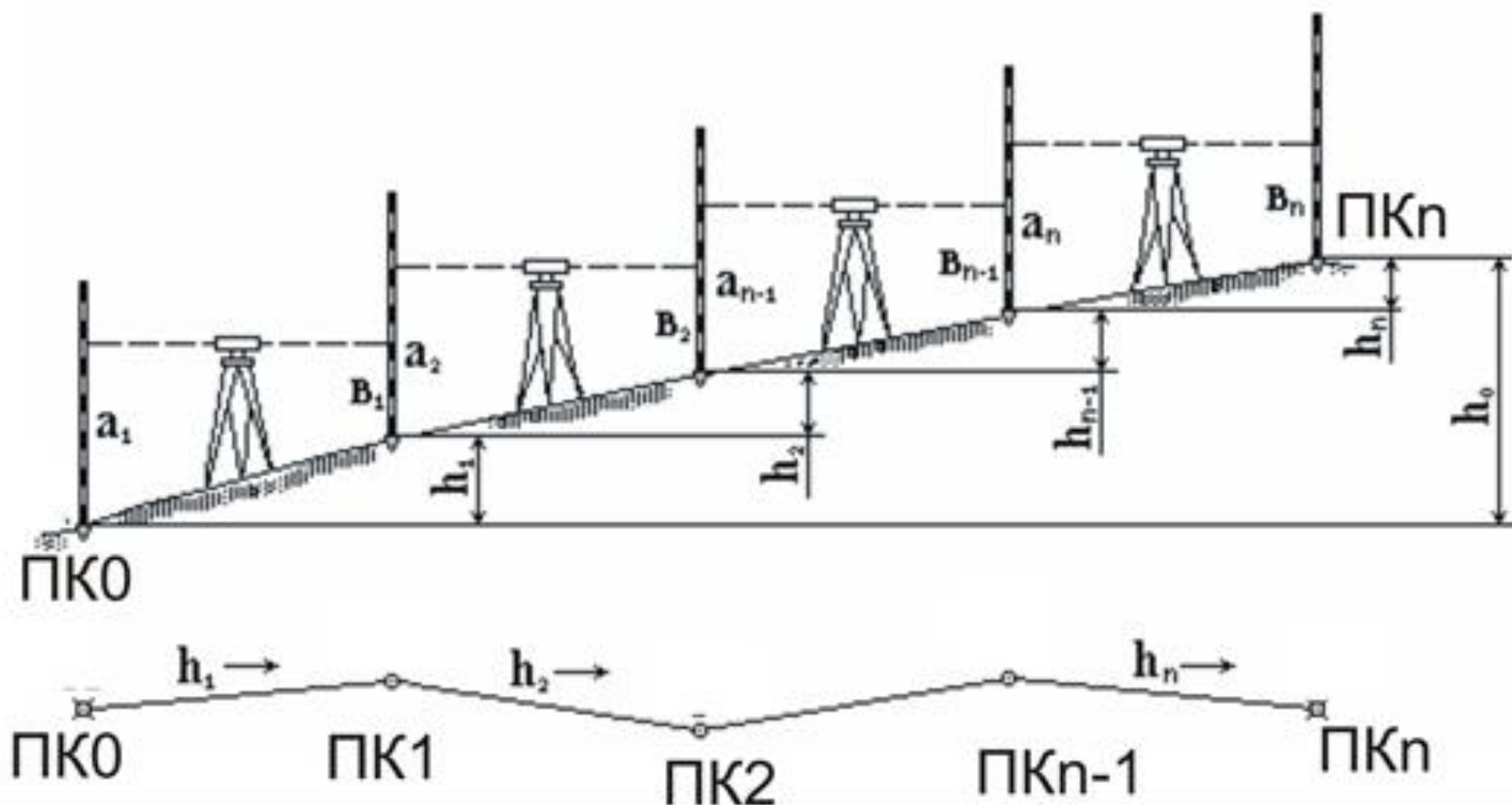
где L – длина хода, выраженная в км;

n – число станций.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

- Проектируют по карте расположение нивелирного хода
- Рекогносцировка на местности
- Нивелирование

Прокладка нивелирного хода



Превышения между точками рассчитывают

- $h_1 = a_1 - b_1;$
- $h_2 = a_2 - b_2;$
- $h_n = a_n - b_n$

- $\sum h_{\text{измер}} = h_1 + h_2 + \dots + h_{n-1} + h_n;$

Проверка: $\sum h_{\text{измер}} = \sum_1^n a - \sum_1^n b$

4. Порядок наблюдения на станции при техническом нивелировании при работе с двусторонними рейками

1. отсчет по черной стороне *задней* рейки ($a_ч$);
 2. отсчет по черной стороне *передней* рейки ($b_ч$);
 3. отсчет по красной стороне *передней* рейки ($b_{кр}$);
 4. отсчет по красной стороне *задней* рейки ($a_{кр}$).
- Измерения на станции считается выполненным правильно, если выполняется условие

$$| h_{\text{черн.}} - h_{\text{красн.}} | \leq 5 \text{ мм.}$$

Нивелирование на станции

Если

$$| h_{\text{черн.}} - h_{\text{красн.}} | \leq 5 \text{ мм}$$

В этом случае записывают их средние значения с округлением до миллиметра по правилу Гаусса:

$$h_{\text{ср.}} = (h_{\text{черн.}} + h_{\text{красн.}}):2.$$

5. Расчёты невязок и поправок при техническом нивелировании

Невязка

$$f_h = \sum h_{\text{измер.}} - h_{\text{теор.}},$$

где $h_{\text{теор.}} = H_{\text{ПКн}} - H_{\text{ПК0}}$.

Расчёт невязки в зависимости от вида нивелирного хода

$$1. f_h = \sum h_{\text{измер.}} - h_{\text{теор.}},$$

где $h_{\text{теор.}} = H_{\text{ПКн}} - H_{\text{ПКо}}$.

$$2. h_{\text{теор.}} = 0, \quad f_h = \sum h_{\text{измер.}}$$

$$3. f_h = \sum h_{\text{пр}} - \sum h_{\text{обр}}$$

Поправка в превышения

- Если $f_h \leq f_{h.доп}$, то

фактическую невязку f_h распределяют с обратным знаком поровну на все превышения хода

Поправка в превышения

- Поправки вычисляют с округлением до мм, при этом сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком

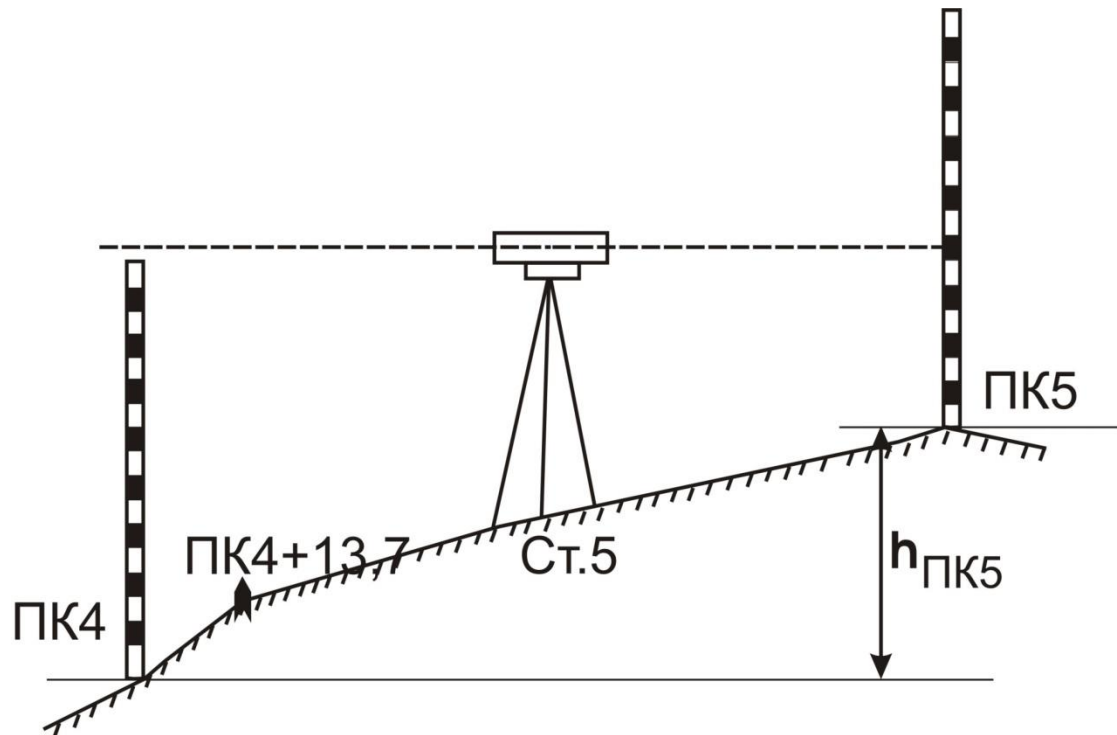
$$\sum \delta_h = -f_h$$

6. Нивелирование «плюсовых» и «иксовых точек»

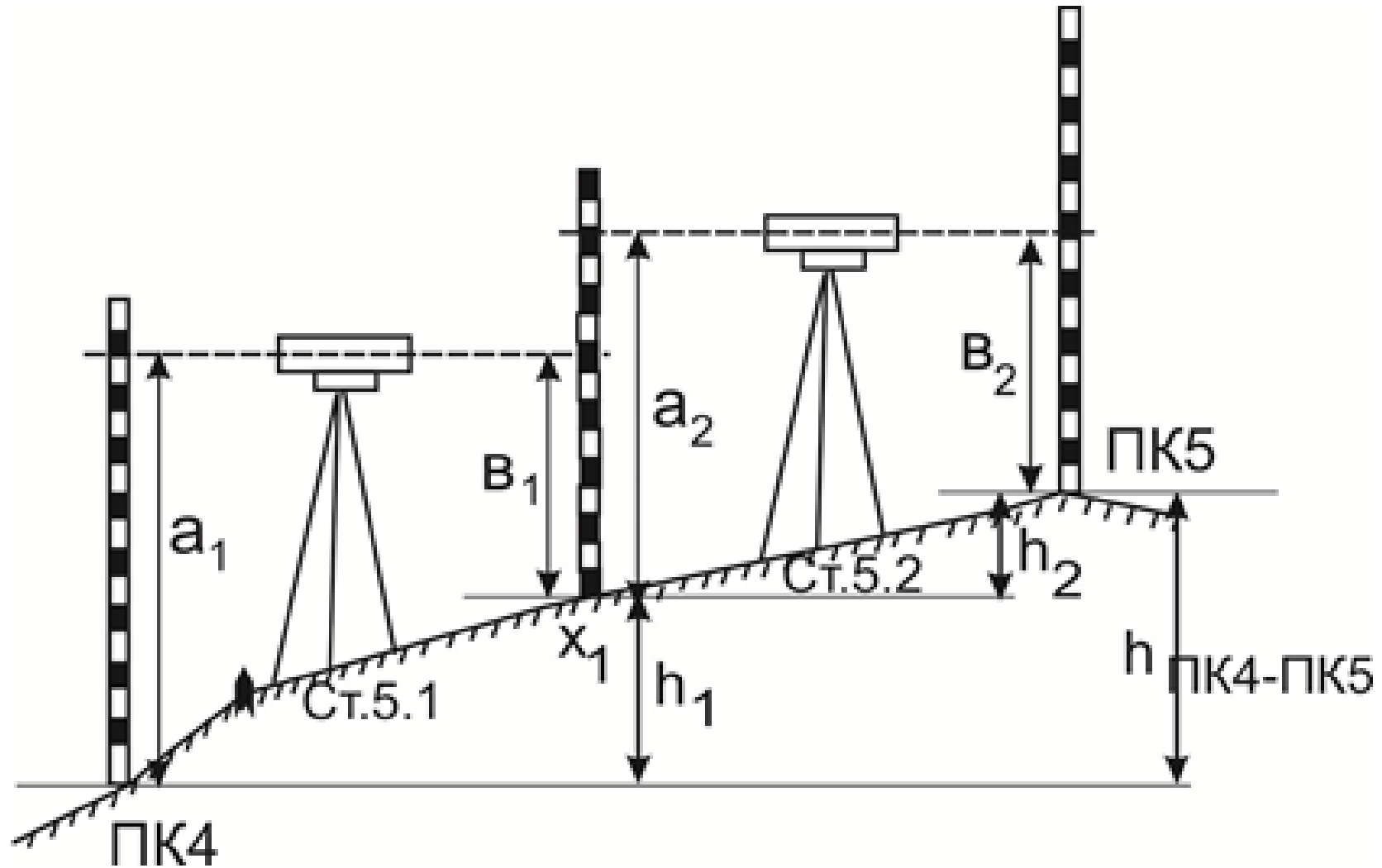
Нивелирование ПЛЮСОВЫХ точек



Нивелирование ИКСОВЫХ точек

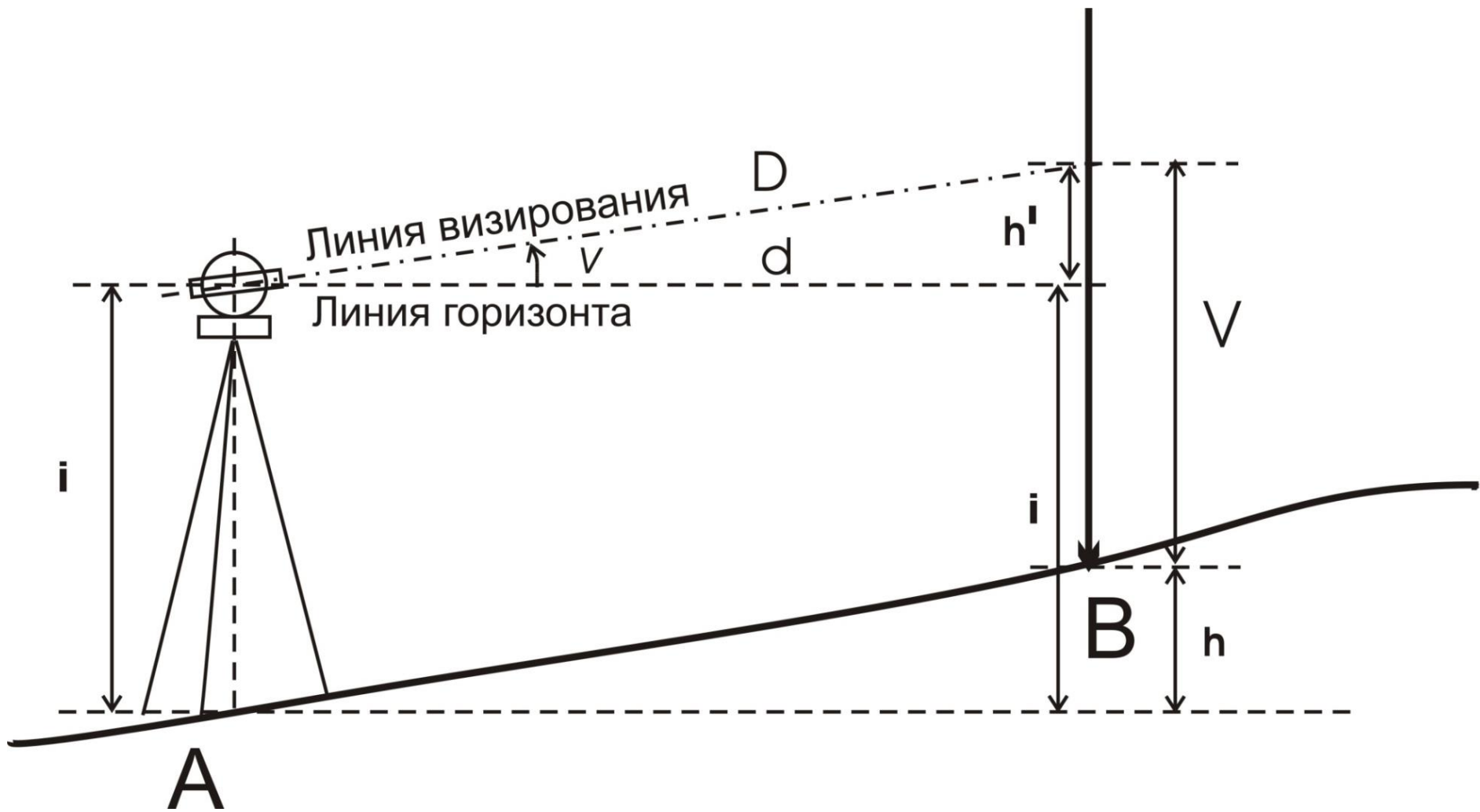


Нивелирование **ИКСОВЫХ** точек



7.

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ



Порядок вычислений

- Как следует из схемы

$$h+V=h'+i$$

- отсюда $h=h'+i-V$
- Поскольку $h'=d \operatorname{tg} v$, то $h=d \operatorname{tg} v+i-V$