

Лекция 8. Геометрическое нивелирование

1. Способы нивелирования.

Рельеф местности это совокупность неровностей поверхности земли; он является одной из важнейших характеристик местности. Знать рельеф - значит знать высоты всех точек местности. Высоту любой точки местности можно определить по топографической карте, однако, точность такого определения будет невысокой.

Высоту точки на местности определяют по превышению этой точки относительно другой точки, высота которой известна. Процесс измерения превышения одной точки относительно другой называется **нивелированием**. Начальной точкой счета высот в нашей стране является нуль Кронштадтского футштока (горизонтальная черта на медной пластине, прикрепленной к устою одного из мостов Кронштадта). От этого нуля идут ходы нивелирования, пункты которых имеют Балтийской системе высот. Затем от этих пунктов с известными высотами прокладывают новые нивелирные ходы и так далее, пока не получится довольно густая сеть, каждая точка которой имеет известную высоту. Эта сеть называется государственной сетью нивелирования; она покрывает всю территорию страны.

Высоты всех пунктов нивелирных сетей собраны в списки - "Каталоги высот". Эти списки непрерывно пополняются, издаются новые каталоги по новым нивелирным ходам. Для нахождения высоты любой точки местности в Балтийской системе высот нужно измерить ее превышение относительно какого-либо пункта, высота которого известна и есть в каталоге. Иногда высоты точек определяют в условной системе высот, если поблизости нет пунктов государственной нивелирной сети. Вследствие того, что измерение превышений выполняют различными приборами и разными способами, различают:

- **геометрическое нивелирование** (нивелирование горизонтальным лучом),
- **тригонометрическое нивелирование** (нивелирование наклонным лучом),
- **барометрическое нивелирование** (выполняют с помощью барометров, действие которых основано на известной зависимости между атмосферным давлением и высотой над уровнем моря),
- **гидростатическое нивелирование** (основано на свойстве свободной поверхности жидкости в сообщающихся сосудах всегда находится на одинаковом уровне независимо от высоты точек, на которых установлены эти сосуды),
- и некоторые другие (стереофотограмметрическое, аэрорадионивелирование, механическое).

2. Сущность геометрического нивелирования.

Геометрическое нивелирование или нивелирование горизонтальным лучом выполняют специальным геодезическим прибором **нивелиром**. Отличительная особенность нивелира состоит в том, что визирная линия трубы во время работы приводится в горизонтальное положение. Нивелир представляет собой сочетание зрительной трубы либо с цилиндрическим уровнем, либо с компенсатором. И уровень, и компенсатор служат для приведения визирной оси зрительной трубы в горизонтальное положение.

Сущность геометрического нивелирования состоит в определении превышения одной точки над другой горизонтальным лучом нивелира по отсчетам по рейкам, отвесно устанавливаемым в точках, между которыми определяют превышение.

Различают два вида геометрического нивелирования: нивелирование *из середины* и нивелирование *вперед*.

При **нивелировании из середины** нивелир устанавливают посередине между точками А и В, а на точках А и В ставят рейки с делениями (рис 1).

При движении от точки А к точке В рейка в точке А называется *задней*, рейка в точке В - *передней*. Сначала наводят трубу на заднюю рейку и берут отсчет *a*, затем наводят трубу на переднюю рейку и берут отсчет *b*. Превышение точки В относительно точки А получают по формуле:

$$h = a - b. \quad (1)$$

Если $a > b$, превышение положительное, если $a < b$ -отрицательное. Высота точки В вычисляется по формуле:

$$H_B = H_A + h. \quad (2)$$

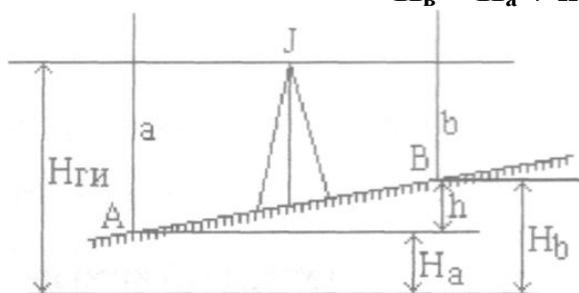


Рис.1

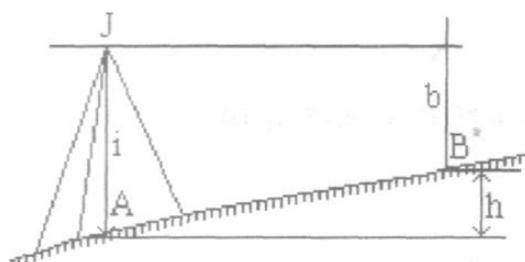


Рис.2

Высота визирного луча над уровнем моря называется **горизонтом прибора** и обозначается **ГП**:

$$ГП = H_A + a = H_B + b, \quad (3)$$

т.е. *горизонт прибора равен высоте точки плюс высота прибора, или высоте точки, на которой стоит рейка, плюс отсчет на нее.*

3. *Нивелиры. Устройство и оси.*

В зависимости от устройств, применяемых для приведения визирной оси зрительной трубы в горизонтальное положение, нивелиры изготавливают двух видов - с цилиндрическим уровнем на зрительной трубе (рис.1) и с компенсатором углов наклона, т.е. без цилиндрического уровня.

Нивелиры бывают трех классов точности:

1) **высокоточные** (Н-05) для нивелирования I и II классов с погрешностью измерения превышения не более 0.5 мм на 1 км хода;

2) **точные** (Н-3) - для нивелирования III и IV классов, инженерно-геодезических изысканий с погрешностью измерения превышения 3 мм на 1 км хода;

3) **технические** (Н-10) - для топографических съемок и других видов инженерных работ с ошибкой измерения превышений 10 мм на 1 км хода.

Число в названии нивелира означает среднюю квадратическую погрешность в мм нивелирования на 1 км двойного хода. Для обозначения нивелиров с компенсатором к цифре добавляется буква К. У нивелиров Н-3 и Н-10 допускается наличие горизонтального лимба; в этом случае в шифре нивелира добавляется буква Л, например, Н-10Л.

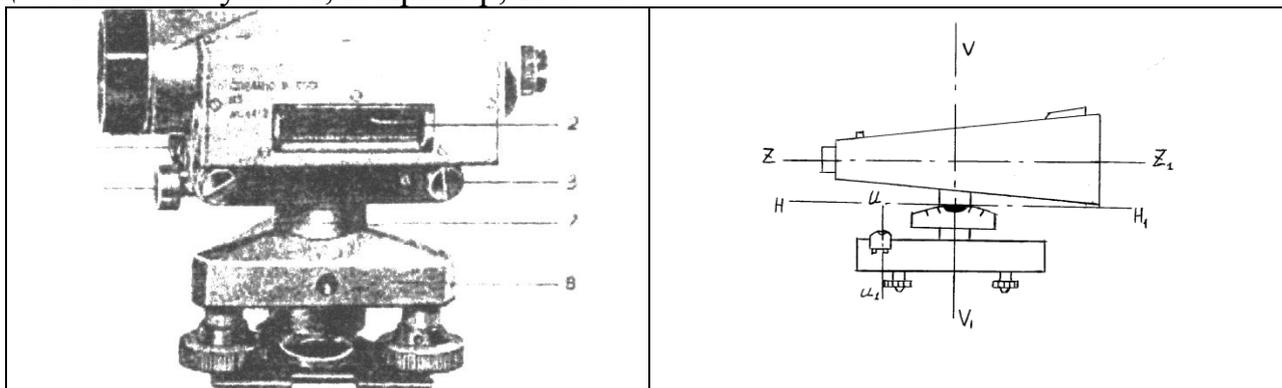


Рис.1

Устройство нивелира с цилиндрическим уровнем Н-3 (рис. 1)

Основные части нивелира:

1 - зрительная труба состоит из объектива, окуляра сетки нитей; для получения резкого изображения предмета вращают кремальеру, перемещая тем самым внутри двояковогнутую линзу; для четкого изображения сетки нитей вращают окуляр; для предварительного визирования на предмет на трубе имеется мушка и целик;

2 - цилиндрический уровень жестко скреплен со зрительной трубой и находится слева от зр. трубы, там же располагается и *призменное устройство*, с помощью которого изображение концов пузырька уровня передается в поле зрения трубы;

3 - элевационный винт (предназначен для приведения визирной оси в горизонтальное положение);

4 - круглый уровень (для предварительного приведения прибора в рабочее

положение);

5,6- закрепительный и наводящий винты зрительной трубы;
8 - подставка с тремя подъемными винтами (для закрепления нивелира на штативе и приведения его в рабочее положение).

Оси нивелира:

– *ось цилиндрического уровня* HH_1 - касательная к внутренней поверхности ампулы в точке нуль-пункт;

– *визирная ось зрительной трубы* ZZ_1 - прямая соединяющая центр объектива и перекрестье сетки нитей;

– *ось круглого уровня* UU_1 - нормаль к сферической поверхности ампулы, проходящая через нуль-пункт;

– *вертикальная ось вращения нивелира* VV_1 .

Для установки нивелира в рабочее положение его закрепляют на штативе станковым винтом и вращением сначала двух, а затем третьего подъемных винтов приводят пузырек круглого уровня на середину. Отклонение пузырька от середины допускается в пределах второй окружности. Приближенное наведение на нивелирную рейку выполняют с помощью мушки. Более точное наведение осуществляют вращением наводящего винта зрительной трубы, которую перед отсчетом по рейке предварительно устанавливают по глазу (вращением окуляра) и по предмету (вращением кремальеры) для четкого изображения сетки нитей и делений на нивелирной рейке. Перед отсчетом по средней нити тщательно совмещают концы пузырька цилиндрического уровня в поле зрения трубы, медленно вращая элевационный винт.