

Лекция №6
Геодезические съемки местности
Высотные съемки
План:

1. Геометрическое нивелирование
2. Тригонометрическое нивелирование
3. Физическое нивелирование
4. Приборы для технического нивелирования

Положение точки на земной поверхности определяется, кроме двух плановых координат X , Y ., еще и высотой H . На картах подписываются отметки характерных точек – вершин, котловин, седловин в абсолютных высотах, то есть высоты, определяемые относительно уровня моря.

Так как каждый раз начинать определение высот от уровня моря невозможно, а многие страны вообще не имеют выхода к морю, то на территории страны заранее создается государственная высотная сеть. В нашей стране существует Балтийская система высот. За 0 принят уровень Балтийского моря, наблюдение за которым ведется в Кронштадте. Высотная сеть представляет собой точки, закрепленные на местности, они называются **реперами**. Эти отметки служат впоследствии исходными данными для вычисления абсолютных высот других точек.

Работы по определению превышений на местности называются **нивелированием**. Нивелирование бывает разных видов в зависимости от тех принципов и инструментов, которые положены в основу измерения превышений и определение высот точек. Нивелирные работы необходимы при различных исследованиях, инженерных работах – строительство дорог, водопроводов, зданий, проектирование мелиоративной сети.

По отметкам точек рисуют рельеф на планах, строят профили, определяют углы наклона земной поверхности.

Геометрическое нивелирование

Превышение между двумя точками определяется при геометрическом нивелировании.

Для выполнения нивелирования горизонтальным лучом необходим нивелир – прибор оптической трубой и уровнем при ней и две рейки. Рейки представляют собой линейки с сантиметровыми делениями. Длина рейки 3-4 м.

Геометрическое нивелирование делится на **ватерпасовку** и **техническое нивелирование**. Техническое нивелирование подразделяется на 2 способа проведения:

- Нивелирование вперед – горизонтальный луч визируется на одну рейку. Здесь учитывается горизонтальная высота прибора – i , а – значение на рейке. Этот способ применяется редко.

$H = i - a$, например $i = 1770$, $b = 1440$; $h = 1770 - 1440 = 330$ м – **превышение**.
(рис.1)

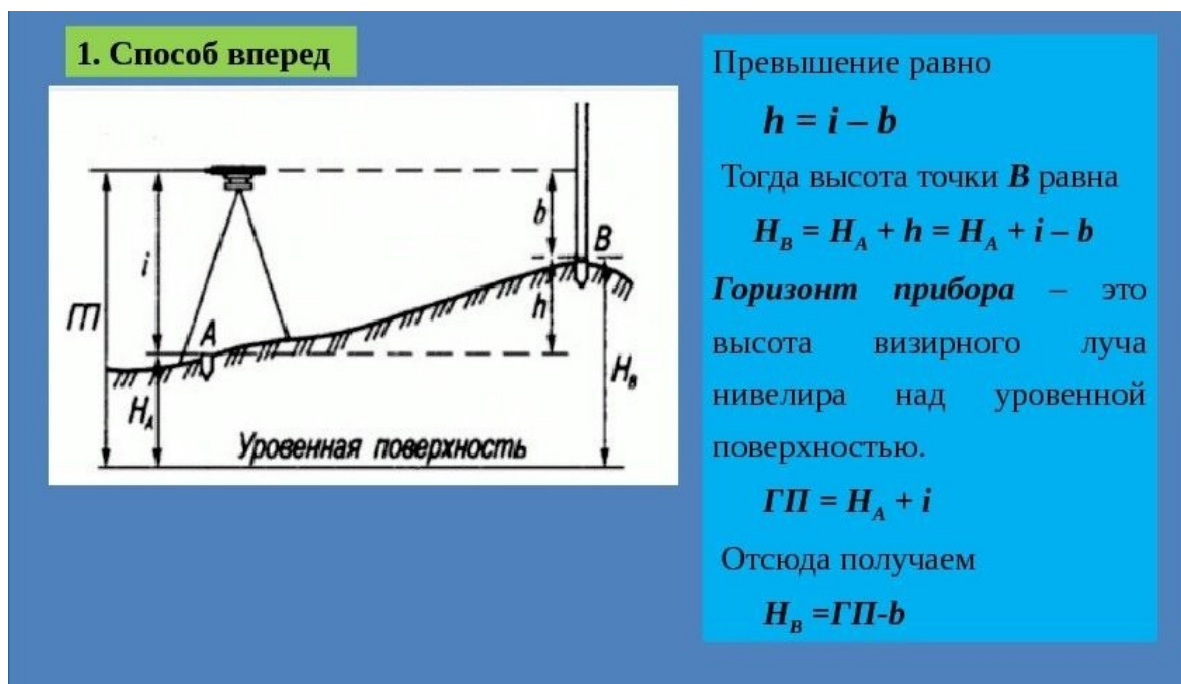
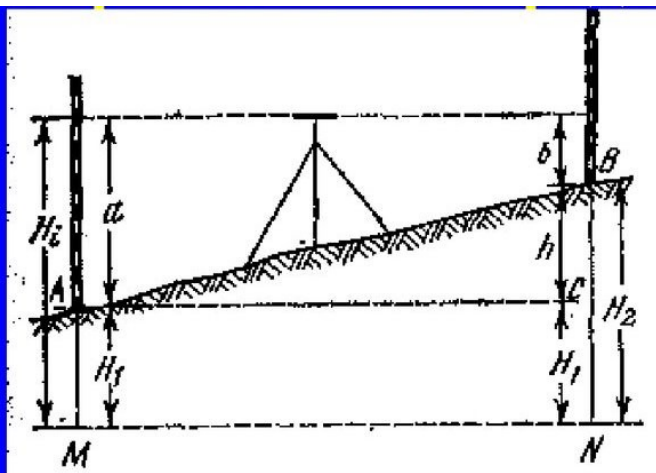


Рис. 1 Нивелирование вперед

- Нивелирование из середины горизонтальный луч визируется на две рейки. Разность отсчетов по рейкам от земли до визирного луча дает искомое превышение (h) или высоту одной точки над другой (рис.2).



$$h = a - b$$

Если считать точку А задней, а точку В — передней, то **превышение равно отсчет по задней рейке минус отсчет по передней рейке.**

Рис.2 Нивелирование из середины

Определение превышений по линии хода от одной точки над другой осуществляется с помощью проложения нивелирного хода. Предварительно по трассе нивелирного хода проводится пикетаж. Для этого через каждые 100-200 м забивают колышек вровень с землей и рядом забивают второй «сторожок», который выходит на поверхность 15-20 см. на сторожке отмечают номер пикета. Например, ПК0, ПК1, ПК2 и т.д. по номеру пикета легко определить расстояние.

Нивелирный ход предполагает последовательное измерение превышений и вычисление по этим данным отметок точек. Превышение может иметь знак + или знак -, то есть вторая точка выше или ниже первой. Отметка первой точки может быть известна или взята условно. Отметка последней точки хода равна сумме всех превышений, прибавленной к первой.

Ватерпасовка производится с помощью простых инструментов. Для ее выполнения необходимы две рейки по 2 м и уровень (ватерпас).

Ватерпасовка дает хорошие результаты при нивелировании склонов долин, холмов, при необходимости быстро получить поперечный профиль рельефа или определить отметки точек, высоту холма. Сущность и методика работ понятна из рисунка 3.

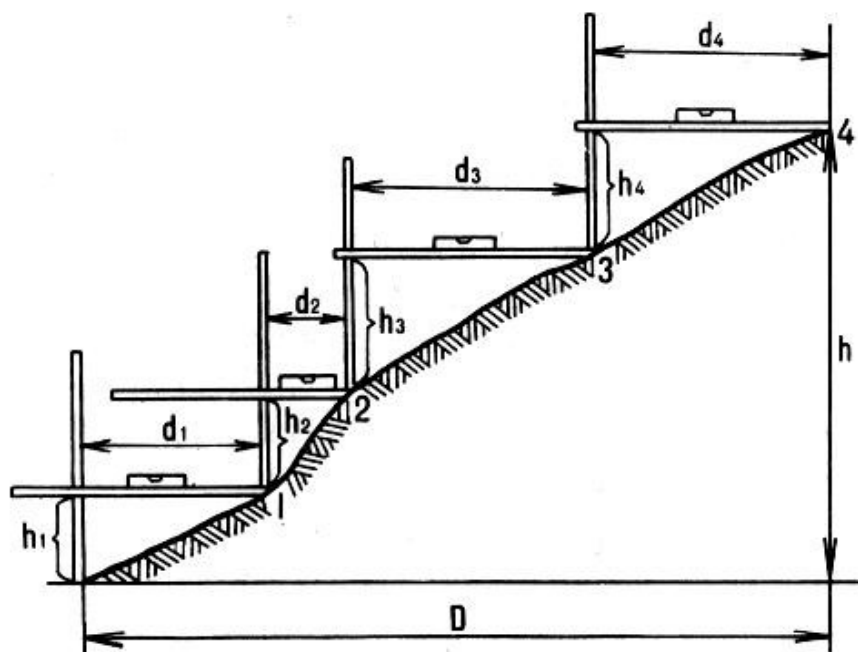


Рис.3 Ватерпасовка

Превышение одной точки над другой определяется по вертикальной рейке, расстояние между двумя точками – по горизонтальной. Все записи заносятся в журнал ватерпасовки.

Журнал ватерпасовки

№ точек	Расстояние, (в м) I	Превышение (в см) h	Отметка точки (в м)	Примечание
1				Урез воды
2				
3				Вершина холма

По полученным результатам можно построить профиль. На профиле по горизонтальной оси показано расстояние между точками нивелирного хода, а по вертикальной оси – высоты точек хода.

Тригонометрическое нивелирование

Данный вид нивелирования применяется для съемки больших участков местности. Определение превышения между двумя точками основывается на решении треугольника (Рис.4)

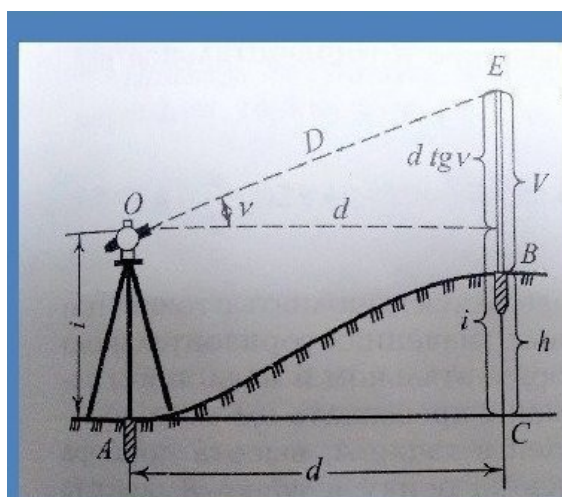


Рис. 5. Схема тригонометрического нивелирования

Превышение между точками равно

$$h = d \operatorname{tg} v + i - V,$$

где d – горизонтальная проекция расстояния м/у нивелиром и вехой;

v – вертикальный угол; i – высота прибора; V – высота вехи.

Если расстояние измерено нитяным дальномером, то превышение между точками определится как

$$h = \frac{L}{2} \sin 2v + i - V,$$

где $L = Kn$ – дальномерное расстояние.

Рис.4 Тригонометрическое нивелирование

Тригонометрическое нивелирование включает в себя измерение расстояния между точками А и В (мерной лентой) и угла наклона.

Приборы: теодолит, кипрегель.

Физическое нивелирование (барометрическое нивелирование)

Данный вид съемки основан на изменении давления с высотой. С подъемом над уровнем моря давление падает, со спуском – повышается.

Нивелирование, при котором определяется превышение двух точек, по данным изменения атмосферного давления, называется **барометрическим**.

Давление воздуха меняется в течение дня, поэтому барометрическое нивелирование осуществляется **способом замкнутого хода**. Его проводят при устойчивом состоянии атмосферы – без гроз, сильного ветра.

Давление измеряют барометром-анероидом (безжидкостные).

Чтобы узнать высоту точки с помощью давления, для этого применяют понятие **барической ступени** – расстояние по вертикали в метрах. Изменение давления происходит через каждый 1мм ртутного столба.

Для средней полосы европейской части России эта барическая ступень составляет 10,5 м/мм или 11 м/мм.

Например, давление в точках – В1 и В2, барическая ступень Н, превышение можно найти так, $h=N (B1-B2)$.

По итогам всех измерений и расчетов строят профиль линии хода.

По горизонтальной оси откладывают расстояние, по вертикальной – высоту точки. Измерения, как правило, делают два раза, в разное время в течение дня и вычисляют среднее значение превышений.

Приборы для технического нивелирования

Согласно действующим ГОСТам нивелиры изготавливают трех типов: высокоточные – Н-05; точные – Н-3; технические – Н-10.

В название нивелира числом справа от буквы Н обозначают допустимую среднюю квадратическую ошибку измерения превышения на 1 км двойного нивелирного хода.

В зависимости от того, каким способом визирный луч устанавливается в горизонтальное положение, нивелиры изготавливают в двух исполнениях:

- с цилиндрическим уровнем при зрительной трубе, с помощью которого осуществляется горизонтирование визирного луча (рис. 5);

- с компенсатором – свободно подвешенная оптико-механическая система, которая приводит визирный луч в горизонтальное положение.

В названии нивелира буква К обозначает компенсатор (Н-3К, Н-3КЛ), где Л – лимб (рис.5).



Рис. 5 Точный нивелир 3Н-3КЛ с компенсатором и лимбом:

1 – лимб; 2 – наводящий винт; 3 – фокусирующий винт; 4 – визир



Рис.6 Нивелирные рейки

Рейка (рис. 6) имеет длину 3 м. Деления нанесены через 1 см. Нижняя часть рейки заключена в металлическую оковку и называется пяткой.

Основная шкала имеет деления черного и белого цвета, ноль совмещен пяткой рейки.

Вопросы студенту для самопроверки:

1. Какие измерения делают нивелиром?
2. Что значит нивелирование вперед, из середины?
3. Как определить превышение одной точки над другой?
4. Что такое ватерпасовка?
5. Как найти высоту местности с учетом проведения тригонометрического нивелирования?
6. Что измеряют барометром? Возможно, ли определить высоту местности с помощью барометра?
7. Что такое барическая ступень?