



## 5. Классификация нивелиров и требования, предъявляемые к ним.

Нивелиры по точности разделяются на три группы:

- 1. Высокоточные для определения превышений со средней квадратической погрешностью не более 0,5 мм на 1 км двойного хода.
- 2. Точные для определения превышений со средней квадратической погрешностью не более 3 мм на 1 км двойного хода.
- 3. Технические для определения превышений со средней квадратической погрешностью не более 10 мм на 1 км двойного хода.

По конструкции нивелиры делятся на две группы:

- 1. Нивелиры с уровнями.
- 2. Нивелиры с компенсаторами.

В настоящее время используются огромное множество разнообразных нивелиров, однако их по прежнему делят на:

- 1. Высокоточный H-05, предназначенный для нивелирования I и II классов.
- 2. Точный H-3 для нивелирования III и IV классов.
- 3. Технический H-10, HT для нивелирования, проводимого для обеспечения топографических съемок и инженерно-геодезических изысканий в строительстве.

Действующие нормативы предусматривает следующие основные параметры для точных нивелиров:

- 1. Средняя квадратическая ошибка превышения на станции не более 2 мм при расстоянии от нивелира до реек 100 м.
  - 2. Увеличение зрительной трубы не менее  $30^{x}$ .
  - 3. Наименьшее расстояние визирования не более 2 м.
  - 4. Коэффициент нитяного дальномера  $100 \pm 1$  %.
  - 5. Цена делений уровней на 2 мм дуги:
  - установочного  $10' \pm 2'$ ;
  - уровня при трубе 15"  $\pm$  1,5".
  - 6. Масса нивелира не более 3 кг.

С развитием электроники появились цифровые нивелиры. Цифровые нивелиры являются нивелирами компенсаторного типа, поэтому они относятся к категории автоматических нивелиров. В отличие от оптико-механических нивелиров измерение обрабатывается электронным способом, поэтому оператор может работать быстрее, затрачивая меньше усилий. Другим преимуществом такой системы является простота функционирования, отсутствие погрешностей считывания и записи, автоматическое вычисление высот точек во время измерения и регистрация данных. Принцип измерения цифровым нивелиром основан на обработке закодированного сигнала измерения, считываемого со штрих-кодовой рейки. На основании измеренного сигнала рейки микропроцессор вычисляет показания соответствующее горизонтальное расстояние между рейкой и нивелиром.

## Поверки и исследования нивелиров

Нивелир как прибор для определения превышений должен удовлетворять ряду механико-технологических и геометрических условий.

Главными механико-технологическими условиями, которым должны удовлетворять точные нивелиры, являются свободное, плавное и правильное перемещение всех подвижных частей прибора; жесткость и прочность конструкции, обеспечивающей постоянство взаимного расположения его рабочих частей; надежность и устойчивость прибора при полевой эксплуатации; высококачественное изготовление уровней, точное и четкое нанесение сеток нитей; обеспечение заданных параметров зрительной трубы и оптического компенсатора; герметичность конструкции и т.д.

Каждый прибор, как обычно, сначала подвергается внешнему осмотру. При этом обращается внимание на плавность вращения подъемных и наводящего винтов, на плавность и легкость вращения верхней части нивелира, перемещение фокусирующей линзы, чистоту оптики, четкость изображения сетки нитей и т.д.

Как и любой точный прибор нивелир раз в год обязан подвергаться проверке в Белорусском государственном институте стандартизации и сертификации (БелГИСС).

Кроме этого перед началом работ и не реже чем раз в неделю необходимо выполнять основные поверки нивелира.

Поверке подлежат следующие геометрические условия, которым должно удовлетворять взаимное расположение частей нивелира:

- 1. Ось установочного (круглого) уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.
- 2. Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна к оси вращения нивелира.
- 3. Визирный луч в нивелире с компенсатором, установленном в рабочее положение, должен занимать горизонтальное положение.

У нивелиров с компенсатором угол і— это угол между горизонтальной плоскостью и визирной осью трубы.

Определение угла і нивелира следует проводить одним из следующих способов:

- 1) нивелированием вперед;
- 2) нивелированием из середины в сочетании с нивелированием вперед;
- 3) нивелированием с различными плечами.

Количество приемов измерений в любом способе должно быть не менее трех. Окончательное значение угла i не должно превышать 10" для всех типов нивелиров.

Способ нивелирования вперед основан на принципе двойного нивелирования двух точек 1 и 2, закрепленных на местности костылями или кольями на расстоянии

 $(50\pm10)$  м (рис. 1.2).

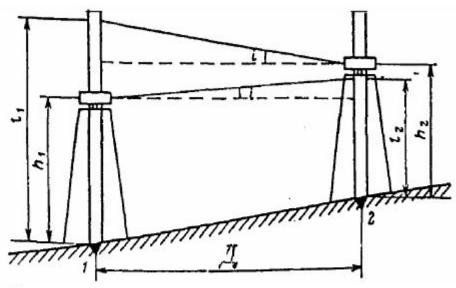


Рис. 1.2. Взаимное расположение нивелира и реек при определении угла i по способу нивелирования вперед

Нивелир устанавливают над одной из точек, приводят его в рабочее положение, измеряют рулеткой высоту  $h_1$  визирной оси трубы над точкой 1 с точностью до 1 мм и берут отсчет  $l_2$  по рейке, установленной в точке 2. Меняют местами нивелир и рейку, повторяют описанные выше действия, получают высоту  $h_2$  и отсчет  $l_1$ .

Значение угла і вычисляют по формуле

$$i = \frac{\left[ \left( l_{1}^{'} - l_{2}^{'} \right) - \left( l_{1} - l_{2} \right) \right] \rho}{\mathcal{I}} = \frac{h^{'} - h}{\mathcal{I}} \rho. \tag{1.27}$$

где  $\mathcal{I}$  – расстояние между точками 1 и 2.

Угол i по способу нивелирования из середины в сочетании с нивелированием вперед определяют в такой последовательности. Линию длиной 40 - 60 м закрепляют кольями, на которых устанавливают рейки в точках 1 и 2 (рис. 1.3).

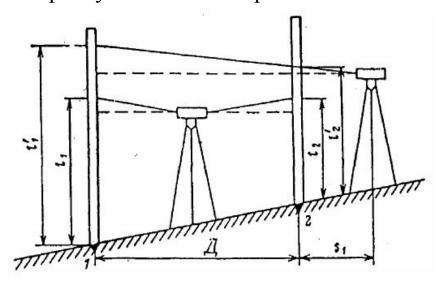


Рис. 1.3. Взаимное расположение нивелира и реек при определении угла *i* по способу нивелирования из середины в сочетании с нивелированием вперед

Нивелир устанавливают между точками 1 и 2 на равном расстоянии от них и приводят в рабочее положение, берут отсчеты по рейкам  $l_1$  и  $l_2$ . Переносят нивелир в точку, удаленную от точки 2 на 5 — 10 м, и берут отсчеты  $l_1'$  и  $l_2'$ . Значение угла i вычисляют по формуле

$$i = \frac{\left[ \left( l_{1}^{'} - l_{2}^{'} \right) - \left( l_{1} - l_{2} \right) \right] \rho}{\mathcal{A}} = \frac{h^{'} - h}{\mathcal{A}} \rho.$$
 (1.27)

При третьем способе определения угла i (нивелирование с различными плечами) линию длиной ( $50 \pm 10$ ) м закрепляют костылями и определяют превышение между ними с двух станций. Нивелир устанавливают на расстоянии 3-5 м от рейки на продолжении створа 1-2 (рис. 1.4).

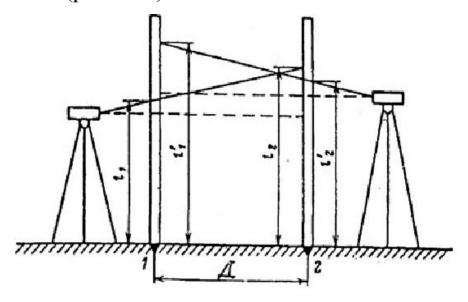


Рис. 1.4. Взаимное расположение нивелира и реек при определении угла i по способу нивелирования с разными плечами

Производят отсчет  $l_1$  по ближайшей рейке и, изменив фокусировку трубы, производят отсчет  $l_2$  по дальней рейке. Сохраняя фокусировку трубы, устанавливают нивелир на расстоянии 3-5 м от второй рейки на продолжении створа 2-1. Производят отсчеты  $l_1$ ' по дальней рейке и  $l_2$ ' по ближней рейке. Угол i вычисляют по формуле  $\begin{pmatrix} l_1 & l_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} l_1 & l_2 \end{pmatrix}$ 

 $i = \frac{(l_2' + l_1') - (l_2 + l_1)}{2 \Pi} \rho \tag{1.28}$ 



Лазерным нивелиром или лазерным уровнем, называется оптический прибор, позволяющий быстро и с высокой точностью строить горизонтальные, вертикальные и наклонные плоскости. Некоторые такие инструменты еще имеют функцию отвеса и позволяют отмерять углы в 90 и 45 градусов.

В отличие от оптического нивелира при работе с лазерным достаточно одного человека, а в отличие от уровня, отвеса или гидроуровня работа с лазерным уровнем быстрее и нагляднее. Применение этого класса приборов позволяет выполнять такие операции, как монтаж оборудования в цехах, определение горизонтальности поверхности, вынос проектной отметки, создание линии заданного уклона иногда в разы быстрее и проще. Ведь вы всегда видите луч и ориентируетесь по нему.

Очень широкое распространение лазерный нивелир получил при строительстве тоннелей и линейных сооружений. С его помощью удалось добиться частичной автоматизации процесса.

Как и в случае с оптическими приборами, лазерные нивелиры подразделяются на несколько категорий в зависимости от типа выполняемых работ:

**Ротационный нивелир**. Этот аппарат оборудован вращающейся на скорости 600 оборотов в минуту головкой с двумя лазерами. За счет этого появляется возможность проецировать лучи на 360 градусов. При необходимости скорость можно изменить, чтобы добиться большей четкости лучей.

**Точечный нивелир**. Его особенность заключается в том, что на поверхность проецируются только точки. Лазер двигается в вертикальной и горизонтальной плоскости.

**Линейный нивелир**. При его включении появляется отлично просматриваемая линия луча, в соответствии с которой можно быстро и легко делать отметки. **Комбинированный нивелир**. Среди ключевых особенностей данного класса аппаратуры можно выделить проецирование до шести ортогональных линий: отвесную, наклонную, линии вниз, вверх, вправо и влево. Лазер при этом работает как линейно, так и точечно. Совмещение функций нескольких приборов сказалось и на цене нивелира, который стоит несколько дороже прочих аналогов.

Построители плоскостей. Еще один вид довольно дорогих приборов, которыми пользуются обычно профессиональные геодезисты. С их помощью можно определить точки зенита на поверхности, спроектировать линии по диагонали, вертикали, горизонтали, а также определить разницу высот различных предметов. Нивелиры, оборудованные лазерным излучателем, нашли применение в построении перпендикулярных линий.

Исходя из целей использования прибора задаются техническими характеристиками. Для бытового нивелира дальность может составлять от 10 до 40 метров. Этого достаточно, чтобы выполнять работы внутри помещений и определять горизонтали фундамента. Дальность профессиональных аппаратов значительно больше, она достигает 100 метров и больше. В некоторых моделях предусмотрена возможность установки дополнительных приемников, изменяющих диапазон расстояний до 600 метров.

Большое значение также имеет <u>длина волны и количество лучей</u>. В зависимости от вида техники число проекций достигает пяти. От этого параметра зависит спектр возможностей при монтаже и проектировке конструкций. Как правило, используются лучи с длиной волны 635 нанометров. Человеческий глаз вполне способен увидеть данный луч и идентифицировать его как красный. Однако некоторые приборы работают с другими частотами, видимый свет при которых приобретает более удобный для зрения зеленый оттенок. Но стоимость таких устройств несколько выше.

Следующей характеристикой является <u>погрешность</u>. Наиболее точные устройства с погрешностью, не превышающей 0,3 мм. В некоторых моделях имеются встроенные датчики самовыравнивания или компенсаторы.

Некоторые аппараты <u>подвержены влиянию погоды</u>. Этот фактор имеет значение в том случае, если измерения будут проводиться зимой в минусовую температуру. В таких случаях необходимо отдавать предпочтение электронной технике, исправно работающей при температурах от -20 до +40 градусов по шкале Цельсия.