

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра геологии и геодезии

**УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРА Н-3.  
ПОВЕРКИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплинам «Инженерная геодезия» и «Геодезия»  
для студентов строительных и горных специальностей

Новокузнецк  
2008

УДК 528.5(07)

Рецензент

Кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
инженерных конструкций СибГИУ  
Н.Н. Алешин

У 825      Устройство нивелира Н-3. Поверки и принцип работы:  
метод.указ./Сост.:Т.П.Капралова,С.А.Терехин,В.А.Новоселова;  
СибГИУ.-Новокузнецк, 2007.-14с.,ил.

Изложены общие сведения по устройству нивелира Н-3, выполнению поверок нивелира, порядок работы на станции при нивелировании, определение расстояний нитяным дальномером.

Предназначены для студентов строительных и горных специальностей.

## **ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ**

Нивелирование – вид геодезических измерений, в результате которых определяют превышение одних точек земной поверхности над другими, а также их высоты над уровенной поверхностью.

Геометрическое нивелирование – наиболее распространенный способ. Его выполняют с помощью прибора – нивелира, задающего горизонтальную линию визирования.

Цель работы: изучить устройство нивелира, научиться определять превышения и выполнять поверки нивелира.

Для выполнения работы необходимо знать метод и способы геометрического нивелирования.

Работа выполняется на индивидуальном бланке-задании.

## **1 УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРА Н-3**

Основными частями нивелира Н-3 являются зрительная труба, цилиндрический уровень и подставка с тремя подъемными винтами (рисунок 1).

Нивелир крепится к штативу пружинистой пластиной (14), которая в своей центральной части имеет втулку с резьбой под становой винт штатива.

Верхняя вращающаяся часть нивелира Н-3 несет на себе корпус зрительной трубы, в котором слева от зрительной трубы расположен цилиндрический уровень (8) и призмное устройство, передающее изображение концов пузырька уровня в поле зрения трубы. Положению пузырька уровня в нуль - пункте соответствует оптический контакт его половинок. При наклоне оси уровня контакт нарушается.

Для предварительной установки оси вращения нивелира в отвесное положение служит круглый уровень (9). Пузырек круглого уровня приводится в нуль-пункт подъёмными винтами (13) подставки (12).

На рисунке 2 показано поле зрения трубы с изображением концов половинок пузырька уровня и сеткой нитей, расположенной перед окуляром трубы. Фокусировка на сетку нитей осуществляется вращением окуляра зрительной трубы (3).

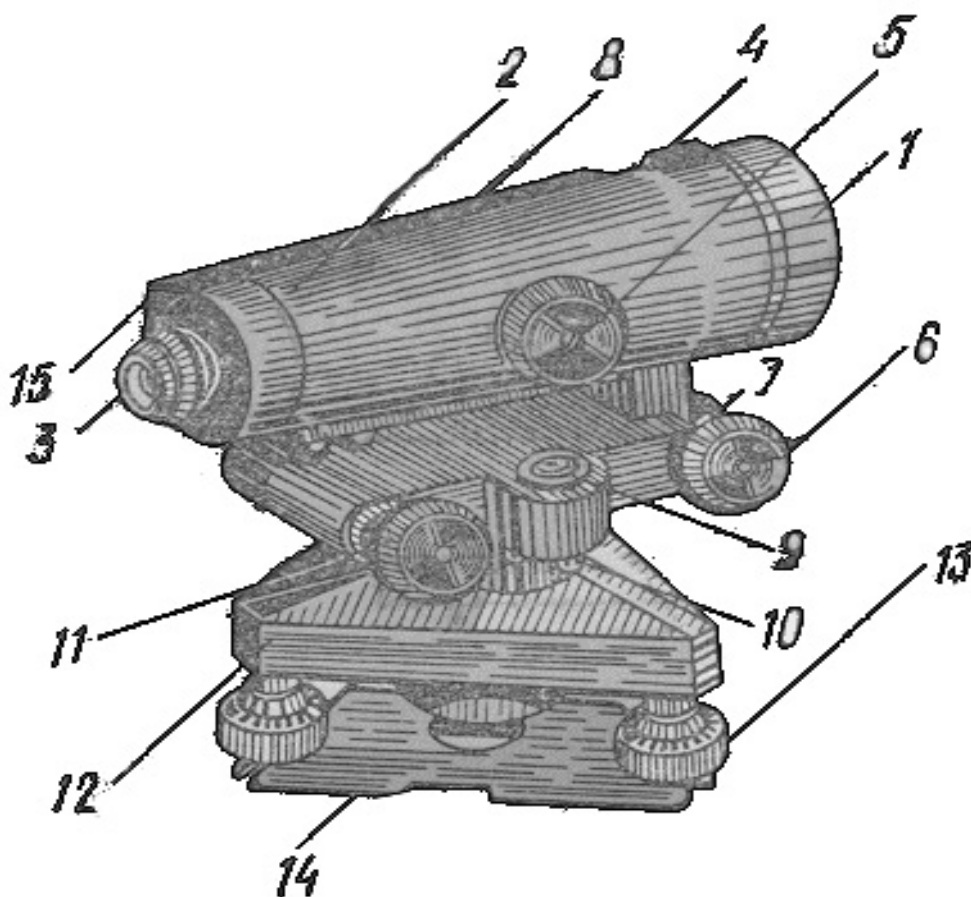


Рисунок 1- Общий вид нивелира Н-3

Зрительную трубу (2) наводят на рейку по визиру (4), винтом (7) закрепляют зрительную трубу. Резкость изображения нивелирной рейки получают вращением винта (5) фокусирующей линзы (кремальеры), затем наводящим винтом (6) зрительной трубы вертикальную нить сетки нитей наводят на середину рейки.

Для точного приведения визирной оси прибора в горизонтальное положение служит цилиндрический (контактный) уровень, который приводят в нуль-пункт элевационным винтом (11), исправительные винты цилиндрического уровня находятся слева от окуляра (15). Предел визирования зрительной трубы доведен до 2 м, увеличение трубы нивелира Н-3 равно 30, цена деления цилиндрического уровня  $15''/2$  мм.

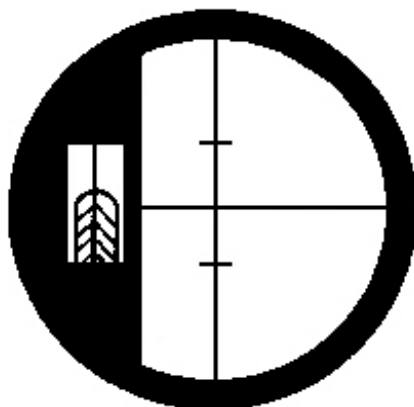


Рисунок 2 – Поле зрения трубы

## 2 ПРИВЕДЕНИЕ НИВЕЛИРА В РАБОЧЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ

### 1.1 Приведение пузырька круглого уровня в нуль-пункт:

*1 действие:* устанавливают уровень по направлению двух подъемных винтов, вращая эти винты, выводят пузырек на середину по этому направлению (рисунок 3,а);

*2 действие:* повернув зрительную трубу на  $90^\circ$ , выводят пузырек в нуль-пункт вращением третьего подъемного винта (рисунок 3,б)

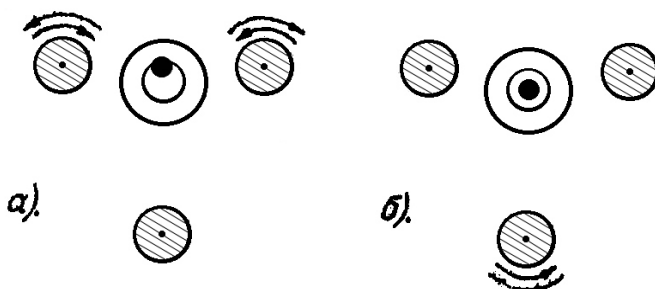


Рисунок 3 - Приведение пузырька круглого уровня в нуль-пункт

Пузырек круглого уровня при повороте зрительной трубы должен оставаться в нуль-пункте.

Приведение пузырька контактного уровня в нуль-пункт. После наведения зрительной трубы на рейку визирную ось необходимо привести в строго горизонтальное положение, для этого сначала примерно выводят пузырек цилиндрического уровня на середину элевационным винтом, а затем этим же винтом совмещают концы пузырька контактного уровня в поле зрения трубы (рисунок 4). Только после этого снимают отсчёт по рейке.

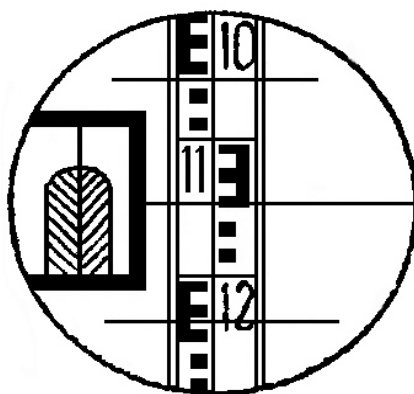


Рисунок 4 – Поле зрения трубы с изображением рейки и концов половинок пузырька уровня

### 3 НИВЕЛИРНЫЕ РЕЙКИ

Нивелирные рейки изготавливаются из деревянных брусьев двутаврового сечения толщиной 2-3 см. Для контроля отсчётов на рейках наносят две шкалы: основную (чёрная сторона) и дополнительную (красная сторона). Обе шкалы состоят из чередующихся черных (красных) и белых сантиметровых делений-шашек. Счет делений основной шкалы ведут от нуля, совмещенного с пяткой рейки. На дополнительной шкале (красная сторона) начальный отсчёт выражается каким либо произвольным числом, например **4785**. Благодаря этому разность отсчетов по разным сторонам рейки должна оставаться всегда постоянной, что служит контролем нивелирования на станции. Каждый дециметр рейки подписан перевернутыми цифрами, в трубе нивелира видно их прямое изображение.

Отсчёты по рейкам (рисунок 4) производят по средней нити нивелира – месту, где проекция средней нити пересекает рейку. Сделать отсчёт по рейке – это значит определить высоту визирной оси нивелира над нулем (основанием) рейки. Цифры считывают в такой последовательности: сначала меньшую, видимую вблизи средней нити подпись (сотни миллиметров), потом прибавляют к ней целое число делений, на которое нить сетки отстоит от меньшей подписи в сторону большей (десятки миллиметров), затем наименьший десятимиллиметровый отрезок делят «на глаз» (количество миллиметров). Отсчёт записывают в миллиметрах, например **1145** (рисунок 4).

#### 4 ПОВЕРКИ НИВЕЛИРА Н-3

1. Поверка круглого (установочного) уровня: *ось круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси вращения нивелира.* Двумя подъёмными винтами приводят пузырек уровня в нуль-пункт. Если после поворота верхней части нивелира на  $180^\circ$  пузырек останется в нуль-пункте – условие выполнено. В противном случае, действуя исправительными винтами уровня, перемещают пузырек в направлении к нуль-пункту на половину дуги отклонения, затем поверку повторяют.

2. Поверка правильности установки сетки нитей: *горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.*

Ось вращения нивелира приводят по круглому уровню в отвесное положение. Берут отсчёт по рейке установленной в 20 м от нивелира, наводят левый конец средней горизонтальной нити на рейку и берут отсчёт, перемещают винтом трубу в горизонтальной плоскости до пересечения правого конца средней горизонтальной нити и снова берут отсчёт. Если нивелир исправен, отсчёт по рейке не изменится или изменится в пределах 1 мм, если неисправен - изменится более чем на 1 мм. В этом случае поворачивают сетку нитей в нужную сторону, ослабив предварительно винты, скрепляющие сетку с корпусом трубы.

3. Поверка главного геометрического условия: *визирная ось трубы должна быть параллельна оси цилиндрического уровня.*

Поверка производится двойным нивелированием линии длиной 50-70м. Концы линии (точки А и В) закрепляют кольями. Устанавливают нивелир окуляром над точкой А и приводят его в рабочее положение, затем с помощью рейки измеряют высоту прибора  $i_1$ . Наводят трубу на стоящую в точке В рейку и берут по ней отсчёт. В случае невыполнения условия вместо правильного отсчёта  $b_0$  будет прочитан отсчёт  $b_1$ , содержащий погрешность  $x$ .

Из рисунка 5 следует, что:

$$|h| = i_1 - b_0 = i_1 - b_1 + x$$

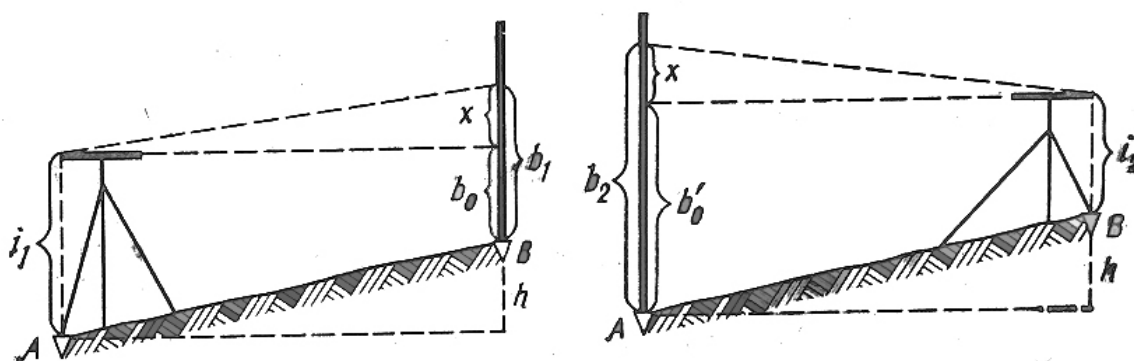


Рисунок 5 – Схема двойного нивелирования

Меняют местами нивелир и рейку, устанавливают прибор в рабочее положение, измеряют его высоту  $i_2$  и берут отсчёт  $b_2$  по рейке.

Так как расстояние А-В постоянно, отсчёт  $b_2$  будет ошибочен на ту же величину  $x$ , а потому

$$|h| = b'_0 - i_2 = b_2 - x - i_2$$

Решая эти два уравнения относительно  $x$ , получим:

$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}.$$



Погрешность  $x$  не должна превышать 4 мм. В противном случае элевационным винтом выводят среднюю нить сетки на отсчёт по рейке, равный

$$v'_0 = v_2 - x,$$

и вертикальными исправительными винтами цилиндрического уровня совмещают концы его пузырька. Для контроля поверку повторяют.

## 5 НИВЕЛИРОВАНИЕ

Различают два способа геометрического нивелирования: «из середины» и «вперед».

Допустим, между точками А и В на местности необходимо определить превышение  $h$ . Нивелир размещают между этими точками, на которых вертикально устанавливают рейки. Приводят трубу в горизонтальное положение. Нивелирование, как правило, начинают с репера (Rp) или с точки, отметка которой известна (на рисунке 6 - точка А) Эту точку называют задней; передняя точка та, отметку которой определяют.

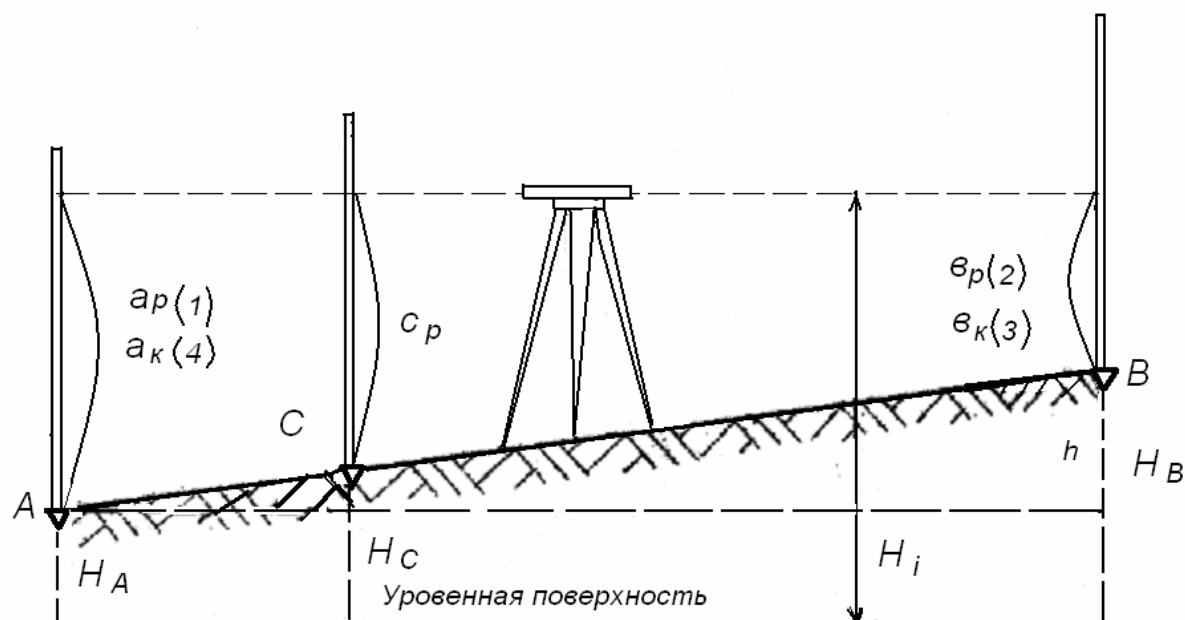


Рисунок 6 – Схема нивелирования «из середины»

Работу на станции выполняют в следующем порядке: сначала берут отсчёт по рабочей (чёрной) стороне задней рейки  $a_p$ , затем отсчёт по рабочей (чёрной) стороне передней рейки  $b_p$ , переднюю рейку поворачивают и берут отсчёт по контрольной (красной) стороне передней рейки  $b_k$ , последний берут отсчёт по контрольной (красной) стороне задней рейки  $a_k$ . Превышение получают как разность заднего и переднего отсчётов:

$$h_p = a_p - b_p, \quad h_k = a_k - b_k,$$

причем

$$|h_p - h_k| \leq 5 \text{ мм.}$$

При невыполнении этого условия работу на станции повторяют.

Отметку точки  $H_B$  вычисляют по известной высоте  $H_A$

$$H_B = H_A + h_{cp},$$

где

$$h_{cp} = (h_p + h_k) / 2.$$

Точки, через которые передают высоты, называются связующими (на рисунке 6 точки А и В); другие точки, на которых были сняты отсчёты с этой станции называются промежуточными (т. С), отсчёты на них берут только по рабочей стороне рейки. Отметки промежуточных точек находят через горизонт прибора  $H_i$ , т.е. высоту визирной оси инструмента над уровенной поверхностью.

$$ГП = H_i = H_A + a_p = H_B + b_p.$$

Тогда

$$H_c = H_i - c_p.$$

Все результаты измерений и вычислений записывают в журнал нивелирования.

## Журнал технического нивелирования

№ ст	№ п/п	Отсчеты по рейке			Превышения $h$ , мм	Средние превыш. $h_{ср}$ , мм	Исправленные	Горизонт инструм. ГИ, м	Отметка точки, Н, М
		задний	передний	промеж-й					
1	т.А	$a_p(1)=$							$H_A=$
		$a_k(4)=$			$h_p=$				
	+10			$c_p=$	$h_k=$	$h_{ср}=$		ГИ1=	$H_{A+10}=$
	т.В		$b_p(2)=$						$H_B=$
			$b_k(3)=$						

## 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ НИТЯНЫМ ДАЛЬНОМЕРОМ

Нитяной дальномер состоит из двух горизонтальных нитей, параллельных средней нити сетки трубы теодолита или нивелира. На одном конце измеряемой линии устанавливают рейку, на другом - прибор (рисунок 7).

Лучи от дальномерных нитей «а» и «в», пройдя через объектив и передний фокус  $F$ , пересекут рейку в точках  $A$  и  $B$ . Из подобия треугольников  $AFB$  и  $aFb$  имеем

$$D' = (f/p) \cdot n,$$

где  $f/p=k$  - коэффициент дальномера ( $k=100$ ).

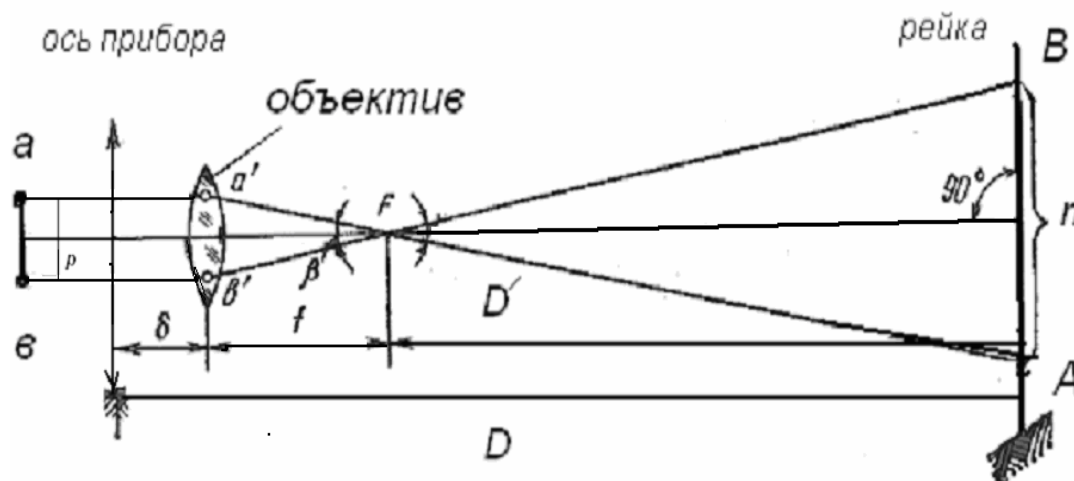


Рисунок 7 – Схема нитяного дальномера

По рисунку 7 видно, что

$$D=D' + f + \delta,$$

где  $f + \delta = c$  – постоянное слагаемое дальномера. Тогда

$$D = k \cdot n + c.$$

В современных приборах  $c$  мало и его не учитывают, поэтому расстояние определяют по формуле:

$$D = k \cdot n,$$

где  $n$  – разность отсчетов по нижней и верхней дальномерным нитям (определяют в сантиметрах)

На рисунке 4 разность отсчетов по дальномерным нитям составляет 18,1 сантиметровых делений рейки. Значит, рейка от прибора установлена на расстоянии  $18,1 \times 100 = 18,1$  м.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ключин Е.Б., Киселев М.И. Инженерная геодезия: Учебник для вузов под ред. Д.Ш. Михелева.-2-е изд. испр.- М.: Высш.шк., 2001.- 464с.
2. Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е. Инженерная геодезия для строителей: Учебник для вузов.- М.: Недра, 1990.- 256с.
3. Лукьянов В.Ф., Новак В.Е. Лабораторный практикум по инженерной геодезии. Учебное пособие для вузов - М. Недра, 1990. – 334с.
4. Данилевич Б.Б., Лукьянов В.Ф., Хейфец Б.С. Практикум по инженерной геодезии: Учебное пособие для вузов под ред. В.Е. Новака. Изд. 3-е , перер. и доп. - М. Недра, 1987. – 334с.

Учебное издание

Составители:

Капралова Татьяна Павловна  
Терехин Сергей Александрович  
Новоселова Валентина Александровна

## **УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРА Н-3. ПОВЕРКИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплинам «Инженерная геодезия» и «Геодезия»  
для студентов строительных и горных специальностей

Редактор Т.А.Селякова

Компьютерный набор Т.П.Капраловой

Подписано в печать . . . 2007

Формат бумаги 60\*84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл .печ. л. 0,81.Уч.-изд. л. 0,9171 Тираж экз. Заказ .

Сибирский государственный индустриальный университет  
654007, Новокузнецк, ул. Кирова, 42  
Типография СибГИУ