



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
(РИИ АлтГТУ)

Н.В. Гейко

УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРОВ НИВЕЛИРОВАНИЕ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Геодезия» для студентов очной и заочной
форм обучения направления «Строительство»

Рубцовск 2018

УДК 528

Гейко Н.В. Устройство нивелиров. Нивелирование: Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Геодезия» для студентов очного и заочного обучения направления «Строительство» / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2018. – 19 с.

В указаниях рассматриваются устройство нивелира Н-3 с цилиндрическим уровнем и нивелира 4Н-3КЛ с самоустанавливающейся линией визирования, подготовка приборов к работе, поверки, способы определения превышений, приводятся расчетные формулы, рисунки, поясняющие ход выполнения работ.

Рассмотрены и одобрены на заседании
кафедры «Строительство и механика»
Рубцовского индустриального института.
Протокол №3 от 29.03.2018 г.

Рецензент: к.т.н., доцент

О.А. Михайленко

©Рубцовский индустриальный институт, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Классификация нивелиров	5
2 Устройство нивелира Н-3	5
3 Устройство нивелира 4Н-3КЛ	7
4 Нивелирные рейки	9
5 Подготовка нивелира к работе	10
6 Поверки и юстировки нивелиров	11
6.1 Поверки нивелира Н-3	11
6.2 Поверки нивелира 4Н-3КЛ	13
7 Геометрическое нивелирование	14
8 Виды геометрического нивелирования	16
9 Тригонометрическое нивелирование	17
10 Задание по лабораторной работе	18
11 Контрольные вопросы	18
Список литературы	19

Введение

Нивелирование – это геодезические измерения, при которых определяют превышения точек земной поверхности, а также их высоты над принятой уровенной поверхностью.

Нивелирование производят для изучения форм рельефа, определения высот точек при строительстве и эксплуатации сооружений. Наиболее распространенный способ – геометрическое нивелирование, выполняемое горизонтальным лучом при помощи нивелиров.

Цель работы: изучить устройство нивелира, приобрести навыки выполнения его поверок и юстировок, научиться записывать отсчеты по рейке, освоить методику измерения превышений и обработки полученных результатов.

Пособия и принадлежности: нивелиры Н-3, 4Н-3КЛ, штативы, треугольники, нивелирные рейки.

Работа выполняется на индивидуальном бланке задания.

1 КЛАССИФИКАЦИЯ НИВЕЛИРОВ

В соответствии с ГОСТ 10528-90 нивелиры по точности разделяют на следующие группы:

- высокоточные – Н-05,
- точные Н-3,
- технические Н-10.

Цифра в обозначении – значение средней квадратической погрешности превышения на 1 км двойного хода (m). Для нивелира Н-05 $m = 0,5$ мм;

Н-3 $m = 3$ мм; Н-10 $m = 10$ мм.

По конструкции нивелиры могут иметь цилиндрический уровень при трубе (Н-3), при этом визирная ось приводится в горизонтальное положение вручную, или снабжаются компенсатором, когда визирная ось приводится в горизонтальное положение автоматически (Н-3К). В названии марки буква К – компенсатор при трубе, Л – лимб для измерения горизонтальных углов Н-10КЛ. Цифра, стоящая перед обозначением марки, указывает номер улучшенной модификации базовой модели (4Н-3КЛ).

2 УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРА Н-3

Нивелир состоит из двух основных частей. Нижняя часть неподвижна, а верхняя имеет возможность вращаться относительно нижней на 360° и наклоняться в вертикальной плоскости на $\pm 20'$. Обе части соединены винтом 6 (рис. 2).

Нижняя часть – это подставка 3 (рис. 2) с тремя подъемными винтами 4, на которых укреплена пружинящая пластинка 5 со втулкой, имеющей резьбу под становой винт, для закрепления нивелира на штативе.

В верхней части расположены: зрительная труба 2 (рис. 1) с цилиндрическим и круглым уровнями, винты.

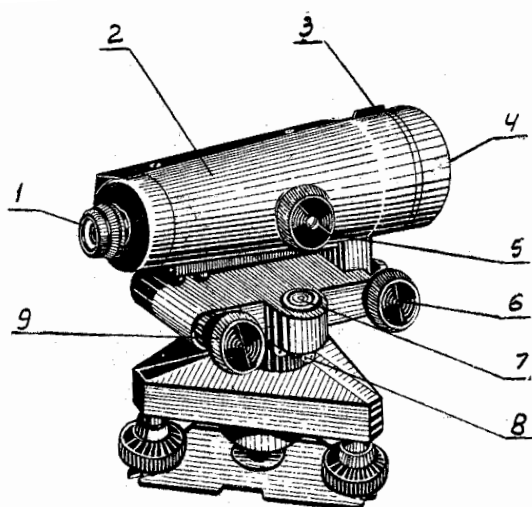


Рис. 1. Нивелир НЗ (со стороны фокусирующей линзы)

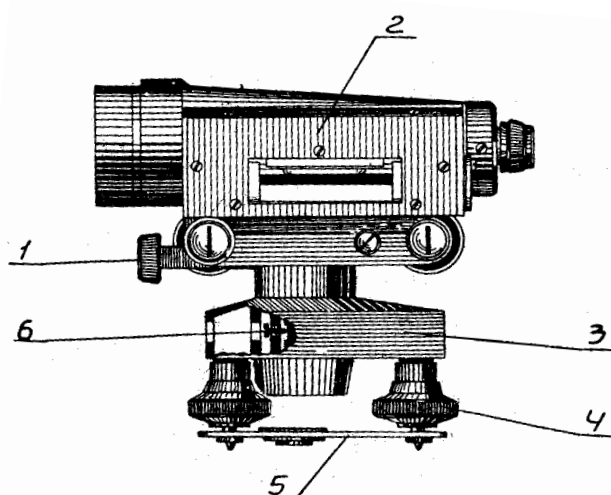


Рис. 2. Нивелир Н-3 (со стороны уровня при трубе)

Зрительная труба нивелира представляет собой телескопическую систему, состоящую из объектива 4, фокусирующей линзы, сетки нитей и окуляра 1 с диоптрийным кольцом. Перемещение фокусирующей линзы вдоль оптической оси трубы осуществляется вращением кремальеры 5, этим обеспечивается резкое изображение рейки. Изображение обратное в поле зрения.

Наведение трубы на рейку осуществляют с помощью механического визира 3 (рис. 1) наводящим винтом 6 при закрепленном винте 1 (рис. 2).

Круглый установочный уровень 7 (рис. 1) расположен с правой стороны объектива и служит для грубого приведения оси вращения прибора в отвесное положение. Пузырек круглого уровня приводится в нуль-пункт подъемными винтами 4 (рис. 2). Для юстировки круглого уровня служат исправительные винты 8 (рис. 1).

С левой стороны на корпусе трубы расположен контактный цилиндрический уровень 2 (рис. 2) с системой призм, закрытых коробкой. Фокусировка сетки нитей осуществляется вращением диоптрийного кольца окуляра по глазу наблюдателя до получения ее четкого изображения. Изображение противоположных концов половинок пузырька цилиндрического уровня через систему призм передается в поле зрения трубы (рис. 3). На рисунке 3 показано поле зрения трубы с изображением концов половинок пузырька уровня и сеткой нитей, расположенной перед окуляром. Сетка нитей имеет два дальномерных штриха для измерения расстояний и средний горизонтальный штрих для определения превышений.

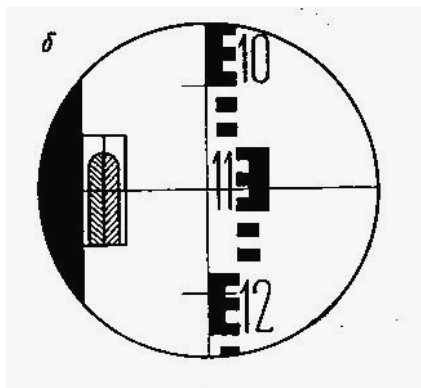


Рис. 3. Поле зрения зрительной трубы

Элевационный винт 9 (рис. 1) служит для точной установки визирной оси в горизонтальное положение. Перед взятием отсчета по рейке этим винтом выполняют точное совмещение (контакт) концов пузырька уровня. В корпусе трубы со стороны окуляра имеются четыре исправительных винта для юстировки уровня при трубе. Для доступа к ним следует использовать отвертку. После юстировки для обеспечения его устойчивости противоположные пары винтов необходимо затянуть с одинаковым усилием.

Зрительная труба обеспечивает увеличение 30^{\times} , поле зрения $1^{\circ}20'$. Коэффициент нитяного дальномера – 100. Наименьшее расстояние визирования составляет 2 м.

3 УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРА 4Н-3КЛ

Нивелир 4Н-3КЛ предназначен для геометрического нивелирования с помощью визирного луча, автоматически устанавливающегося горизонтально. Нивелир используется для создания высотной основы топографических съемок для определения превышений и высот при изысканиях и в строительстве.

Нивелир 4Н-3КЛ относится к нивелирам технической точности. Основные особенности этого нивелира: самоустанавливающийся компенсатор в системе зрительной трубы, приводящий ее визирную ось при наклоне прибора в горизонтальное положение. Зрительная труба прямого изображения создает изображение высокого качества. Лимб позволяет измерять горизонтальные углы или переносить их на местность.

Температурный диапазон работы от -40 до $+50$ °С.

Увеличение зрительной трубы 23^{\times} , угловое поле зрения 2° . Коэффициент нитяного дальномера – 100.

В верхней части корпуса 4 (рис. 4) нивелира находятся детали зрительной трубы (объектив, фокусирующая линза, оборачивающий блок призм, окуляр с сеткой). Одна из призм оборачивающего блока закреплена на маятнике, подвешенном на 4-х торсионах. Вынужденные колебания маятника компенсатора гасятся магнитным демпфлером. При наклоне нивелира маятник с призмой занимает положение, при котором визирная ось зрительной трубы автоматически устанавливается горизонтально. Компенсатор сверху закрыт крышкой 3. Нивелир фокусируют на рейку кремальерой 5. Вращением диоптрийного кольца окуляр 1 устанавливают по глазу наблюдателя до получения четкого изображения сетки нитей. Бленда 6 защищает объектив трубы от прямых солнечных лучей.

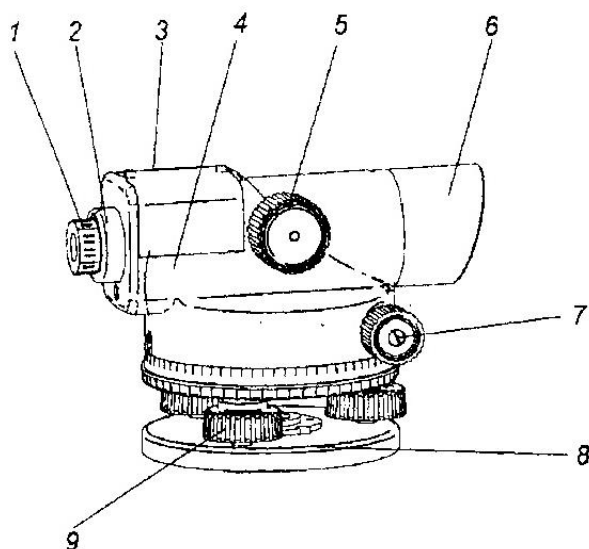


Рис. 4. Общий вид нивелира 4Н-3КЛ

В нижней части корпуса находится вертикальная ось и механизм наводящего винта для точного наведения нивелира по азимуту. Две рукоятки наводящего винта 7 расположены по обе стороны корпуса. Червячная передача

и фрикционное устройство позволяют наводить нивелир на рейку наводящим винтом без ограничения угла поворота, а также свободно вращать его рукой.

Сбоку в нижней части корпуса установлен круглый установочный уровень 2 (рис. 5). Над уровнем расположено зеркало 3, наклоном которого устанавливают положение, удобное для наблюдения пузырька уровня.

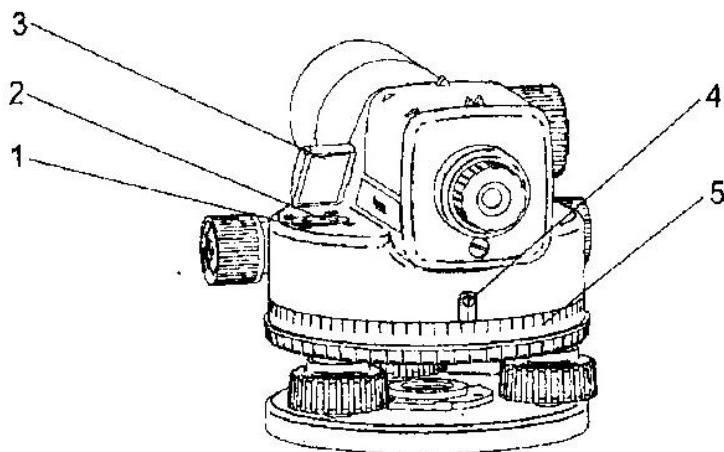


Рис. 5. Нивелир 4Н-3КЛ (вид со стороны окуляра)

Нивелир закреплен в круглой подставке 8 (рис. 4), в верхней части которой расположен лимб 5 (рис. 5). Лимб можно вращать рукой и устанавливать нужный отсчет с помощью индекса 4.

Подъемными винтами 9 (рис. 4) ось нивелира приводят в отвесное положение, выводя пузырек круглого установочного уровня в нуль-пункт. Подъемные винты связаны с трегером 2 (рис. 6) сферическими шарнирами. Винтами 1 регулируют ход подъемных винтов. В центре трегера находится резьбовое отверстие для соединения нивелира со штативом.

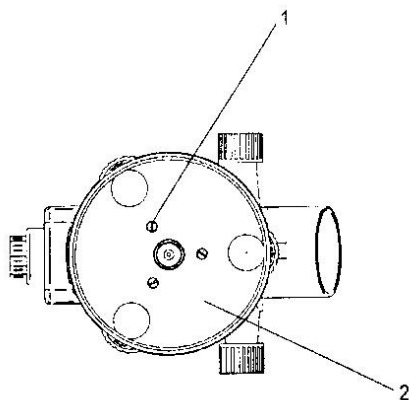


Рис. 6. Нивелир (вид снизу)

Футляр нивелира пластмассовый, снабжен ремнем для переноски на плече. Нивелир укладывают на мягкие ложементы, футляр снабжен замком. На рисунке 7 показан нивелир, уложенный в футляр. Кроме нивелира в футляр укладывают инструменты и принадлежности, входящие в комплект (шпильки, отвертки и масленка).

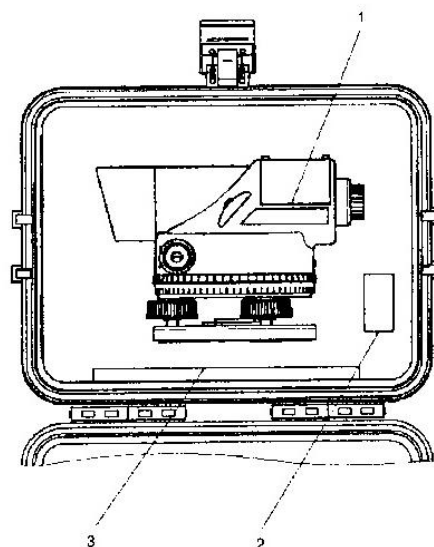


Рис. 7. Нивелир в футляре

Нивелир может быть укомплектован малогабаритным раздвижным металлическим штативом ШР-140. Штатив служит для установки нивелира на высоте, соответствующей росту наблюдателя. Ножки штатива шарнирно соединены с головкой, плавность вращения ножек в шарнирах регулируется болтами. Высоту штатива изменяют выдвиганием ножек и фиксируют закрепительными винтами. Наконечники ножек можно углубить в грунт, нажимая ногой на упоры. Нивелир закрепляют на штативе становым винтом.

4 НИВЕЛИРНЫЕ РЕЙКИ

Для нивелирования применяют цельные, складные и телескопические рейки. Их изготавливают из деревянных брусьев, из пластмассы или дюралевых сплавов. Чаще всего применяют односторонние или двусторонние шашечные складные рейки РН-3 длиной 3 метра или РН-4 с сантиметровыми делениями. На одной стороне рейки нанесены черной краской шашечные сантиметровые деления, пять делений объединены в букву Е. Нулевой отсчет черной стороны совпадает с пяткой. Для контроля на другой стороне деления красные, с пяткой совпадает какой-либо отсчет, например, 4687 или 4787. Благодаря этому разность отсчетов по черной и красной сторонам (пяточная разность) должна быть постоянной. На рейке подписан каждый дециметр с перевернутой оцифровкой (для Н-3), в поле зрения видно их прямое изображение, счет делений – снизу вверх. При нивелировании рейки устанавливают отвесно на вбитые вровень с землей колышки, металлические колья или башмаки.

Отсчеты делают по средней нити. Сделать отсчет по рейке – значит определить высоту визирной оси нивелира над основанием рейки. Отсчет выполняют в таком порядке: сначала меньшую подпись, видимую вблизи средней нити, в дециметрах, затем число шашечных делений, миллиметровые деления определяют «на глаз». На рисунке 8 отсчет по средней нити 1908.

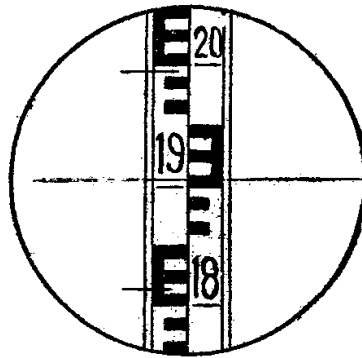


Рис. 8. Поле зрения зрительной трубы 4Н-3КЛ

Расстояние от нивелира до рейки определяют по формуле:

$$D = k \cdot n,$$

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

На рис. 3 отсчет по верхней нити составляет 1050, по нижней – 1218. Разность отсчетов – 16,8 сантиметровых делений рейки. Следовательно, рейка от нивелира установлена на расстоянии $16,8 \cdot 100 = 16,8$ м.

В комплект нивелира прямого изображения 4Н-3КЛ входит также рейка ЗРН-3-3000СП – разборная металлическая с прямым изображением цифр. Цифры нанесены на одной стороне. Рейка состоит из метровых секций, соединяемых винтами, которые могут составить рейку в 1,2 или 3 м. Каждая нечетная секция окрашена в черный цвет, четная – в красный. При использовании секций второй рейки длина может быть увеличена до 5 м. Рейку в разобранном виде укладывают в чехол.

5 ПОДГОТОВКА НИВЕЛИРА К РАБОТЕ

Развернуть рейки, установить их отвесно на нивелирных знаках - реперах или марках, исходя из условия: длина визирного луча должна быть меньше 120 м, а высота луча над поверхностью более 0,5 м.

Отстегнуть ремешок, стягивающий ножки штатива, и выдвинуть их на нужную длину. Установить штатив на равном расстоянии от реек (неравенство плеч на станции допускается не более 3 м). Плоскость головки штатива должна быть примерно горизонтальна, а высота соответствовать росту наблюдателя.

Открыть футляр и осторожно извлечь нивелир, закрепить его на штативе становым винтом.

Приведение вертикальной оси нивелира в отвесное положение выполняется подъемными винтами по установочному круглому уровню в следующем порядке. Устанавливают уровень по направлению двух подъемных винтов, вращая их в противоположных направлениях, выводят пузырек в середину по этому направлению. Затем поворачивают трубу на 90° , выводят пузырек в нуль-пункт вращением третьего подъемного винта.

При повороте трубы пузырек круглого уровня должен находиться в нуль-пункте.

Для установки **окуляра по глазу** наблюдателя навести трубу на светлый фон и вращением диоптрийного кольца добиться четкого изображения сетки нитей.

Добиться резкого изображения рейки вращением кремальеры. Изображения рейки и сетки нитей должны быть видны одинаково резко.

Произвести грубое наведение на рейку, глядя на рейку поверх трубы по визиру. После этого закрепить зажимной винт и движением наводящего винта навести трубу на середину рейки.

Перед снятием отсчета по рейке совместить изображения концов пузырька уровня при трубе элевационным винтом. Совмещение закончено, если оба пузырька образуют полукруг. Снять отсчет.

При работе с нивелиром 4Н-3КЛ отсчет следует брать только при неподвижном изображении рейки независимо от того, вызываются ли колебания изображения ветром, турбулентными потоками воздуха или вынужденными колебаниями маятника компенсатора. Постоянно следить за тем, чтобы пузырек установочного уровня не выходил за пределы окружности (исправляя при необходимости его положение подъемными винтами подставки), а также за тем, чтобы рейка в момент отсчитывания сохраняла вертикальное положение.

6 ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКИ НИВЕЛИРОВ

6.1 ПОВЕРКИ НИВЕЛИРА Н-3

Перед выполнением работ с нивелиром производят его осмотр. Если не обнаружено внешних повреждений, приступают к поверкам.

Поверки – это действия, которыми контролируют правильность взаимного расположения основных осей прибора. Если обнаруживается несоответствие, то выполняют **юстировку** исправительными винтами.

Для нивелиров Н-3 с цилиндрическим уровнем выполняют следующие поверки.

1 Поверка круглого (установочного) уровня

Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира $UU//JJ$ (рис. 9,а).

Для проверки этого условия пузырек круглого уровня приводят подъемными винтами в нуль-пункт, верхнюю часть прибора поворачивают на 180° . Если пузырек остался в центре, то нивелир исправен, если сместился, выполняют юстировку.

Нивелир приводят в отвесное положение, перемещая пузырек к центру на первую половину дуги отклонения исправительными винтами уровня, на вторую – подъемными винтами.

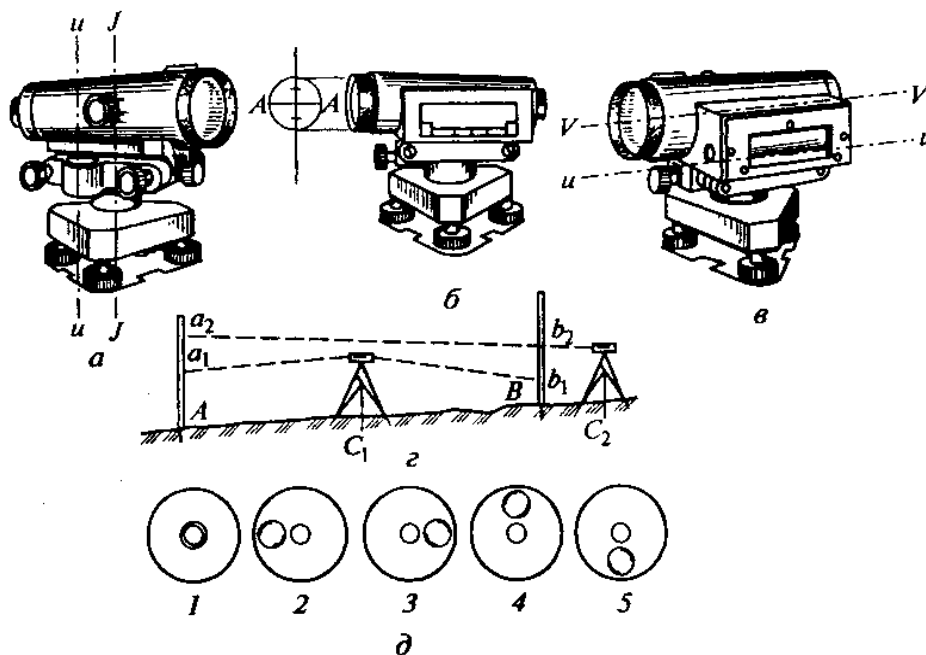


Рис. 9. Поверки нивелира

2 Поверка сетки нитей.

Вертикальная нить сетки должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Условие гарантируется заводом-изготовителем.

Ось вращения приводят по круглому уровню в отвесное положение, на расстоянии 20...25 м от нивелира подвешивают отвес. Совмещают один из концов вертикальной нити со шнуром отвеса. Если другой конец нити отклоняется от шнура не более 0,5 мм, то условие выполнено.

При нарушении условия ослабляют исправительные винты сетки и разворачивают диафрагму с сеткой до совмещения вертикальной нити со шнуром отвеса.

3 Поверка главного геометрического условия

Визирная ось зрительной пути должна быть параллельна оси цилиндрического уровня $VV // UU$ (Рис. 9, в).

Поверка выполняется двойным нивелированием одной и той же линии длиной 50-70 м с разных концов.

Точки А и В закрепляют колышками. Нивелир устанавливают окуляром над точкой А, приводят в рабочее положение, с помощью рейки измеряют высоту инструмента i_1 . В точке В устанавливают рейку и делают отсчет по ней b_1 . Если визирная ось и ось цилиндрического уровня не параллельны, то вместо правильного отсчета b будет взят отсчет b_1 , содержащий погрешность x .

Из рисунка 10 превышение будет равно

$$h = i_1 - (b_1 - x). \quad (1)$$

Затем переходят с нивелиром на вторую станцию, измеряют высоту прибора i_2 и берут отсчет по дальней рейке b_2 .

Превышение между точками вычисляют как

$$h = (b_2 - x) - i_2. \quad (2)$$

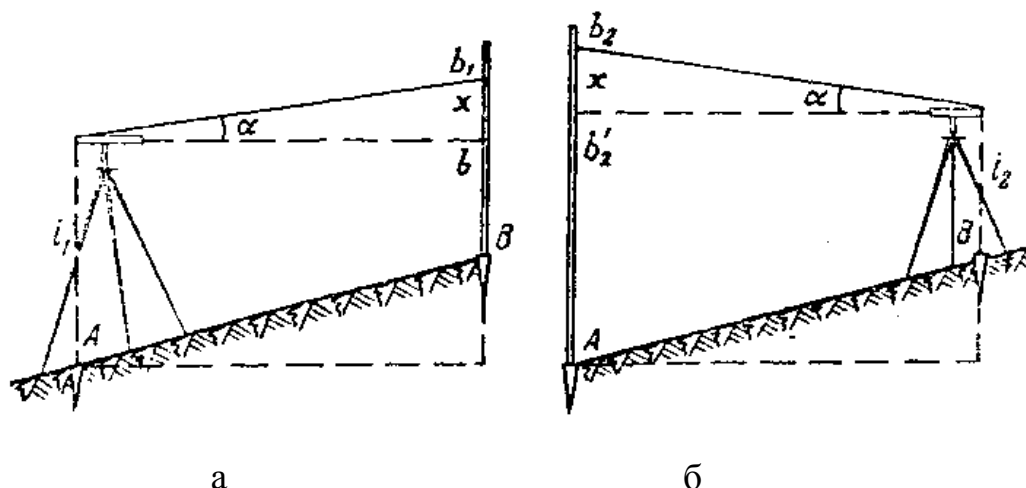


Рис. 10. Схема двойного нивелирования

Расстояние АВ постоянно, поэтому отсчет b_2 будет ошибочен на ту же величину x . Решая эти два уравнения относительно x , получим:

$$x = (b_1 + b_2)/2 - (i_1 + i_2)/2. \quad (3)$$

Погрешность не должна превышать 4 мм. В противном случае элевационным винтом выводят среднюю нить на правильный отсчет

$$b_0 = b_2 - x$$

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

6.2 ПОВЕРКИ НИВЕЛИРА 4Н-3КЛ

Для нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования выполняют следующие поверки.

1 *Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.*

Эту поверку выполняют так же, как для нивелира Н-3.

Если при выполнении поверки центр пузырька вышел за пределы малой окружности ампулы уровня, проводят юстировку юстировочными винтами 1 (рис. 6).

2. *Вертикальная нить сетки должна быть параллельна оси нивелира.*

Поверку этого условия выполняют так же, как у нивелиров с цилиндрическим уровнем.

3. *Линия визирования должна быть горизонтальна (главное условие).*

Линию АВ длиной 50...70 м закрепляют кольшками и устанавливают на них поочередно рейки. Посередине между рейками устанавливают нивелир, приводят его ось в отвесное положение. Затем производят отсчеты a_1 по задней

и b_1 по передней рейкам (рис. 9,г). Превышение между точками вычисляют по формуле

$$h = a_1 - b_1. \quad (4)$$

Далее нивелир устанавливают за передней рейкой и производят отсчеты a_2 по дальней и b_2 по ближней рейкам. Вычисляют отсчет a_2' , который соответствует горизонтальному положению визирного луча:

$$a_2' = h + b_2 = a_1 - b_1 + b_2.$$

Разность отсчетов не должна превышать 4 мм по абсолютной величине:

$$\Delta = a_2 - a_2'.$$

Если условие нарушено, то сетку нитей с помощью исправительных винтов перемещают до совмещения с отсчетом a_2' .

7 ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ

В зависимости от места установки прибора различают два способа геометрического нивелирования: «из середины» и «вперед».

Для определения превышения точки В над точкой А устанавливают нивелир между этими точками на одинаковых расстояниях и приводят визирную ось прибора в горизонтальное положение. В точках А и В на колышках отвесно устанавливают рейку с сантиметровыми делениями. Нивелирование начинают с репера или точки, отметка которой известна (на рис. 11 точка А). Эта точка задняя, а рейка P_2 , установленная в точке В, называется передней.

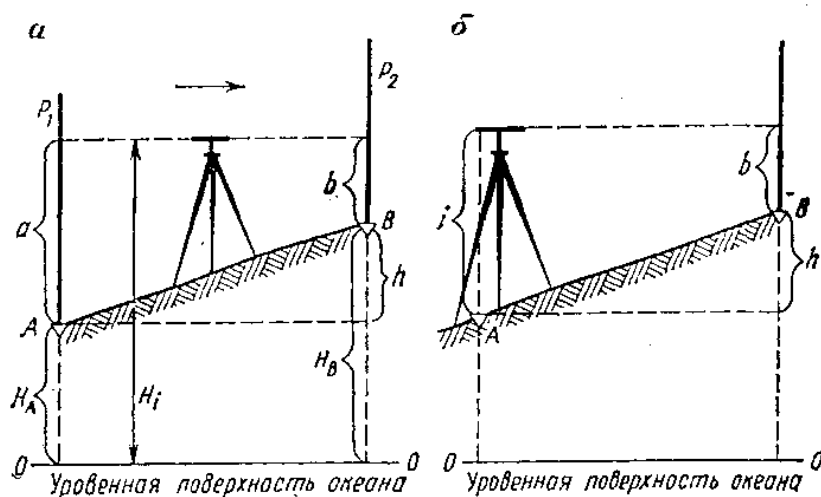


Рис. 11. Схемы геометрического нивелирования: а- из середины, б - вперед

Работа на станции выполняется в следующем порядке. Наводят трубу на черную сторону задней рейки, берут отсчет $a_ч$, затем по черной стороне передней рейки $b_к$. Затем поворачивают переднюю рейку красной стороной и берут отсчет $b_к$, последний отсчет по красной стороне задней рейки $a_к$.

Превышения вычисляют по правилу: задний отсчет минус передний, дважды: по черной и красной сторонам:

$$h_{ч} = a_{ч} - b_{ч}. \quad (5)$$

$$h_{к} = a_{к} - b_{к}. \quad (6)$$

Если превышение h оказалось положительным, это означает, что передняя точка В располагается выше задней точки А и, наоборот, при отрицательном значении превышения h передняя точка расположена ниже задней.

Если разность превышений по черной и красной сторонам меньше 5 мм, то вычисляют среднее значение:

$$h_{ср} = (h_{ч} + h_{к}) / 2. \quad (7)$$

Пяточная разность также не должна отличаться от теоретического значения более, чем на 5 мм.

При невыполнении этих условий работу на станции повторяют, изменяя горизонт инструмента.

Отметку точки В вычисляют по формуле:

$$H_b = H_a + h. \quad (8)$$

То есть высота передней точки равна высоте задней плюс соответствующее превышение.

Точки А и В, через которые передают превышения, называются связующими. Отметки других точек можно вычислить через горизонт прибора H_i (рис. 11, а):

$$H_i = H_A + a. \quad (9)$$

Горизонт прибора – это высота визирного луча нивелира над уровенной поверхностью, он равен высоте точки плюс отсчет на эту точку.

Высоту передней точки В можно определить через горизонт прибора по формуле:

$$H_B = H_i - b. \quad (10)$$

Высота точки равна горизонту прибора минус отсчет на эту точку. Способ горизонта прибора удобен, когда с одной станции берутся отсчеты на несколько точек, которые называются промежуточными.

Способ нивелирования из середины является основным при производстве инженерных работ, поскольку на результаты нивелирования не влияет точность юстировки прибора, кривизна Земли и рефракция земной атмосферы.

При геометрическом нивелировании *способом вперед* прибор устанавливают таким образом, чтобы окуляр трубы находился над точкой А. Вертикальное расстояние от центра окуляра до точки А называют высотой прибора i . Его измеряют с помощью рейки.

Если в точке В установить рейку и взять на нее отсчет, то превышение между точками А и В определится:

$$h = i - b. \quad (11)$$

То есть *превышение между точками равно высоте прибора минус передний отсчет.*

На результаты нивелирования способом вперед существенное влияние оказывает точность юстировки прибора (горизонтальность визирной оси), влияние кривизны Земли и рефракция. Поэтому такой способ используют при поверках и юстировках прибора перед началом полевых работ.

Все результаты измерений и вычислений записывают в журнал нивелирования установленной формы. В журнале в скобках указан порядок отсчетов и вычисления контроля на станции.

Журнал технического нивелирования

№ станции	Номер пикета	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм			Горизонт прибора, м ГП	Отметки точек, м Н
		Задние, <i>a</i>	Передние, <i>b</i>	Промежуточные, <i>c</i>	Вычисленные h_b	Средние $h_{ср}$	Исправленные $h_{исп}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Репер 1 ПК0	1961(1) <u>6743(4)</u> 4782(5)	0468(2) <u>5248(3)</u> 4780(6)		1493(7) 1495(8)	+1 1494(9)	1495		40,87 42,365
2	ПК0 ПК1	1280 <u>6063</u> 4783	0995 <u>5778</u> 4783		285 285	285	285		42,365 42,65
3	ПК1 ПК2	0894 <u>5674</u> 4780	2023 <u>6808</u> 4785		-1129 -1134	-1132	-281		42,65 41,518
4	ПК2 ПК3 ПК2+51	1283 <u>6068</u> 4785	0536 <u>5318</u> 4782		747 750	748	748	42,801	41,518 42,266 40,592
Постраничный контроль		Σ 29966	Σ 27174		Σ +2792	Σ +1396	Σ 1395		
		$\Sigma_3 - \Sigma_{II} = +2792$							

8 ВИДЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

Нивелирование с одной станции называют *простым*. Если необходимо определить превышения или высоты для многих точек, на значительном расстоянии друг от друга, то нивелирование осуществляют с нескольких станций, прокладывают *нивелирный ход*. При этом точки, общие для двух смежных станций, называются *связующими*, а остальные – *промежуточными*. Особое внимание уделяют связующим точкам, так как ошибка, допущенная в определении высоты одной точки, передается на все последующие. На рис. 12 показан нивелирный ход, проложенный между точками А и В, работы выполнены последовательно на станциях $J_1, J_2.. J_n$.

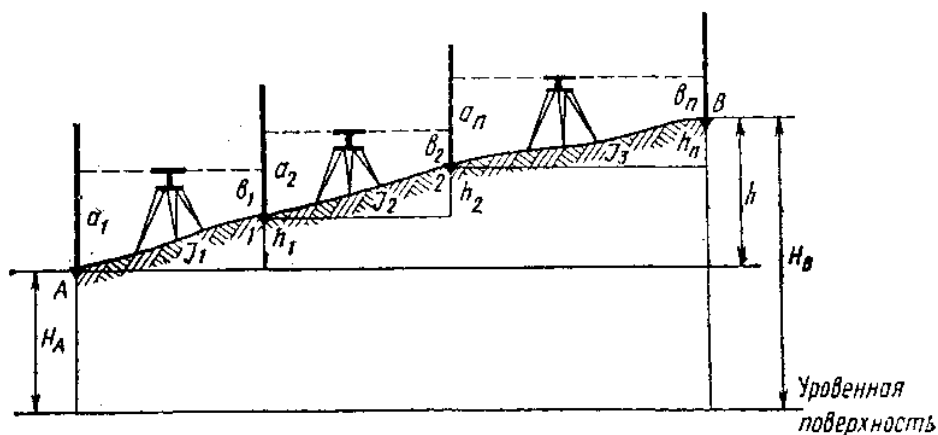


Рис. 12. Схема нивелирного хода

На станции J_1 определяют превышение точки 1 над точкой А

$$h_1 = a_1 - b_1.$$

Затем прибор переносят на станцию J_2 и заднюю рейку из точки А в точку 2. Превышение равно

$$h_2 = a_2 - b_2.$$

Аналогичным образом, переставляя нивелир и рейки, образуют нивелирный ход до точки В. При этом точки 1, 2 и т.д. передают высоты, называются связующими. Общее превышение между точками А и В будет равно алгебраической сумме отдельных превышений.

$$h = h_1 + h_2 + h_n \dots + h_B = \Sigma h.$$

Высота конечной точки хода будет равна

$$H_B = H_A + h = H_A + \Sigma h. \quad (12)$$

9 ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ

Если превышение между точками значительно, то применяют тригонометрическое нивелирование. Используют теодолит и рейку. Пусть требуется определить превышение точки В над точкой А (рис. 13). Над точкой А устанавливают теодолит, а в точке В рейку.

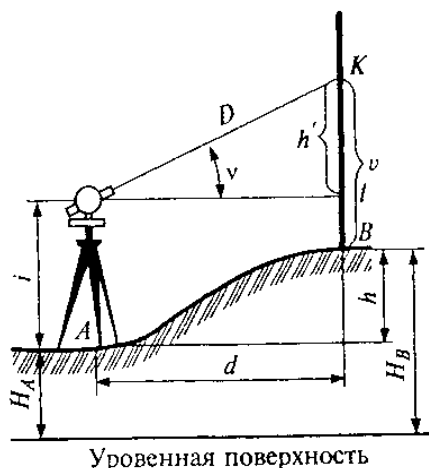


Рис. 13. Тригонометрическое нивелирование

Измеряют длину линии АВ дальномером или рулеткой d и высоту инструмента i . По вертикальному кругу теодолита измеряют угол наклона визирной оси трубы v . Расстояние v от этой точки до пятки рейки называется *высотой визирования*. Исходя из рис 13:

$$h = h' + i - v.$$

При этом

$$h' = d \cdot \operatorname{tg} v,$$

поэтому

$$h = d \cdot \operatorname{tg} v + i - v. \quad (13)$$

Если на рейке отметить высоту инструмента яркой ленточкой и наводить визирную нить трубы на нее, то превышение можно вычислить по сокращенной формуле

$$h = d \cdot \operatorname{tg} v. \quad (14)$$

10 ЗАДАНИЕ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. На бланке лабораторной работы подписать названия пронумерованных частей нивелира.

2. Зарисовать в поле зрения трубы нивелира изображение нивелирной рейки, записать отсчеты по трем нитям сетки. Вычислить расстояние по дальномерным нитям.

3. Зарисовать схемы определения отметок связующих и промежуточных точек. Записать формулы для вычисления превышений и высот точек.

4. Определить отметки связующей и промежуточной точек в бланке журнала. Отметка исходной точки выдается преподавателем.

№ станц.	Набл. точки	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм		ГИ, м	Отметка Н, м
		задняя	передняя	промежу- точная	$h_{ч(к)}$	$h_{ср}$		

11 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Устройство нивелира НЗ. Классификация нивелиров
2. Назвать основные части нивелира с компенсатором
3. Как выполняется нивелирование вперед?
4. Что такое связующие, плюсовые, промежуточные точки?

5. При нивелировании из середины отсчеты по рейкам: задний – $a=2875$, передний – $b=1024$. Отметка задней точки $H_A=200,850$ м. Вычислить отметку точки В, показать на схеме.
6. Принцип определения расстояний нитяным дальномером нивелира
7. Что такое горизонт инструмента? Как вычислить?
8. Вычислить отметку связующей точки 2 и промежуточных точек 3 и 4, если отметка первой точки $H_1=100,75$ м, отсчеты по рейкам: $a=2245$, $b_2=1164$, $c_3=0815$, $c_4=2665$. Пояснить на схеме
9. Устройство нитяного дальномера. Измерение линий дальномером
10. Устройство зрительной трубы нивелира
11. Виды нивелирования. Сущность геометрического нивелирования
12. Производство технического нивелирования
13. Поверки и юстировки нивелиров
14. Тригонометрическое нивелирование
15. В какой последовательности берутся отсчеты по рейкам при техническом нивелировании?
16. Как выполняется подготовка трубы для наблюдений?
17. Что такое кремальера?
18. Что такое пяточная разность?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерная геодезия: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [Е.Б. Ключин, М.И.Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д. Фельдман]; под ред. Д.Ш. Михелева. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 496 с.
2. Киселев М.И. Геодезия: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев. – 8-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 384 с.

Гейко Наталья Владимировна

УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРОВ. НИВЕЛИРОВАНИЕ

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Геодезия» для студентов очной и заочной форм обучения направления «Строительство»

Редактор Е.Ф. Изотова

Подписано в печать 24.07.18. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л 1,18. Тираж 55 экз. Заказ 181665. Рег. № 7.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института 658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.