	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный аграрный университет»	Методическое указание к лабораторной работе
		Б1.В.04 Геодезия в лесном хозяйстве

Кафедра кадастра
 недвижимости
 и геодезии

Б1.В.04 ГЕОДЕЗИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

«Устройство нивелиров. Работа с нивелиром»

Направление подготовки
 4.35.03.01 Лесное дело

Профиль подготовки
 Лесное хозяйство

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Уфа 2018

УДК 528

ББК 26.11

М 54

Составители: доцент Ишбулатов М.Г., профессор, д.б.н. Хисамов Р.Р.

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета агротехнологий и лесного хозяйства «29» марта 2018 г. (протокол № 7)

Рецензент: профессор, д.т.н. Хафизов А.Р.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой кадастра недвижимости и геодезии, к.с/х.н., доцент Ишбулатов М.Г.

г. Уфа, БГАУ, Кафедра кадастра недвижимости и геодезии

Лабораторная работа

Тема: Устройство нивелиров. Работа с нивелиром.

1. Цель занятия: Изучить устройство и поверки нивелира
2. Материалы и оборудование: нивелир, нивелирные рейки
3. Общие сведения

Нивелирование – один из видов полевых геодезических измерений для определения превышений (разности отметок) между точками. С помощью нивелира и нивелирных реек выполняется геометрическое нивелирование. Геометрическое нивелирование заключается в непосредственном определении разности высот двух точек с помощью горизонтального визирного луча, получаемого прибором – нивелиром.

Нивелиром выполняют различные геодезические работы: нивелирование трассы, нивелирование поверхности, передачу отметок на монтажные горизонты, проверку горизонтальности перекрытий и др.

Методические указания «Изучение нивелира» рекомендуются в помощь студентам при выполнении лабораторных работ по работе с прибором. В указаниях рассматриваются следующие вопросы: классификация нивелиров; устройство нивелиров и нивелирных реек; методика измерений превышений на станции технического нивелирования; поверки и юстировки нивелиров.

3.1 Классификация нивелиров.

Нивелиры классифицируются по точности и по конструкции. По точности нивелиры выпускают:

- высокоточные – нивелир Н-05 имеет погрешность не более 0.5мм на 1км хода;
- точные – нивелиры Н-3, Н-3Л, Н-3К, Н-3КЛ – дают погрешность не более 3мм на 1км хода;
- технические – нивелиры Н-5, Н-10, Н-10КЛ – не более 10мм на 1км хода.

По конструкции нивелиры всех типов выпускаются в двух исполнениях: с цилиндрическим уровнем и с компенсатором. Если нивелир с компенсатором, к названию прибора добавляется буква «К», например, Н-3К.

Часть моделей нивелиров выпускается с лимбом для измерения горизонтальных углов; в этом случае к названию прибора добавляется буква «Л», например, Н-3КЛ.

Выпускались нивелиры 2,3 и 4-ого поколений. Цифра, стоящая перед обозначением марки прибора, указывает номер улучшенной модификации

базовой модели, например, 4Н-5Л. Нивелиры 2, 3, 4 поколений имеют зрительную трубу прямого изображения.

Все перечисленные выше нивелиры относятся к оптическим приборам. В настоящее время выпускаются и находят широкое применение лазерные и цифровые (электронные) нивелиры. Тем не менее, наиболее широко используется на строительной площадке нивелир базовой модели Н-3, поэтому в дальнейшем рассмотрим его устройство и работу с ним.

3.2 Устройство нивелира и нивелирных реек.

3.2.1 Нивелиры с цилиндрическими уровнями

Рассмотрим устройство нивелиров с цилиндрическими уровнями на примере нивелира Н-3 (рис 1,а).

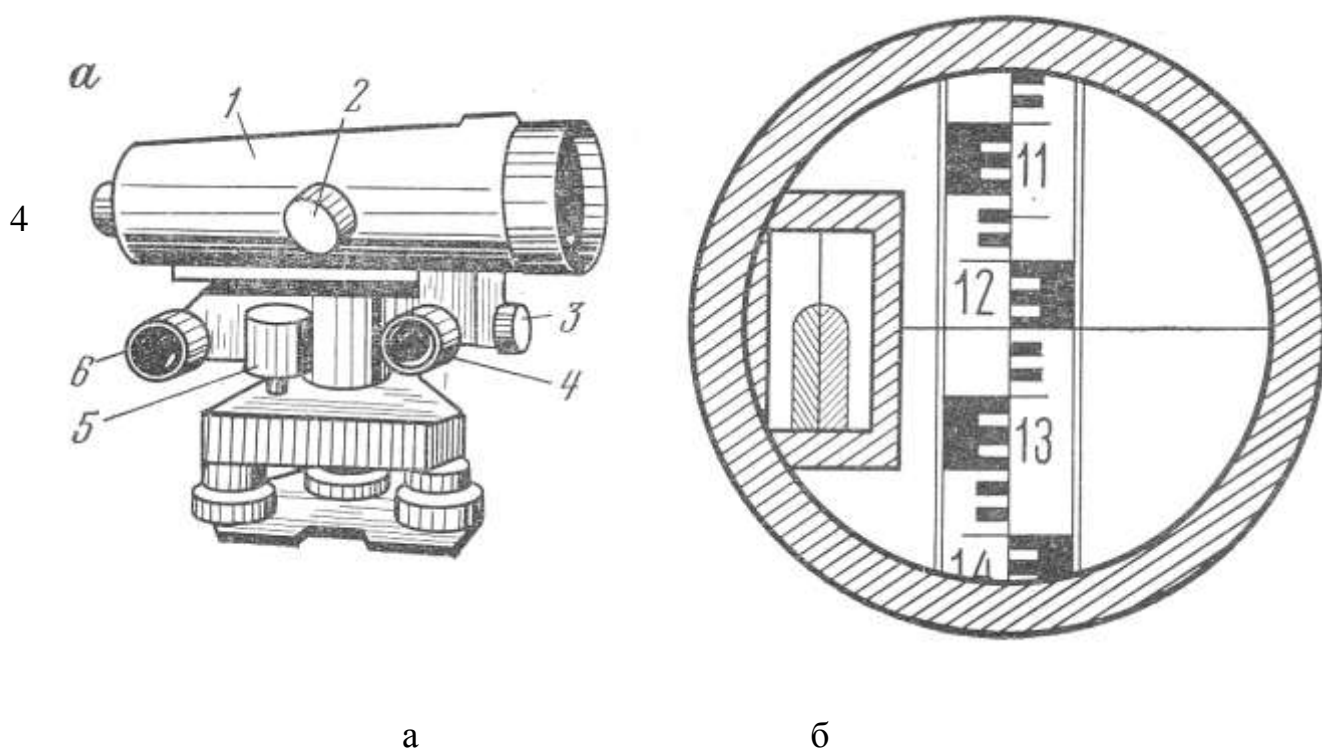


Рис.1

а) - основные части нивелира Н-3;

б)- поле зрения зрительной трубы нивелира Н-3

Н-3 – точный нивелир с цилиндрическим уровнем и элевационным винтом. Верхняя вращающаяся часть состоит из зрительной трубы (1), жестко скрепленного с трубой цилиндрического уровня, круглого уровня (5),

закрепительного (3) и наводящего (4) винтов трубы и элевационного винта (6).

Нижняя часть состоит из подставки с тремя подъемными винтами (трегер) и прижимной пластины. Прибор приводится в рабочее положение вращением подъемных винтов трегера по круглому уровню.

Зрительная труба представляет собой телескопическую систему, состоящую из объектива, фокусирующей линзы (кремальера), сетки нитей и окуляра. Изображение концов пузырька цилиндрического уровня с

помощью системы призм передается в поле зрения зрительной трубы (рис.1,б). Пузырек цилиндрического уровня приводится на середину элевационным винтом (6). Резкость изображения нивелирной рейки достигается вращением винта (2) фокусирующей линзы. Затем снимается отсчет по рейке (на рис. 1, а, отсчет 1250).

3.2.2. Нивелиры с компенсаторами

Нивелиры с компенсаторами углов наклона называются самоустанавливающимися. Компенсация углов наклона визирной оси или автоматическое приведение ее в горизонтальное положение у таких нивелиров происходит за счет автоматического поворота компенсатора оптической системы. У нивелира Н-3К, например, диапазон работы компенсатора 16'. Устанавливают нивелир в рабочее положение подъемными винтами по круглому уровню. Затем наводят трубу на рейку вначале от руки, затем наводящим винтом и снимают отсчет по рейке.

Таблица 1 Техническая характеристика приборов.

Технические характеристики	Н-3	Н-3К
Увеличение зрительной трубы	31.5 ^x	30 ^x
Коэффициент нитяного дальномера	100	100
Наименьшее расстояние визирования, м	1.0	2.0
Цена деления круглого уровня, угловая минута	10	10
Цена деления цилиндрического уровня, угловая секунда	15	-
Диапазон работ компенсатора, угловая минута	-	±16
Масса нивелира, кг	2.0	1.8

Основные технические характеристики рассмотренных нивелиров приведены в табл. 1.

3.2.3. Нивелирные рейки

Нивелирные рейки изготавливаются из деревянного бруска двутаврового сечения толщиной 2-3 см, длиной 4м, 3м, 1.5м, 1.2м и короче, складные и цельные (рис.2,а). Основная шкала (черная сторона) состоит из чередующихся черных и белых сантиметровых делений. Счет делений ведут от нуля, совмещенного с основанием рейки, называемого «пяткой». На дополнительной шкале (красная сторона) начальный отсчет выражается определенным числом. Разность отсчетов по основной и дополнительной шкалам рейки должна оставаться всегда постоянной, что служит контролем правильности снятия отсчетов по рейке на станции.

В комплект нивелира с прямой трубой входят рейки с прямыми надписями.

Для удобства и быстроты установки нивелирные рейки иногда снабжают круглыми уровнями. Рейки маркируют так: например, РН-10П-3000С, что означает, что эта рейка нивелирная, со шкалой деления 10мм, прямой надписью цифр, длиной 3000мм, складная.

При производстве нивелирования I и II классов используются штриховые инварные рейки (рис.2,б).

Во время работы рейки ставят на башмаки (рис.2.г), костыли (рис.2,в) или деревянные колья.

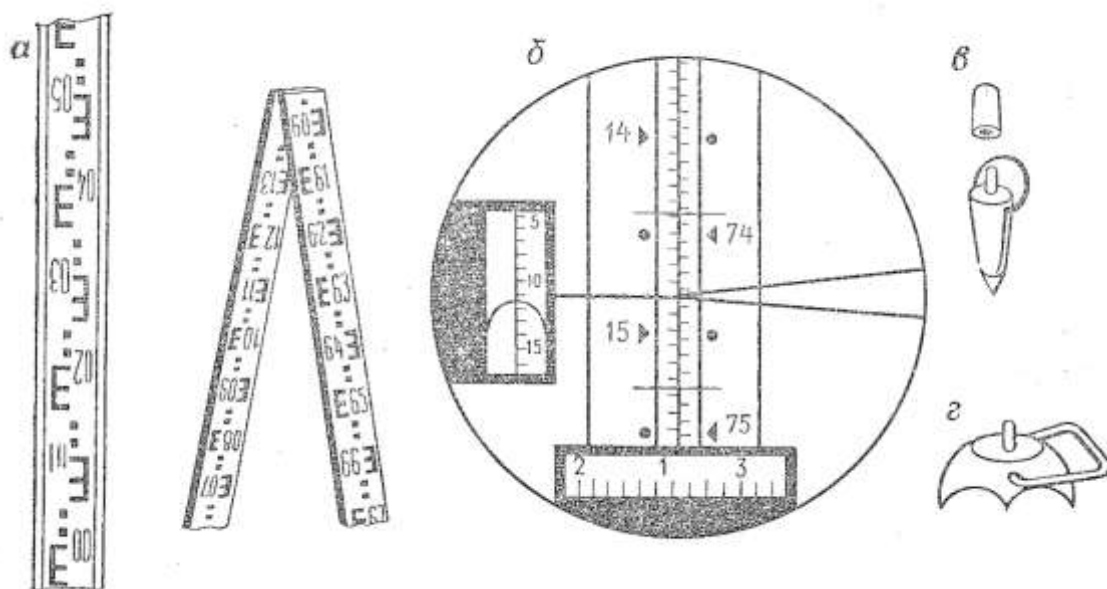


Рис.2

- а – рейка РН-10;
- б – инварная рейка РН-05 в поле зрения трубы;
- в – костыль;
- г -- башмак

4. Порядок выполнения работы: Методика измерения превышения на станции технического нивелирования

Техническое нивелирование выполняется способом «из середины» (рис.3,а), т.е. нивелир устанавливается посередине между точками, разность «плеч» не должна превышать 10м.

При установке штатива необходимо головку штатива установить горизонтально, на высоте груди наблюдателя. Ось вращения нивелира приводится в отвесное положение по круглому уровню с помощью подъемных винтов подставки. Устанавливают трубу по глазу: вращением головки окуляра добиваются резкого изображения сетки нитей. Затем трубу наводят на рейку и вращением винта кремальеры добиваются четкого изображения рейки.

Вращением элевационного винта точно совмещают изображения концов пузырька в поле зрения трубы, приводя уровень «в контакт» (рис.1,б).

В этот момент, пользуясь средней горизонтальной нитью, снимают отсчет по рейке. Дециметры считывают по надписям на рейке, сантиметры определяют по числу делений рейки, а миллиметры оценивают на глаз. На рис. 1,б отсчет по рейке 1250мм.

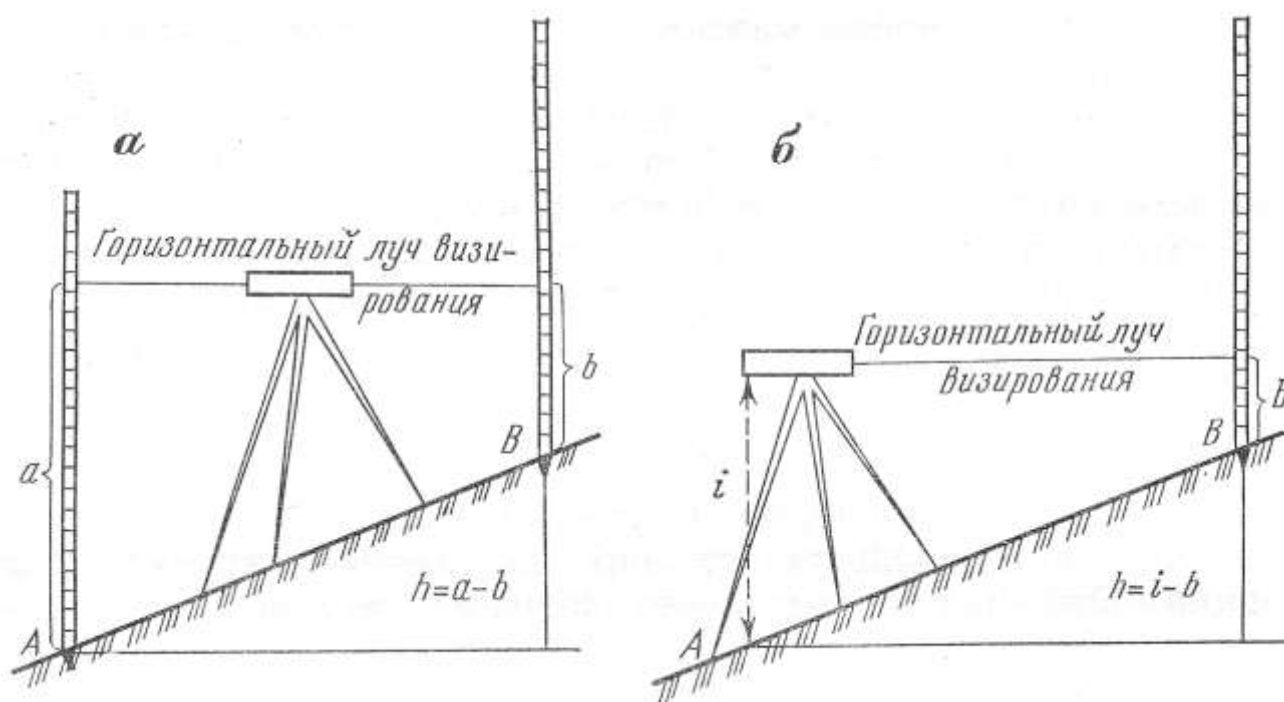


Рис.3

а – способ нивелирования «из середины»;
б – способ нивелирования «вперед»

Отсчеты снимают и записывают в журнал технического нивелирования в следующем порядке:

- 1) отсчет по черной стороне задней рейки $a_{\text{ч}}$;
- 2) отсчет по черной стороне передней рейки $b_{\text{ч}}$;
- 3) отсчет по красной стороне передней рейки $b_{\text{к}}$;
- 4) отсчет по красной стороне задней рейки $a_{\text{к}}$;

Превышения выполняются по красной и черной сторонам реек, как разность отсчетов «задние» минус «передние»:

$$h_{\text{к}} = a_{\text{к}} - b_{\text{к}}$$

$$h_{\text{ч}} = a_{\text{ч}} - b_{\text{ч}}$$

Контроль правильности измерений на станции заключается в том, что превышения, полученные по красным и черным отсчетам, не должны отличаться более, чем на 5 мм, т.е.

$$|h_{\text{ч}} - h_{\text{к}}| \leq 5 \text{ мм.}$$

Пример записи в журнале технического нивелирования показан в табл. 2.

Отметка точки В вычисляется алгебраическим сложением отметки точки А, которая дана в метрах, со средним превышением, которое дано в мм. При вычислениях превышение в мм необходимо перевести в метры.

Таблица 2 Журнал технического нивелирования.

№ п/п	№ точки	Отсчеты по рейке			Превышения		Ср.превыш.		Г.И.	Отметки точек
		Задн.	Перед.	Пром.	+	--	+	--		
1	А	1218								33.456
	В	5900	1447 6131			229 231		230		33.226

4.1 Поверки и юстировки нивелиров

При подготовке нивелира к работе выполняют следующие проверки: 1. Проверка правильности установки круглого уровня; 2. Проверка правильности установки сетки нити; 3. Проверка нивелира на главное условие.

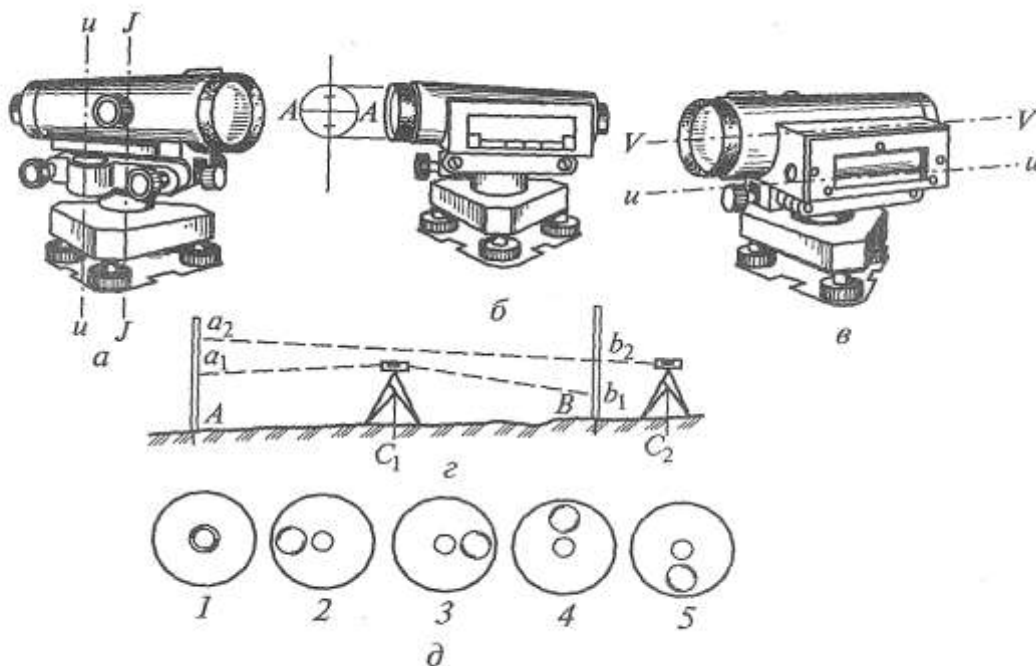


Рис.4.Поверки нивелира:

- а,б,в—схема расположения осей;
г- положение нивелира при проверке главного условия;
д- положения пузырька круглого уровня.

1-ая проверка. Условие проверки: ось круглого уровня UU должна быть параллельна оси вращения JJ нивелира (рис. 4,а и 4,д).

Вращением трех подъемных винтов трегера пузырек круглого уровня приводят на середину. Затем верхнюю часть нивелира поворачивают на 180° . Если при этом пузырек остается в центре, то проверка выполнена. При смещении пузырька более, чем на 1.5 деления, выполняют юстировку: действуя исправительными винтами уровня смещают пузырек в сторону нуля - пункта на половину отклонения. На вторую половину отклонения пузырек смещается подъемными винтами.

2-ая проверка. Условие проверки: горизонтальная нить сетки AA должна быть перпендикулярна оси вращения JJ нивелира(рис.4,б).

Наводят трубу нивелира на рейку на расстоянии 20-30м левым концом средней горизонтальной нити и снимают отсчет по рейке. Немного повернув трубу, наводят на рейку правый конец средней горизонтальной

нити и снимают отсчет по рейке. Если отсчеты различаются, требуется юстировка сетки нитей. Для этого ослабляют закрепительные винты окуляра к зрительной трубе и поворачивают окуляр с сеткой нитей в нужную сторону.

3-ья поверка. Поверка нивелира на главное условие. Условие поверки: визирная ось VV зрительной трубы должна быть параллельна оси цилиндрического уровня UU (для нивелиров с цилиндрическим уровнями рис.4,в).

Поверка производится двойным нивелированием линии длиной 50-75м – способом «из середины» и способом «вперед». На концах линии АВ на колья устанавливают рейки. Установив нивелир на равных расстояниях от реек, берут отсчеты α_1 по задней и b_1 по передней рейкам. Эти отсчеты α_1 и b_1 отличаются от правильных α_1^{np} и b_1^{np} на одну и ту же ошибку Δ_1 (рис.4,г). Превышение подсчитывается:

$$h_1 = \alpha_1 - b_1 = (\alpha_1^{np} + \Delta_1) - (b_1^{np} + \Delta_1) = \alpha_1^{np} - b_1^{np}.$$

Превышение, найденное способом из середины получается правильным, т.к. ошибка Δ_1 исключается.

Затем эти же точки нивелируются способом «вперед», когда нивелир устанавливается за задней рейкой на расстоянии 2-3 метра (рис. 4,г). Берутся отсчеты по ближней точке b_2 и дальней рейке a_2 . Отсчет b_2 практически безошибочный из-за малости расстояния от нивелира до рейки, т.е. $b_2 = b_2^{np}$; отсчет a_2 содержит ошибку x , т.е. $a_2 = a_2^{np} + x$.

Превышение

$$h_2 = a_2 - b_2 = (a_2^{np} + x) - b_2^{np} = (a_2^{np} - b_2^{np}) + x.$$

Можно считать, что $h_1 = \alpha_1^{np} - b_1^{np} = a_2^{np} - b_2^{np}$, потому

$$h_2 = (a_2^{np} - b_2^{np}) + x = h_1 + x.$$

Сравниваем превышения, найденные способом «из середины» и способом «вперед»

$$h_1 - h_2 = x.$$

Если $|x| \leq 4\text{мм}$, то главное геометрическое условие выполняется.

Если это условие не выполняется, то требуется юстировка.

Для выполнения юстировки предвычисляют правильный отсчет на дальнюю рейку

$$a_2^{np} = a_2 - x.$$

Вращением элевационного винта устанавливают среднюю

горизонтальную нить на этот предвычисленный отсчет $a_2^{\text{пр}}$, при этом пузырек цилиндрического уровня сойдет с нуля-пункта. Ослабив боковые исправительные винты цилиндрического уровня, вертикальными исправительными винтами добиваются «контакта» изображений концов пузырька уровня.

Для нивелиров с компенсатором (Н-3К, Н-10КЛ и т.д.) поверка главного условия выполняется так же, а юстировка производится вращением исправительных винтов сетки нитей путем ее перемещения вверх или вниз.

Нивелир с компенсатором не должен иметь недокомпенсации. Приведя нивелир в рабочее положение по круглому уровню и взяв отсчет по рейке, установленной в 40-50м, поворачивают один из подъемных винтов, расположенном в направлении рейки. Если в течение 1-2с первоначальный отсчет восстановится, это свидетельствует о нормальной работе компенсатора. В случае невыполнения условия, его необходимо сдать в мастерскую по ремонту геодезических приборов.

5.Задание:

1. Изучить устройство нивелиров Н-3, Н-3К.
2. Выполнить поверки и юстировки нивелиров Н-3, Н-3К.
3. Определить превышения между точками нивелирования способом «вперед» и способом «из середины».
6. Контрольные вопросы.
 1. Что измеряет нивелир?
 2. Для чего служит цилиндрический уровень при зрительной трубе нивелира?
 3. Для чего применяется в нивелире компенсатор?
 4. Как устроены рейки?
 5. Как производится поверка круглого уровня?
 6. Какое главное условие предъявляется к нивелиру?
 7. Порядок производства поверки главного условия нивелира Н-3?
 8. Последовательность снятия отсчетов по рейкам на станции технического нивелирования?
 9. Как вычисляется превышение?
 10. В чем заключается контроль правильности измерения на станции технического нивелирования?

Библиографический список

1. Маслов А. В. Геодезия [Текст]: учебник / А. В. Маслов, А. В. Гордеев, Ю. Г. Батраков. - М.: КолосС, 2006, - с.
2. Курошев, Г. Д. Геодезия и топография [Текст] : учебник / Г. Д. Курошев, Л. Е. Смирнов. - М. : Академия, 2009, - с.
3. Геодезия[Текст] : учебно-практич. пособие / И. Ф. Куштин. – Ростов н/Д. : Феникс, 2009. – с.
4. Практикум по геодезии [Текст]: учеб. пособие / под ред. Г. Г. Поклада. – М.:Академический Проект : Трикста, 2011, - с.
5. Неумывакин, Ю. К. Практикум по геодезии [Текст] : учеб. пособие : допущено МСХ РФ / Ю. К. Неумывакин. - М. : КолосС, 2008, - с.