

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ГЕОДЕЗИИ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Геодезия» для
студентов по направлению подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное
зондирование» профиль «Геодезическое обеспечение геоинформационных
систем» всех форм обучения

Воронеж 2025

УДК 528.48
ББК 26.1

Составители: к.т.н. доцент Т.Б. Харитонов, к.т.н. доцент С.И. Акиншин.

Методические указания по геодезии: метод. указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Геодезия» для студентов по направлению подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль «Геодезическое обеспечение геоинформационных систем» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Т.Б. Харитонов, С.И. Акиншин. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022.– 34 с.

Приводится последовательность выполнения лабораторных работ по разделу курса «Приборы и инструменты»: дано описание, устройство приборов, порядок проведения поверок, способы обработки результатов. Предназначены для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль «Геодезия» всех форм обучения.

Ил.22. Табл. 1. Библиогр.: 21назв.

УДК 528.48
ББК 26.1

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Рецензент – Т. Б. Хахулина –канд. техн. наук, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии.

Оглавление

Введение	3
ПОВЕРКИ ОСНОВНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ.....	4
1.1 Общие положения по теории отрабатываемых вопросов	5
1.1.1 Правила обращения с геодезическими приборами	5
1.1.2 Конструкция и поверки технических теодолитов	7
1.1.3 Конструкция и поверки нивелиров	16
1.1.4 Приборы непосредственного измерения линий	26
1.2 Рекомендации по выполнению задания	29
1.2.1 Общие рекомендации.....	29
1.2.2 Рекомендации по подготовке теодолита для наблюдений	29
1.2.3 Рекомендации по подготовке нивелира для наблюдений	32
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	33
ОГЛАВЛЕНИЕ	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации содержат назначение, устройство, порядок работы геодезических приборов, поверки приобретения практических навыков и умений в работе с геодезическими приборами,.

Согласно программе дисциплины предусматривается отработка учебных вопросов по следующим темам:

1. Устройство теодолита.
2. Поверки и юстировка теодолита.
3. Устройство нивелира.
4. Поверки и юстировка нивелира.

Следует помнить – все геодезические приборы, используемые для обеспечения строительства, должны быть исследованы на их пригодность к эксплуатации один раз в течение года в специальных лабораториях, имеющих государственную лицензию на тестирование приборов.

В результате выполнения практических работ обучающийся должен уметь:

- пользоваться современными геодезическими приборами и инструментами, используемыми при измерении линий, углов и отметок точек;
- проводить камеральные работы по окончании измерений геодезическими приборами.

В процессе выполнения лабораторных работ студентом будут осваиваться следующие компетенции: ОПК-3 «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности» и ОПК-4 «Способен принимать участие в исследованиях в области геодезии и дистанционного зондирования, оценивать и обосновывать их результаты».

ПОВЕРКИ ОСНОВНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Учебные цели:

1. Закрепить теоретические знания и практические навыки по выполнению поверок основных геодезических приборов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Правила обращения с геодезическими приборами.
2. Конструкция и поверки технических теодолитов.
3. Конструкция и поверки нивелиров.
4. Приборы непосредственного измерения линий.

Материальное обеспечение рабочей бригады:

- | | |
|---|--------------|
| 1. Теодолит 2Т30П (VEGA ТЕО-5В) в комплекте | – 1 комплект |
| 2. Вехи геодезические | – 2 шт. |
| 3. Нивелир Н-ЗК (Н-З) в комплекте | – 1 комплект |
| 4. Рейка нивелирная РН-З-3000 С | – 2 шт. |
| 5. Мерная лента ЛЗ-20 в комплекте | – 1 комплект |
| 6. Топор | – 1 шт. |
| 7. Колья деревянные | – 3 шт. |
| 8. Рабочая тетрадь к полевым практическим занятиям – полевой практике | – 1 шт. |

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Устройство теодолитов 2Т30П.
2. Порядок установки теодолита на станции.
3. Главное геометрическое условие теодолита.
4. Условия основных поверок теодолита 2Т30П.
5. Что такое место нуля вертикального круга.
6. В чем заключается принцип геометрического нивелирования?
7. Устройство нивелира с цилиндрическим уровнем (Н-З), назначение и взаимодействие его частей в процессе измерений.
8. Устройство нивелира с компенсатором (Н-ЗК), назначение и взаимодействие его частей в процессе измерений.
9. Изложить последовательность действий при установке нивелира на станции.
10. Назвать условия основных поверок нивелира.

1.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕОРИИ ОТРАБАТЫВАЕМЫХ ВОПРОСОВ

1.1.1 ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

Геодезические приборы требуют осторожного обращения, поэтому при работе с ними допускаются лица, знающие их общее устройство и изучившие правила обращения с ними.

Осмотр приборов. При получении приборов необходимо убедиться в исправности футляров. Не следует извлекать прибор из футляра пока не установлено его положение в нем. Извлечение и обратная укладка прибора в футляр должна производиться без усилий. При получении прибора следует убедиться в наличии принадлежностей приборов их описи, а также в исправности подъемных, наводящих и закрепительных винтов. Осматривая штатив особое внимание уделить целостности деревянных частей, исправности затяжных винтов, а также металлических наконечников ног штатива. Перед укладкой приборов в футляр следует изучить порядок укладки по паспорту.

Приведение приборов в рабочее положение. Перед началом работы с геодезическими приборами необходимо внимательно изучить техническое описание конструкции, особенности эксплуатации, а также основные правила ухода и хранения.

Геодезические приборы устанавливают на штатив. Осаживают ножки штатива плавным нажатием на башмак.

Прежде чем извлечь прибор из футляра необходимо еще раз ознакомиться с тем, как он уложен, в каком положении находится зрительная труба, где располагаются головки закрепительных и микрометрических винтов, куда укладываются отдельные принадлежности: отвертка, шпильки, ключ, бленда.

Для того, чтобы достать теодолит из футляра нужно открыть замки крышки футляра и осторожно отделить ее от основания. После этого теодолит устанавливают на головку штатива и, придерживая его рукой, закрепляют становым винтом.

При извлечении из футляра нивелира, его следует брать за подставку и придерживать зрительную трубу, чтобы исключить возможность удара объекта о футляр.

После установки прибора в рабочее положение проводят внешний осмотр. При этом обращают внимание на следующее:

- плавно ли работают подъемные винты подставки, нет ли срыва резьбы закрепительных и микрометрических винтов прибора;
- плавно ли вращается прибор вокруг зрительной оси и зрительная труба теодолита вокруг горизонтальной оси, при отпущенных зажимных винтах;
- исправны ли юстировочные винты сетки нитей и уровней.

Переноска приборов. Переноска приборов от мест их хранения к учебным полям производится в футлярах. Во время выполнения практических работ при переходах между станциями разрешается теодолиты и нивелиры

лиры переносить на штативах, держа в положении, близком к вертикальному. На объектив при этом должна быть надета крышка, зажимные винты закреплены. У теодолита зрительная труба фиксируется при положении объектива вниз.

Упаковка приборов. Перед укладкой прибора в футляр совмещают метку (красные точки) на колонне теодолита и основании, закрепляют все зажимные винты, заворачивают до ограничения подъемные винты. Принадлежности и инструменты для юстировки укладываются в соответствующие гнезда.

Обращение с геодезическими приборами в процессе работы. В процессе работы геодезические приборы необходимо предохранять от дождя, грязи, пыли и нагревания солнцем. При геодезических измерениях приборы защищают от солнца и дождя при помощи топографического зонта. Во время наблюдения против солнца на объектив зрительной трубы надевают бленду. Во время работы с геодезическими приборами нельзя прикладывать больших усилий или делать резких движений для поворота отдельных его частей, а также для вращения подъемных, закрепительных и микрометрических винтов. Обычно забывают ослабить закрепительные винты перед вращением алидады (лимба) теодолита или зрительной трубы, а подъемные винты слишком много заворачивают. В исправном приборе вращение соответствующих частей осуществляется плавно, без рывков и заеданий.

Все недостатки, требующие исправления в мастерской, замеченные во время проверок или работы, записываются в журнал учета технического состояния и эксплуатации прибора.

Уход за геодезическими приборами и инструментами. Теодолиты и нивелиры являются сложными и точными измерительными приборами и требуют бережного обращения и тщательного ухода. Геодезические приборы хранятся на стеллажах или подкладках в футлярах. Хранение приборов на штативах не допускается. Штативы обычно хранят в вертикальном положении, а рейки – либо в вертикальном, либо укладывают их горизонтально на ребро, чтобы избежать прогибов их полотна. Винты на рейках и штативах ослабляются, чтобы при расширении дерева не появились трещины.

По окончании работы в поле геодезические приборы и инструменты обязательно очищают от пыли и грунта. Удаляют пыль с наружных поверхностей оптических деталей воздушной струей (резиновой грушей) или мягкой кисточкой. После удаления песчинок оптику протирают салфеткой, так как в геодезических приборах применяется просветленная оптика, которая требует особо осторожного обращения. Стальные ленты и рулетки, металлические наконечники штативов и вешек ежедневно по окончании работ протирают ветошью, а на время хранения очищают от грязи и смазывают машинным маслом.

Если теодолит или нивелир попал под дождь, то прибор протирают салфетками и просушивают в помещении при открытом футляре. После просушки приборы осматривают, протирают, а некрашенные металлические поверхности смазывают.

Запрещается сушить геодезические приборы у источников тепла, так как в результате одностороннего нагрева могут быть значительные деформации деталей, расклейка оптических узлов, повреждение отделки и т.д.

1.1.2 КОНСТРУКЦИЯ И ПОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕОДОЛИТОВ

Для измерения горизонтальных и вертикальных углов применяются современные геодезические приборы – оптические и электронные теодолиты. В зависимости от точности они подразделяются на три категории: высокоточные, точные и технические.

Все типы теодолитов могут также применяться для измерения расстояний по нитяному дальномеру или с помощью укрепленных на корпусе трубы дальномерных насадок.

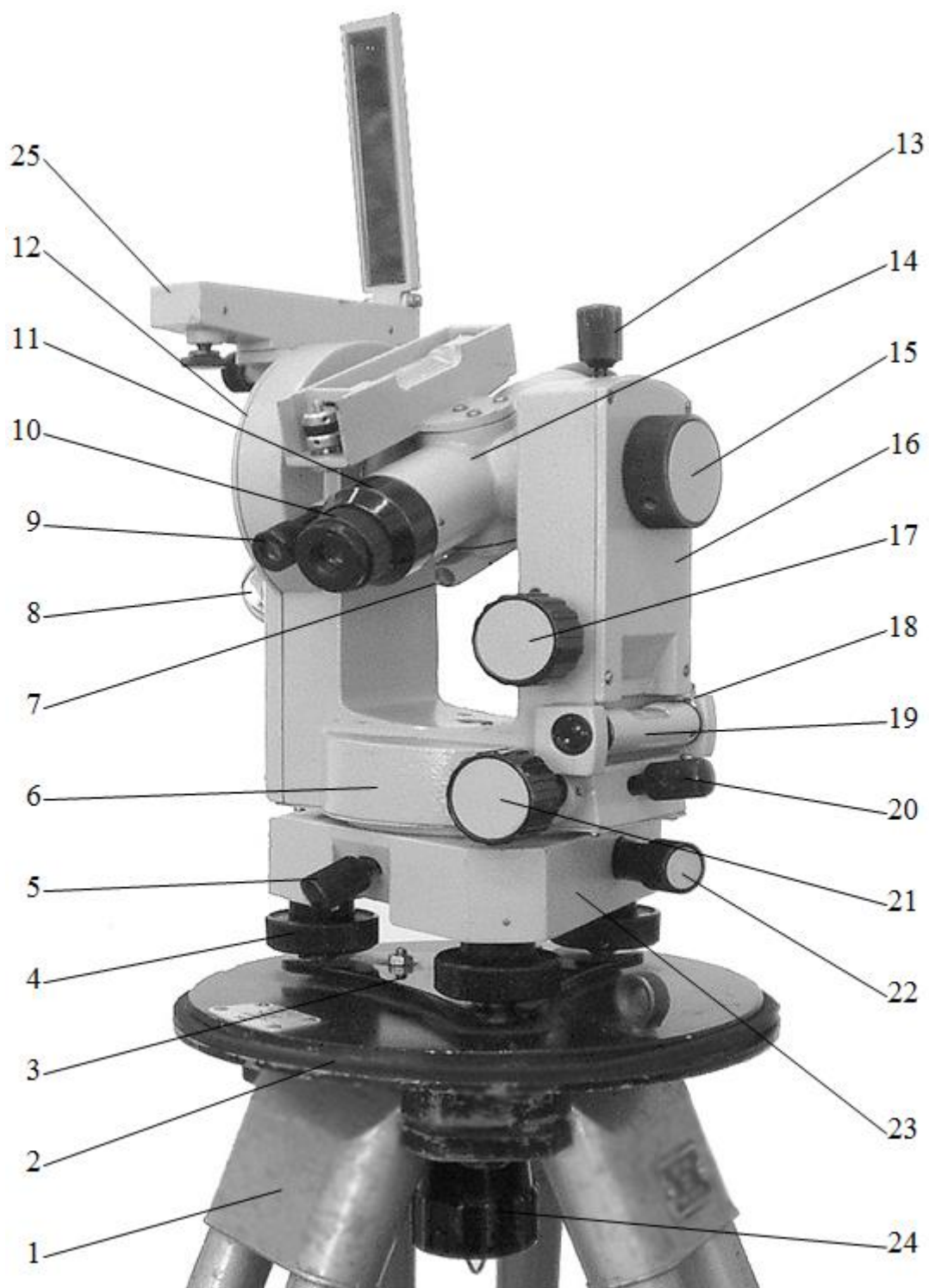
Устройство и установка теодолита на станции

Теодолит 2Т30П является модификацией теодолита Т30 и имеет улучшенные характеристики: увеличение зрительной трубы 20 крат, цена деления уровня при алидаде горизонтального круга 45'', вес прибора уменьшен на 0,2 кг. В отсчетном устройстве вместо штрихового использован шкаловой микроскоп с ценой деления 5', что позволяет брать отсчеты с округлением до 0,5'. Эти изменения позволили снизить средние квадратические погрешности измерений одним приемом горизонтального угла до 20'', вертикального – до 30''.

В комплект инструмента входят: теодолит с принадлежностями в футляре, буссоль, накладной уровень.

Устройство теодолита 2Т30П показано на рисунке 1. Трегерная пластина 3 с тремя подъемными винтами 4 скреплена с круглым металлическим основанием 2 (дном футляра) и вместе с ним крепится при помощи станкового винта 24 к головке штатива 1. Это позволяет закрывать теодолит футляром, не снимая его со штатива, и тем самым предохранять прибор от механических повреждений при переносе со станции на станцию.

Ось вращения теодолита приводится в отвесное положение подъемными винтами 4 с помощью цилиндрического уровня 19 при горизонтальном круге. Уровень расположен параллельно коллимационной плоскости зрительной трубы. Юстировочными винтами 18 ось уровня устанавливается (если это необходимо) перпендикулярно к оси вращения теодолита. Горизонтальный круг (лимб) и алидада могут вращаться совместно и отдельно, что обеспечивается закрепительными и наводящими винтами 5, 22 лимба и 20, 21 алидады. Горизонтальный и вертикальный круги стеклянные, оцифрованы через каждый градус и находятся внутри кожухов соответственно 6 и 12.



1 – штатив; 2 – основание теодолита; 3 – трегерная пластина; 4 – подъемные винты; 5 – закрепительный винт лимба; 6 – кожух горизонтального круга; 7 – оптический визир; 8 – зеркальце; 9 – отсчетный микроскоп; 10 – диоптрийное кольцо; 11 – предохранительное кольцо; 12 – кожух вертикального круга; 13 – закрепительный винт трубы; 14 – зрительная труба; 15 – кремальера; 16 – алидадная часть; 17 – наводящий (микрометрический) винт трубы; 18 – юстировочные винты уровня; 19 – цилиндрический уровень; 20 – закрепительный винт алидады; 21 – наводящий (микрометрический) винт алидады; 22 – наводящий (микрометрический) винт лимба; 23 – подставка; 24 – становой винт; 25 – буссоль.

Рисунок 1 – Устройство теодолита 2Т30П

В латерах колонки алидадной части 16 теодолита установлена зрительная труба 14, которая имеет оптический визир 7 для ее предварительного наведения на предмет. Фокусировка трубы осуществляется вращением винта кремальеры 15, а четкое изображение сетки нитей достигается вращением диоптрийного кольца 10. Вместе с трубой жестко скреплены вертикальный круг и отсчетный микроскоп 9. Закрепительным винтом 13 трубу фиксируют в заданном положении, а наводящим винтом 17 медленно вращают ее в вертикальной плоскости для точного наведения на точку. Зрительная труба теодолита 2Т-30 может быть использована как оптический центрир. Для этого ее устанавливают вертикально объективом вниз и визируют на точку стояния через отверстие в круглом основании прибора. Положение сетки нитей исправляется винтами, находящимися под предохранительным кольцом 11.

Для освещения горизонтального и вертикального кругов, а также обеих шкал отсчетного микроскопа сбоку алидадной части на одной из ее колонок имеется зеркальце 8. В верхней части кожуха вертикального круга предусмотрено резьбовое отверстие для крепления съемной ориентир-буссоли 25. Дополнительно теодолит имеет цилиндрический уровень на трубе.

Установка теодолита 2Т30П на станции включает последовательное выполнение 4 операций – грубую установку, горизонтирование, оптическое центрирование и фокусирование зрительной трубы и отсчетного микроскопа.

Грубая установка теодолита включает установку раздвижного штатива над вершиной измеряемого угла (колышком-точкой) и теодолита на головку штатива. Для этого нужно раскрыть штатив, раздвинуть его ножки на 80 – 100 см и закрепить барашки. Далее установить штатив над точкой с помощью отвеса, при этом становой винт должен быть в центре головки штатива. Заглубить штатив в землю, плавно нажимая на его ножки, следя одновременно за тем, чтобы головка штатива была на глаз горизонтальна, а грузик отвеса находился над центром колышка, но не далее 5 – 10 мм от него. Теодолит в футляре установить на штатив, закрепить станowym винтом и снять футляр. Вывести подъемные винты в среднее положение, ослабить становой винт и, двигая теодолит по головке штатива, отцентрировать его над точкой по отвесу.

Горизонтирование теодолита производится с помощью трех подъемных винтов и цилиндрического уровня. Для этого нужно установить цилиндрический уровень горизонтального круга по направлению двух подъемных винтов (рисунок 2, положение I). Одновременно вращая эти винты в разные стороны, привести пузырек уровня в нуль-пункт. Повернуть колонку на 90° и вращением третьего подъемного винта привести пузырек уровня на середину (рисунок 2, положение II). Вернуть колонку в первоначальное положение и, при необходимости, устранить отклонение пузырька повторным воздействием на подъемные винты.

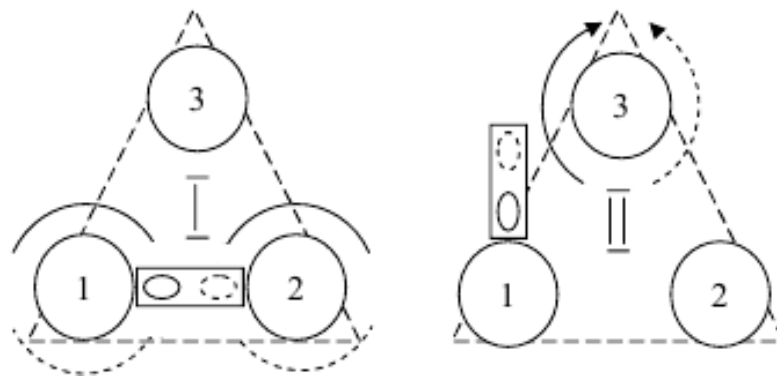


Рисунок 2 – Горизонтирование теодолита

Оптическое центрирование теодолита осуществляют с помощью зрительной трубы. Для этого нужно снять отвес и на вертикальном круге установить отсчет, равный -90° . Надеть на окуляры зрительной трубы и микроскопа окулярные насадки и, ослабив становой винт, совместить перекрестие сетки нитей зрительной трубы с центром колышка-точки путем легкого перемещения теодолита по головке штатива. Пузырек цилиндрического уровня при этом должен быть на середине. Правильность центрирования проверяют вращением теодолита вокруг вертикальной оси, перекрестие сетки нитей не должно отклоняться от центра колышка-точки.

Фокусирование зрительной трубы и отсчетного микроскопа выполняется следующим образом. Сначала вращением диоптрийного кольца зрительной трубы нужно добиться резкого изображения сетки нитей, а затем кремальерой – четкого изображения визирной цели. Четкое изображение шкалы отсчетного микроскопа устанавливают вращением его диоптрийного кольца.

Производство отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам теодолита

Работа с теодолитом 2ТЗ0П. Отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам теодолита снимают с помощью *отсчетного устройства* – шкалового микроскопа. Оба круга градуированы штрихами с оцифровкой каждого градуса. Изображение отсчетного индекса градуса и соответствующего ему штриха передается в поле зрения микроскопа, рисунок 1.9, на шкалы вертикального и горизонтального кругов, которые обозначены соответственно буквами В и Г и представляют собой отрезки, равные одному градусу с ценой деления $5'$. Отсчеты по обоим кругам производят по отсчетному штриху с точностью $0,5'$. Сначала считываются градусы поверх отсчетного штриха, а затем минуты путем подсчета целых делений шкалы и на глаз – десятых долей.

Шкала вертикального круга имеет два ряда цифр: верхний со знаком плюс, нижний – со знаком минус. Оцифровку подписей по верхнему ряду берут тогда, когда в пределах шкалы находится штрих лимба со знаком плюс, а по нижнему ряду – когда штрих лимба имеет знак минус. Следует учесть, что

подписи верхней шкалы возрастают слева направо, нижней – справа налево. Например, рисунок 3, отсчеты по горизонтальному кругу равны $95^{\circ}46,5'$. А отсчеты по вертикальному кругу: $+1^{\circ}17'$, рисунок 3а, $-0^{\circ}43'$, рисунок 3б.

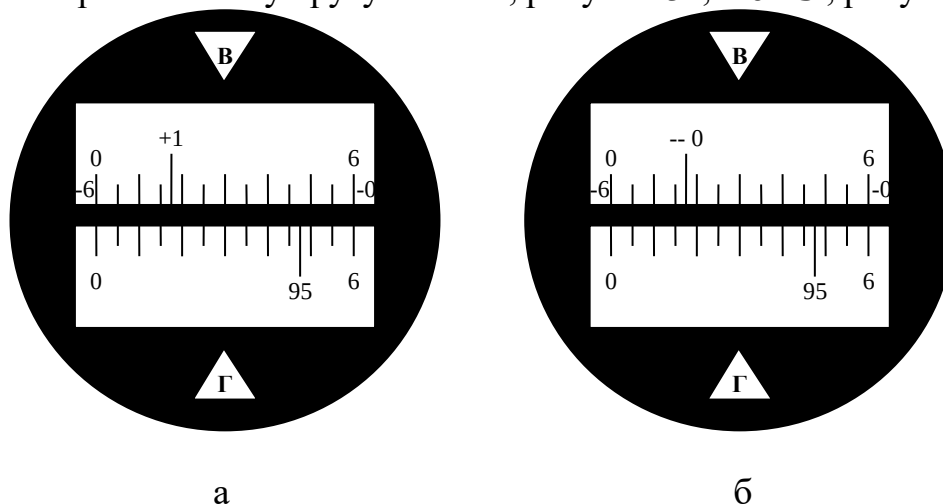


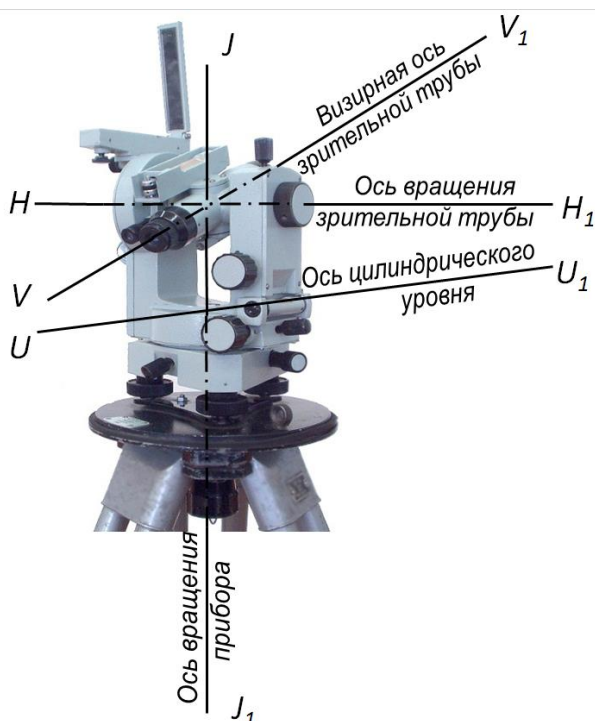
Рисунок 3 – Поле зрения отсчетного микроскопа теодолита 2Т30П при положительном (а) и отрицательном (б) угле наклона трубы

Поверки и юстировки теодолита

Все теодолиты, несмотря на разнообразие их типов, создаются по одной геометрической схеме и должны удовлетворять соответствующим оптико-механическим и геометрическим условиям.

Главное геометрическое условие теодолита заключается в том, чтобы коллимационная плоскость, образуемая визирной осью зрительной трубы, была перпендикулярна плоскости горизонтального круга.

Реализация данного условия возможна только при строгом соответствии взаимного расположения основных осей теодолита.



Расположение основных осей в теодолите должно отвечать следующим требованиям, рисунок 4:

– ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита;

– визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения трубы;

– горизонтальная ось вращения трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента.

Рисунок 4 – Основные оси теодолита

Для угловых измерений соблюдение этих условий имеет большое значение, поскольку расположение осей может быть легко нарушено в процессе работы и транспортировки. Поэтому перед использованием теодолита необходимо убедиться в его соответствии основному геометрическому условию.

*Действия, связанные с проверкой инструмента на предмет его соответствия предъявляемым требованиям, называются **поверками**.*

*Действия, связанные с исправлением обнаруженных нарушений геометрических условий, называются **юстировками**.*

Запрещается производство измерений приборами, на которых не выполнены поверки и соответствующие им юстировки.

Выполнение главного геометрического условия требует производства поверок и соответствующих юстировок, число и порядок выполнения которых зависит от типа и конструкции теодолита.

Поверки теодолита 2Т30П производят в определенной последовательности, так как юстировка прибора, выполняемая после каждой очередной поверки, дает возможность произвести следующую поверку.

Поверка № 1 – поверка цилиндрического уровня.

Условие поверки. *Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения теодолита.*

Порядок поверки. Приводят подъемные винты в такое положение, чтобы каждый из них имел примерно одинаковый запас вращения в обоих противоположных направлениях. Теодолит предварительно горизонтируют. Для этого устанавливают цилиндрический уровень поворотом алидады по направлению двух подъемных винтов, как показано на рисунке 5 (положение I, винты 1 и 2) и, вращая их в разные стороны (для ускорения процесса), приводят пузырек уровня в нуль-пункт. Далее поворачивают алидаду на 90° , при этом уровень займет положение II, перпендикулярное положению I. Если после поворота алидады пузырек отклонится от нуль-пункта, то вращением винта 3 его выводят на нуль-пункт.

После горизонтирования теодолита поворачивают алидаду еще на 90° в том же направлении, в каком его поворачивали в положение II, рисунок 5. При этом уровень займет положение III. Если после поворота алидады пузырек установится на нуль-пункт или отклонится от него не более как на одно деление, то условие поверки выполнено. А если смещение пузырька превышает одно деление, то выполняют юстировку.

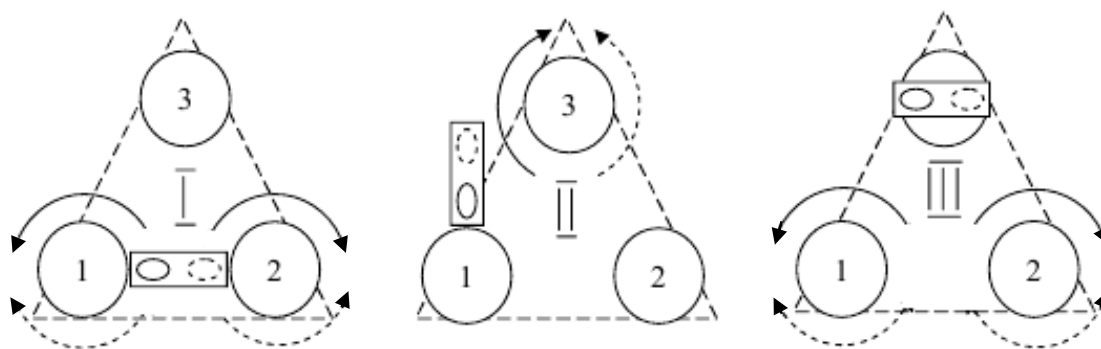


Рисунок 5 – Поверка цилиндрического уровня теодолита

Порядок юстировки. Действуя юстировочными винтами уровня, перемещают пузырек уровня на половину дуги отклонения. Вторую половину отклонения устраняют подъемными винтами. Поверку повторяют до тех пор, пока пузырек уровня не будет уходить от середины после разворота алидады на 180° более одного деления.

Поверка № 2 – поверка коллимационной погрешности.

Условие поверки. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения трубы.

Если указанное условие не выполнено, то визирная ось и нормаль к оси вращения трубы составляют некоторый угол C , называемый коллимационной погрешностью. Поверка условия у теодолитов с односторонней системой отсчета производится так, чтобы исключить влияние эксцентриситета алидады на отсчет.

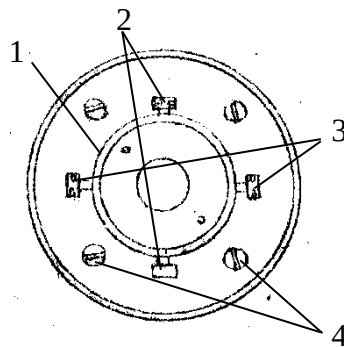
Порядок поверки. Закрепляют лимб, наводят центр сетки при «круге лево» на отдаленную точку местности, расположенную примерно у горизонта, и производят отсчет $KЛ$. Переводят трубу через зенит, наводят центр сетки при «круге право» на ту же точку и производят отсчет $KП$.

Величину коллимационной погрешности C вычисляют по формуле

$$C = \frac{KЛ - KП \pm 180^\circ}{2}. \quad (1)$$

Если погрешность C не превышает двойной точности отсчетного приспособления, то условие выполнено (для 2Т30П $C \leq 1'$). В противном случае производят юстировку.

Порядок юстировки. Вычисляют правильный отсчет по одной из формул $N = KП + C$ или $N = KЛ - C + 180^\circ$ и устанавливают полученный отсчет на лимбе горизонтального круга, при этом центр сетки нитей сместится с наблюдаемой точки. У теодолита 2Т30П надо отвернуть защитный колпачок, прикрывающий исправительные винты 3 сетки, рисунок 6, и, действуя ими, совместить центр сетки с точкой местности. Для контроля поверку повторяют.



1 – диафрагма с сеткой нитей; 2 – вертикальные юстировочные винты;
3 – горизонтальные юстировочные винты; 4 – торцевые винты крепления диафрагмы

Рисунок 6 – Диафрагма с сеткой нитей

Поверка № 3 – проверка неравенства подставок.

Условие поверки. Горизонтальная ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения теодолита.

Порядок поверки. Устанавливают теодолит на расстоянии 30 – 40 м от стены высокого здания и приводят ось теодолита в отвесное положение.

Закрепляют лимб, наводят центр сетки нитей на четко видимую высоко-расположенную точку M , направление на которую должно составлять с горизонтом угол 25° – 30° . Затем закрепляют алидаду, опускают трубу до горизонтального положения и отмечают на стене проекцию m_1 центра сетки нитей.

Переводят трубу через зенит, открепляют алидаду и вновь визируют на точку M . Опустив трубу до уровня отмеченной ранее точки m_1 , отмечают проекцию точки m_2 , рисунок 7.

Если расстояние между проекциями m_1 и m_2 не более ширины биссек-

тора сетки нитей или отношение отрезков удовлетворяет неравенству:

$$\frac{m_1 m_2}{Mm} \leq \frac{1}{6000},$$

то условие выполнено.

Если условие не выполнено, то теодолит отправляется в мастерскую, так как юстировка связана с частичной разборкой прибора.

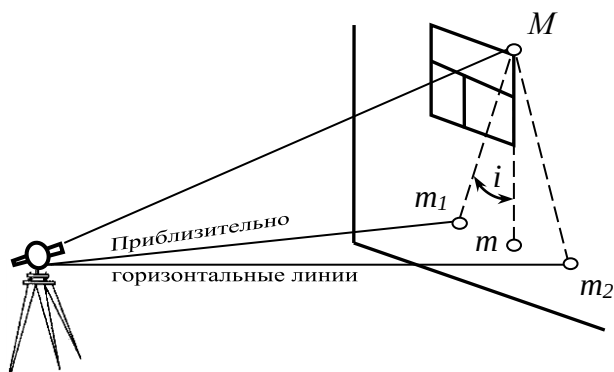


Рисунок 7 – Поверка неравенства подставок

Поверка № 4 – поверка сетки нитей.

Условие поверки. Вертикальная нить сетки нитей должна быть отвесна, т.е. располагаться в коллимационной плоскости трубы.

Порядок поверки. Это условие можно проверить двумя способами.

Первый способ (по отвесу). Приводят ось вращения теодолита в отвесное положение и наводят трубу на нить отвеса, подвешенного на расстоянии 5 – 10 мм от прибора. Вертикальная нить сетки не должна отклоняться от нити отвеса более чем на $1/3$ величины биссектора. Если данное условие не выполнено, то требуется юстировка.

Второй способ (наведением на точку). Трубу наводят на какую-нибудь точку, а затем вращают по горизонту. Если горизонтальная нить сетки при перемещении зрительной трубы наводящим винтом сходит с наблюдаемой точки, то производят юстировку.

Порядок юстировки. У теодолита 2Т30П надо снять колпачок, прикрывающий юстировочные винты сетки нитей, отпустить закрепительные винты окуляра и повернуть его вместе с сеткой до выполнения условия, после чего вновь закрепить окуляр.

После выполнения описанных действий надо повторить определение коллимационной погрешности, поэтому вторую и четвертую поверки рекомендуется выполнять одновременно.

Поверка № 5 – поверка места нуля теодолита 2Т30П.

Условие поверки. Место нуля вертикального круга должно быть постоянным и близким к нулю.

Порядок поверки. Установить теодолит в рабочее положение, навести центр сетки нитей на удаленную точку местности и снять отсчет (КЛ) при «круге лево». Затем перевести трубу через зенит и повторить те же действия, сняв отсчет (КП) при «круге право». По полученным отсчетам вычислить место нуля по формуле

$$MO = \frac{КЛ + КП}{2} . \quad (2)$$

Перед снятием отсчетов необходимо привести пузырек уровня при алидаде горизонтального круга в нуль-пункт. Для этого воздействуют подъемными винтами подставки теодолита.

Место нуля определяется дважды и вычисляется его среднее значение. Место нуля не должно быть больше двойной точности m_v отсчетного приспособления (для теодолита 2Т30П не более 1')

$$MO_{cp} = \frac{MO_1 + MO_2}{2} \leq 2m_v . \quad (3)$$

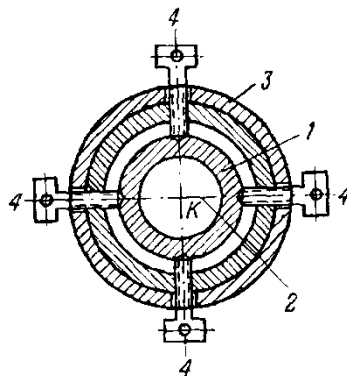
Если среднее значение места нуля более одной минуты, то необходимо выполнить юстировку.

Порядок юстировки. По отсчетам KL и $KП$ вычислить угол наклона (правильный отсчет) по одной из формул

$$v = KL - MO, \quad v = MO - KП. \quad (4)$$

Далее, оставив центр сетки нитей наведенной на точку местности, наводящим винтом зрительной трубы установить на вертикальном круге отсчет, равный вычисленному значению угла наклона, при этом центр сетки сместится с наблюдаемой точки. Снять защитный колпачок в окулярной части зрительной трубы и, воздействуя на вертикальные исправительные винты 4, рисунок 8, сетки нитей, передвинуть ее в вертикальной плоскости до совмещения центра сетки с наблюдаемой точкой.

После юстировки MO проверить соблюдение условия перпендикулярности визирной оси к оси вращения трубы.



1 – диафрагма; 2 – сетка нитей; 3 – окулярное колено; 4 - юстировочные винты

Рисунок 8 – Диафрагма с сеткой нитей

1.1.3 КОНСТРУКЦИЯ И ПОВЕРКИ НИВЕЛИРОВ

Нивелиры применяют для измерения превышений и определения отметок точек при геодезических съемках, а в строительстве – для создания высотной разбивочной основы, выноса в натуру проектов вертикальной планировки, для передачи отметок на дно котлованов и монтажные горизонты, а также при производстве контроля строительно-монтажных работ и выполнении исполнительных съемок.

Нивелиры выпускаются в нескольких исполнениях: с уровнем при зрительной трубе (Н-3); с компенсатором углов наклона (Н-3К); с лимбом для измерения горизонтальных углов (Н-3Л); с компенсатором и лимбом (Н-10КЛ).

Основные технические характеристики нивелиров приведены в таблице 1

Таблица 1 – Технические характеристики нивелиров

Техническая характеристика	Нивелиры			
	уровенные		с компенсатором	
	Н-3	Н-10Л	Н-3К	Н-10КЛ
1. Увеличение зрительной трубы	31,5	23	30	20
2. Угол поля зрения трубы	1°20'	1°24'	—	—
3. Коэффициент нитяного дальномера	100	100	100	100
4. Наименьшее расстояние визирования, м	1,0	1,5	2,0	2,0
5. Цена деления уровня: - контактного цилиндрического, с на 2 мм - круглого (установочного), мин на 2 мм	15 10	45 10	— 10	— 10
6. Диапазон работы компенсатора, мин	—	—	±10	±15
7. Масса нивелира, кг	1,0	5,6	1,8	1,5

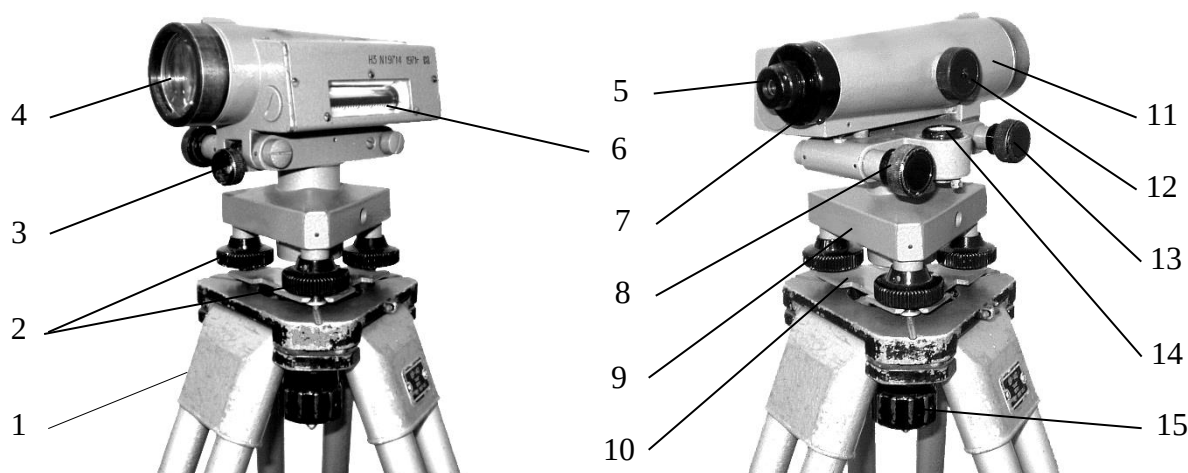
Устройство и установка нивелира на станции

Точный нивелир Н-3, рисунок 9, состоит из двух основных частей: нижней и верхней.

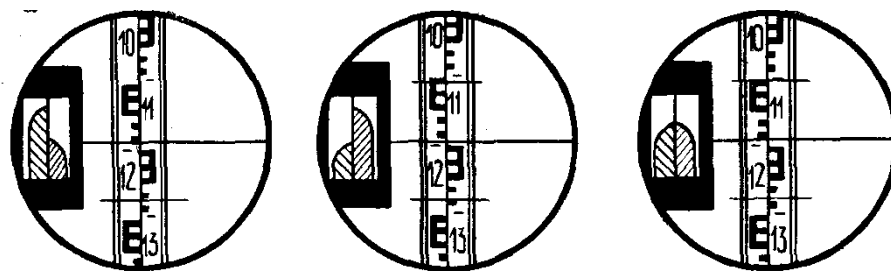
Нижняя часть представляет собой подставку-треножник 9 с тремя подъемными винтами 2 и пружинящей пластиной 10.

Верхняя часть состоит из вертикальной оси с основанием, на котором жестко закреплена зрительная труба 11 с цилиндрическим уровнем 6. Зрительная труба имеет объектив 4, окуляр 5 и предохранительный колпачок 7. Управление инструментом производится с помощью закрепительного 3, наводящего 13 и элевационного 8 винтов. Горизонтирование прибора осуществляется с помощью круглого уровня 14.

Нивелир крепится на штативе 1 становым винтом 15. Перед отсчетом по рейке, глядя в окуляр зрительной трубы, наблюдают за положением пузырька цилиндрического уровня и вращением элевационного винта выводят пузырек в нуль-пункт, т.е. совмещают изображения половинок противоположных концов пузырька, видимых в поле зрения трубы, рисунок 9.



а

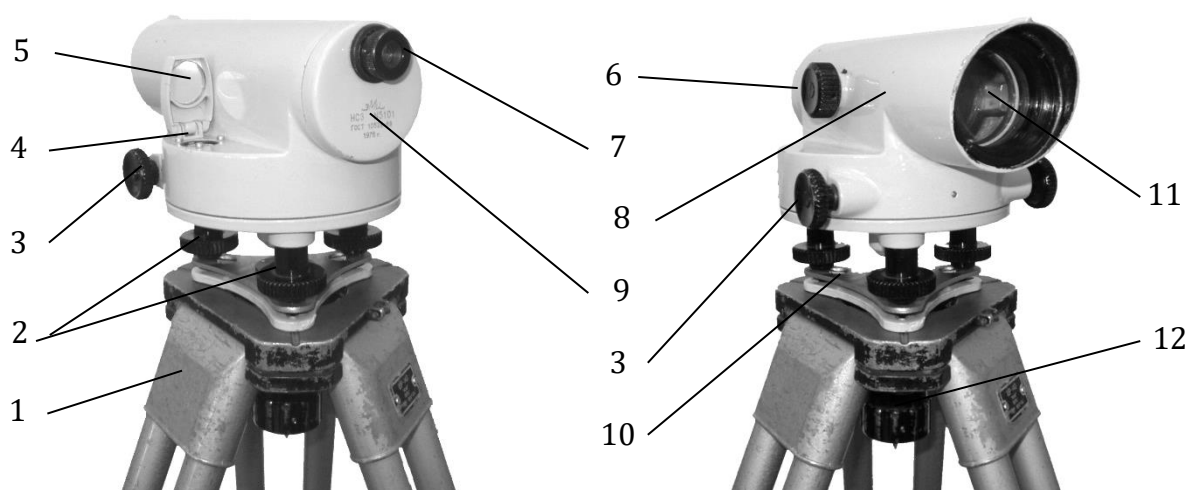


б

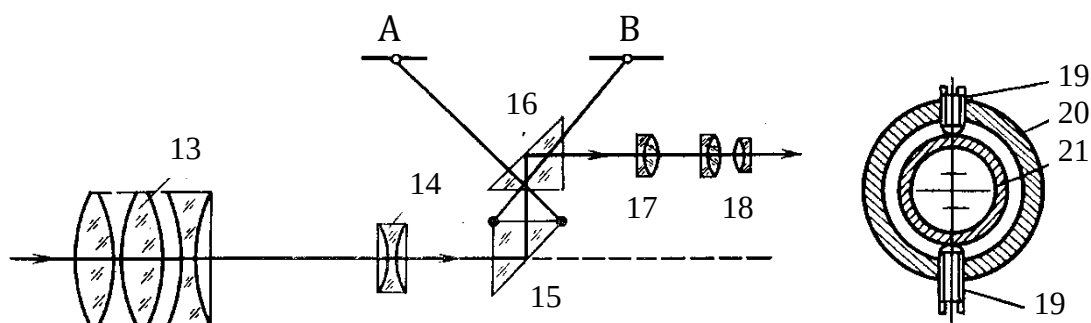
а) основные части нивелира: 1 – штатив; 2 – подъемные винты; 3 – закрепительный винт; 4 – объектив; 5 – окуляр; 6 – цилиндрический уровень; 7 – предохранительный колпачок; 8 – элевационный винт; 9 – подставка; 10 – пружинящая пластина; 11 – зрительная труба; 12 – кремальера; 13 – наводящий винт; 14 – круглый уровень; 15 – становой винт; б) поле зрения зрительной трубы

Рисунок 9 – Устройство нивелира Н-З

Точный нивелир Н-ЗК, рисунок 10, относится к нивелирам с самоустанавливающейся линией визирования. Зрительная труба 8 нивелира Н-ЗК не имеет закрепительного винта. При грубом наведении на рейку труба достаточно легко вращается рукой и надежно фиксируется в нужном направлении. Точное наведение трубы нивелира на рейку выполняется вращением одной из двух головок наводящего винта 3 бесконечной наводки, расположенных с обеих сторон прибора и позволяющих выполнять наведение как правой, так и левой рукой. Оптико-механический компенсатор, состоящий из двух призм (рисунок 1.22б), обеспечивает автоматическую установку линии визирования в горизонтальное положение при возможных отклонениях оси вращения нивелира от вертикали в пределах $\pm 10'$. Для этого призма 15 вывешивается четырьмя скрещенными нитями.



а



б

в

а) основные части нивелира: 1 – штатив; 2 – подъемные винты; 3 – бесконечный наводящий винт; 4 – круглый уровень; 5 – зеркальце круглого уровня; 6 – кремальера; 7 – окуляр; 8 – зрительная труба; 9 – предохранительный колпачок; 10 – пружинящая пластина; 11 – объектив; 12 – становой винт; б) оптическая схема зрительной трубы: 13 – объектив; 14 – фокусирующая линза; 15, 16 – призмы компенсатора; 17 – сетка нитей; 18 – окуляр; в) поперечный разрез окулярной части трубы: 19 – юстировочные винты; 20 – оправа окуляра; 21 – диафрагма сетки нитей

Рисунок 10 – Устройство нивелира Н-3К

Время самоустановки визирного луча обычно исчисляется долями секунд и достигает $\pm 0,4''$. Этим устраняется трудоемкий и утомительный процесс приведения пузырька уровня в нуль-пункт и необходимость контроля и коррекции положения пузырька перед отсчетом по нивелирной рейке. Отпадает необходимость иметь в конструкции нивелира элевационный винт, что существенно сокращает время подготовки нивелира к работе на станции. Диафрагма 21 сетки нитей (рисунок 10в) крепится в окулярной части зрительной трубы двумя вертикальными юстировочными винтами 19, с помощью которых сетку при необходимости можно смещать в вертикальной плоскости вверх или вниз. На рисунке 10а эти винты закрыты предохранительным колпачком, который легко снимается, если свинтить плоскую гайку окуляра. Нивелир Н-3К обеспечивает выполнение геометрического нивелирования со средней квадратической погрешностью 3 – 4 мм на 1 км двойного хода.

Нивелир Н-3К может выпускаться в варианте с горизонтальным лимбом под шифром Н-3КЛ. Цена деления лимба 1° . Для снятия отсчетов по лимбу имеется окуляр и штриховой микроскоп. Отсчеты берутся с точностью $0,1^\circ$.

Установка нивелира на станции или подготовка прибора для наблюдений состоит из двух действий:

- приведение оси прибора в отвесное положение;
- установка трубы для наблюдений.

Приведение оси прибора в отвесное положение производится при помощи круглого уровня (предварительная установка нивелира). Для этого нивелир устанавливают на штатив. Затем при помощи подъемных винтов приводят пузырек круглого уровня в нуль-пункт.

Выполненная таким образом предварительная установка нивелиров с компенсаторами обеспечивает достижение расчетного угла компенсации, в пределах которого линия визирования устанавливается горизонтально.

Установка трубы для наблюдений выполняется аналогично установке трубы теодолита.

Нивелирные рейки и производство отсчетов по ним

Взятие отсчетов по рейкам. Для нивелирования III и IV класса и для технического нивелирования применяют обычно двухсторонние или односторонние рейки с шашечными сантиметровыми делениями. Рейки бывают длиной 1,5; 3 и 4 м, как целые, так и складные, рисунок 11. К примеру, складная трехметровая рейка прямого изображения трубы имеет маркировку РН-3П-3000С. У двухсторонних реек на одной стороне нанесены черные и белые деления, а на другой красные и белые.

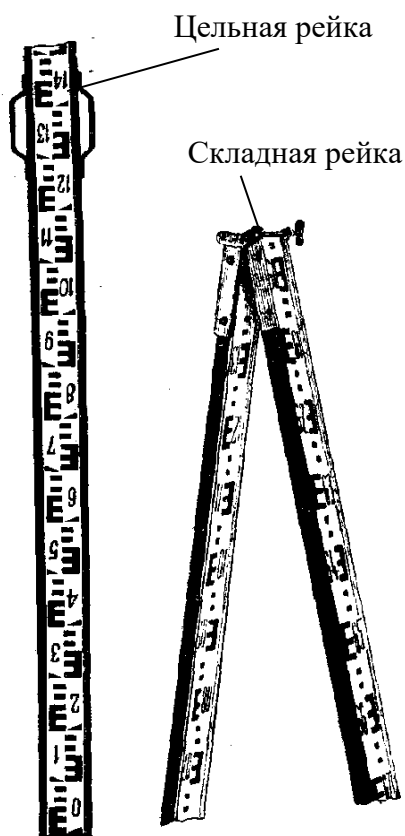
Взять отсчет по рейке значит определить длину вертикального отрезка от точки поверхности, на которой стоит пята рейки, до горизонтального луча визирования.

Отсчет снимают с точностью до 1 мм по средней горизонтальной нити, а для определения расстояний – по нижней и верхней, рисунок 11.

Последовательность снятия отсчета по рейке:

- установить между какими дециметровыми делениями на рейке располагается средняя (верхняя или нижняя) горизонтальная нить сетки, младшая цифра выразит число дециметров в отсчете;

- отсчитать вниз (для нивелиров с трубами обратного изображения) или вверх (для нивелиров с трубами прямого



изображения) от начала дециметра количество полных сантиметровых делений, отсекаемых горизонтальной нитью сетки;

- оценить на глаз число миллиметров, отсекаемых горизонтальной нитью на неполном сантиметре.

При работе с уровнем нивелирами необходимо вращением элевационного винта совместить концы половинок пузырька цилиндрического уровня, после чего производить отсчеты по рейке, рисунок 12б.



а) снятие отсчета нивелиром Н-3К; б) снятие отсчета нивелиром Н-3;

в) снятие отсчета при покачивании рейки

Рисунок 12 – Снятие отсчетов по рейке

Отсчеты по рейкам производят при вертикальном их положении. Для этой цели рейки снабжены круглым уровнем, в момент отсчета его пузырек должен быть на середине. Техника снятия отсчетов по рейке без уровня включает в себя их покачивание в плоскости визирования симметрично относительно вертикального положения, рисунок 12в. Наименьший отсчет соответствует перпендикулярному положению рейки к линии визирования. Если отсчет меньше 1000 мм, то рейку покачивать не следует.

Поверки и юстировки нивелиров

Поверки уровня нивелиров (Н-3)

Прежде чем начать работу с нивелиром, необходимо его осмотреть и убедиться в соответствии основного геометрического условия. Если при внешнем осмотре нивелира повреждений не обнаружено, то приступают к поверкам.

Взаимное расположение основных осей прибора показано на рисунке 13.

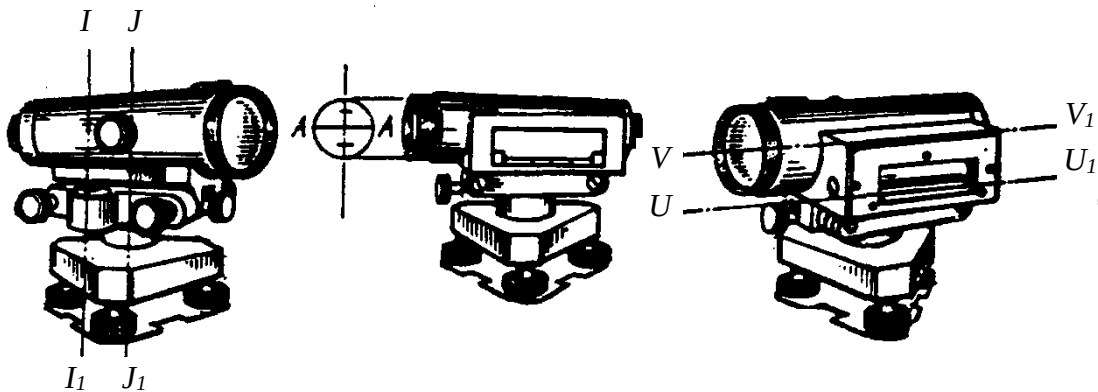
Если при выполнении поверок обнаруживается несоответствие взаимного расположения частей прибора, его юстируют исправительными винта-

ми. У самоустанавливающихся нивелиров дополнительно делают проверки, контролирующие работу компенсатора. Проверку производят в определенной последовательности, так как юстировка прибора, выполняемая после каждой очередной проверки, дает возможность произвести следующую проверку.

Проверка № 1 – проверка круглого уровня.

Условие проверки. *Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения инструмента.*

Порядок проверки. Необходимо установить зрительную трубу по направлению двух подъемных винтов и, вращая их в разные стороны, вывести пузырек круглого уровня на среднюю линию. Вращая третий подъемный винт, вывести пузырек уровня в центр круга и повернуть нивелир на 180° . Если после этого пузырек остался в нуль-пункте, то условие выполнено. В противном случае выполняют юстировку.



I_1 – ось круглого (установочного) уровня; JJ_1 – ось вращения прибора;

VV_1 – визирная ось; UU_1 – ось цилиндрического уровня

Рисунок 13 – Схема основных осей нивелиров

Порядок юстировки. Действуя исправительными винтами круглого уровня, перемещают пузырек на половину дуги отклонения, а оставшуюся половину отклонения устранить с помощью подъемных винтов. Для контроля действия повторяют.

Проверка № 2 – проверка сетки нитей.

Условие проверки. *Вертикальная нить сетки должна быть параллельна оси вращения инструмента.*

Порядок проверки. Проверка выполняется двумя способами. Первый способ аналогичен проверки сетки нитей теодолита с помощью отвеса. При втором способе берут два отсчета по рейке при левой и правой части поля зрения трубы. Взятые отсчеты не должны различаться более чем на 1 мм.

Проверка № 3 – проверка главного условия уровенных нивелиров.

Условие проверки. *Визирная ось зрительной трубы должна быть параллельна оси цилиндрического уровня (рисунок 14).*

Порядок поверки. На ровном месте разбить линию длиной 80 м, концы которой закрепить металлическими костылями или деревянными колышками и выполнить двойное нивелирование по способу вперед.

Для этого нивелир сначала нужно установить на первой станции так, чтобы окуляр по отвесной линии находился над точкой *B*, измерить высоту инструмента i_1 , как показано на рисунке 15, а по рейке, установленной в точке *A*, снять отсчет a_1 по средней горизонтальной нити сетки, рисунок 16а. Затем нивелир и рейку поменять местами, измерить высоту инструмента i_2 на второй станции и снять отсчет по рейке b_1 , как показано на рисунке 16б.

Если визирная ось нивелира не горизонтальна, то в оба отсчета по рейке войдет ошибка x , которую определяют по формуле

$$x = \frac{a_1 + b_1}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2} . \quad (5)$$

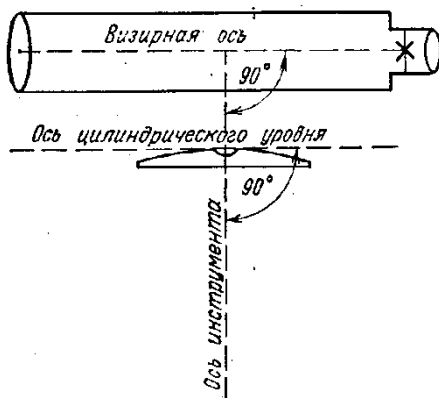
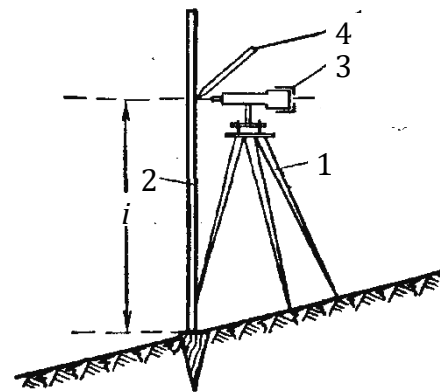
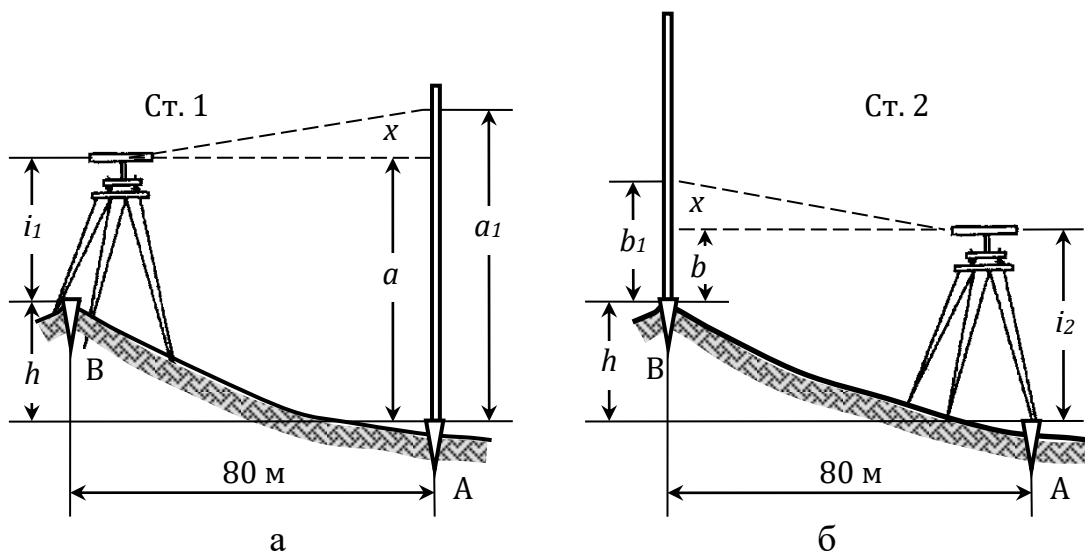


Рисунок 14 – Главное условие уровненных нивелиров



1 – нивелир; 2 – рейка; 3 – объектив зрительной трубы; 4 – карандаш; i – высота нивелира

Рисунок 15 – Измерение высоты нивелира



а) установка нивелира на станции 1; б) установка нивелира на станции 2

Рисунок 16 – Поверка главного условия нивелиров по способу вперед

Ошибка x за непараллельность визирной оси и оси цилиндрического уровня равна полусумме отсчетов по рейке минус полусумма высот инструмента.

Если абсолютная величина ошибки $|x| \leq 4$ мм, то главное условие выполнено и нивелир считается пригодным к работе, а если $|x| > 4$ мм, то выполняют юстировку.

Порядок юстировки. Необходимо сначала вычислить правильный отсчет по формуле $b = b_1 - x$ и, вращая элевационный винт, навести на него среднюю горизонтальную нить сетки, при этом пузырек цилиндрического уровня сойдет с нуля-пункта и оптический контакт изображений половинок концов пузырька нарушится. Затем ослабить с помощью шпильки боковые юстировочные винты цилиндрического уровня и, вращая вертикальные юстировочные винты в противоположные стороны, совместить изображения половинок концов пузырька. Затянуть до упора боковые юстировочные винты и поверку повторить.

Поверки нивелиров с компенсаторами (Н-ЗК) выполняются в той же последовательности, что и поверки уровенных нивелиров, за исключением некоторых особенностей, вызванных различием в их конструкциях.

Поверка № 1 – поверка круглого уровня.

Условие поверки. *Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения инструмента.*

Поверка выполняется аналогично уровенным нивелирам.

Поверка № 2 – поверка сетки нитей.

Условие поверки. *Вертикальная нить сетки должна быть параллельна оси вращения инструмента.*

Поверка выполняется аналогично уровенным нивелирам.

Поверка № 3 – поверка главного условия нивелиров с компенсаторами.

Условие поверки. *Линия визирования должна быть горизонтальна.*

Порядок поверки. На ровном месте разбить линию длиной 80 м, концы которой закрепить металлическими костылями или деревянными колышками с вбитыми в торец гвоздями, рисунок 17, и выполнить нивелирование сначала из середины на первой станции, а затем по способу вперед на второй станции.

Для этого точно посередине между рейками A и B установить нивелир на первой станции (рисунок 17а), привести его ось в отвесное положение, снять отсчеты по рейкам a_1 и b_1 и вычислить превышение по формуле

$$h_1 = a_1 - b_1 . \quad (6)$$

При этом, *инструментальная ошибка x_1 за негоризонтальность линии визирования компенсируется*, а превышение h_1 считается правильным.

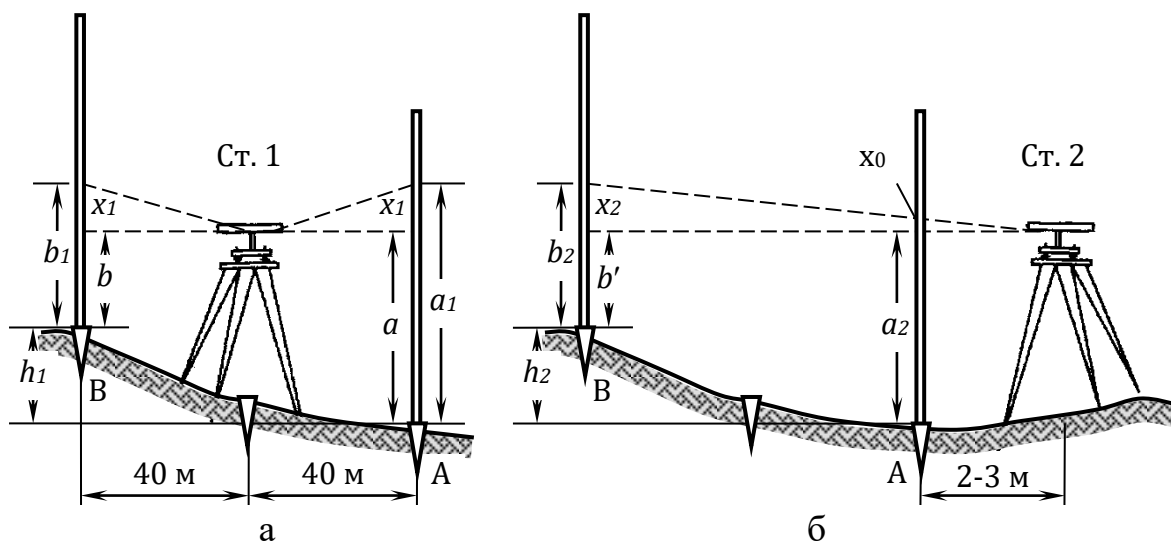
Далее нивелир установить за одной из реек на второй станции (например, за точкой A , рисунок 17б) на расстоянии 2...3 м, снять отсчеты a_2 по ближней и b_2 по дальней рейкам и вычислить превышение по формуле

$$h_2 = a_2 - b_2 . \quad (7)$$

Отсчет a_2 по ближней рейке считается практически безошибочным, так как его погрешностью x_0 можно пренебречь по малости расстояния от нивелира до рейки. Если линия визирования не горизонтальна, то в отсчет b_2 по задней рейке войдет ошибка x_2 , которую определяют по формуле

$$x_2 = |h_2 - h_1| . \quad (8)$$

Если абсолютная величина ошибки $|x_2| \leq 4$ мм, то главное условие выполнено и нивелир считается пригодным к работе, а если $|x_2| > 4$ мм, то выполняют юстировку.



а) установка нивелира на станции 1; б) установка нивелира на станции 2

Рисунок 17 – Поверка главного условия нивелиров по способу из середины и вперед

Порядок юстировки. Вычисляют правильный отсчет по дальней рейке $b' = a_2 - h_1$. Затем вращением исправительных винтов сетки нитей смещают среднюю горизонтальную нить на вычисленный отсчет. Для контроля поверку обязательно повторяют.

Поверка № 4 – поверка компенсатора.

Условие поверки. Компенсатор должен быть исправен.

Порядок поверки. Привести ось вращения нивелира в отвесное положение, установить рейку на расстоянии 40 – 50 м от нивелира и снять по ней отсчет. Не убирая глаз от окуляра, слегка постучать по штативу. Изображение рейки при этом станет нечетким из-за дрожания компенсатора. Если компенсатор исправен, то изображение рейки восстановится через 1 – 2 с, а отсчет по рейке останется неизменным. Неисправность компенсатора устраняется в оптико-механической мастерской.

1.1.4 ПРИБОРЫ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНИЙ

Мерные ленты и рулетки

Для непосредственного измерения линий применяются стальные мерные ленты, представляющие собой полосу шириной 10 – 15 мм, толщиной 0,4-0,5 мм и длиной 20, 24 или 50 м. По точности измерения они подразделяются на штриховые типа ЛЗ, шкаловые типа ЛЗШ и концевые.

Штриховые ленты, рисунок 18б, применяются при измерениях малой точности, т.е. при инженерных съемках. Ленты на концах имеют латунные наконечники со скошенными и закругленными вырезами. Против центров закругления вырезов нанесены штрихи. Расстояние между штрихами соответствует номинальной длине лент, например 20 м. Ленты разделены на метры, полуметры и дециметры. Метровые деления обозначены латунными пластинками с выбитыми на них цифрами 1, 2, 3 и т.д. Полуметровые деления отмечены латунными заклепками без оцифровки. Дециметровые деления обозначены круглыми отверстиями диаметром 0,2 мм. Сантиметры оцениваются на глаз. Оцифровка мерной ленты выполнена с двух сторон, например, с одной стороны от 0 до 20 м, а с другой – от 20 м до 0. Отсчет по ленте берется на глаз с точностью до 1 см.

Шкаловые ленты, рисунок 18а, на концах имеют шкалы с миллиметровыми делениями. Эти деления нанесены в пределах одного дециметра.

Концевые ленты, рисунок 18в, удобны для измерения расстояний между стенами зданий при производстве съемок на застроенной территории.

Для хранения и транспортирования мерную ленту наматывают на специальное металлическое кольцо и закрепляют винтом (рисунок 18г). Для фиксации концов ленты в процессе укладки ее в створе измеряемой линии служат шпильки. Комплект состоит из 6 или 11 шпилек. Для удобства работ при переноске ленты шпильки надевают на проволоочное кольцо.

Для измерения коротких расстояний при съемке контуров местности и обмере зданий применяют стальные и тесьмяные рулетки различной длины.

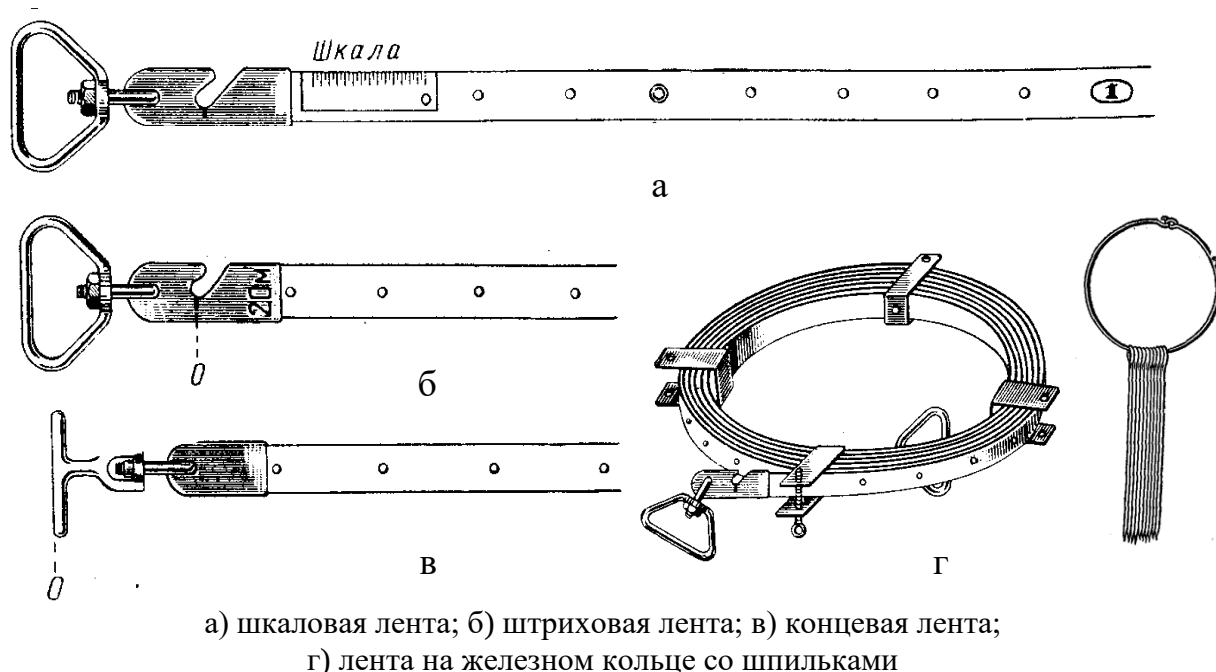


Рисунок 18 – Мерные ленты

Компарирование мерных лент и рулеток

Перед работой мерные ленты и рулетки компарируют.

Компарирование – это сравнение длины мерного прибора с точно известной длиной нормальной меры (ленты, рулетки).

Компарирование мерных лент в полевых условиях производят на компараторах, базис которых имеет длину не менее 120 м. Такой базис выбирают на ровной местности, лишенной растительности. Концы базиса закрепляют металлическими штырями, на торцах делают насечки.

Поправка за компарирование Δl_k определяется из выражения:

$$\Delta l_k = \frac{D_n - D_p}{n}, \quad (9)$$

где D_n – длина компаратора, полученная из многократных измерений нормальной лентой; D_p – длина компаратора, полученная из многократных измерений рабочей лентой; n – относительный коэффициент, равный

$$n = \frac{D_p}{l_0}, \quad (10)$$

l_0 – номинальная длина рабочей ленты.

Простейший способ компарирования мерных лент состоит в непосредственном сравнении нормальной и рабочей меры. Для этого ленты укладывают на плоскости, совмещают начальные штрихи, натягивают с одинаковой силой и при помощи миллиметровой линейки измеряют расстояние между конечными штрихами. Величина расхождения между конечными штрихами является поправкой за компарирование. Сравнение выполняют многократно и из результатов выводят среднее значение.

Стальные рулетки компарируются аналогично процессу компарирования стальных мерных лент. Однако при решении геодезических задач в строительстве приходится откладывать линии, длина которых менее длины рулетки. В этом случае необходимо проверить не только длину рулетки, но и длину каждого ее метра.

Компарирование каждого метра рулетки выполняется специальной контрольной линейкой с ценой деления 0,2 м. Результаты компарирования получают из выражения:

$$l_m = l_l + (П + З), \quad (11)$$

где l_l – уравнение контрольной линейки; $П$ и $З$ – передний и задний отсчеты по шкалам линейки.

Записи отсчетов при компарировании мерных приборов оформляются в специальных журналах.

1.2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

1.2.1 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При получении инструментов на базе необходимо записать номера теодолитов и нивелиров в журнал технического состояния и эксплуатации приборов (рисунки 19 и 20), сделать маркировку на лентах, рейках и рулетках с тем, чтобы каждая геодезическая подгруппа работала с тем инструментом, который она подготовила.

При выполнении поверок нужно придерживаться той последовательности и методики, которые приведены в настоящем руководстве. Результаты поверок заносить в журнал-отчет, записи вести простым карандашом и очень аккуратно.

Юстировки сетки нитей и уровней приборов и инструментов нужно производить после того, как получено подтверждение их необходимости. Юстировки выполняются в присутствии руководителя практики. Все записи производятся в полевых журналах, а не на случайных листах.

1.2.2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ТЕОДОЛИТА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ

Подготовка теодолита для наблюдений заключается в установке его на станции в строго определенной последовательности – грубой установки, горизонтирования, центрирования, фокусирования зрительной трубы и отсчетного микроскопа.

Центрирование теодолита над точкой выполнять при помощи нитяного отвеса в два приема. Сначала устанавливается над точкой штатив так, чтобы основание штатива было горизонтально, становой винт находился в центре прорези головки, а острие отвеса над точкой. После этого станковым винтом прикрепляют к головке штатива теодолит и, перемещая его по головке, уточняют центрирование.

ЖУРНАЛ
учета технического состояния и эксплуатации теодолита

Поверка теодолита _____ Дата _____
(шифр и номер теодолита)

Поверка № 1 – поверка цилиндрического уровня

Порядок поверки: _____

Заключение о поверке: _____

Поверка № 2 – поверка коллимационной погрешности

Порядок поверки: $C = \frac{КЛ - КП \pm 180^0}{2}$

Точка наблюдения	Отсчеты по ГК		Вычисления
	КЛ	КП	
1			$C =$
2			$C =$

Заключение о поверке: _____

Поверка № 3 – поверка неравенства подставок

Порядок поверки: _____

Заключение о поверке: _____

Поверка № 4 – поверка сетки нитей

Порядок поверки: _____

Заключение о поверке: _____

Поверка № 5 – поверка места нуля вертикального круга

Порядок поверки: $МО = \frac{КЛ + КП}{2}$

Точка наблюдения	Отсчеты по ВК		Вычисления
	КЛ	КП	
1			$МО =$
2			$МО =$

Заключение о поверке: _____

Общий вывод о исправности теодолита :

Рисунок 19 – Журнал учета технического состояния и эксплуатации теодолитов

ЖУРНАЛ учета технического состояния и эксплуатации нивелира

Поверка нивелира _____ Дата _____
(шифр и номер нивелира)

Поверка № 1 – поверка круглого уровня

Порядок поверки: _____

Заключение о поверке: _____

Поверка № 2 – поверка сетки нитей

Порядок поверки: _____

Заклучение о поверке: _____

Поверка № 3 – поверка основного геометрического условия

Порядок поверки:

1. Первые измерения

Наименование	Отсчеты по рейке, мм		Превышение, мм $h = a - b$
	ближняя	дальняя	
Станция 1	$a_1 =$	$b_1 =$	$h_1 =$
Станция 2	$a_2 =$	$b_2 =$	$h_2 =$
Погрешность, мм $x = h_1 - h_2 $			$x =$

2. Вторые измерения (по необходимости)

Наименование	Отсчеты по рейке, мм		Превышение, мм $h = a - b$
	ближняя	дальняя	
Станция 1	$a_1 =$	$b_1 =$	$h_1 =$
Станция 2	$a_2 =$	$b_2 =$	$h_2 =$
Погрешность, мм $x = h_1 - h_2 $			$x =$

Заклучение о поверке: _____

Юстировка главного условия (выполняется при необходимости)

$$b' = a_2 - h_1 =$$

Общий вывод о исправности нивелира:

Рисунок 20 – Журнал учета технического состояния и эксплуатации нивелиров

При горизонтировании теодолита (приведении основной оси теодолита в отвесное положение) необходимо помнить, что после приведения оси теодолита в отвесное положение может быть нарушено центрирование.

Центрирование и горизонтирование теодолита необходимо выполнять несколькими последовательными приближениями.

При *фокусировании зрительной трубы* (установки трубы для наблюдений) нужно не только установить ее по глазу и предмету, но и устранить параллакс сетки нитей. После получения четкой видимости наблюдаемой точки и совмещения ее изображения с центром сетки нитей надо слегка переместить глаз у окуляра. Если изображение точки местности смещается относительно центра сетки нитей, то параллакс имеется. Устранение параллакса сетки нитей производится небольшим вращением кремальеры.

Непосредственное визирование на геодезические знаки или точки местности часто бывает затруднено в силу условий местности. Поэтому эти знаки обозначают визирными целями-марками, вехами, шпильками. Вехи над точками должны быть установлены отвесно. Фактически верх вехи или шпильки может отклоняться от отвесного положения, поэтому центр сетки наводят на их основания, рисунок 21.

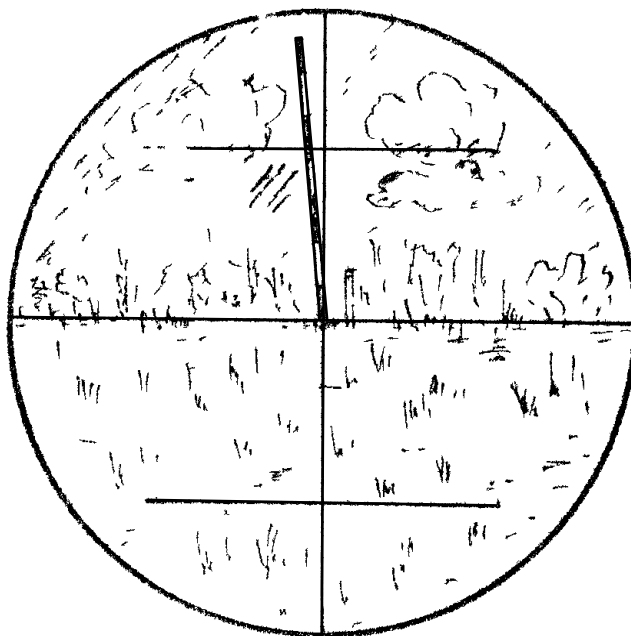


Рисунок 21 – Наведение зрительной трубы на точку

1.2.3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ НИВЕЛИРА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ

Подготовка нивелира для наблюдений заключается в установке его на станции в строго определенной последовательности – приведения оси прибора в отвесное положение и установки трубы для наблюдений. При этом необходимо придерживаться той последовательности, которая приведена в настоящем пособии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поклад Г.Г. Геодезия: учебное пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Академический Проект; Парадигма, 2011. – 538 с.
2. Практикум по геодезии: учебное пособие для вузов / под ред. Г.Г. Поклада. – М.: Академический Проект; Трикста, 2011. – 470 с.
3. Акиньшин С.И. Инженерная геодезия: учебное пособие / С.И. Акиньшин. – 2-е изд., испр. и доп. – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 297 с.
4. Инженерная геодезия: учебник для вузов / под ред. Д.Ш. Михелева. – 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
5. Курс инженерной геодезии: учебник для вузов / под ред. В.Е. Новака. – М.: Недра, 1989. – 430 с.
6. Манухов В.Ф. Инженерная геодезия. Основы геодезических измерений с элементами метрологического обеспечения: учебное пособие / В.Ф. Манухов, А.С. Тюряхин. – Саранск: Изд-во Мордовского ГУ, 2007. – 98 с.
7. Паудяль С.П. Инженерные геодезические задачи: учебное пособие / С.П. Паудяль. – М.: МАДИ (ГТУ), 2004. – 72 с.
8. Практикум по инженерной геодезии: учебное пособие для вузов / Б.Б. Данилевич [и др.]. Под ред. В.Е. Новака. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 334 с.
9. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: учебник / Г.А. Федотов. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2009. – 463 с.

Методические указания по геодезической практике

Методические указания по геодезической практике для студентов специальности 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль «Геодезическое обеспечение геоинформационных систем» всех форм обучения

Составитель:
Харитоновна Тамара Борисовна,
Акиншин Сергей Иванович

Отпечатано в авторской редакции

Подписано к изданию _____.
Объем данных 739 Кб

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14