

К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова

ИСПОЛНИТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

Методические указания к учебной практике
Электронное издание



Красноярск 2017

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова

ИСПОЛНИТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

Методические указания к учебной практике

Электронное издание

Красноярск 2017

Рецензент

*С.А. Мамонтова, канд. экон. наук, доцент каф. землеустройства
и кадастров*

Шумаев, К.Н.

Исполнительская практика: метод. указания к учебной практике [Электронный ресурс] / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 67 с.

Издание разработано в соответствии с утверждённой программой дисциплины «Геодезия» и программой учебной практики «Исполнительская практика». Подробно изложена методика выполнения поверок геодезических приборов и выполнения полевых и камеральных работ при прохождении учебной исполнительской практики.

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение». Может быть полезно для бакалавров Института землеустройства, кадастров и природообустройства, обучающихся по направлениям подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Водные ресурсы и водопользование», 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», профили «Землеустройство», «Земельный кадастр», «Городской кадастр», очной и заочной форм обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного аграрного университета

© Шумаев К.Н., Сафонов А.Я.,
Горбунова Ю.В., 2017

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Цели и задачи практики	4
2 Устройство и поверки электронного теодолита	5
2.1 Устройство электронного теодолита VEGA TEO20...	5
2.2 Устройство электронного теодолита CST/berger 56-BDT30.....	7
2.3 Функциональные клавиши и настройки.....	8
2.4 Поверки и юстировки электронного теодолита.....	14
3 Полевые работы	21
3.1 Рекогносцировка местности и закрепление точек теодолитного хода.....	21
3.2 Измерение углов и сторон теодолитного хода электронным теодолитом.....	21
3.3 Привязка теодолитного хода к опорной сети.....	30
3.4 Съёмка ситуации.....	31
4 Камеральная обработка результатов теодолитной съёмки	37
5 Построение плана	44
5.1 Нанесение съёмочного обоснования и ситуации.....	44
5.2 Оформление рамки и зарамочные надписи	47
5.3 Написание названий объектов ситуации.....	49
6 Оформление полевых журналов	54
7 Технический отчёт.....	55
8 Охрана труда и правила техники безопасности при ведении топографо-геодезических и камеральных работ.....	56
Контрольные вопросы.....	59
ЛИТЕРАТУРА.....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ	65

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Учебная практика проводится с целью закрепления теоретических знаний, полученных студентами. Предусматривается детальное изучение инструментов, приобретение практических навыков работы с ними в полевых условиях при проведении геодезических работ. Студенты получают навыки по организации работ, ведению и оформлению полевой документации, составлению технических отчётов.

Для прохождения исполнительской практики учебные группы делятся на бригады по четыре-пять человек. В каждой бригаде выбирается бригадир. Внутри бригады работы распределяются так, чтобы каждый студент самостоятельно выполнил каждый вид работы.

Необходимо следующее: электронный теодолит со штативом, вешки – 2 шт., рулетка, журнал теодолитной съёмки, деревянные колышки, топор, лопата.

Пользуясь приборами, необходимо учитывать следующие правила по их использованию:

- доставать прибор из ящика и укладывать его обратно следует очень осторожно;
- на штативе прибор сразу же закрепляется становым винтом;
- при переносе прибор должен находиться в вертикальном положении, ножки штатива должны быть закреплены;
- необходимо беречь прибор от влаги, солнечного света, пыли.

2 УСТРОЙСТВО И ПОВЕРКИ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕОДОЛИТА

2.1 Устройство электронного теодолита VEGA TEO20

Данный прибор обеспечивает точность измерения горизонтальных углов одним приёмом со средней квадратической ошибкой 20". Устройство теодолита VEGA TEO 20 представлено на рисунке 1. Техническая характеристика теодолита VEGA TEO 20 представлена в таблице 1.

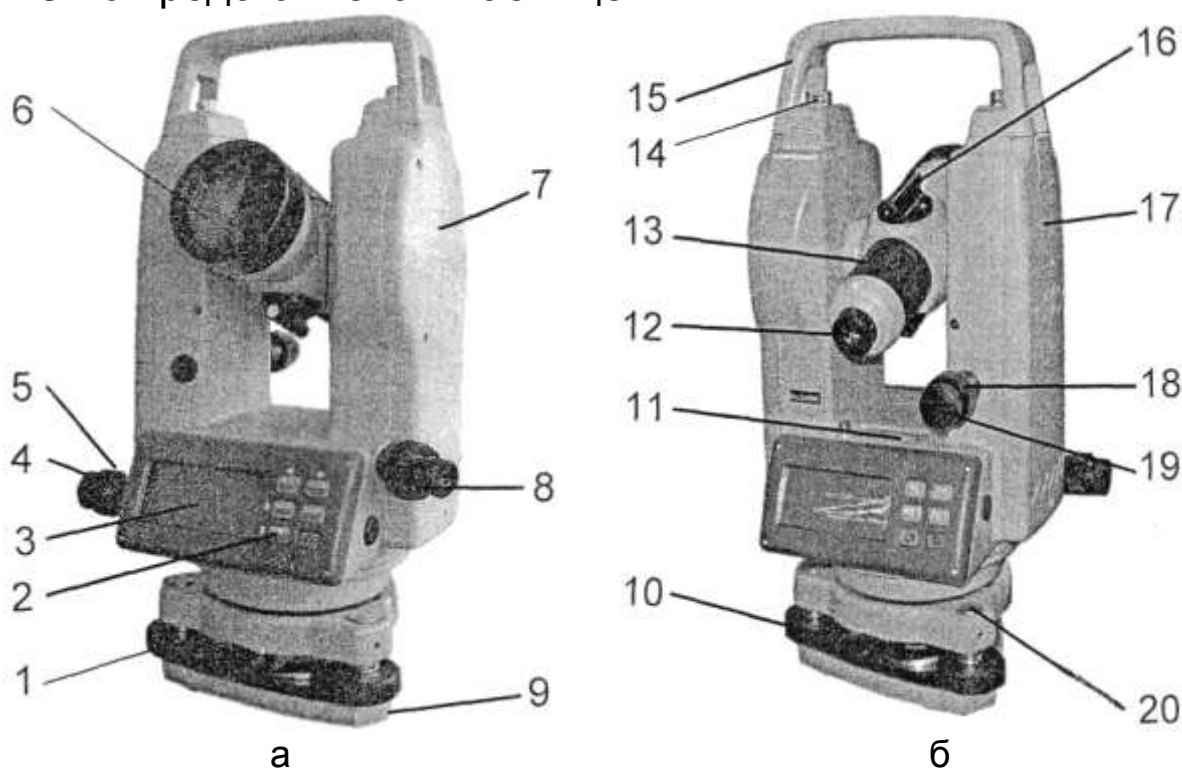


Рисунок 1 – Устройство электронного теодолита VEGA TEO 20:
а – вид теодолита со стороны оптического центра; б – вид теодолита со стороны закрепительного винта трубы и вертикального круга; 1 – подъёмные винты; 2 – функциональные клавиши; 3 – дисплей; 4 – наводящий винт горизонтального круга; 5 – закрепительный винт горизонтального круга; 6 – объектив зрительной трубы; 7 – метка высоты инструмента; 8 – оптический центрир; 9 – основание; 10 – закрепительный винт подставки; 11 – цилиндрический уровень; 12 – кольцо окуляра зрительной трубы диоптрийное; 13 – кремальера (фокусирующее кольцо); 14 – винт ручки теодолита; 15 – ручка теодолита; 16 – коллиматорный визир; 17 – отделение для батарей; 18 – закрепительный винт трубы и вертикального круга; 19 – наводящий винт трубы и вертикального круга; 20 – круглый уровень

Электронный теодолит *VEGA TEO 20* состоит из горизонтального круга, вертикального круга, зрительной трубы и подставки. Подставка у теодолита съёмная. Горизонтальный и вертикальный круги, как и у оптических теодолитов, выполнены из стекла. Горизонтальный и вертикальный круги градуированы от 0 до 360°.

Таблица 1 – Техническая характеристика электронного теодолита *VEGA TEO 20*

Элемент	Параметр	Величина
1	2	3
Зрительная труба	Длина	155 мм
	Диаметр входного зрачка, не менее	45 мм
	Увеличение, не менее	30 ^x
	Изображение	Прямое
	Угловое поле зрения	1°30'
	Предел разрешения, не более	2.5"
	Наименьшее расстояние визирования, не более	1.3 м
	Коэффициент нитяного дальномера	100 ± 0.5
	Постоянная нитяного дальномера, не более	± 0.05
Система измерения углов	Диапазон измерения углов	0–360°
	Система отсчёта углов	Относительная
	Дискретность отсчитывания измерения углов	5"/10"
	Допускаемое СКО измерения углов, не более	20"
	Диаметр вертикального круга	78 мм
Трегер	Съёмный	Да
Оптический центрир	Изображение	Прямое
	Увеличение	4 ^x
	Поле зрения	5°
	Фокус	0.5 ~ бесконечность
	Точность	± 0.5 мм
Источник электропитания	Щелочная батарея	4 батарейки, тип АА
	Аккумулятор	6 В/1500 мАч

1	2	3
	Продолжительность непрерывной работы, не менее	Батарейки: 6 ч; аккумулятор: 15 ч
Подсветка	ЖК дисплей	Да
	Сетка нитей	Да
Уровни	Цена деления установочного круглого уровня	$8 \pm 1.2''/2$ мм
	Цена деления цилиндрического уровня	$30 \pm 4.5''/2$ мм
Другое	Диапазон рабочих температур	От -20° до $+50^{\circ}\text{C}$
	Масса, не более	4.4 кг
	Габаритные размеры, Д×Ш×В	145×200×320 мм

2.2 Устройство электронного теодолита CST/berger 56-BDT30

Данный прибор обеспечивает точность измерения горизонтальных углов одним приёмом со средней квадратической ошибкой $30''$. Устройство электронного теодолита *CST/berger 56-BDT30* представлено на рисунке 2. Техническая характеристика теодолита *CST/berger 56-BDT30* представлена в таблице 2.

Электронный теодолит *CST/berger 56-BDT30* состоит из горизонтального круга, вертикального круга, зрительной трубы и подставки. Подставка у теодолита съёмная. Горизонтальный и вертикальный круги, как и у оптических теодолитов, выполнены из стекла. Горизонтальный и вертикальный круги градуированы от 0 до 360° .

Назначение частей теодолита *VEGA TEO 20* такое же, как у теодолита *CST/berger 56-BDT30*.

Благодаря высокому уровню международной стандартизации и унификации в конструкции приборов различных производителей, технических характеристиках приборов аналогичной точности, в принципе их работы очень мало отличий. Поэтому пользователям нет необходимости переучиваться для выполнения измерений теодолитом другой фирмы.

2.3 Функциональные клавиши и настройки

Функции дисплея и клавиш управления электронных теодолитов.

Внешний вид панели управления представлен на рисунке 3, а её функции – в таблицах 3 и 4.

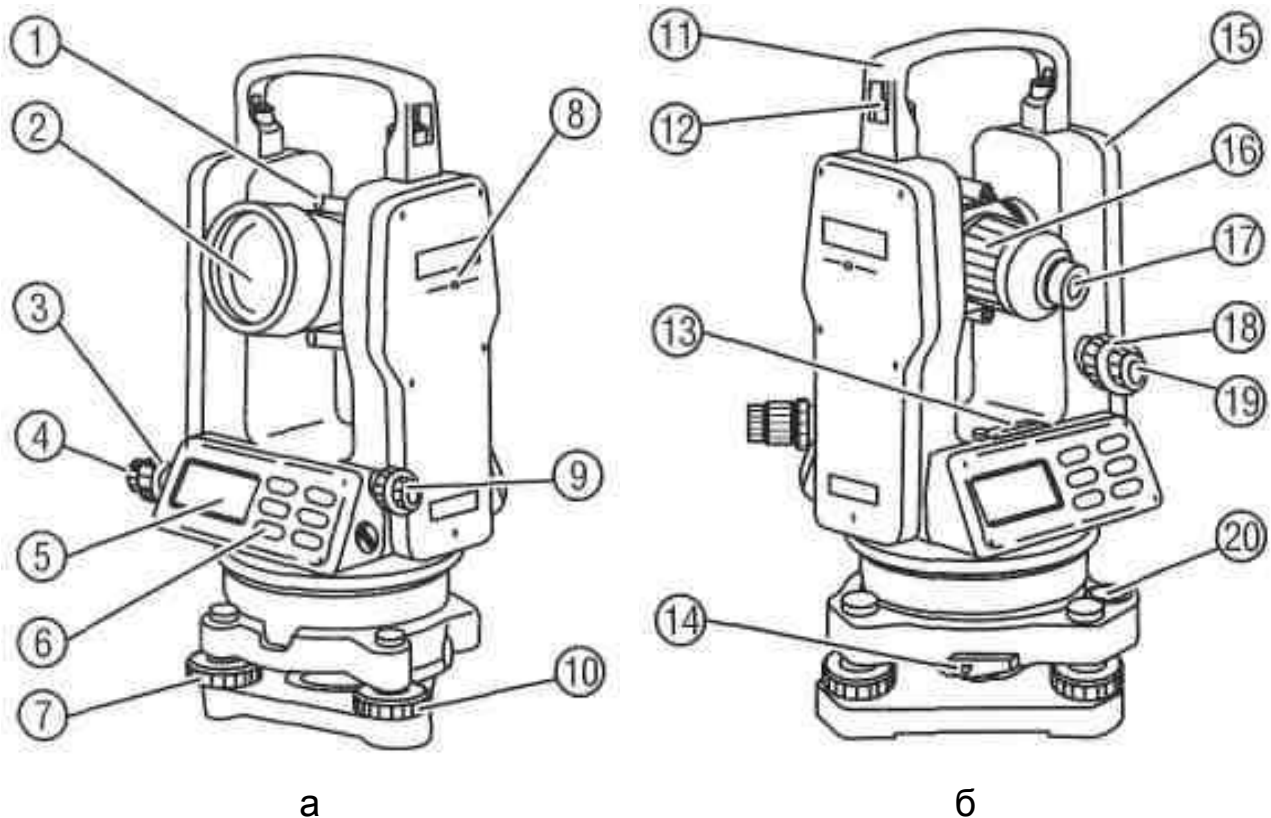


Рисунок 2 – Устройство теодолита CST/berger 56-BDT30:

а – вид теодолита со стороны оптического центрира; б – вид теодолита со стороны закрепительного винт трубы и вертикального круга; 1 – коллиматорный визир; 2 – объектив зрительной трубы; 3 – закрепительный винт горизонтального круга; 4 – наводящий винт горизонтального круга; 5 – дисплей; 6 – функциональные клавиши; 7 – подъёмные винты; 8 – метка высоты инструмента; 9 – оптический центрир; 10 – основание; 11 – ручка теодолита; 12 – винт ручки теодолита; 13 – цилиндрический уровень; 14 – закрепительный винт подставки; 15 – отделение для батарей; 16 – кремальера (фокусирующее кольцо); 17 – кольцо окуляра зрительной трубы диоптрийное; 18 – закрепительный винт трубы и вертикального круга; 19 – наводящий винт трубы и вертикального круга

Таблица 2 – Техническая характеристика электронного теодолита *CST/berger 56-BDT30*

Элемент теодолита	Параметр	Величина
Зрительная труба	Длина	155 мм
	Диаметр входного зрачка, не менее	45 мм
	Увеличение, не менее	30 ^x
	Изображение	Прямое
	Угловое поле зрения	1°30'
	Предел разрешения, не более	2.5"
	Наименьшее расстояние визирования, не более	1.3 м
	Коэффициент нитяного дальномера	100 ± 1
	Постоянная нитяного дальномера, не более	0
Система измерения углов	Диапазон измерения углов	0–360°
	Система отсчёта углов	Относительная
	Дискретность отсчитывания измерения углов	5"/10"
	Допускаемое СКО измерения углов, не более	30"
	Диаметр вертикального круга	82 мм
Треггер	Съёмный	Да
Оптический центрир	Изображение	Прямое
	Увеличение	4 ^x
	Поле зрения	5°
	Фокус	0.5 ~ бесконечность
	Точность	± 1 мм
Источник электропитания	Щелочная батарея	4 батарейки, тип АА
	Аккумулятор	6 В/1500 мАч
	Продолжительность непрерывной работы, не менее	Батарейки: 6 ч; аккумулятор: 15 ч
Подсветка	ЖК дисплей	Да
	Сетка нитей	Да
Уровни	Цена деления установочного круглого уровня	Нет
	Цена деления цилиндрического уровня	-
Другое	Диапазон рабочих температур	От -20° до +50°С
	Масса, не более	3.9 кг
	Масса с футляром, не более	6.3 кг
	Габаритные размеры, Д×Ш×В	145×200×300 мм

Установка источника питания. Источником питания для цифрового теодолита служат 4 щелочные батарейки типа АА или аккумулятор 6 В/1500 мАч. Последовательность установки блока батарей представлена на рисунке 4.

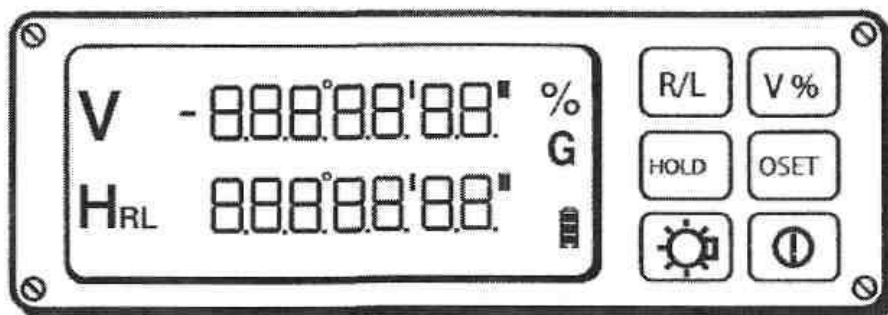


Рисунок 3 – Внешний вид панели управления электронных теодолитов VEGA TEO 20 и CST/berger 56-BDT30

Таблица 3 – Символы дисплея и соответствующие им текущие функции электронного теодолита

Обозначение на дисплее	Функция
V	Символ вертикального угла SET указывается на месте вертикального отсчёта, пока зрительная труба не пройдёт через место нуля горизонтальной оси. Этой процедурой устанавливается место нуля. 
H _R	Символ горизонтального угла, измеренного по часовой стрелке
H _L	Символ горизонтального угла, измеренного против часовой стрелки
	Символ, указывающий уровень заряда батареи
G	Угловые измерения в гонах
%	Символ функции измерения уклона

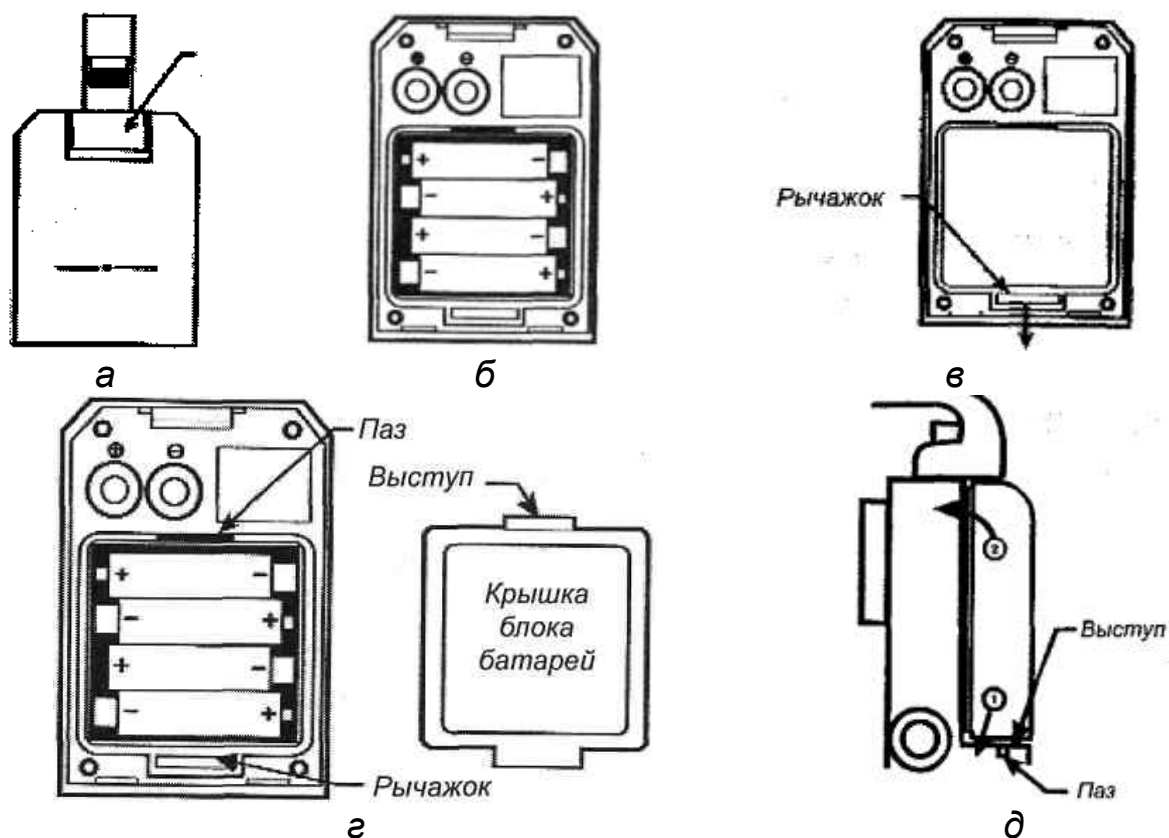



Рисунок 4 – Последовательность установки блока батарей

Таблица 4 – Функциональные клавиши панели управления электронного теодолита

Клавиша	Функция	Операция
1	2	3
<i>R/L</i>	Установка направления отсчёта горизонтального угла	Изменение направления измерения горизонтального угла по часовой стрелке на направление измерения против часовой стрелки. Направление меняется при каждом нажатии клавиши
<i>HOLD</i>	Удержание отсчёта горизонтального угла	Удержание текущего значения горизонтального угла на дисплее. Когда нажата эта клавиша, отсчёт горизонтального угла мигает. Теодолит можно повернуть без изменения отсчёта горизонтального угла
	Подсветка дисплея и сетки нитей	Для включения подсветки дисплея и сетки нитей нажмите эту клавишу, повторное нажатие данной клавиши отключает подсветку

1	2	3
V%	Уклон	Переход от градусов/гонов к уклону в процентах для вертикального угла. Символ «%» появляется на дисплее, когда активирован режим уклона
0SET	Обнуление отсчёта горизонтального круга	Обнуление отсчёта горизонтального круга на дисплее. Нажатие этой клавиши устанавливает отсчёт 0°00'00" на любое направление
ⓘ	Включение / выключение	Включает / выключает теодолит

Для установки батареек необходимо выполнить следующие действия:

а) извлечение блока батарей – нажать защёлку блока батарей и вытащить блок из теодолита;

б) снятие металлической крышки блока – нажать на рычажок и снять крышку;

в) установка батареек – установить батарейки в положение, показанное на рисунке, соблюдая последовательность «+» «-»;

г) установка металлической крышки блока – вставить выступ крышки блока батарей в паз блока батарей и нажать на крышку до щелчка;

д) установка блока батарей – вставить выступ блока батарей в выступ верхней части теодолита и нажать на блок батарей до щелчка.

Настройка измерений

1. Включить теодолит.

2. Нажать одновременно клавиши «R/L» и «V%». Раздастся звуковой сигнал, а как будет выглядеть дисплей, представлено на рисунке 5.

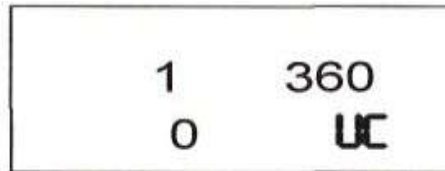


Рисунок 5 – Вид дисплея перед настройками

3. Настройки измерений выполнить в последовательности, представленной в таблице 5.

Таблица 5 – Последовательность выполнения настроек

Клавиша	Операция	Дисплей
<i>R/L</i>	Изменение отсчёта горизонтального и вертикального угла, чтобы на дисплее было 1" или 5". (Изменение отсчёта не повышает точности измерения)	
<i>V%</i>	Изменение единиц измерения горизонтальных и вертикальных углов между 360° или 400 гонами	
<i>HOLD</i>	Изменение времени отключения теодолита. Три режима: «0» – не отключается; «10» – отключение через 10 минут; «30» – через 30 минут	
<i>0SET</i>	Изменение нулевых точек и систем отсчёта вертикального круга. Три системы: Ua, Ub, Uc (рис. 6).	
	Наличие или отсутствие звукового сигнала при отсчётах 0°, 90°, 180° и 270°	

4. После выполнения всех настроек нажать одновременно клавиши «*R/L*» и «*V%*». Раздастся звуковой сигнал, и дисплей вернётся к обычному виду.

2.4 Поверки и юстировки электронного теодолита

Единство и требуемая точность измерений определяются метрологическим обеспечением измерительных средств. Это достигается установлением и применением научно-методических приёмов, технических средств, правил и норм контроля приборов, применяемых в производстве. Под единством угловых геодезических измерений понимают такое состояние измерений, при котором получаемые результаты выражаются в принятых единицах плоского угла, а погрешности результатов измерений известны с требуемой надёжностью. Государственная поверочная схема для средств измерения плоского угла устанавливается государственным стандартом.

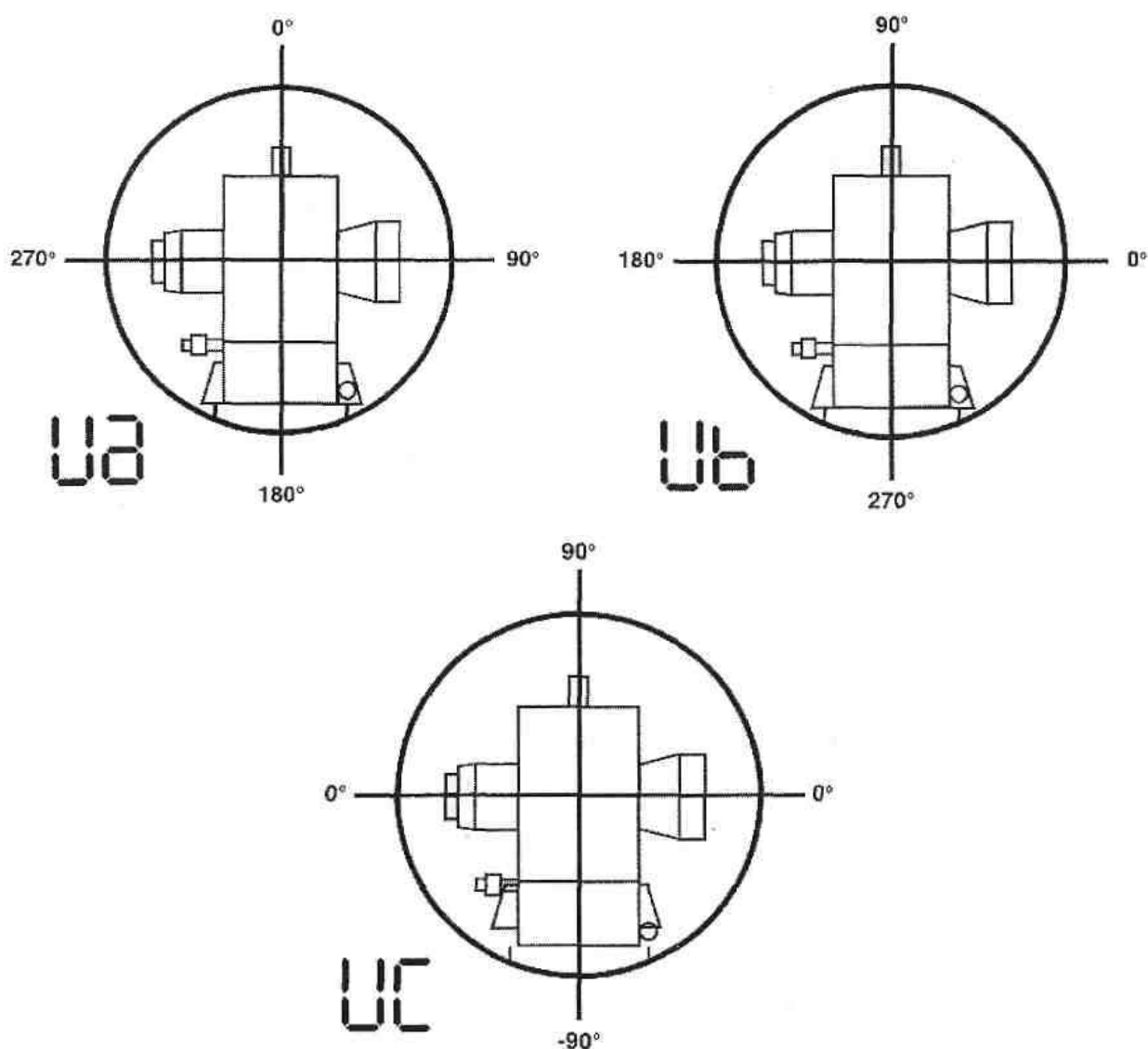


Рисунок 6 – Возможные системы отсчёта вертикального круга

Поверка – одно из важнейших понятий в системе метрологического обслуживания угломерных приборов. Под *поверкой* геодезических приборов понимают контроль метрологической исправности и определение конкретных значений метрологических характеристик, нормированных в технической документации. Рабочие теодолиты должны проходить ведомственную поверку, организуемую ведомственными метрологическими службами, а при отсутствии таковых – в специализированных метрологических центрах.

Для геодезических приборов выполняют следующие поверки: периодическую, межсезонную, контрольную, эксплуатационную, внеочередную. Для электронных теодолитов периодическая поверка основных электронных узлов выполняется не реже одного раза в год. Объём поверочных работ устанавливается в зависимости от типа прибора. Применяемые методы и средства поверки выбирают с учётом специфических особенностей и назначения прибора. Для обеспечения нормальных условий проведения испытаний или поверки необходимо соблюдение целого ряда требований по предохранению угломерного прибора от внешних влияний в рабочем пространстве.

По результатам поверки оформляется протокол и выдаётся свидетельство об аттестации прибора. Теодолит, не имеющий аттестации, к производству измерений не допускается.

При испытании взаимодействия деталей прибора особое внимание необходимо обратить на следующие требования:

1. Вращение горизонтального и вертикального кругов и алидады горизонтального круга должно быть свободным и при работе наводящими винтами – плавным.

2. Закрепительные винты круга и зрительной трубы должны зажиматься без лишних усилий. При поворотах верхней части прибора следует брать руками за алидадную часть у места расположения закрепительного винта.

3. Подъёмные винты не должны иметь шатаний в подставке.

4. Сетка нитей зрительной трубы должна быть установлена правильно.

Поверки и юстировки электронных теодолитов технической точности необходимо проводить в следующей последовательности:

1. Поверка и юстировка цилиндрического уровня.
2. Поверка и юстировка круглого уровня.
3. Поверка и юстировка оптического центрира.

После выполнения юстировки всегда необходимо повторить поверку.

Поверка цилиндрического уровня. Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна вертикальной оси теодолита.

Горизонтальный круг устанавливается так, чтобы ось цилиндрического уровня была параллельна любым двум подъёмным винтам (рис. 7). Вращая эти два подъёмных винта навстречу друг другу в одну или другую сторону, приводят пузырёк цилиндрического уровня в нуль-пункт (на середину). Затем поворачивают теодолит вокруг вертикальной оси так, чтобы цилиндрический уровень стал перпендикулярным тем же двум подъёмным винтам. Вращением третьего подъёмного винта, в направлении которого повернут цилиндрический уровень, приводят пузырёк уровня в нуль-пункт. Затем возвращают теодолит в исходное положение и уточняют приведение пузырька в нуль-пункт.

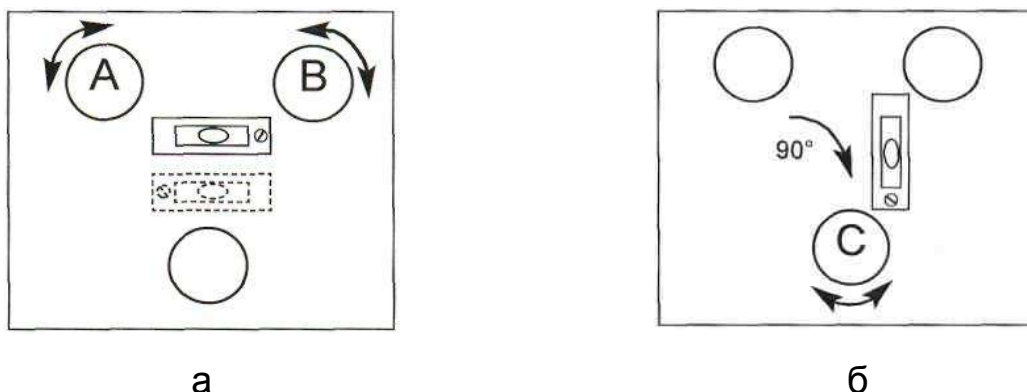


Рисунок 7 – Точное горизонтирование по цилиндрическому уровню

После этого поворачивают алидаду на 180° , а если пузырёк уровня останется на середине, условие поверки считается соблюденным. Если пузырёк уровня отойдёт от середины больше, чем на одно деление, значит, условие не соблюдено, и

необходимо исправить обнаруженную неперпендикулярность осей, т.е. произвести юстировку. Для этого подсчитывают, на сколько делений уровня отклонился пузырёк. Ошибку в размере половины делений устраняют исправительным винтом уровня (рис. 8) с помощью специальной шпильки. При большом отклонении исправление выполняют постепенно. Поверку и юстировку повторяют несколько раз до полного устранения ошибки.

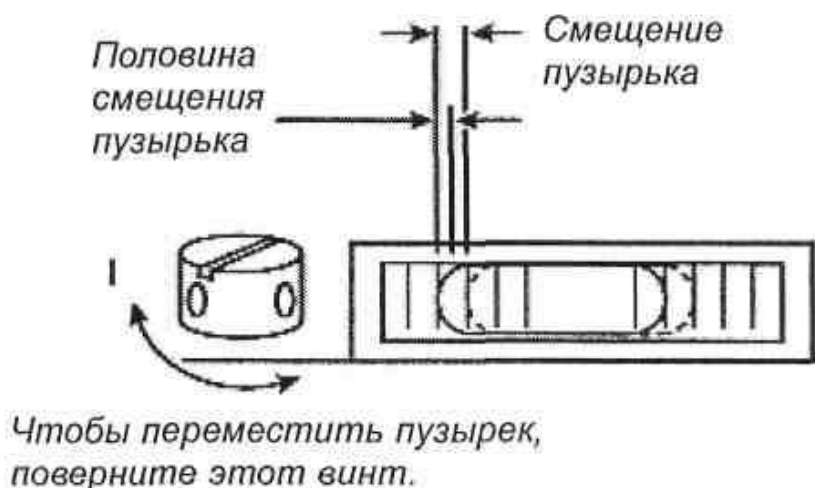


Рисунок 8 – Юстировка цилиндрического уровня

Поверка круглого уровня. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира. До начала данной поверки должна быть выполнена юстировка цилиндрического уровня. Если пузырёк круглого уровня находится в нуль-пункте после приведения в центр пузырька цилиндрического уровня, дальнейшая юстировка не требуется. В противном случае она необходима. Действуя юстировочной шпилькой, повернуть юстировочные винты (рис. 9, а), пока пузырёк круглого уровня не переместится в центр. Во избежание разрыва нельзя перетягивать юстировочные винты. Необходимо ослабить один винт на $\frac{1}{4}$ оборота (рис. 9, б), а затем затянуть другой винт также на $\frac{1}{4}$ оборота. После этого поверку повторяют, повернув прибор на 180° .

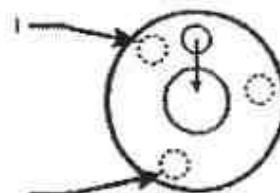


а

Чтобы пузырек сместился в указанных направлениях:

Затяните этот винт

Ослабьте этот винт



б

Рисунок 9 – Юстировка круглого уровня

Проверка оптического центрира. Визирная ось оптического центрира должна совпадать с вертикальной осью вращения теодолита. Навести оптический центрир на точку центрирования с помощью трёх подъёмных винтов или, ослабив становой винт, передвинуть теодолит по головке штатива к точке. Затем повернуть теодолит на 180° и повторить визирование через оптический центрир. Если точка центрирования находится в центре круга поля зрения оптического центрира, юстировка не требуется. В противном случае она необходима. Для этого нужно снять крышку юстировочных винтов оптического центрира (рис. 10, а), повернув её против часовой стрелки. Под ней расположено четыре юстировочных винта. Действуя юстировочной шпилькой, вращением юстировочных винтов возвращают перекрестие сетки нитей центрира на половину дуги отклонения от точки (рис. 10, б). Необходимо ослабить один винт на $\frac{1}{4}$ оборота, а затем затянуть другой винт также на $\frac{1}{4}$ оборота. После этого, повернув прибор на 180° , проверку повторяют до полного устранения смещения.

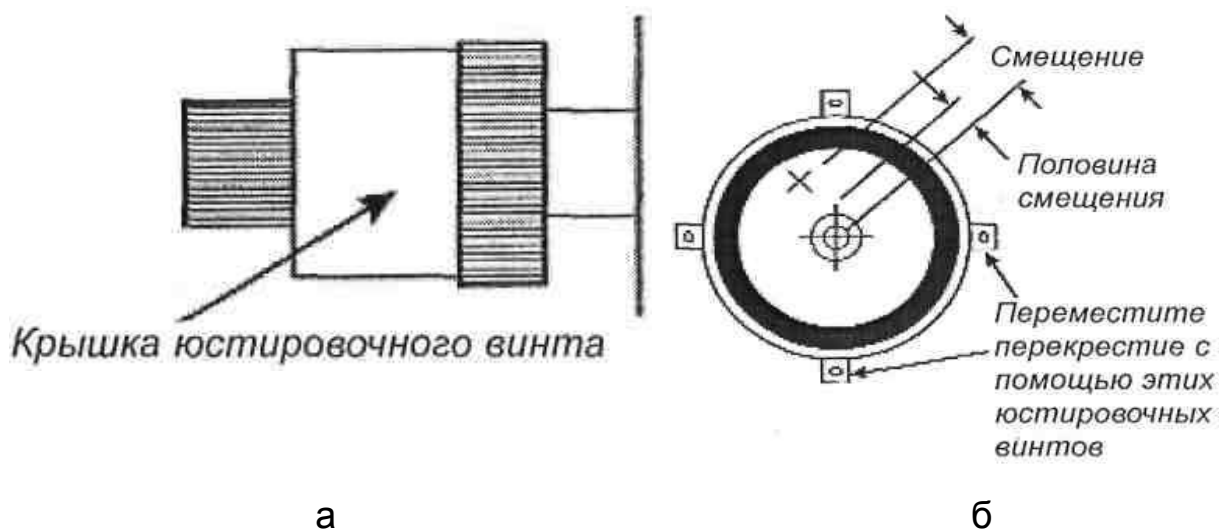
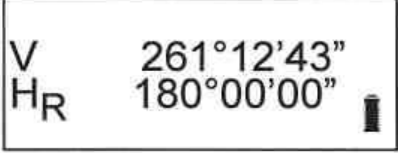


Рисунок 10 – Юстировка оптического центра

Установка места нуля вертикального круга. Последовательность действий при установке места нуля электронного теодолита технической точности представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Последовательность действий при установке места нуля электронного теодолита

Операция	Клавиша	Дисплей
1	2	3
Точное горизонтирование теодолита	Нет	
Нажать клавишу «V%», и удерживая её, нажать клавишу питания. На дисплее появится режим установки места нуля вертикального круга	V% ⓘ	V 0 SET ⓘ
Повернуть зрительную трубу в вертикальной плоскости, чтобы установить место нуля. На дисплее появится «STEP-1»		V 95°10'20" H _R STEP----1 ⓘ
Навести зрительную трубу на цель, расположенную близко к горизонту на расстоянии примерно 100 м. Нажать «V%». Данные для первой точки будут сохранены. На дисплее появится «STEP-2»	V%	V 95°10'20" H _R STEP----2 ⓘ

1	2	3
Перевести зрительную трубу через зенит и снова визировать её на начальную точку. Нажать «V%». Данные для второй точки будут сохранены, и место нуля вертикального круга будет установлено. После нажатия клавиши инструмент подаст звуковой сигнал и вернётся в режим обычных измерений	V%	

Метрологические центры в процессе первичной или периодической поверки кроме внешнего осмотра и опробования каждому теодолиту выполняют определение следующих метрологических характеристик:

1. Определение цены деления уровней.
2. Определение наименьшего расстояния визирования.
3. Определение коэффициента нитяного дальномера.
4. Определение постоянного слагаемого нитяного дальномера.
5. Определение диапазона работы компенсатора.
6. Определение систематической погрешности компенсатора на 1' наклона оси.
7. Определение погрешности оптического центрира.
8. Определение СКО измерения горизонтальных и вертикальных углов.

Пункты 1, 2 и 4 определяются только при первичной поверке.

3 ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ

3.1 Рекогносцировка местности и закрепление точек теодолитного хода

Теодолитные ходы прокладываются по границам участка в местах, удобных для линейных измерений. На бригаду даётся участок площадью 2.5–3.0 га. Стороны ходов должны быть в пределах 40–350 м.

Вершины полигона выбираются таким образом, чтобы были видны следующие соседние вершины (предыдущая и последующая) и обеспечивалась съёмка всего участка с минимального количества станций. В вершинах полигона до уровня земли забивают деревянные колышки-точки. Вокруг колышка выполняется окопка в форме треугольника со стороной примерно 50 см. Для облегчения последующего отыскания колышка рядом забивается высокий колышек (сторожок). Если вершину полигона необходимо отметить более точно, на верхней стороне колышка прочерчивают карандашом крест с центром, совпадающим с вершиной полигона.

3.2 Измерение углов и сторон теодолитного хода электронным теодолитом

Приведение теодолита в рабочее положение. Ножки штатива выдвигаются на требуемую высоту. Штатив устанавливается над точкой. Теодолит устанавливается на штатив и закрепляется станковым винтом. Башмаки штатива постепенно вдавливаются в грунт, центрируя теодолит над точкой.

Первоначально выполняется приблизительное горизонтирование прибора по круглому уровню (рис. 11).

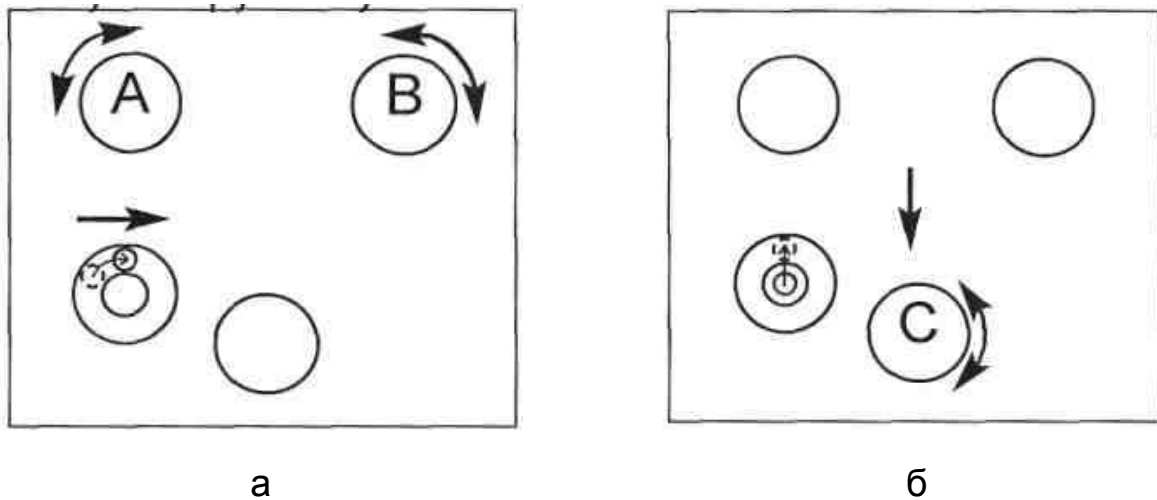


Рисунок 11 – Приблизительное горизонтирование теодолита по круглому уровню

Теодолит в горизонтальное положение приводится при помощи трёх подъёмных винтов. Вращая два подъёмных винта А и В (рис. 11, а) навстречу друг другу в одну или другую сторону, перемещают пузырёк круглого уровня, так чтобы он оказался посередине от левого и правого края. Затем, используя третий подъёмный винт С, перемещают пузырёк в центр круглого уровня (рис. 11, б).

После этого выполняется точное приведение прибора к горизонту (рис. 7). Горизонтальный круг устанавливается таким образом, чтобы ось цилиндрического уровня была параллельна любым двум подъёмным.

Вращая эти два подъёмных винта навстречу друг другу в одну или другую сторону, приводят пузырёк цилиндрического уровня в нуль-пункт (на середину). После чего поворачивают теодолит вокруг вертикальной оси, так чтобы цилиндрический уровень стал перпендикулярным тем двум подъёмным винтам. Вращением третьего подъёмного винта, в направлении которого повернут цилиндрический уровень, приводят пузырёк уровня в нуль-пункт. Затем возвращают теодолит в исходное положение и уточняют приведение пузырька в нуль-пункт. Повторяют горизонтирование до тех пор, пока пузырёк цилиндрического уровня не будет оставаться в нуль-пункте при любом повороте прибора.

После этого выполняется центрирование прибора с помощью оптического центрира (рис. 12).

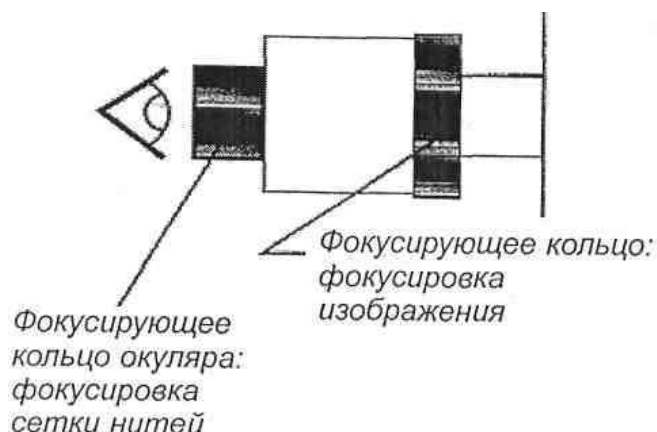


Рисунок 12 – Оптический центрир

Вращая фокусирующее кольцо окуляра оптического центрира, добиваются чёткого изображения сетки нитей (рис. 13, а). Вращая фокусирующее кольцо оптического центрира, добиваются чёткого изображения точки, над которой выполняют центрирование. Центрирование над точкой корректируется передвижением теодолита на штативе при ослабленном станочном винте (рис. 11, б). Затем закрепляют станочный винт (рис. 11, в) и проверяют положение пузырьков круглого и цилиндрического уровней. При необходимости уточняют горизонтирование теодолита по схеме, приведённой ранее.



Рисунок 13 – Центрирование над точкой

Сетка нитей, расположенная в окулярной части зрительной трубы, фокусируется под зрение наблюдателя при помощи диоптрийного кольца окуляра. Зрительная труба наводится на яркую поверхность. Диоптрийное кольцо вращается до тех пор, пока сетка нитей не станет чёткой. При этом необходимо следить, чтобы не было параллакса. *Параллакс* – видимое смещение между точкой визирования и сеткой нитей при перемещении глаза относительно центра окуляра. Параллакс снижает точность измерений.

Для устранения параллакса необходимо выполнить следующие действия:

1. Навести зрительную трубу на точку визирования и привести её в фокус при помощи вращения кремальеры.

2. Перемещать глаз вверх и вниз или вправо и влево и следить за смещением точки визирования относительно перекрестия сетки нитей.

3. При наличии параллакса подфокусировать окуляр с сеткой нитей.

Чтобы гарантировать точность измерений, перед началом работы необходимо устранять параллакс.

Далее при откреплённых закрепительных винтах алидады горизонтального круга и трубы зрительная труба по коллиматорному визирю наводится на объект (рис. 14). Коллиматорные визиры расположены над зрительной трубой и под ней. После чего закрепительными винтами фиксируется положение алидады и трубы. Затем при помощи наводящих винтов алидады и трубы пересечение сетки нитей наводится на объект. Необходимо следить, чтобы расстояние между глазом и визиром было небольшим.

Далее необходимо выполнить проверку заряда источника питания. Последовательность отображения действий на дисплее представлена на рисунке 15.

Включить теодолит (рис. 15, а). Все символы на дисплее будут светиться в течение двух секунд. Затем отсчёт по вертикальному кругу станет стандартным и будет выглядеть как «0 SET» (рис. 15, б). Необходимо повернуть зрительную трубу в вертикальной плоскости (вокруг горизонтальной оси). Изображение дисплея примет вид, представленный на рисунке 15, в.

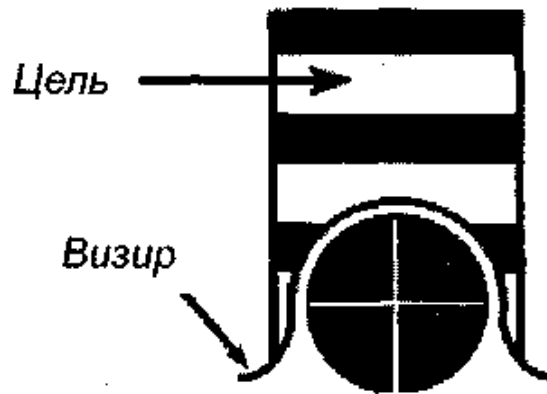


Рисунок 14 – Визирование на цель по коллиматорному визиру

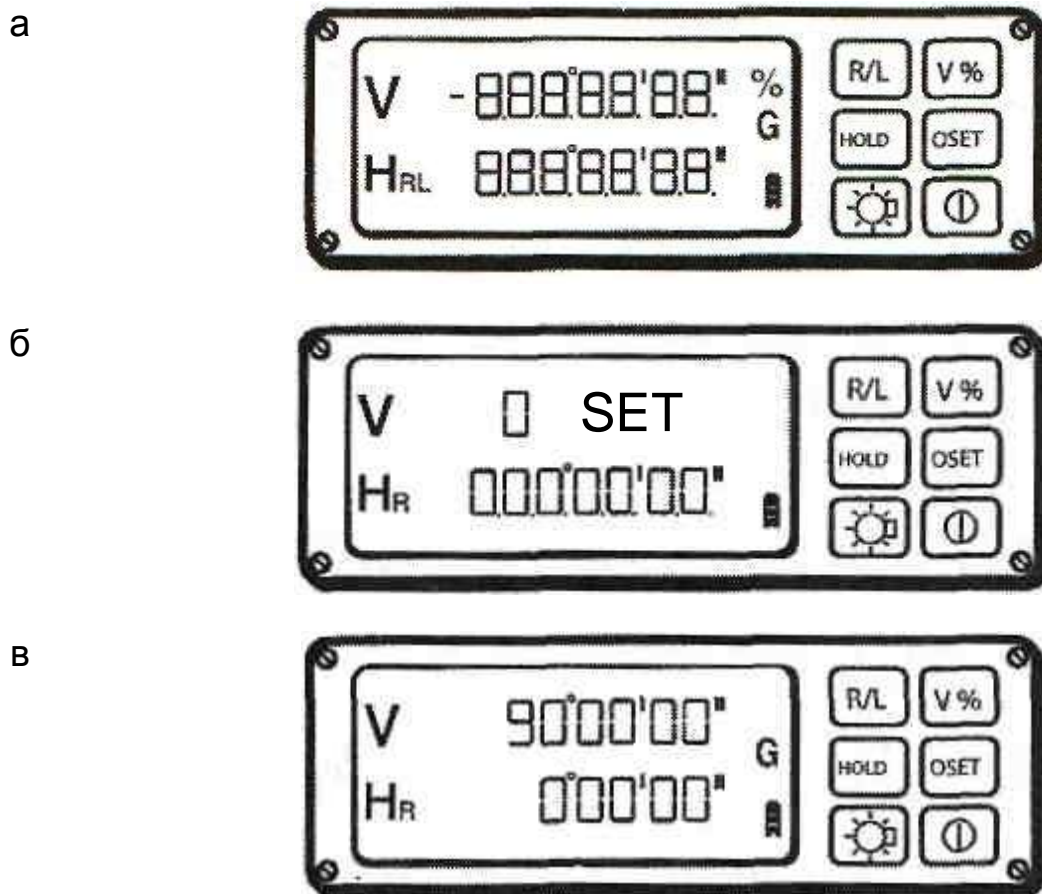
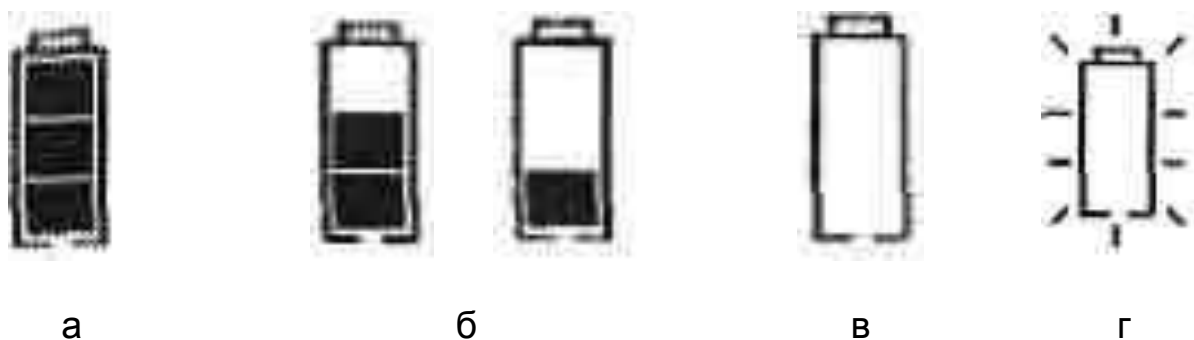


Рисунок 15 – Индикация на дисплее при включении и проверке заряда источника питания

В правом нижнем углу высвечивается символ, отображающий уровень заряда батареи. Возможные варианты уровня заряда представлены на рисунке 16. Измерения можно производить при полном, частичном или низком уровне заряда. При разряженных батареях измерения невозможны. Время

работы комплекта батареи зависит от её типа и марки, а также температуры окружающей среды. Необходимо убедиться в наличии запасного комплекта батарей.



*Рисунок 16 – Возможные варианты уровня заряда батареи:
а – полный; б – частичный; в – низкий; г – разряд батареи*

Электронные теодолиты имеют оптическую систему, позволяющую получать прямое изображение. При выполнении горизонтальной или тахеометрической съёмки в комплекте с ними используется нивелирная рейка с прямой оцифровкой. Визирование по вертикали производится средней горизонтальной нитью сетки нитей на высоту инструмента или высоту визирования.

Работа на станции при измерении горизонтального угла полным приёмом. Для выполнения измерения теодолит надо установить и закрепить на штативе становым винтом, так чтобы подъёмные винты свободно вращались. Полный приём состоит из двух полуприёмов, выполненных при разных положениях вертикального круга. Точность считывания значений – 10".

Процесс измерения угла состоит из отдельных операций.

1. Перед работой теодолит устанавливают над вершиной угла (колышка), так чтобы оптический отвес находился примерно над центром точки. Центрирование корректируется передвижением теодолита на штативе либо изменением длины ножек штатива. Допустимая погрешность при центрировании составляет 2–3 мм. Затем, убедившись в устойчивости теодолита, подъёмными винтами с помощью уровня при алидаде горизонтального круга устанавливают лимб теодолита в горизонтальное положение.

2. Установить сетку нитей на чёткое изображение, закрепить лимб и навести трубу с помощью оптического коллиматорного визира на левую точку угла. Закрепить алидаду и произвести более точное наведение наводящими (микрометренными) винтами трубы и алидады. Визирование осуществляется на самую нижнюю видимую часть вешки. Этим исключается погрешность за редукцию, т.е. наклон вешки.

3. Обнулить отсчёт по горизонтальному кругу и записать его в журнал.

4. Открепив алидаду, навести трубу на заднюю (правую) точку угла, считать отсчёт и записать.

5. Записать полученное значение угла в журнал. Описанные выше операции представляют первый полуприём, выполненный при КП или КЛ.

6. Открепив закрепительные винты трубы и алидады горизонтального круга, перевести трубу через зенит. Изменить положение вертикального круга.

7. Измерить угол при другом положении круга, повторив действия, описанные в пунктах, рассмотренных ранее.

8. Расхождение значения угла в двух полуприёмах (КП и КЛ) не должно превышать $1'$. Если расхождение допустимо, вывести среднее значение угла из двух полуприёмов. Это результат измерения угла полным приёмом. Результаты выполненного измерения записываются в журнал измерения углов, представленный в таблице 7.

Первое измерение угла выполнено для точки 1 съёмочного обоснования (с.с.1) в теодолитном ходе. Задняя точка визирования – пункт полигонометрии второго разряда (п.п.8), к которому осуществлялась привязка. Передняя точка визирования – вторая точка съёмочного обоснования (с.с.2). Измерен правый, по ходу лежащий угол в полигоне при движении по ходу часовой стрелки. При двух положениях круга (КЛ и КП) получены значения измеренных углов.

Таблица 7 – Журнал измерения горизонтальных углов

Номер точки стояния	Номер точки наблюдения	Положение круга	Отсчёты по горизонт. кругу, ° ' "	Угол, ° ' "	Средний угол, ° ' "
с.с.1	с.с.2	КЛ	0 00 00	84 44 20	84 44 25
	п.п.8	КЛ	84 44 20		
	с.с.2	КП	0 00 00	84 44 30	
	п.п.8	КП	84 44 30		
с.с.4	с.с.5	КЛ	0 00 00	123 15 40	123 15 40
	с.с.3	КЛ	123 15 40		
	с.с.5	КП	0 00 00	123 15 40	
	с.с.3	КП	123 15 40		

Расхождения между значениями измеренных углов на первой точке съёмочного обоснования ($84^{\circ}44'20''$ и $84^{\circ}44'30''$) при разных положениях вертикального круга относительно зрительной трубы не превышают допустимой точности ($1'$). Следовательно, можно вычислить среднее значение измеренного угла, которое составляет $84^{\circ}44'25''$.

При недопустимом расхождении значений измеренного угла при КП и КЛ измерения следует повторить. Ошибочную запись необходимо вычеркнуть аккуратной прямой линией. Справа написать «перенаблюдено». Затем выполнить запись нового измерения.

При выполнении измерений углов по трёхштативной схеме требуется заменить теодолит маркой. Чтобы не выполнять центрирование и горизонтирование марки, извлекают теодолит и марку из трегера (подставки). Затем меняют их местами. Последовательность действий представлена на рисунке 17.

Поворотом закрепительного винта против часовой стрелки на 180° освобождается прибор (рис. 17, а). После этого он вынимается из трегера. Чтобы установить новый прибор, необходимо соединить выступ инструмента с выемкой трегера (рис. 17, б). Затем повернуть закрепительный винт на 180° по часовой стрелке. Проверить надёжность закрепления.

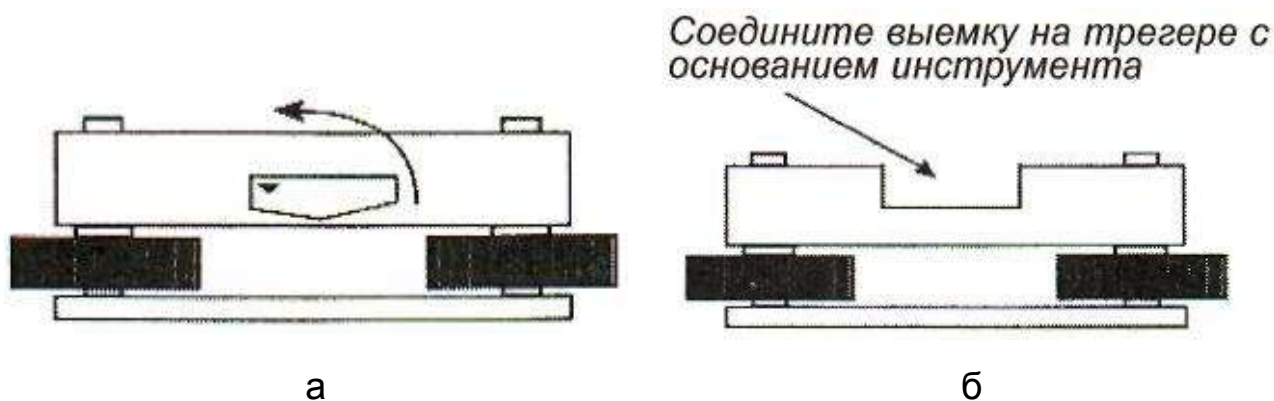


Рисунок 17 – Замена инструмента на подставке:
а – отсоединение прибора; б – установка прибора

Измерение вертикальных углов. Для измерения вертикальных углов в электронных теодолитах реализовано три системы отсчёта. Они отличаются выбором начального нулевого направления и направлением счёта величины вертикального угла. В процессе настройки измерений выбирается одна из предлагаемых систем. Выбор системы рассмотрен в методических указаниях «Геодезия. Электронные теодолиты технической точности ТЕО 20 и 56-ВДТ30: методические указания к выполнению лабораторных работ» в разделе «Настройки измерений». Далее при наведении на объект визирования на дисплее отображается значение угла наклона исходя из выбранной системы.

Измерение длин сторон теодолитного хода. Длины линий теодолитного хода измеряют 20-, 30-, 50- и 100-метровой рулеткой (рис. 18), светодальномером или лазерным дальномером (рис. 19).

Каждая сторона теодолитного хода измеряется в прямом и обратном направлениях. Расхождения между измерениями не должны быть больше $1/2000$ от длины линии. Результаты измерений записывают в журнал.

Одновременно с измерением линии измеряют угол наклона всей линии или углы наклона отдельных участков. Горизонтальное проложение линии с учётом поправки за наклон вычисляется по формуле

$$d = D \cdot \cos \nu, \quad (1)$$

где D – наклонное расстояние, м;

ν – угол наклона.



Рисунок 18 – Рулетка мерная:
а – металлическая РК – 50; б – тканевая 20 м



Рисунок 19 – Лазерный дальномер:
а – Leica DISTO A5; б – STANLEY Fat Max

Угол наклона измеряется вертикальным кругом теодолита. Для измерения угла наклона (V) теодолитом визирную ось трубы наводят на точку вешки, расположенную на расстоянии, равном высоте инструмента. Отсчёты по вертикальному кругу берутся при круге лево и круге право.

3.3 Привязка теодолитного хода к опорной сети

Для определения дирекционных углов сторон и координат точек теодолитного хода производится привязка его к пунктам опорной сети.

В простейшем случае, когда теодолитный ход непосредственно опирается на пункты опорной сети, привязка сводится к измерению примычных углов. Величина суммы примычных углов должна быть равна в пределах точности 360° .

3.4 Съёмка ситуации

Теодолитная съёмка ситуации проводится с точек хода внутри полигона, возможно её осуществлять и за его пределами. Для съёмки необходимо выбрать на местности характерные точки, называемые пикетами. Пикетами могут быть границы контуров, углы зданий и сооружений, дороги, столбы линий электропередачи, колодцы, одиночно стоящие деревья и т.п. Расстояние от станции до пикета не должно превышать 80 м.

Съёмке и отображению на планах в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500 подлежат все элементы ситуации существующей застройки и благоустройства, подземных и наземных сетей и сооружений, выражающиеся в масштабе плана и предусмотренные для указанных масштабов действующими условными знаками.

К ним относятся:

Опорная геодезическая сеть (пункты триангуляции, трилатерации, полигонометрии, реперы нивелирования, точки теодолитных ходов и строительной сетки, если последние закреплены на местности по типу полигонометрических знаков) наносится на планы по координатам: на незастроенных землях – все пункты сети города с их высотами; на застроенных территориях эти данные наносятся и подписываются в зависимости от масштаба плана.

Границы кварталов застройки, все здания и сооружения, жилые и нежилые с указанием их этажности, назначения, материала стен, с архитектурными выступами, уступами и изломами фасадной линии, если величина их более 0,5 мм на плане, номера домов, а для масштаба 1:5 000 только угловых домов в кварталах, границы владений, ситуация внутри квартала (сады, огороды, отдельно стоящие деревья и др.), ситуация на улицах и площадях, памятники, трамвайные и рельсовые пути, трамвайные и троллейбусные мачты, фонари, покрытия, каналы, лотки, решётки дождеприёмников, водостока, выходы подземных сетей, люки смотровых колодцев водопровода, канализации, теплосети, газа, водостока, телеграфной сети и другие выходы подземных инженерных сетей снимаются и показыва-

ются в масштабе 1:2 000–1:500, а в масштабе 1:5 000 – на участках, используемых для сельскохозяйственного строительства.

Пути сообщения: железные, шоссейные, грунтовые дороги, трамвайные пути и сооружения на них (станции, будки, мосты и др.).

Линии электропередачи и связи, телефон, телеграф и электросети снимают и показывают в масштабе 1:5 000 только опоры и поворотные столбы этих линий.

Водная сеть: береговая линия морей, озёр, рек, ручьёв, каналов с местными предметами и застройкой при ней. На плане через каждые 15 см подписывают отметки урезов воды рек и ручьёв с указанием даты их определения. Съёмку ручьёв и каналов, если ширина их на плане больше 3 мм, независимо от масштабов съёмок ведут по двум сторонам, при меньшей ширине на плане – только по одной стороне.

Границы города, полосы отвода железных, шоссейных и грунтовых дорог, территорий энергетических установок общего пользования и высоковольтных передач, территорий радиостанций, защитных зон и зон санитарной охраны водопровода в пределах городской черты, существующих промышленных предприятий и т.д. снимают в том случае, если они закреплены на местности (заборами, канавами, изгородями и др.); при съёмках в масштабах 1:500–1:2 000 снимают километровые и пикетные столбы, а в масштабе 1:5 000 – только километровые линии подземных коммуникаций: водопровод, канализация, газификация, теплосети, электрокабели и др.

Отдельно стоящие деревья и деревья, толщиной свыше 5 см, расположенные на проездах и площадях, внутри кварталов и дворов, в аллеях, скверах и садах наносят на планы за исключением фруктовых садов, где в границах сада показывают условными знаками фруктовые деревья и участки, занятые ягодниками и виноградниками.

Контуры и характеристики угодий, лес, кустарник, выгон, луг, питомник и т.д. – на плане показывают породу леса, среднюю высоту деревьев, толщину на высоте груди; выделяют контуры вырубок, гарей, поляны сельскохозяйственных угодий, находящиеся среди леса; наименьшую площадь участков, цен-

ных в хозяйственном отношении, величиной 20 мм^2 , а не имеющих хозяйственного значения – 56 мм^2 на плане.

При съёмке ограждений их подразделяют на металлические, каменные, деревянные, растительные и т.д., для фундаментальных, кирпичных и бетонных заборов указывают толщину, если она выражается в масштабе плана.

При съёмке болот определяют их глубину, проходимость и характер растительного покрова.

При съёмке территорий, где имеют место карстовые явления, показывают все западины («блюдца»), а при съёмке оползневых территорий – «пьяный лес» и рельеф. Оползневые участки оконтуривают, дают отметки верха и низа оползня. Направление его сдвига указывают стрелкой и отмечают места выхода грунтовых вод.

Рельеф местности изображают горизонталями и отметками. Условные знаки дополняют пояснительными надписями на планах.

На территориях городов и посёлков не подлежат съёмке все временные и переносные сооружения на проездах и внутри дворов (палатки, киоски, изгороди и др.), а также временные сооружения и заборы на строительных площадках.

Съёмка ситуации обычно выполняется полярным способом, но может быть использован любой другой способ. Реечник отмечает на рейке высоту инструмента (можно канцелярской резинкой). Перед началом съёмки на станции лимб ориентируют, как правило, по передней линии, т.е. отсчёт на лимбе горизонтального круга обнуляется в направлении передней точки съёмочного обоснования или любой другой точки съёмочного обоснования. Рейка при этом стоит ребром к наблюдателю. Визирная ось зрительной трубы направляется в сторону этой точки. Лимб закрепляется, а алидада открепляется. В журнале теодолитной съёмки (табл. 8) делается соответствующая запись. В абрисе отмечается положение точки стояния и точки ориентирования. На каждой станции записываются высота инструмента и высота визирования на тот случай, если на каком-либо пикете невозможно будет визировать на высоту инструмента.

Таблица 8 – Журнал теодолитной съёмки

Точка стояния	Точка наблюдения	Положение круга	Отсчёт по горизонт. кругу, °, '	Отсчёт по вертик. кругу, °, '	Длина линии, м
Высота инструмента 1.65 м					
Высота визирования 1.65 м					
с.с. 1	с.с. 2	КЛ	0 00		
	1	КЛ	6 59	- 1 55	54.9
	2	КЛ	22 58	- 2 04	68.6
	3	КЛ	41 22	- 0 47	33.9
	4	КЛ	54 46	0 01	35.4
	5	КЛ	74 55	2 52	20.8
	6	КЛ	139 14	- 1 39	17.7
	7	КЛ	350 47	- 2 44	14.9

Реечник последовательно обходит все выбранные пикеты, как правило, движение осуществляется по ходу часовой стрелки. В этом случае отсчёты по горизонтальному кругу будут нарастать.

На каждом пикете центр сетки нитей наводится на высоту инструмента, отмеченную на рейке, и по горизонтальному кругу снимается отсчёт. Затем снимается отсчёт по вертикальному кругу. Номера пикетной точки и величины углов записываются в журнал. В абрисе отмечается положение этой пикетной точки, ставится её номер и при необходимости делаются поясняющие надписи.

Измерение расстояния по дальномерным нитям при съёмке полярным способом. Расстояние можно определить при помощи вертикальной рейки, имеющей сантиметровые деления. Для этого считывают отсчёты по верхней и нижней дальномерным нитям сетки нитей зрительной трубы, наведённой на рейку (рис. 20). Коэффициент нитяного дальномера электронного теодолита равен 100, т.е. 1 см на рейке между дальномерными нитями соответствует 1 м на местности между теодолитом и рейкой. Расстояние от прибора до объекта равно

количеству сантиметровых делений между нитями дальномера, выраженному в метрах.

Расстояние можно определить как разность отсчётов по верхней и нижней нитям, умноженную на коэффициент дальномера, т.е.

$$D = (128.7 - 111.3) \times 100 = 17.4 \text{ м.}$$

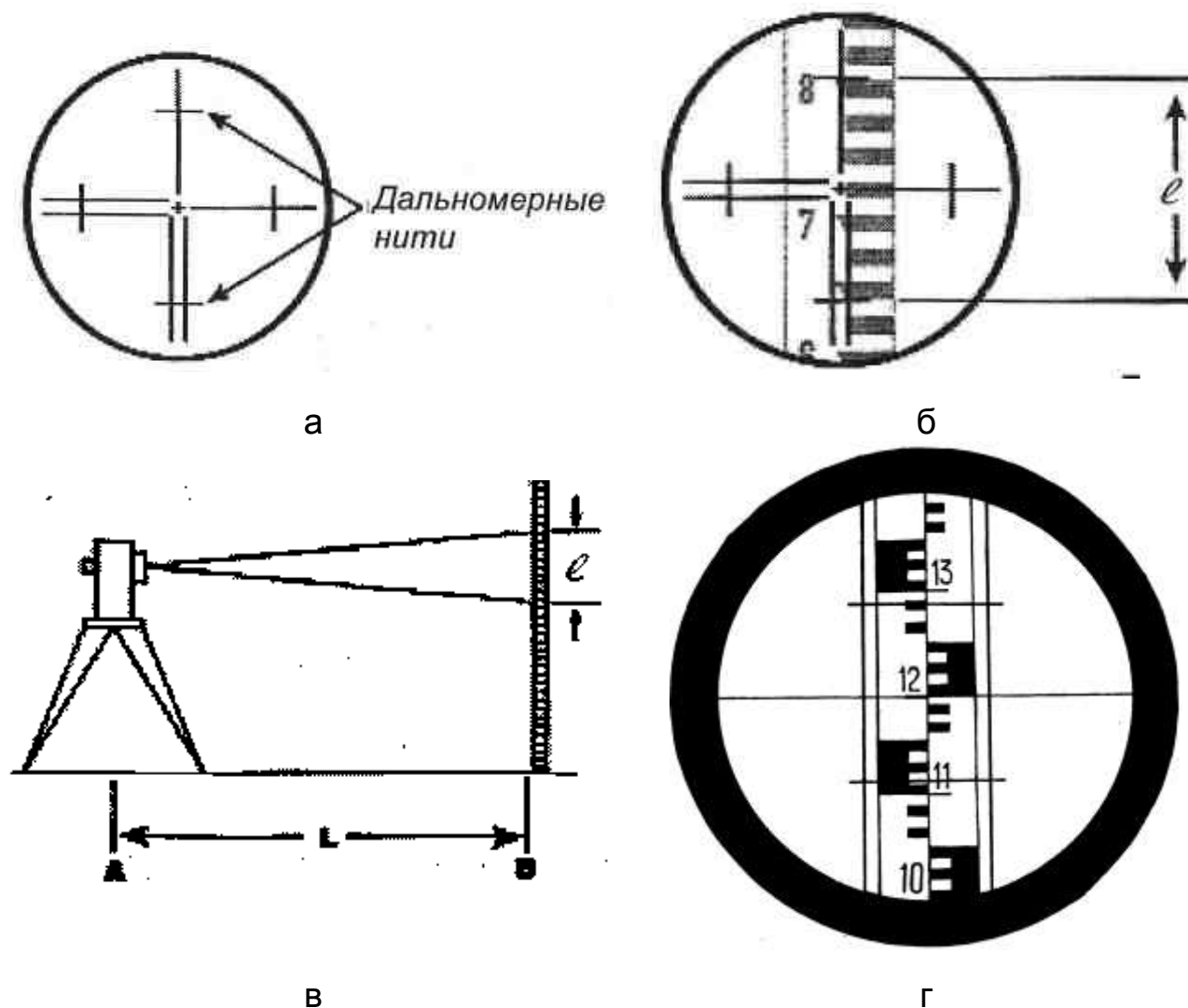


Рисунок 20 – Схема измерения расстояния по дальномерным нитям: а – схема разметки сетки нитей; б – расстояние на рейке между дальномерными нитями; в – схема измерения расстояния; г – поле зрения теодолита с отсчётами по дальномерным нитям

При коротких расстояниях можно пересчитать количество сантиметровых делений между дальномерными нитями. Результат записывается в журнал.

Измерение расстояний осуществляется по чёрной стороне нивелирной рейки. При углах наклона более 2° в наклонные расстояния вводится поправка (1).

После этого реечник по команде наблюдателя переходит на следующий пикет. После завершения съёмки для контроля визируют на точку ориентирования. Расхождение с начальным отсчётом не должно превышать (1').

4 КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЁМКИ

1. *Определение угловой невязки.* В первую графу таблицы 9 записывают по порядку номера всех вершин замкнутой фигуры полигона, а во вторую графу – размеры этих углов (измеренные). Затем все измеренные величины внутренних углов складывают, получают и их сумму $\sum_1^n \beta_{\text{пр}}$ подписывают внизу второй графы под общей чертой.

Полученную сумму измеренных углов сравнивают с теоретической суммой внутренних углов, определённой по формуле

$$\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = 180^\circ (n - 2), \quad (2)$$

где n – число измеренных углов в полигоне.

Так, в рассматриваемом примере для четырёхугольника теоретическая сумма внутренних углов должна быть равна

$$\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = 180^\circ (4 - 2) = 360^\circ,$$

а сумма углов, полученных в результате измерения, оказалась равной $360^\circ 00'.5$, т.е. получилось расхождение, или угловая невязка.

Таблица 9 – Ведомость вычисления координат

Номер пункта	Угол				Дирекционные углы, α		Румб			Длина линий, d (горизонтальное проложение), м	Приращение координат, м				Координата, м		
	измеренный		исправленный								вычисленные		исправленные		X	Y	
	°	'	°	'	°	'	°	'	название		°	'	±ΔX	±ΔY			±ΔX
п.п 16	43	53	43	53												74955.52	8187.04
		-0,5			75	10.5	СВ	75	10.5	125.56	+32.12	+121.38	+32.12	+121.38			
пп 17	77	14.5	77	14								+0.02				74987.65	8308.42
					177	56	ЮВ	02	04	37.25	-37.23	+1.34	-37.23	+1.36			
сс 1	99	07	99	07							+0.02	+0.05				74950.42	8309.78
					258	49,5	ЮЗ	78	49.5	85.48	-16.56	-83.86	-16.52	-83.1			
сс 2	139	46	139	46								+0.03				74933.88	8225.97
					299	03.5	СЗ	60	56.5	44.54	+21.65	-38.96	+21.65	-38.93			
пп 16											Σ+53.77	Σ+122.72	Σ+53.77	Σ+122.74	74955.52	8187.04	
Σβ _{пр}	360	00,5	Σβ _п	360	00				P	293.15	Σ-53.79	Σ-122.82	Σ-53.77	Σ-122.74			
Σβ _т	360	00	Σβ _т	360	00						f _x -0.02	f _y -0.10	f _x 0	f _y 0			
f _β		+0,5									$f_{абс.} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(-0,02)^2 + (0,10)^2} = 0,10$						
fβдоп		±02									$f_{отн.} = f_{абс.} / P = 0,10 / 293,15 = 1 / 2913 \quad f_{доп.} \leq 1 / 2000$						

Для определения абсолютного значения невязки и её знака используем формулу

$$f\beta = \sum_1^n \beta_{\text{пр}} - \sum_1^n \beta_{\text{теор.}} \quad (3)$$

Полученное значение также заносится в ведомость.

Полученная угловая невязка не должна превышать допустимой величины, определяемой по формуле

$$f\beta_{\text{доп}} = \pm 1' \sqrt{n}. \quad (4)$$

Из формулы ясно, что допустимая угловая невязка для четырёхугольного полигона не должна превышать значения

$$f\beta_{\text{доп}} = \pm 2'.$$

В приводимом примере угловая невязка равна 0'.5, следовательно, она допустима, а поэтому должна быть распределена по отдельным углам. Следующим шагом является распределение угловой невязки. Для этого она по частям вводится в виде поправок в измеренные углы:

- 1) поровну во все измеренные углы;
- 2) в углы с дробными долями минут, чтобы округлить их до целых минут;
- 3) в углы, ограниченные более короткими сторонами. Знак этой поправки берётся обратным знаком полученной невязки.

В нашем примере знак поправки должен быть минусом потому, что сумма измеренных углов больше теоретической. Поправки с их знаками выписываются над значениями соответствующих измеренных углов. Сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком. А сумма исправленных углов должна равняться теоретической сумме углов.

Вычисление дирекционных углов. Исходный дирекционный угол определяют, решая обратную геодезическую задачу по координатам исходных пунктов. Вычисляем величину румба исходной линии по формуле

$$tgr = \frac{(\pm)Y_K - Y_H}{(\pm)X_K - X_H}, \quad (5)$$

где Y_H ; Y_K и X_H ; X_K – координаты исходных пунктов, конечного и начального по ходу движения по полигону, м.

Исходя из полученных знаков приращений координат начальной линии согласно таблице 10 определяем четверть, в которой получен румб. Зная четверть и зависимость, связывающую дирекционный угол и румб в этой четверти, согласно таблице 11 вычисляем величину дирекционного угла исходной линии.

Таблица 10 – Знаки приращения координат

Четверть	Название румба приращения	Знак	
		ΔX	ΔY
I	СВ	+	+
II	ЮВ	-	+
III	ЮЗ	-	-
IV	СЗ	+	-

Определение длин линий между исходными пунктами осуществляется по формуле

$$S = \sqrt{(X_{кон.} - Y_{нач.})^2 + (Y_{кон.} - X_{нач.})^2}. \quad (6)$$

По исправленным углам и по исходному дирекционному углу вычисляются дирекционные углы всех сторон по формуле

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n, \quad (7)$$

т.е. дирекционный угол последующей линии равен дирекционному углу предыдущей линии плюс 180° и минус внутренний угол между этими линиями (лежащий вправо по ходу). Если в процессе вычислений дирекционный угол какой-либо стороны окажется больше 360° , то из полученного значения необходимо вычесть 360° .

После определения дирекционного угла последней стороны нужно провести контроль, который заключается в том, чтобы через дирекционный угол последней стороны получить дирекционный угол исходной стороны по той же формуле.

Таблица 11 – Зависимость дирекционных углов и румбов

Значение дирекционных углов	Название румбов	Зависимость дирекционных углов и румбов
0-90°	СВ	$r = \alpha$
90-180°	ЮВ	$r = 180^\circ - \alpha$
180-270°	ЮЗ	$r = \alpha - 180^\circ$
270-360°	СЗ	$r = 360^\circ - \alpha$

Вычисленные значения заносятся в ведомость.

1. *Перевод дирекционных углов в румбы.* Вычисленные дирекционные углы переводят в румбы. Для этого необходимо воспользоваться зависимостью дирекционных углов и румбов из таблицы 6.

2. *Вычисленные румбы записываются в соответствующую графу ведомости.* Если в распоряжении вычислителя имеется калькулятор с тригонометрическими функциями, необходимость перевода в румбы отпадает, а последующие определения приращений координат можно выполнить непосредственно по дирекционным углам линий хода.

3. *Вычисление приращения координат.* Для того чтобы вычислить координаты точек съёмочного обоснования, предварительно необходимо вычислить приращение координат для каждой линии.

По горизонтальным проложениям линий (d) и румбам (r), или дирекционным углам (α) вычисляется приращение координат (ΔX , ΔY) по направлению хода по формулам

$$\Delta X = d \cdot \cos r, \tag{8}$$

$$\Delta Y = d \cdot \sin r.$$

4. *Результаты вычислений записать в ведомость координат с округлением до 0.01 м.* Знаки приращения координат

расставляются в соответствии с четвертью (табл. 5) или при расчётах по дирекционным углам знаки высвечиваются на индикации калькулятора.

5. *Определение невязок:*

- *Определение невязок в приращениях координат.*

Складываются все найденные приращения отдельно по оси X и отдельно по оси Y . Внизу каждого столбца (ΔX и ΔY) подписывают алгебраическую сумму приращений $\sum \Delta X$ и $\sum \Delta Y$, отдельно положительных и отрицательных (табл. 4).

Невязки приращений рассчитываются по формулам

$$f_x = \sum (\pm)\Delta X_{\text{пр}} - \sum \Delta X_{\text{т}}; \quad (9)$$

$$f_y = \sum (\pm)\Delta Y_{\text{пр}} - \sum \Delta Y_{\text{т}},$$

где $\sum(\pm)\Delta X_{\text{пр}}$ и $\sum(\pm)\Delta Y_{\text{пр}}$ – алгебраическая сумма приращений по осям координат, положительных и отрицательных, м;

$\sum \Delta X_{\text{т}}$ и $\sum \Delta Y_{\text{т}}$ – теоретические суммы, равные в замкнутом ходе (полигоне) нулю.

- *Определение абсолютной и относительной невязок*

В полигоне абсолютная невязка определяется по формуле

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)}, \quad (10)$$

а относительная

$$f_{\text{отн}} = f_{\text{абс}} / P, \quad (11)$$

где P – периметр полигона, м.

Относительная невязка выражается аликвотной дробью и должна быть не более 1/2000 (при измерении длин линий по нитяному дальномеру или рулеткой). Если относительная невязка в полигоне окажется меньше 1/2000, то невязки f_x и f_y следует распределить на все приращения координат пропорционально горизонтальным проложениям линий с обратным знаком.

Для распределения невязки вычисляем поправки δ по формулам

$$\delta_{\Delta X_i} = (-f_x / P) \cdot d_i; \quad (12)$$

$$\delta_{\Delta Y_i} = (-f_y / P) \cdot d_i,$$

где $\delta_{\Delta X_i}$ и $\delta_{\Delta Y_i}$ – поправки в приращения координат ΔX и ΔY с номером i , м;

d_i – горизонтальное проложение линии с номером i , для которой рассчитывается поправка, м.

Поправки δ выписываются над соответствующим значением приращения, разряд – над разрядом, с округлением до 0,01 м.

После распределения невязки нужно сделать проверку, т.е. сложить все поправки. Сумма их должна быть равна невязке по соответствующей оси, но с обратным знаком.

6. *Определение исправленных приращений координат.* Исправленные приращения координат находят по формулам

$$\Delta X_{\text{испр}} = \Delta X + \delta_{\Delta X};$$

$$\Delta Y_{\text{испр}} = \Delta Y + \delta_{\Delta Y}.$$

(13)

Суммы исправленных приращений в полигоне должны быть равны нулю.

7. *Вычисление координат точек.* Зная координаты исходного пункта, можно легко получить координаты следующей точки. Для вычисления координат используются следующие формулы

$$X_{\text{посл}} = X_{\text{пред}} + \Delta X_{\text{испр}};$$

$$Y_{\text{посл}} = Y_{\text{пред}} + \Delta Y_{\text{испр}},$$

(14)

т.е. координата последующей точки равна координате предыдущей плюс приращение на линию между этими точками.

В результате последовательного вычисления координат всех точек замкнутого полигона в конце вычисления должны получиться координаты исходного пункта.

5 ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА

5.1 Нанесение съёмочного обоснования и ситуации

План вычерчивается в масштабе 1:1 000 или любом другом согласно техническому заданию.

Эту работу выполняют в такой последовательности.

На листе чертёжной бумаги формата А1 построить прямоугольную сетку со сторонами квадратов 10 см, так чтобы полигон разместился симметрично относительно краёв листа бумаги. Для построения координатной сетки используют топографическую (рис. 21) или масштабную линейку и циркуль-измеритель (рис. 22).



Рисунок 21 – Линейка топографическая



Рисунок 22 – Циркуль-измеритель

Вдоль длинной нижней стороны листа прочерчивается горизонтальная линия (рис. 23, а). На ней через 10 см в окошечках линейки по дуге ставятся засечки. Линейка поворачивается на 90° , и справа по листу от правой засечки в окошечках снизу вверх вновь ставятся засечки (рис. 23, б). Затем линейка прикладывается под 45° по отношению к горизонтальной линии. К началу первого отрезка линейка прикладывается начальным

индексом, а закруглённым краем – к верхнему правому отрезку (рис. 23, в). После этого по закруглённому концу линейки проводится засечка через последнюю верхнюю засечку на правой стороне. Точка их пересечения соединяется вертикальной линией с начальной засечкой горизонтальной линии.

Аналогично выполняется построение для левой стороны (рис. 23, г). Для контроля линейка прикладывается к верхним пересечениям засечек, прочерчиваются дуги в окошках (рис. 23, д). Точки соединяются горизонтальной линией. Засечки на горизонтальных и вертикальных линиях попарно соединяются между собой (рис. 23, е).

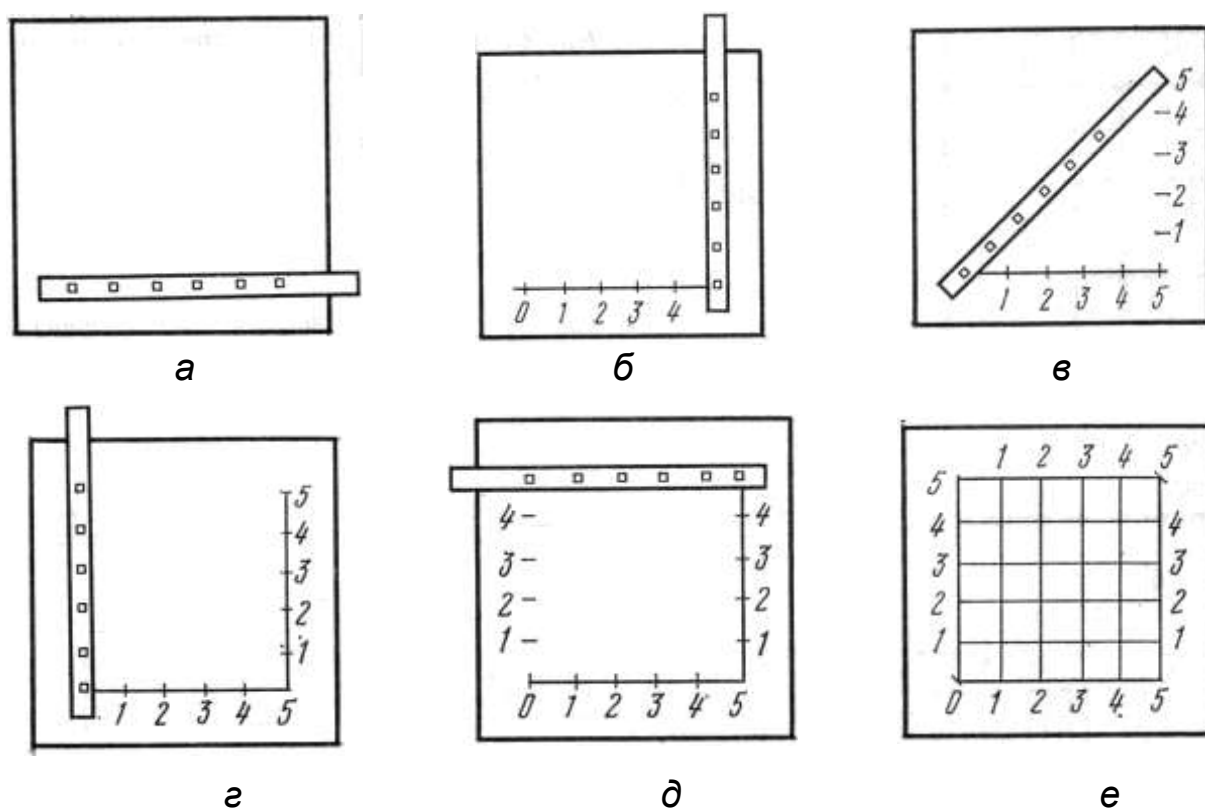


Рисунок 23 – Последовательность построения сетки координат

Контроль правильности построения сетки координат осуществляется путём измерения сторон и диагоналей квадратов, при сравнении которых допускаются расхождения в пределах соответственно 0.1 и 0.2 мм.

Пересечения сетки координат закрепляются зелёной тушью тонкими линиями с размером крестика 6×6 мм.

Левую из вертикальных линий сетки координат принимают за ось X, а нижнюю из горизонтальных – за ось Y. От точки пе-

ресечения этих осей будет идти счёт координат точек. Затем линии сетки координат оцифровываются согласно полученным координатам точек съёмочного обоснования, так чтобы в результате вычерченный план располагался по центру. Для этого в ведомости координат находят минимальные и максимальные значения координат по осям X и Y . Далее, ориентируясь на их величины, подписывают линии сетки. Оцифровку сетки можно принять кратной 100 или 50 м.

Все точки полигона последовательно наносятся на бумагу по координатам с помощью масштабной линейки и измерителя. Контроль правильности нанесения точек по координатам осуществляется путём сравнения длин сторон на плане с соответствующими длинами горизонтальных проложений, записанными в ведомости координат. Расхождения не должны превышать 0.2 мм.

Нанесение контуров на план выполняют, руководствуясь абрисом. Для построения контуров можно пользоваться транспортиром (рис. 24), измерителем и линейкой поперечного масштаба, или тахеографом (рис. 25).

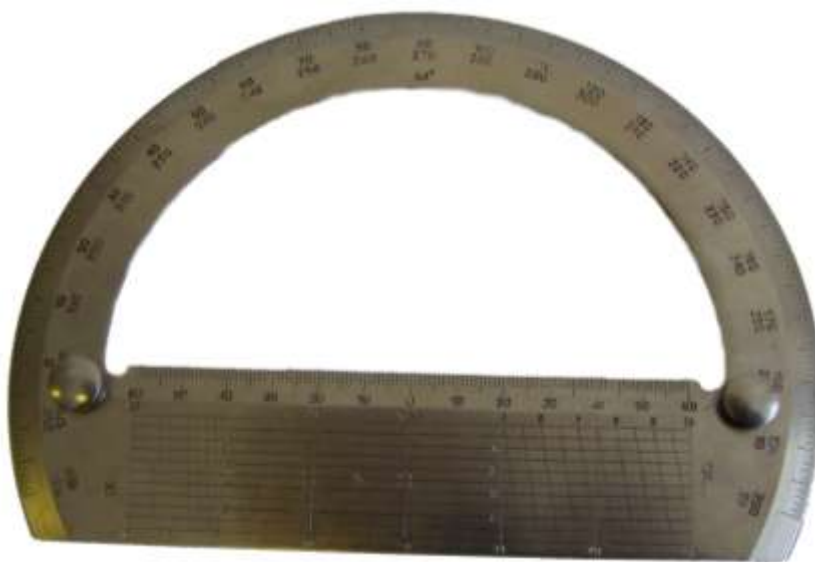


Рисунок 24 – Транспортир геодезический азимутальный ТГ-А



Рисунок 25 – Тахеограф ТГ-Б-360°

На план наносятся условные знаки с соблюдением их размеров и начертаний. Все линии на плане вычерчиваются толщиной 0.15 мм.

5.2 Оформление рамки и зарамочные надписи

Внутренняя рамка вычерчивается тонкой линией, размером 50×50 см. Ширина двойной рамки – 14 мм. Толщина внешней широкой линии – 1.2 мм (рис. 26).

Координатную сетку следует подписывать внутри двойной рамки на продолжении линий сетки с двух сторон, внизу и слева по осям *X* и *Y*. Слева подписываются над линиями, а внизу симметрично с двух сторон от линии, высотой цифр 3 мм (рис. 26).

В зарамочном оформлении подписывают:

– слева над рамкой, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным, высотой 3.0 мм. «Система координат условная» или та, которая была использована;

– чуть ниже шрифтом топографическим полужирным высотой 3.8 мм «Россия. Красноярский край» или другой регион, где была выполнена работа;

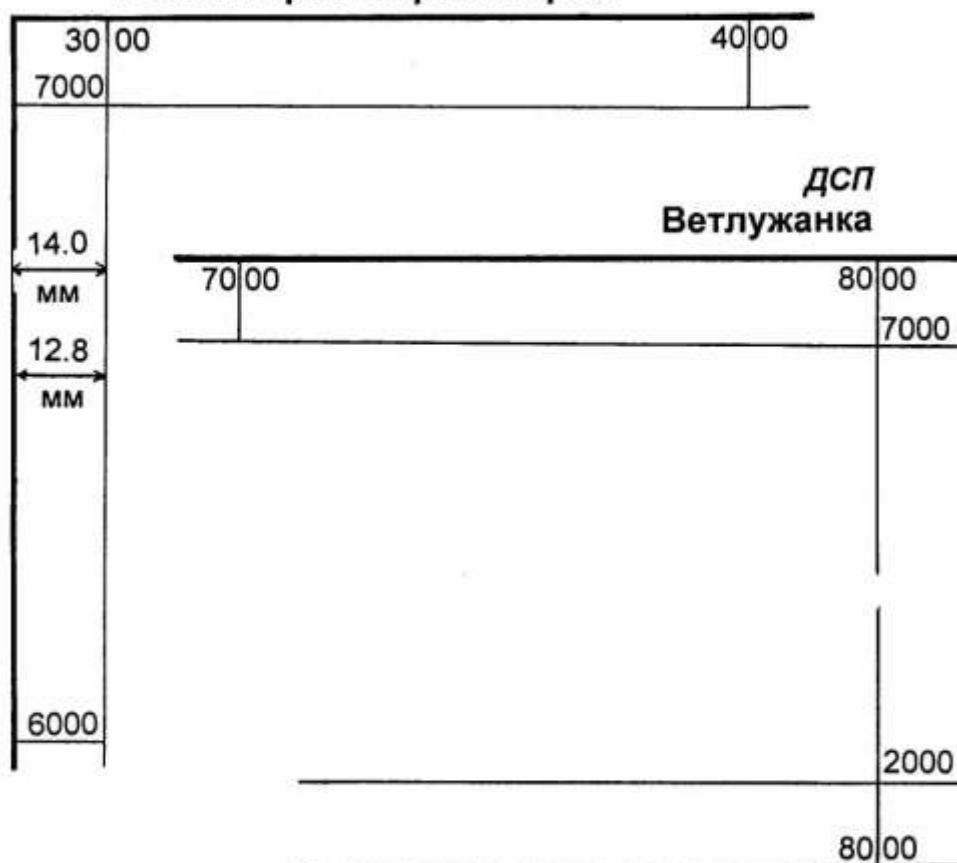
– посередине шрифтом топографическим полужирным высотой 3.8 мм «МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ»;

– чуть ниже шрифтом топографическим полужирным, высотой 3.8 мм, «КГАУ» или другое наименование организации, в которой была выполнена работа;

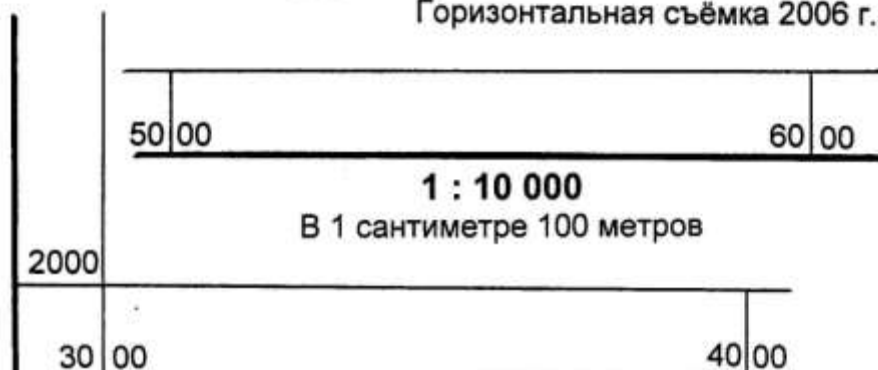
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
КГАУ



Система координат условная
Россия. Красноярский край



Горизонтальная съёмка 2006 г.



Выполнил
с-т – А-31-15 бригадир Донской Д.А.

Рисунок 26 – Рамка планшета и зарамочные надписи

– справа вверху, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом топографическим полужирным курсивом

высотой 3.0 мм, «ДСП» или другой необходимый в конкретном случае гриф (если нужен);

- чуть ниже шрифтом топографическим полужирным высотой 3.8 мм «Ветлужанка» или другое наименование площадки;

- внизу слева, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным, высотой 3.0 мм, «Бригадир: Донской Д.А.» или фамилия конкретного исполнителя;

- чуть ниже, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным, высотой 3.0 мм, «Исполнители: в столбик приводятся все фамилии членов бригады с инициалами»;

- внизу посередине шрифтом топографическим полужирным, высотой 4.0 мм «1:10 000», или другой использованный численный масштаб;

- чуть ниже шрифтом рубленным, высотой 3.0 мм, «В 1 см 100 м», или другой соответствующий именованный масштаб;

- внизу справа, не выходя за пределы границы внутренней рамки, шрифтом рубленным, высотой 3.0 мм, «Горизонтальная съёмка 2018 г.» или другая выполненная съёмка;

- если план выполнялся с вычерчиванием рельефа или определялись отметки отдельных точек, тогда ниже именованного масштаба шрифтом рубленным, высотой 3.0 мм, «Сплошные горизонтالي проведены через 1 м», или указывается другая использованная высота сечения рельефа;

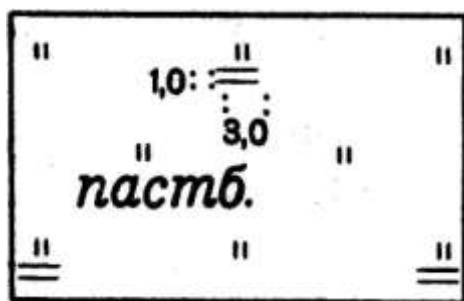
- чуть ниже шрифтом рубленным, высотой 3.0 мм «Система высот Балтийская» или указывается другая использованная система высот.

При выполнении чисто теодолитной съёмки последние два пункта не заполняются.

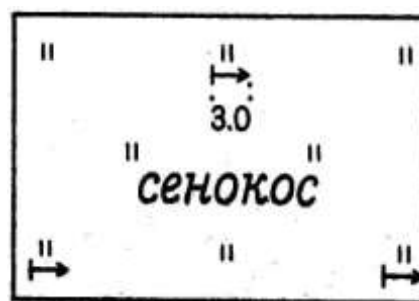
5.3 Написание названий объектов ситуации

По материалам измерений и абриса на план наносится ситуация.

Условные знаки подразделяются на контурные, внемасштабные, линейные, пояснительные и специальные (рис. 27– 30).



а

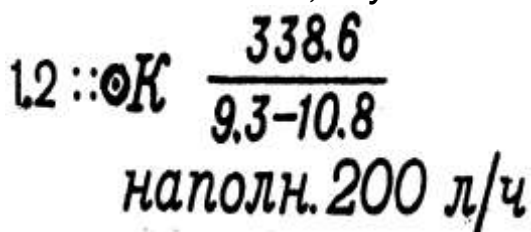


б

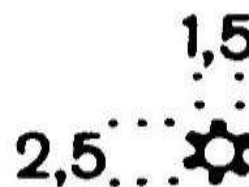
Рисунок 27 – Контурные условные знаки:

а – пастбища, орошаемые регулярно, в достаточном количестве;

б – сенокосы, осушенные закрытым дренажем



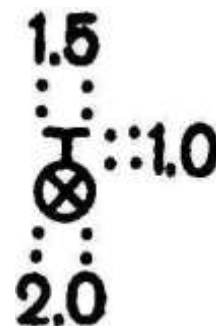
а



б



в



г

Рисунок 28 – Внемасштабные условные знаки:

а – колодцы и их характеристики (отметка земли у колодца, глубина до уровня воды и дна в метрах, наполняемость); б – мельницы водяные;

в – колодцы и скважины, совмещённые с водонапорными башнями и водоподъёмными устройствами или водокачками; г – узлы подключения дождевальных машин

При написании названий на планах и картах необходимо соблюдать некоторые общие правила и определённые особенности.

Поля между обрезом бумаги и надписью, если она выходит за пределы картографической рамки, должны быть не менее 0.3 мм.

Расположение надписей не должно вызывать сомнений, к каким объектам нагрузки плана или карты они относятся.

Надписи необходимо размещать на свободном месте или при отсутствии такового с минимальным перекрытием других элементов, не затрудняя возможность прочтения содержания карты, например, контуров ситуации, слияния рек, поворотов границ угодий или административных, характерных особенностей рельефа.

Надписи допускается располагать по прямой, с изгибом и вразрядку. Разрешается в местах большого скопления населённых пунктов или географических объектов некоторые названия писать с изгибом.

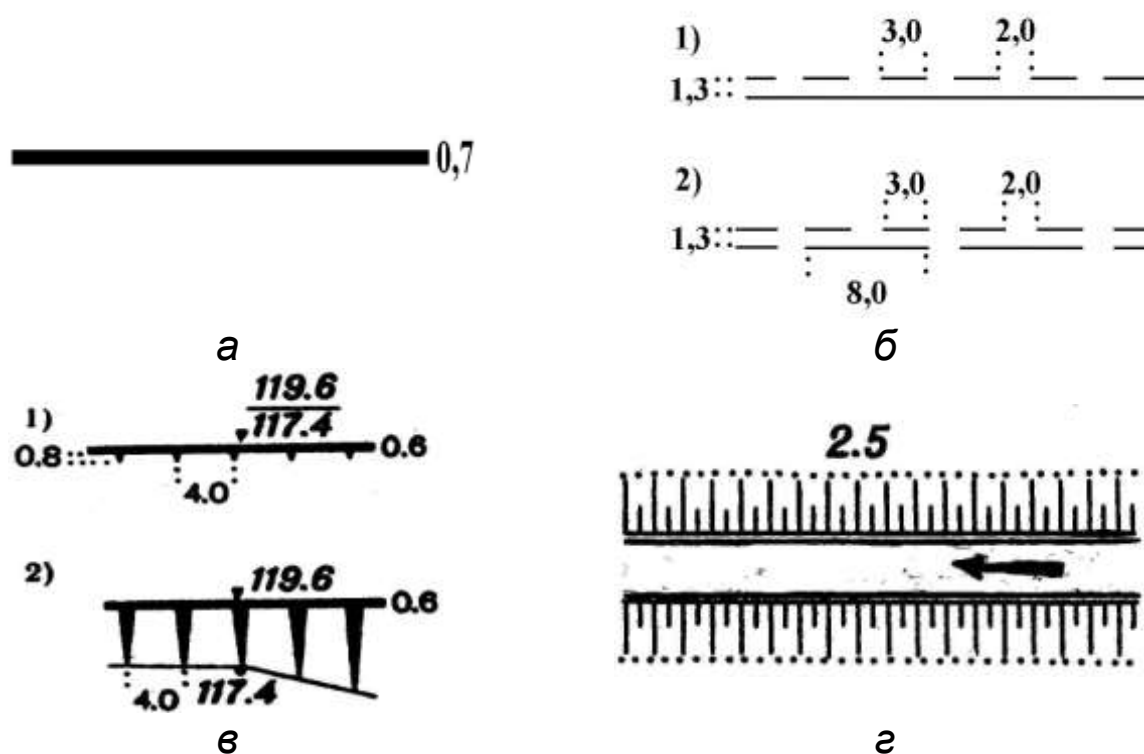


Рисунок 29 – Линейные условные знаки:

а – рельсовые железнодорожные пути; *б* – грунтовые дороги:
 1 – просёлочные; 2 – полевые и лесные; *в* – стенки подпорные
 каменные, бетонные, железобетонные (дробью – высотные отметки
 по верху и у основания стенки): 1 – отвесные; 2 – наклонные;
г – каналы и канавы по валам (цифры – высоты валов в метрах)

Надпись по кривой должна быть выполнена плавно. Не допускается более двух изгибов в одной надписи. Интервалы между соседними буквами должны быть равными. При распо-

ложении надписи в несколько строк все они должны быть параллельны между собой.

При расположении надписи параллельно западной или восточной сторонам рамки она пишется так, чтобы читалась снизу вверх.

Названия населённых пунктов располагают, как правило, по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. На картах Арктики, Антарктики, Северного и Южного полушарий, на которых параллели изображают окружностями, названия населённых пунктов пишутся параллельно южной стороне картографической рамки. Наиболее предпочтительным считается положение надписи справа от пунсона, немного выше или ниже его. Допускается написание слева. Необходимо избегать расположения надписи над пунсоном или под ним, это возможно только в крайнем случае. Надпись должна быть удалена от пунсона не менее чем на 0.4 мм и не более чем на 0.8 мм. Надписи необходимо писать в пределах того административного объекта, к которому эти пункты относятся. Вторые названия населённых пунктов необходимо помещать под первыми на расстоянии 0.6 мм, а линию подчёркивания – на расстоянии 0.4 мм.

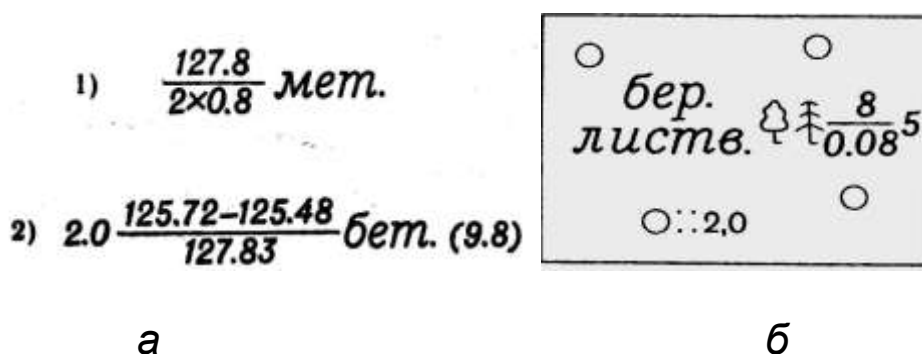


Рисунок 30 – Пояснительные условные знаки:

а – характеристика труб под дорогами: 1 – на планах универсального назначения: в числителе дроби – отметка полотна дороги над трубой, в знаменателе – число труб и их внутренний диаметр в м, справа материал трубы; 2 – на планах мелиоративного назначения: слева – внутренний диаметр труб в м, в числителе дроби – отметка высоты входа по низу трубы, в знаменателе – отметка полотна дороги над трубой, справа – материал трубы и её длина в м; б – лес естественный высокоствольный с обозначением породы (в порядке преобладания породы – сверху вниз), с характеристикой высоты, толщины деревьев (на уровне груди) и расстояния между ними

Объекты гидрографии, такие как океаны, моря и крупные озёра, подписывают вразрядку по плавной кривой в направлении оси наибольшего протяжения. На картах, выполненных в мелком масштабе, эти названия приводят без разрядки. Названия небольших озёр подписывают преимущественно с правой стороны по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. Не допускается помещать внутри озера часть его названия. Проливы и заливы подписывают вразрядку по оси их наибольшего протяжения. Не допускаются пересечения названия с береговой линией. При небольшой протяжённости заливов и проливов названия располагают на море по линии, продолжающей направление пролива или залива. Названия рек и каналов подписывают параллельно направлению реки или канала на свободных от нагрузки местах карты. Расстояние от надписи до реки должно равняться 0.4 мм от выступающих частей букв. Наиболее предпочтительным считается размещение названия над рекой или справа от неё. Разрядка букв в надписи не должна быть больше высоты строчной буквы. Названия протяжённых рек обычно пишут в истоке и нижнем течении, допускается дополнительно приводить его и в среднем течении. Названия рек и их притоков должны чётко различать гидрографические объекты.

Большие острова и полуострова подписывают по кривой по оси наибольшего протяжения. При небольших размерах перечисленных объектов надписи располагают справа по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. При отсутствии места допустимы исключения. Группы островов подписывают, как правило, над островами. Надпись дают вразрядку по плавной кривой. Названия мысов располагают на водной поверхности по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. При отсутствии места допустимо располагать надпись под углом к береговой линии небольшим изгибом.

Названия горных хребтов необходимо располагать по их осям. Возвышенности, низменности и плато подписывают по плавным кривым в направлении наибольшего протяжения или в несколько параллельных строк. Названия горных вершин и высотные отметки пишут справа по направлению параллелей или параллельно южной стороне картографической рамки. Если приводят название вершины и её высоту, цифры могут быть помещены около точки под названием или в одну строку с названием. Отметка высоты горизонталей и изобат должны показывать направление ската. При этом необходимо избегать перевёрнутого написания цифр на карте или плане.

Для уменьшения нагрузки на карте и улучшения восприятия приводимой информации отдельные слова допускается писать сокращённо.

6 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ЖУРНАЛОВ

При выполнении работ в полевых условиях на месте заполняются дневник работ, полевые журналы, абрисы и т.п. При заполнении нескольких журналов необходимо их нумеровать, указывая даты начала и окончания ведения записей.

В журнале нумеруются все страницы, на последней пронумерованной странице указывается их количество. Рядом записывается дата и ставится подпись исполнителя.

Все записи ведутся простым (а не химическим) карандашом или шариковой ручкой. Если применяются какие-либо сокращения, то необходимо указать их полное наименование или дать расшифровку записей.

В дневнике и журналах в хронологической последовательности по соответствующим формам записывают все результаты инструментальных и визуальных наблюдений. Указывается фамилия непосредственного исполнителя. При этом в записях должны быть отражены объёмы работ, применяемые инструменты, приборы, техника, методика и т.п. Рисунки и схемы должны быть выполнены аккуратно и чётко. Они снабжаются соответствующими надписями.

7 ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

Все материалы по полевой учебной исполнительской практике собирают в папку. Сдаче подлежат следующие документы:

- табель посещаемости;
- дневник бригады;
- журнал поверок;
- журнал измерения углов и длин линий;
- журнал теодолитной съёмки;
- план теодолитной съёмки;
- пояснительная записка технического отчёта с полученными результатами по всему объёму выполненных за время практики работ.

Кроме этого, к отчёту по практике прилагается справка из геокамеры о том, что бригада не имеет задолженности перед геокамерой. Составляется опись вложенных в папку документов.

8 ОХРАНА ТРУДА И ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И КАМЕРАЛЬНЫХ РАБОТ

До начала учебной практики изучаются правила охраны труда и безопасного ведения топографо-геодезических работ на территории полигона, других объектах работ и в камеральных условиях. Руководитель практики проверяет знания и составляет акт проведения инструктажа по охране труда. Студенты, не прошедшие инструктаж, к учебной практике не допускаются.

При выполнении геодезических работ студенты должны принимать меры предосторожности, исключая несчастные случаи, травмы, поломку приборов и оборудования. Необходимым условием при выполнении работ является строгое соблюдение трудовой дисциплины и правил охраны труда.

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

- к практике не допускаются студенты без прививки против клещевого энцефалита или страховки от укуса клещом;
- купаться можно только в отведённых местах и в установленном распорядком время;
- запрещается в жаркую погоду ходить без головного убора во избежание перегрева;
- запрещается хождение босиком;
- одежда должна обеспечивать защиту от солнечных ожогов, от ожогов растениями и от клещей;
- во избежание укусов клещами необходимо регулярно осматривать свою одежду и одежду членов бригады;
- при укусе змеёй или клещом нужно немедленно обратиться в ближайший медпункт;
- при попадании на кожу сока борщевика Сосновского или другого сельдерейного растения промыть место попадания большим количеством воды;
- не следует в разгорячённом состоянии пить холодную воду или купаться;
- запрещается ложиться или садиться на сырую или холодную землю;

- не следует становиться под деревья во время грозы, находиться ближе 10 м около высоковольтных линий, высоких столбов, ходить по возвышенным местам, открытой равнине;
- с приближением грозы необходимо прекращать полевые работы, упаковывать инструменты, складывать в стороне металлические предметы, самим уходить в закрытое помещение;
- при выполнении любых работ на сигнале находиться под сигналом запрещено;
- топоры, кувалды и лопаты должны быть прочно насажены на топорщица и черенки;
- при работе на автомобильной дороге нужно выставлять сигнальщики для своевременного оповещения о приближающемся транспорте;
- запрещается проезд на подножках автомашин;
- запрещается соскакивать с автомашин до их полной остановки;
- запрещается прикасаться к проводам, свисающим со столбов;
- нельзя останавливаться на отдых под линиями электропередачи высокого напряжения;
- категорически запрещается разводить костры вблизи строений, на травостое, в лесу. Если без костра всё-таки нельзя обойтись, то перед уходом он должен быть погашен, залит водой, засыпан землёй;
- при измерении длин лентой, нельзя перебрасывать друг другу шпильки, а рекомендуется передавать их из рук в руки;
- запрещается при измерении длин линий лазерной рулеткой наводить её на людей;
- категорически запрещается рассматривать без светофильтра солнце в зрительную трубу геодезического прибора;
- строго запрещается любая погрыва зерновых посевов, посевов технических и овощных культур, плодово-ягодных питомников, а также производство каких-либо лесорубочных работ в лесах, лесонасаждениях и лесополосах.

При изучении приборов и выполнении работ с ними необходимым условием является строгое соблюдение трудовой дисциплины и правил охраны труда.

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

- при распаковке прибор берётся за специальную ручку или колонку, а нивелир – за подставку;
- при закреплении прибора на штативе прибор удерживается левой рукой, а правой вворачивается, после окончания работ выворачивается становой винт. Отпускать прибор можно, только убедившись в надёжном закреплении;
- при установке прибора должен обеспечиваться доступ к нему со всех сторон;
- высота установки прибора должна обеспечивать удобство работы замерщика;
- запрещается поворачивать приборы вокруг вертикальной оси, а зрительную трубу – относительно горизонтальной оси при зафиксированных крепежных винтах, что приводит к поломке;
- при разворачивании или складывании деревянной нивелирной рейки необходимо быть аккуратным и внимательным, чтобы не повредить пальцы рук;
- при работе с нивелирной рейкой реечник должен её надёжно удерживать;
- необходимо проявлять осторожность при установке штативов, имеющих острые башмаки;
- при работе с лазерной рулеткой запрещается наводить её луч на лицо человека;
- при работе с лазерной рулеткой запрещается наводить её луч на светоотражающие и зеркальные предметы;
- при подготовке к работе источников питания следует соблюдать требования инструкции по эксплуатации блока аккумуляторных источников питания;
- категорически запрещается наводить зрительную трубу приборов на солнце без специального фильтра, чтобы не вызвать сетчатку глаза;
- в случае получения травмы необходимо поставить в известность преподавателя, ведущего практику, а при необходимости вызвать скорую медицинскую помощь по телефону 03. Оказать первую помощь;
- в аудитории запрещается зажигать спички или зажигалки, допускается подсветка отсчётного устройства теодолита при помощи сотового телефона;

- при возгорании – обесточить щит освещения на этаже, принять меры по эвакуации людей и попытаться погасить пламя огнетушителями из пожарных ящиков, при сложном возгорании сообщить в службу пожаротушения по телефону 01;
- вычислительные и графические работы должны выполняться при достаточном освещении;
- на рабочем месте необходимо сидеть прямо, туловище должно быть наклонено вперёд с прогнутой вперед поясницей и развернутыми плечами;
- для отдыха глаз рекомендуется периодически закрывать глаза или смотреть вдаль;
- во избежание развития близорукости необходимо следить, чтобы расстояние от глаз до рабочей поверхности равнялось примерно 25–30 см. При выполнении полевых работ для взаимного общения членов бригады, рекомендуется установить определённую сигнализацию жестами и т.п.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое поверка геодезических приборов?
2. Что такое юстировка геодезических приборов?
3. Для чего необходимо выполнять поверки?
4. Сколько поверок необходимо выполнить электронному теодолиту технической точности?
5. Как поверяется цилиндрический уровень электронному теодолиту технической точности?
6. Как поверяется круглый уровень электронному теодолиту технической точности?
7. Как устанавливается место нуля электронному теодолиту технической точности?
8. Как поверяется положение сетки нитей электронному теодолиту технической точности?
9. Как исправляется параллакс электронному теодолиту технической точности?
10. Что служит контролем приведения электронного теодолита в рабочее положение?
11. Из каких действий состоит измерение теодолитом горизонтального угла полным приёмом?

12. Назовите допустимую величину расхождения между значениями измеренных углов, полученных в разных полуприёмах одного полного приёма.
13. В чём отличие системы измерения угла горизонтального и вертикального круга?
14. Назовите дискретность считывания теодолита *VEGA TEO 20*.
15. Какой клавишей осуществляется обнуление лимба горизонтального круга электронного теодолита?
16. Как измерить расстояние теодолитом, используя нивелирную рейку и дальномерные нити сетки нитей?
17. Какова последовательность действий при работе на станции при горизонтальной съёмке полярным способом?
18. Из какого материала изготавливаются нивелирные рейки?
19. Какой длины могут быть нивелирные рейки?
20. Какова цена наименьшего деления рейки?
21. Каким образом осуществляется привязка к пунктам государственной геодезической сети?
22. Как определяется угловая невязка в замкнутом полигоне?
23. Как определить допустимую угловую невязку в замкнутом полигоне?
24. Как определяется исходный дирекционный угол в привязочном ходе?
25. Как определяется дирекционный угол последующей линии?
26. Что является контролем вычисления дирекционных углов в замкнутом полигоне?
27. Как определяется линейная невязка по осям в приращениях координат в замкнутом полигоне?
28. Как определяется абсолютная линейная невязка в приращениях координат в замкнутом полигоне?
29. Как определяется относительная линейная невязка в приращениях координат?
30. Какова допустимая величина относительной линейной невязки в приращениях координат в теодолитном ходе?
31. Как распределяется поправка в приращениях координат?

32. Назовите знаки приращения координат по четвертям.
33. Назовите зависимость румбов и дирекционных углов по четвертям.
34. Какие инструменты необходимы для разбивки сетки координат?
35. Как разбить сетку координат при помощи топографической линейки ЛТ?
36. Допустимые отклонения в размерах сторон и диагоналей сетки координат.
37. Как проконтролировать правильность нанесения точек съёмочного обоснования по вычисленным координатам?
38. Как оформляется рамка плана?
39. Какие элементы должны быть отражены в зарамочном оформлении?
40. Относительно какой стороны рамки ориентируются надписи зарамочного оформления?
41. Какие требования охраны труда и безопасного ведения работ необходимо выполнять при проведении топографо-геодезических работ в полевых условиях?
42. Какие требования охраны труда и безопасного ведения работ необходимо выполнять при проведении топографо-геодезических работ в камеральных условиях?

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян, В.В. Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ / В.В. Авакян. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 588 с.
2. Букринский, В.А. Геодезия и маркшейдерия / В.А. Букринский, В.Н. Попов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 453 с.
3. Геодезия: учеб. для вузов / А.Г. Юнусов, А.Б. Беликов, В.Н. Баранов [и др.]. – М.: Академический проект, 2015. – 411 с.
4. Геодезия. Изучение оптического теодолита 4Т30П: метод. указания к выполнению лаборатор. работ / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 38 с.
5. Гиршберг, М.А. Геодезия: учеб. / М.А. Гиршберг. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 384 с.
6. ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
7. Дьяков, Б.Н. Основы геодезии и топографии: учеб. пособие / Б.Н. Дьяков, В.Ф. Ковязин, А.Н. Соловьёв. – СПб.: Лань, 2011. – 272 с.
8. Золотова, Е.В. Геодезия с основами кадастра: учеб. для вузов / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. – М.: Академический проект, 2015. – 414 с.
9. Инженерная геодезия: учеб. для вузов / под ред. А.Г. Парамонова. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 368 с.
10. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1985. – 152 с.
11. Карпенко, В.Д. Геодезия в ландшафтной архитектуре: учеб. пособие / В.Д. Карпенко, К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 150 с.
12. Карпенко, В.Д. Учебная практика по геодезии в ландшафтной архитектуре: метод. указания / В.Д. Карпенко, Ю.В. Горбунова, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 76 с.
13. Киселёв, М.И. Геодезия: учеб. / М.И. Киселёв, Д.Ш. Михелёв. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 384 с.

14. Костылёв, В.А. Геодезия: учеб.-метод. пособие / В.А. Костылёв, В.В. Шумейко, К.Г. Барсуков. – Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2013. – 77 с.
15. Маслов, А.В. Геодезия / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: КолосС, 2006. – 598 с.
16. Неумывакин, Ю.К. Практикум по геодезии: учеб. пособие / Ю.К. Неумывакин. – М.: КолосС, 2008. – 318 с.
17. Поклад, Г.Г. Геодезия: учеб. пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический проект, 2007. – 592 с.
18. Практикум по геодезии: учеб. пособие для вузов / под ред. Г.Г. Поклада. – М.: Академический проект, 2015. – 487 с.
19. Сафонов, А.Я. Топография: учеб. пособие / А.Я. Сафонов, К.Н. Шумаев, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 222 с.
20. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК. – М.: Недра, 1989. – 286 с.
21. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия: учеб. для вузов / Г.А. Федотов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 479 с.
22. Чекалин, С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии: учеб. пособие для вузов / С.И. Чекалин. – М.: Академический проект, 2009. – 393 с.
23. Шумаев, К.Н. Геодезия. Геодезические работы при ведении кадастра недвижимости: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 206 с.
24. Шумаев, К.Н. Геодезия. Геодезическое трассирование линейного объекта: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 28 с.
25. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в мелиорации: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 192 с.
26. Шумаев, К.Н. Геодезия: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Гротеск, 2004. – 80 с.
27. Шумаев, К.Н. Геодезия. Лазерный дальномер Leica DISTO A5: метод. указания / К.Н. Шумаев, Ю.В. Горбунова

А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 39 с.

28. Шумаев, К.Н. Геодезия. Нивелирование для подготовки площадки объекта недвижимости: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 23 с.

29. Шумаев, К.Н. Геодезия. Охрана труда при выполнении топографо-геодезических работ: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 55 с.

30. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в землеустройстве: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 180 с.

31. Шумаев, К.Н. Геодезия. Электронные теодолиты технической точности ТЕО 20 и 56-BDT30: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 54 с.

32. Шумаев, К.Н. Геодезия. Электронный теодолит ТЕО5: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Т.Т. Миллер; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 47 с.

33. Шумаев, К.Н. Практика по инженерной геодезии: метод. указания / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 50 с.

Электронные ресурсы

Геостройизыскания. – Режим доступа: <http://www.gsi.ru/>.

Leica Geosystems – Режим доступа: [http://www. Leica-geosystems.ru/](http://www.Leica-geosystems.ru/).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Каталог
координат и высот пунктов полигонометрии 2-го разряда
геодезического полигона Красноярского ГАУ, м

Номер пункта	X	Y	H
Хребтовый	75395.766	8038.653	162.065
5	75377.478	8171.983	
6	75217.276	8181.861	154.840
7	75045.082	8263.288	158.641
8	75041.139	8134.697	160.535
9	75004.145	8010.181	164.244
10	75101.675	7906.849	
11	75193.710	7888.967	161.789
12	75279.322	7875.069	161.496
13	75317.833	7897.669	160.046
14	75416.101	8005.533	161.287
16	74955.520	8187.042	163.007
17	74987.646	8308.417	
18	74915.661	8371.488	
20	74800.740	8479.901	146.678
21	74643.003	8593.869	133.702
23	74497.403	8573.779	
24	74465.190	8469.147	130.053
25	74444.816	8377.099	132.870
26	74394.033	8218.503	137.827
27	74391.951	8100.170	144.987
28	74345.238	7982.748	150.397
29	74323.735	7821.080	
33	74264.955	7630.892	165.306
34	74366.359	7577.850	
35	74429.613	7533.576	181.392
36	74459.591	7444.916	186.764
37	74513.434	7412.202	184.087
38	74576.503	7411.013	178.758
39	74707.629	7502.504	165.487
40	74803.122	7514.956	158.106
41	74943.713	7539.034	149.083
42	75003.858	7594.516	143.410
44	75001.990	7616.661	145.400

Окончание приложения

Номер пункта	X	Y	H
45	74975.351	7786.151	141.997
46	74970.324	7848.290	
47	75004.064	7934.528	154.709
50	74908.902	8012.036	168.382
51	74815.687	7988.964	169.528
52	74712.350	7921.972	171.080
53	74671.374	7821.559	
54	74620.224	7645.373	
54'	74606.152	7500.460	173.363
55	74579.786	7954.294	160.907
56	74528.284	7996.240	
57	74578.386	8158.458	
57'	74605.149	8268.609	145.296
57"	74700.572	8430.474	140.133
60	74341.516	7774.655	160.568
61	74457.004	7743.142	167.764
62	74468.864	7696.876	171.914
63	74538.917	7661.357	176.932
68	75270.193	8037.944	160.269
69	75117.074	8029.334	160.461
t572	74701.51	8430.78	139.984
t75	74499.27	8578.17	127.697
t87	74497.89	8775.57	127.682
t81	74442.35	8384.01	132.583
t25	74445.38	8378.44	132.807
t83	74540.34	7957.79	158.139
t70	74701.09	8435.04	140.006
t71	74698.36	8432.97	139.876
t571	74605.25	8269.51	145.148
t76	74641.44	8405.17	138.573
t73	74637.92	8595.01	133.095
t74	74634.68	8595.47	132.883
t89	74633.79	8603.17	132.563
t88	74535.09	8677.64	126.658
t80	74477.20	8523.50	128.538
t26	74393.66	8220.05	137.757
t82	74376.86	8117.22	143.127
t521	74705.37	7922.14	171.014

Исполнительская практика

Методические указания к учебной практике

Электронное издание

*Шумаев Константин Николаевич
Сафонов Александр Яковлевич
Горбунова Юлия Викторовна*

Редактор Л.Э. Трибис

Подписано в свет 5.04.2017. Регистрационный № 25
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
Тел. (391) 265-01-93. e-mail: rio@kgau.ru