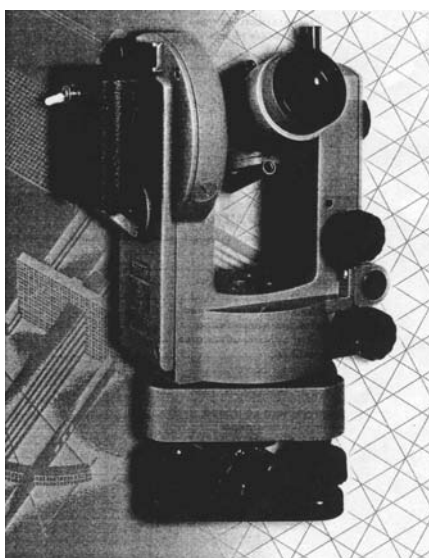


**ТЕОДОЛИТ 4Т30П**  
**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА**  
**НАБЛЮДЕНИЙ**



◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет"

# ТЕОДОЛИТ 4Т30П ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА НАБЛЮДЕНИЙ

Методические указания для студентов специальностей  
270102 "Промышленное и гражданское строительство",  
270105 "Городское строительство и хозяйство",  
270205 "Автомобильные дороги и аэродромы", 270301 "Архитектура"



---

---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2006

УДК 681.783.23(07)  
ББК Д123я73-5  
С539

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Р е ц е н з е н т

Доктор технических наук,  
профессор кафедры "Конструкции зданий и сооружений" ТГТУ  
*В.П. Ярцев*

С о с т а в и т е л и:

*Н.М. Снятков,*  
*К.А. Андрианов*

С539 Теодолит 4Т30П. Технология производства наблюдений : метод.  
указ. / сост. : Н.М. Снятков, К.А. Андрианов. – Тамбов : Изд-во  
Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 24 с. – 60 экз.

Даны сведения об устройстве и технических характеристиках теодолита в соответствии с паспортом 4Т30П-с 60ПС, изложены правила обра-

ния, методика поверок и юстировок прибора, основные способы угловых измерений, последовательность работы на станции тахеометрического хода при съемке ситуации и рельефа местности теодолитом.

Предназначены для лабораторных работ и учебной геодезической практики студентов специальностей 270102 "Промышленное и гражданское строительство", 270105 "Городское строительство и хозяйство", 270205 "Автомобильные дороги и аэродромы", 270301 "Архитектура" всех форм обучения, изучающих курсы "Инженерная геодезия", "Основы геодезии".

УДК 681.783.23(07)  
ББК Д123я73-5

© ГОУ ВПО "Тамбовский государственный  
технический университет" (ТГТУ), 2006

Учебное издание

## **ТЕОДОЛИТ 4Т30П ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА НАБЛЮДЕНИЙ**

Методические указания

С о с т а в и т е л и:

СНЯТКОВ Николай Михайлович,  
АНДРИАНОВ Константин Анатольевич

Редактор О.М. Я р ц е в а

Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Р ы ж к о в а

Подписано в печать 27.09.2006.

Формат 60 × 84/16. Бумага газетная. Гарнитура Times New Roman.  
1,35 уч.-изд. л. Тираж 60 экз. Заказ № 509

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ВВЕДЕНИЕ

Технический теодолит 4Т30П предназначен для измерения горизонтальных и вертикальных углов, измерения расстояний нитяным дальномером, геометрического нивелирования с помощью уровня при зрительной трубе, определения магнитных азимутов по буссоли. Используется при проложении теодолитных и тахеометрических ходов, плановых и высотных съемках, при рекогносцировочных и изыскательских работах.

### 1. УСТРОЙСТВО ТЕОДОЛИТА

Корпус зрительной трубы представляет единое целое с горизонтальной осью, установленной в лагерах колонки 6.

Коллиматорные визиры 16 предназначены для грубой наводки на цель. При пользовании визиром глаз должен быть на расстоянии 25...30 см от него.

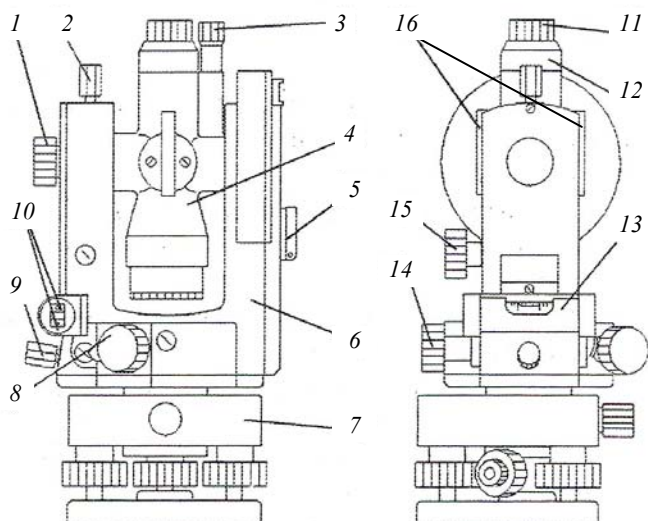


Рис. 1. Теодолит:

1 – кремальера; 2 – винт трубы закрепительный; 3 – окуляр микроскопа; 4 – зрительная труба; 5 – зеркало подсветки; 6 – колонка; 7 – подставка; 8 – рукоятка перевода лимба; 9 – винт алидады закрепительный; 10 – винт юстировочный;  
11 – кольцо окуляра диоптрийное; 12 – колпачок; 13 – уровень при алидаде;  
14 – винт алидады наводящий; 15 – винт трубы наводящий; 16 – визир

Точное наведение зрительной трубы на предмет в горизонтальной плоскости осуществляется наводящим винтом 14 после закрепления алидады винтом 9, в вертикальной плоскости – наводящим винтом 15 после закрепления винтом 2.

Горизонтальный и вертикальный круги проградуированы через  $1^\circ$ . Горизонтальный круг имеет круговую оцифровку от 0 до  $359^\circ$ , а вертикальный – секторную от 0 до  $75^\circ$  и от  $-0$  до  $-75^\circ$ .

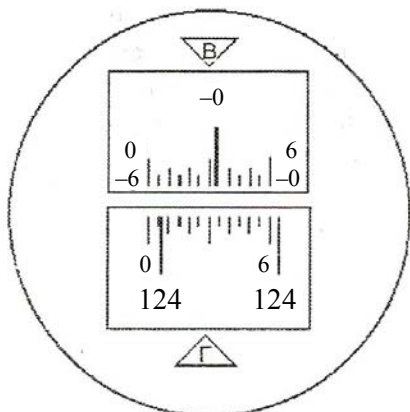
Изображение штрихов и цифр обоих кругов передаются в поле зрения микроскопа, который устанавливается вращением диоптрийного кольца по глазу до появления четкого изображения шкал окуляра 3. Отсчеты производят по соответствующим шкалам микроскопа (рис. 2).

Поворотом и наклоном зеркала 5 достигают оптимального освещения поля зрения.

Индексом для отсчитывания служат штрих лимба, отсчет берут с точностью до  $0,5'$ . Если в пределах шкалы вертикального круга находится штрих лимба со знаком "-", отсчет берут по нижнему ряду цифр шкалы со знаками "-" ( $-6...-0$ , справа – налево).

В комплект теодолита входят уровень, ориентир-буссоль и окулярные насадки.

Уровень, входящий в комплект, устанавливают на зрительную трубу теодолита вместо коллиматорного визира 4. Он служит для установки визирной оси зрительной трубы в горизонтальное положение при выполнении геометрического нивелирования.



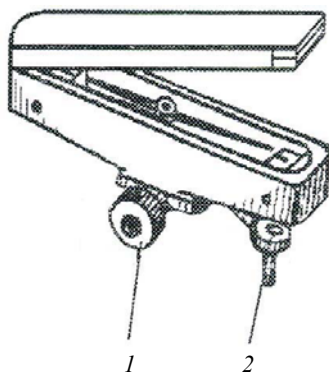
**Рис. 2. Поле зрения отсчетного микроскопа:**

— — показание лимба горизонтального круга  $125^{\circ} 05,5'$ ;  
-- -- показания лимбы вертикального круга  $-0^{\circ} 26'$

Окулярные насадки применяются для удобства наблюдения предметов, расположенных под углами более  $45^{\circ}$  к горизонту. Насадки надевают на окуляры зрительной трубы и отсчетного микроскопа.

Окулярная насадка представляет собой призму, изменяющую направление визирной оси на  $80^{\circ}$ . Призма заключена в оправу, свободно вращающуюся в обойме. Насадка на зрительную трубу снабжена откидным светофильтром для визирования на солнце.

Ориентир-буссоль служит для измерения магнитных азимутов и устанавливается в паз, расположенный на боковой крышке вертикального круга теодолита (рис. 3).



**Рис. 3. Ориентир-буссоль:**

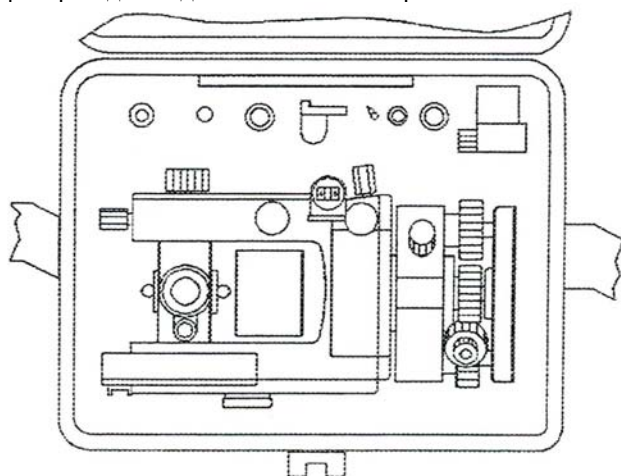
1 – закрепительный винт; 2 – винт арретира

Положение магнитной стрелки наблюдают в зеркале, которому придают нужный наклон. Магнитную стрелку в нерабочем состоянии ориентируют вращением винта, расположенного в нижней части корпуса буссоли.

Для хранения и переноски прибора в процессе эксплуатации теодолит и принадлежности укладывают в футляр в соответствующие гнезда (рис. 4).

При упаковке наводящие винты устанавливают в среднее положение, зрительную трубу – в горизонтальное; закрепляют все вращающиеся части, закручивают до ограничения подъемные винты, окуляры зрительной трубы и отсчетного устройства.

Дополнительно теодолит комплектуется геодезическим штативом ШР-140, встроенным оптическим центриром и фонарем для подсветки шкалы микроскопа.



**Рис. 4. Теодолит в футляре**

Штатив и оптический центрир служат для установки теодолита над точкой, закрепленной на местности (вершиной угла). Раздвижные ножки штатива шарнирно соединены с оголовком, на который крепится теодолит становым винтом. На одной из ножек имеется пенал для нитяного отвеса. Оптический центрир встроен в подставку теодолита. При центрировании подставку передвигают по оголовку штатива, добиваясь совмещения центра сетки центрира с точкой на местности. Если теодолит не оборудован оптическим центриром, то центрирование выполняется с помощью нитяного отвеса.

При неблагоприятных условиях видимости фонарь устанавливают в паз (на месте прикрепления ориентир-буссоли) и закрепляют винтом. После установки фонаря зеркало подсветки 5 должно быть наклонено под углом 45° до упора в корпус фонаря.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Средняя квадратичная погрешность измерения одним приемом:

горизонтального угла .....	20"
вертикального угла .....	30"
Увеличение зрительной трубы, крат .....	20×
Угловое поле зрения .....	2°
Наименьшее расстояние визирования, м.....	1,2
Коэффициент дальномера .....	100 ± 0,5
Постоянное слагаемое дальномера .....	0
Наружный диаметр оправы объектива, мм .....	38
Цена деления лимбов .....	1°
Цена деления шкал микроскопа .....	5'
Цена деления цилиндрических уровней:	
при алидаде .....	45"
при трубе .....	20"
Увеличение оптического центрира, крат .....	1,8×
Угловое поле зрения центрира .....	8°
Масса теодолита с подставкой, кг .....	2,3
Масса теодолита в футляре, кг.....	3,5
Масса штатива, кг.....	4,5
Габаритные размеры, мм:	
теодолита .....	140×130×230
футляра .....	285×245×220

## 3. ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКА ТЕОДОЛИТА

Основные оси теодолита (рис. 5):

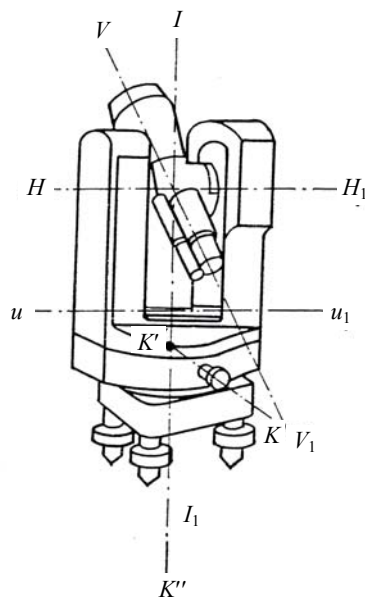


Рис. 5. Схема основных осей теодолита:

- $I-I_1$  – вертикальная ось (ось вращения алидады горизонтального круга);
- $H-H_1$  – горизонтальная ось (ось вращения зрительной трубы);
- $u-u_1$  – ось цилиндрического уровня горизонтального круга (касательная к внутренней поверхности уровня в его нуль-пункте);
- $V-V_1$  – визирная ось (прямая, проходящая через оптический центр объектива и центр сетки нитей)

Основные условия, которые должны быть соблюдены в теодолите при измерении углов: вертикальная ось прибора должна быть отвесна, а визирная плоскость вертикальна. Соблюдение этих условий имеет существенное значение для точности угловых измерений. В процессе работы и транспортировки теодолита правильное расположение основных осей может быть нарушено, что вызывает необходимость производства регулярных проверок и при необходимости юстировок (регулировок) теодолита, выполняемых в определенной последовательности.

**1. Ось цилиндрического уровня  $u-u_1$  горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси  $I-I_1$  прибора.**

Располагают алидаду таким образом, чтобы ось поверяемого уровня была параллельна двум подъемным винтам, и приводят этими винтами пузырек уровня в нуль-пункт. Вращают алидаду (при закрепленном лимбе), а вместе с ней и поверяемый уровень на 180°. Схема проверки приведена на рис. 6, а.

Если пузырек уровня остался в нуль-пункте или отклонился от него не более, чем на одно деление – условие выполнено. В противном случае исправительными винтами уровня перемещают пузырек на половину величины отклонения, вторую половину отклонения устраняют подъемными винтами. Эти действия повторяют до тех пор, пока не будет выполнено проверяемое условие.

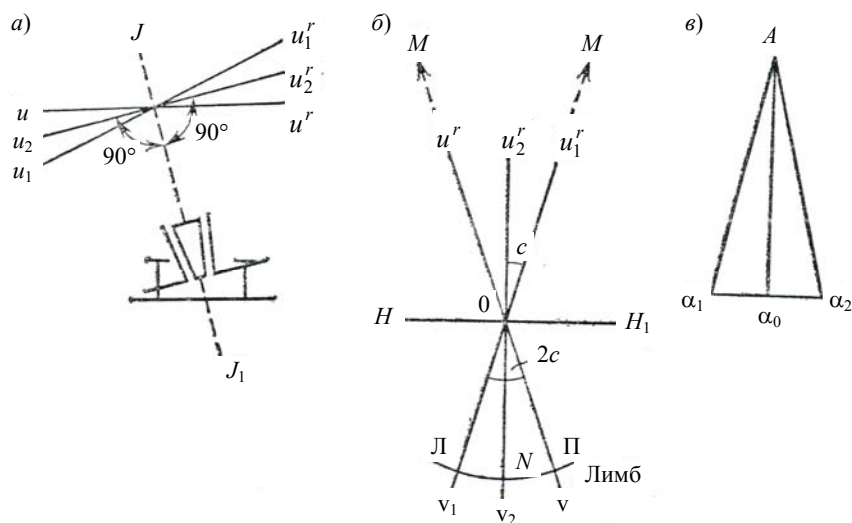


Рис. 6. Схема проверок:

*a* – уровня; *б* – визирной оси; *в* – горизонтальной оси

В отвесное положение вертикальную ось теодолита приводят следующим образом. Устанавливают уровень по направлению двух подъемных винтов и пузырек уровня приводят в нуль-пункт. Алидаду поворачивают на  $90^\circ$ , и пузырек снова приводят на середину третьим подъемным винтом. Такие действия повторяют до тех пор, пока пузырек не будет уходить от середины более чем на одно деление.

## 2. Визирная ось зрительной трубы $V-V_1$ должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы $H-H_1$ .

Угол отклонения визирной оси трубы от перпендикуляра к горизонтальной оси  $H-H_1$  теодолита называется коллимационной погрешностью  $c$ .

Для проверки данного условия выбирают удаленную, ясно видимую точку  $M$ , находящуюся примерно на одном уровне с осью вращения трубы. Визируют на точку  $M$ ; после взятия отсчета ( $R$ ) по лимбу горизонтального круга зрительную трубу переводят через зенит, наводят ее на ту же точку и вновь берут отсчет ( $L$ ). При отсутствии коллимационной погрешности

$$L - R \pm 180^\circ = 0,$$

где  $L$  и  $R$  – отсчеты при положениях вертикального круга слева (КЛ) и справа от наблюдателя (КП).

Если коллимационная погрешность имеет место, то при первом наведении визирная ось займет положение  $V-V'$ , а при втором –  $V_1-V_1'$  (рис. 6. б).

В этом случае

$$L - R \pm 180^\circ = 2c,$$

отсюда

$$c = (L - R \pm 180^\circ) / 2.$$

Коллимационная погрешность не должна превышать двойной точности отсчетного устройства теодолита (1').

Для устранения недопустимой коллимационной погрешности алидаду устанавливают на один из отсчетов, вычисленных по формулам:

$$N_R = R + c \text{ (при КП);}$$

или

$$N_L = L - c \text{ (при КЛ).}$$

После такой установки центр сетки нитей сместится с наблюдаемой точки на угол  $c$ . Для исправления погрешности, действуя исправительными винтами сетки, совмещают ее центр с изображением точки  $M$ . Для контроля проверку повторяют при других отсчетах по лимбу.

## 3. Ось вращения зрительной трубы $H-H_1$ должна быть перпендикулярна к вертикальной оси $I-I_1$ теодолита.

Устанавливают теодолит в 20...30 м от стены какого-либо здания и, приведя вертикальную ось в отвесное положение, наводят центр сетки нитей на некоторую высокую расположенную точку  $A$  стены (рис. 6, в). При закрепленной алидаде наклоняют зрительную трубу примерно до горизонтального положения ее визирной оси и отмечают карандашом на стене точку  $a_1$ , в которую проектируется центр сетки. Переведя трубу через зенит, вновь визируют на ту же точку  $A$  и аналогично отмечают точку  $a_2$ . Если обе точки  $a_1$  и  $a_2$  совпадают или нахо-

дятся в пределах биссектора сетки нитей – условие выполнено. Исправление недопустимой погрешности возможно только в специальной мастерской.

#### **4. Вертикальный штрих сетки нитей должен быть параллелен вертикальной оси $I-I_1$ теодолита.**

Приводят вертикальную ось теодолита в отвесное положение и наводят центр сетки на нить отвеса, закрепленного в 5...10 м от прибора. Если при вращении зрительной трубы вертикальный штрих сетки совпадает с нитью отвеса – условие выполнено. В противном случае производят исправление положения сетки нитей путем ее поворота, предварительно ослабив исправительные винты. После выполнения юстировки необходимо повторить проверку перпендикулярности визирной оси к оси вращения зрительной трубы.

При наличии оптического центра производят его поверку.

#### **5. Ось оптического центра должна быть параллельна вертикальной оси теодолита.**

Установив теодолит на штативе в рабочее положение, отмечают проекцию центра сетки оптического центра на листе бумаги, положенном под штатив. Отпустив закрепительный винт алидады, вращают теодолит. Если смещение центра сетки центра относительно отмеченной точки превышает допустимое значение (0,5 мм), юстировочными винтами сетки исправляют половину смещения и повторяют поверку.

## **4. ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ**

### **4.1. Подготовка теодолита для наблюдений**

Перед измерением углов должны быть выполнены все поверки теодолита.

Подготовка теодолита для наблюдений состоит из следующих действий:

- 1) центрирования;
- 2) приведения основной оси прибора в отвесное положение;
- 3) установки трубы для наблюдений.

**Центрирование инструмента** над вершиной измеряемого угла в зависимости от точности выполняемой работы может быть выполнено при помощи нитяного отвеса или оптического центра.

**Центрирование при помощи нитяного отвеса.** Теодолит прикрепляют станковым винтом к оголовку штатива. При помощи ножек штатива производят предварительное центрирование, наблюдая при этом, чтобы оголовок штатива был горизонтален, а острие отвеса находилось в непосредственной близости от центра знака, закрепляющего вершину угла.

В результате предварительного центрирования острие отвеса может отклоняться от центра знака на 1...2 см. Центрирование уточняют передвижением теодолита на оголовке штатива. Для этой цели предварительно открепляют становой винт и после уточнения центрирования вновь закрепляют.

**Центрирование при помощи оптического центра.** Производят предварительное центрирование при помощи нитяного отвеса в указанном выше порядке. Далее отводят нитяной отвес в сторону, открепляют становой винт и, слегка перемещая теодолит на оголовке штатива, вводят изображение точки в центр сетки оптического центра, затем вновь закрепляют теодолит при помощи станкового винта.

Приведение основной оси теодолита в отвесное положение производят при помощи уровня на алидаде горизонтального круга, действуя подъемными винтами. После приведения оси теодолита в отвесное положение может быть нарушено центрирование. Поэтому центрирование и приведение оси теодолита в отвесное положение выполняют несколькими последовательными приближениями.

Установка трубы для наблюдений состоит из трех действий:

- а) установки трубы по глазу;
- б) установки трубы по предмету;
- в) устранения параллакса сетки нитей.

Для установки трубы по глазу наводят ее на светлый фон и вращением диоптрийного кольца окуляра добиваются четкой видимости сетки нитей.

Для установки трубы по предмету сначала визируют поверх нее, пользуясь коллиматорным визиром (визиром ориентировочной наводки). После того как наблюдаемый предмет попал в поле зрения трубы, зажимают закрепительные винты лимба и зрительной трубы. Вращением кремальеры добиваются четкого изображения наблюдаемого предмета. Действуя наводящими винтами алидады и зрительной трубы, совмещают центр сетки нитей с наблюдаемой точкой.

После получения четкой видимости наблюдаемой точки местности и совмещения ее изображения с центром сетки нитей надо слегка переместить глаз у окуляра. Если изображение точки местности смещается относительно сетки нитей, то параллакс имеется.

Устранение параллакса сетки нитей производится небольшим вращением кремальеры.

### **4.2. Измерение горизонтальных углов**

Для измерения горизонтальных углов применяют преимущественно способ приемов при измерении одного угла, способ круговых приемов при измерении на станции углов между тремя и более направлениями.

**Способ приемов.** Для измерения угла  $AOB$  (рис. 7, а) теодолит устанавливают в вершине угла  $O$  и, закрепив лимб, наводят на правую точку  $A$ . Закрепив алидаду, производят отсчет  $a_1$  по горизонтальному кругу. Далее открепляют алидаду, визируют на левую точку  $B$  и делают отсчет  $a_2$ . Величина измеряемого угла  $\beta = a_1 - a_2$ .

Такое измерение угла называется полуприемом. Для контроля и ослабления влияния инструментальных погрешностей угол измеряют при втором положении вертикального круга, сместив лимб на 5...10°.



Измерение угла во втором полуприеме производится при другом положении вертикального круга теодолита. Два таких измерения составляют прием.

Если значения угла в первом и во втором полуприемах различаются не более чем на двойную точность отсчетного устройства (для теодолита 4Т30П на  $2 \times 0,5' = 1'$ ), за окончательный результат принимают среднее арифметическое. Результаты измерений и вычислений заносят в журнал (табл. 1).

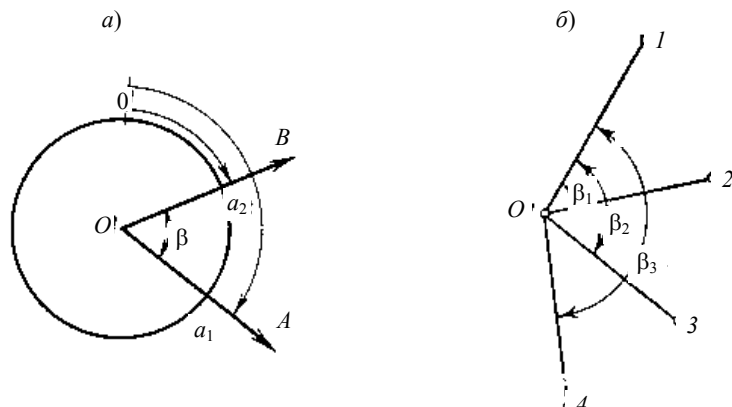


Рис. 7. К измерению углов:

*a* – способом приемов; *b* – способом круговых приемов

### 1. Журнал измерения углов способом приемов (пример заполнения)

Наименование		Отсчеты	Значение угла в полуприеме	Значение угла в приеме
станций	точек наблюдения			
O	A	КЛ 204°37'	54°27'	54°26'
	B	150°10'		
O	A	КП 31°22'	54°26'	
	B	336°56'		

**Способ круговых приемов.** Установив теодолит над точкой, визируют последовательно на все направления по ходу часовой стрелки 1, 2, 3, 4 (рис. 7, б) и производят отсчеты. Последнее наведение делают на начальное направление, чтобы убедиться в неподвижности лимба. Эти действия составляют первый полуприем. Во втором полуприеме смещают лимб, переводят трубу через зенит и последовательно визируют на все направления против хода часовой стрелки.

При съемке контуров местности методом полярных координат находит применение способ "от нуля".

**Способ "от нуля".** После установки теодолита в вершине угла зрительную трубу наводят на левую точку. Рукояткой перевода лимба  $\delta$  (рис. 1) совмещают нуль лимба с нулем отсчетного устройства (отсчет по горизонтальному кругу  $0^{\circ}00'$ )\*.

Открепляют алидаду и визируют на правую точку. Отсчет при наблюдении на правую точку дает значение измеряемого угла.

Этот способ имеет недостаток, так как результат измерения может быть искажен при наличии у теодолита коллимационной погрешности или наклона горизонтальной оси. При измерении полным приемом эти погрешности исключаются. Однако если инструментальные погрешности не превышают допустимых значений, способ "от нуля" дает вполне приемлемые результаты при съемке ситуации местности.

### 4.3. Измерение вертикальных углов

**В вертикальной плоскости** теодолитом измеряют углы наклона или зенитные расстояния.

Принято различать положительные и отрицательные углы наклона.

Положительный угол образуется разностью между направлением на точку, расположенную выше уровня горизонтальной оси вращения трубы, и направлением, соответствующим горизонтальному положению визирной оси.

Отрицательный угол – угол между горизонтальным положением визирной оси трубы и направлением на точку, расположенную ниже горизонтальной оси вращения трубы.

\* П р и м е ч а н и е. Отметим, что при работе с теодолитами, не имеющими рукоятки перевода лимба (Т30, 2Т30П), сначала на лимбе устанавливают нулевой отсчет, а затем осуществляют наведение на точку!

При измерении вертикальных углов исходным (основным) направлением является горизонтальное. Отсчеты ведут по шкалам вертикального круга теодолита.

Для вычисления значений углов наклона определяют место нуля  $M_0$ . Место нуля – это отсчет по вертикальному кругу, соответствующий горизонтальному положению визирной оси и положению уровня при алидаде горизонтального круга в нуль-пункте\*.

$M_0$  определяют так: устанавливают теодолит, приводят его в рабочее положение, находят хорошо видимую удаленную точку и наводят на нее трубу при круге лево. Берут отсчет по вертикальному кругу (КЛ). Трубу переводят через зенит, теодолит поворачивают на  $180^\circ$  и вновь, теперь уже при круге право визируют на ту же точку. Контролируют положение пузырька уровня в нуль-пункте и берут второй отсчет по вертикальному кругу (КП).

$M_0$  вычисляют по формуле

$$M_0 = (КЛ + КП) / 2,$$

а угол наклона

$$v = (КЛ - КП) / 2 = КЛ - M_0 = M_0 - КП.$$

Результаты измерений заносят в журнал (табл. 2).

Для удобства вычислений углов наклона  $M_0$  целесообразно привести к отсчету, близкому к нулю, а еще лучше – равному 0.

## 2. Журнал измерения вертикальных углов (пример заполнения)

Наименование		Отсчеты по вертикальному кругу	Место нуля ( $M_0$ )	Значение вертикального угла
станций	точек наблюдения			
O	A	КЛ 9°41'	-0°01'	9°42'
	A	КП -9°43'		
O	B	КЛ -2°55'	-0°01'	-2°54'
	B	КП 2°53'		

Если место нуля превышает двойную точность отсчетного устройства теодолита ( $1'$ ), производят его исправление. Для этого несколько раз контролируют значение  $M_0$  путем наведения на одну и ту же точку при двух положениях вертикального круга (КЛ, КП) и вычисляют его среднее арифметическое значение. После определения  $M_0$  вращением зрительной трубы устанавливают отсчет по вертикальному кругу, равный вычисленному значению угла наклона ( $КЛ - M_0$  или  $M_0 - КП$ ). При этом горизонтальная нить сетки сойдет с наблюдаемой точки. После этого вертикальными исправительными винтами сетки нитей совмещают горизонтальную нить с изображением наблюдаемой точки. Проверку повторяют.

Для решения некоторых инженерных задач определяют не углы наклона, а зенитные расстояния. Зенитное расстояние является дополнением угла наклона до  $90^\circ$ :  $Z = 90^\circ - v$ . Зенитное расстояние образуется визирной линией и отвесной линией, называемой направлением на точку зенита.

При измерении зенитных расстояний вместо  $M_0$  определяют место зенита  $M_3$ .

## 5. РАБОТА С ТЕОДОЛИТОМ НА СТАНЦИИ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА

### 5.1. Основные сведения

Тахеометрическая съемка – основной вид съемки для создания планов небольших незастроенных и мало-застроенных участков, а также узких полос местности вдоль линий будущих дорог, трубопроводов и других коммуникаций. Съемку производят с исходных точек-пунктов любых опорных и съемочных геодезических сетей. Съемочная сеть может быть создана в виде теодолитно-нивелирных ходов, когда отметки точек хода определяют геометрическим нивелированием. В большинстве случаев для съемки прокладывают тахеометрические

\* П р и м е ч а н и е. Для других типов теодолитов при наличии уровня при вертикальном круге, его пузырек приводят в нуль-пункт.

ходы, в которых все элементы хода (углы, длины линий, превышения) определяют теодолитом. При этом одновременно с проложением тахеометрического хода производят съемку местности.

## 5.2. Съемка теодолитом

Съемку контуров, предметов местности и рельефа производят, как правило, полярным способом, а высотные отметки точек определяют тригонометрическим нивелированием.

На характерных точках контуров и рельефа, а также у местных предметов устанавливают поочередно дальномерные (обычно нивелирные) рейки. Места постановки реек называют пикетами. Пикеты на местности не закрепляют. Их выбирают с таким расчетом, чтобы по ним на плане можно было изобразить рельеф, предметы и контуры местности. Так, для съемки рельефа пикеты нужно располагать на всех характерных точках и линиях рельефа: на вершинах и подошвах холмов, на дне и бровках котловин, лощин и оврагов, на водоразделах, хребтах и седловинах и во всех местах изменений крутизны скатов. Помимо этого пикеты должны быть расположены на высотах характерных точек местности, подписи которых помещаются на плане. К таким точкам относятся: пересечение дорог и просек, резкие изгибы контуров, урезы воды, гребни плотин, поверхность земли у мостов, шлюзов, колодцев и т.д.

Параллельно располагают пикеты на характерных местах контуров и у местных предметов. Если контур имеет закругленное очертание (опушка леса, ручей и т.д.), то разрешается спрямлять его изображение на плане. Но это спрямление должно быть таково, чтобы действительная граница не отходила от границы, изображающей его на плане, более чем на 0,3 мм.

Порядок работы на станции при съемке ситуации и рельефа местности теодолитом следующий.

1. Установка теодолита и измерение его высоты. Высоту прибора  $i$  измеряют при помощи рейки или рулетки с точностью до 1,0 см.
2. Определение места нуля М0 и, если требуется, его исправление.
3. Ориентирование прибора. Теодолит ориентируют по одной из точек съемочного хода (предшествующей или последующей). Для ориентирования наводят зрительную трубу на точку, выбранную в качестве ориентирной, и совмещают нули лимба горизонтального круга и алидады. Лимб закрепляют.
4. Открепив алидаду, визируют на рейку, установленную на пикете.
5. Взятие отсчета по горизонтальному кругу.
6. Наведение среднего штриха сетки нитей на высоту прибора  $i$ , отмеченного на рейке, или на одно из ее целых делений (1,0 или 1,5 м).
7. Приведение уровня при горизонтальном круге в нуль-пункт.
8. Взятие отсчета по дальномерным нитям.
9. Взятие отсчета по вертикальному кругу.
10. Визирование на рейку, установленную на следующем пикете, и повторение всех операций с 5 по 10.

Работа на станции заканчивается контролем ориентирования теодолита. Его наводят на ту же точку хода, по которой он был ориентирован в начале работы на станции, и берут отсчет по горизонтальному кругу. Изменение ориентировки прибора за период работы на точке не должно превышать 1,0'. В противном случае работу на станции переделывают. Если пикет взят только для характеристики контура (не является характерной точкой рельефа), то отсчеты по вертикальному кругу не делают.

Данные измерений на станции заносят в журнал тахеометрической съемки (табл. 3).

Все измерения на каждой станции проводят при одном положении вертикального круга. В журнале необходимо записывать положение вертикального круга (КП или КЛ).

В графе "Примечание" (табл. 3) указывают место расположения пикета. Например, отдельное дерево, угол дома, дорога, линия уреза воды, перегиб ската и т.п.

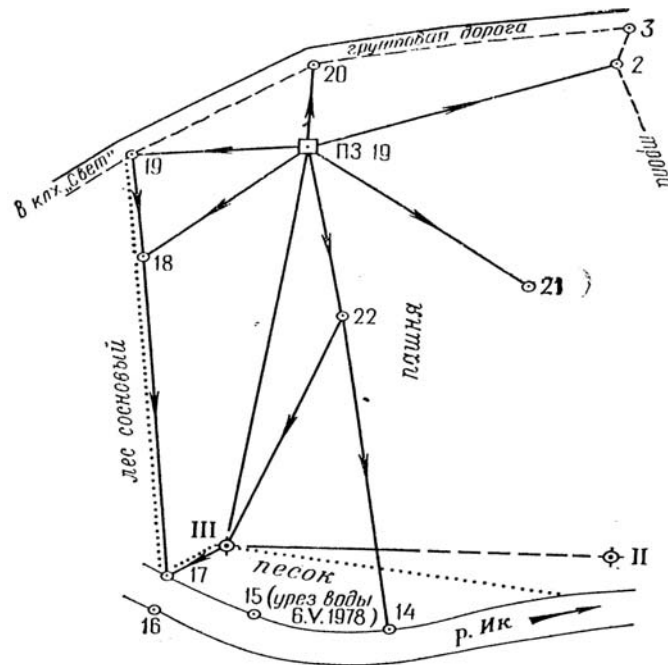
Пикеты должны быть равномерно размещены по всей снимаемой территории. Число пикетов будет тем больше, чем крупнее масштаб съемки, чем меньше принятая высота сечения рельефа и чем сложнее и насыщеннее характер местности (контуры и рельеф). Всегда следует стремиться к тому, чтобы съемка не в ущерб качеству проводилась минимальным числом пикетов. Однако максимальное расстояние между соседними пикетами не должно быть больше, чем указано в табл. 4.

Одновременно с тахеометрическим журналом при съемке на каждой станции составляют абрис (рис. 8).

Абрис представляет собой схематический план участка местности, составляемый от руки примерно в масштабе съемки. Абрис ведут в журнале на отдельных для каждой станции листах.

#### 4. Условия обеспечения точности тахеометрической съемки

Масштаб съёмки	Высота сече- ния рельефа, м	Максимальное расстояние между пикетами, м	Максимальная длина полярного расстояния, м		
			рельефа	твёрдых конту- ров	нетвёрдых кон- туров
1:5000	0,5	60	250	150	200
	1	80	300		
	2	100	350		
	5	120	350		
1:2000	0,5	40	200	100	150
	1 и 2	60	250		
1:1000	0,5	20	150	80	100
	1	50	200		
1:500	0,5	15	100	60	80
	1	20	150		



**Рис. 8. Абрис**

В абрисы заносят станцию стоянки, предыдущую и последующую линии хода, все пикетные точки с их номерами, снимаемые предметы и контуры, а также рельеф местности. Предметы и контуры местности на абрисе показывают условными знаками и при необходимости сопровождают пояснительными надписями. Формы рельефа на абрисе показывают схематично горизонталями, которые рисуют на глаз. Если формы рельефа выражены не ярко, на абрисе стрелками показывают направления скатов – те направления, по которым можно интерполировать местоположение горизонталей при составлении плана. В абрисах указывают все сведения, необходимые для составления плана: названия населенных пунктов, рек, водоемов, урочищ, ширину рек, дорог, характеристики мостов, бродов, лесов и т.п.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ассур, В.Л. Практикум по геодезии / В.Л. Ассур, А.М. Филатов. – М. : Недра, 1985. – С. 167–171.

2. Киселев, М.И. Основы геодезии / М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев. – М. : Высш. шк., 2001. – С. 66–74.
3. Лабораторный практикум по инженерной геодезии / В.Ф. Лукьянов и др. – М. : Недра, 1990. – С. 82–92.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. УСТРОЙСТВО ТЕОДОЛИТА .....	3
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	6
3. ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКА ТЕОДОЛИТА .....	7
4. ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ .....	10
4.1. Подготовка теодолита для наблюдений .....	10
4.2. Измерение горизонтальных углов .....	12
4.3. Измерение вертикальных углов .....	14
5. РАБОТА С ТЕОДОЛИТОМ НА СТАНЦИИ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА .....	15
5.1. Основные сведения .....	15
5.2. Съёмка теодолитом .....	16
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	21

### ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЙ

В десятичной системе существуют следующие единицы длины:

- километр (1 км) =  $10^3$  м;
- метр (1 м) = 10 дм =  $10^2$  см;
- дециметр (1 дм) = 10 см;
- сантиметр (1 см) = 10 мм;
- миллиметр (1 мм) =  $10^3$  мкм;
- микрометр (1 мкм) =  $10^3$  нм;
- нанометр (1 нм) =  $10 \overset{\circ}{\text{А}}$  ;
- ангстрем (1  $\overset{\circ}{\text{А}}$ ) =  $10^{-10}$  м.

В качестве угловых мер используют градусы, минуты и секунды. Угловой градус – это центральный угол окружности, дуга которого составляет один угловой градус, т.е. 1/360 часть окружности:

- градус –  $1^\circ = 60'$ ;
- минута –  $1' = 60''$ .

Прямой угол иногда делят на 100 частей. Сотая часть прямого угла называется гоном:

- гон –  $1^{\text{д}} = 100^{\text{с}}$ ;
- десятичная минута –  $1^{\text{с}} = 100^{\text{сс}}$ ;
- десятичная секунда –  $1^{\text{сс}} = 10^{-4}$  гона.

В дуговой мере центральный угол окружности определяется как отношение длины дуги к ее радиусу  $\rho = l / r$ , где  $l$  – длина дуги;  $r$  – радиус.

Значению единицы дуговой меры соответствует угол  $\rho$ , для которого длина дуги равна радиусу. Эту единицу дуговой меры называют радианом.

Угол  $\rho$  может быть задан в двух угловых мерах:

- $\rho^\circ = 360^\circ / 2\pi \approx 57,3^\circ$ ;
- $\rho^{\text{д}} = 200^{\text{д}} / \pi \approx 63,6^{\text{д}}$ ;
- $\rho' = 3438'$ ;
- $\rho^{\text{с}} = 6366^{\text{с}}$ ;
- $\rho'' = 206\,265''$ ;
- $\rho^{\text{сс}} = 636\,620^{\text{сс}}$ .

### 3. Журнал тахеометрической съемки

Номер точек наблюдения	Отсчеты				Место нуля, М0	Угол наклона, $\nu$		Горизонтальное положение, $d = D \cos^2 \nu$	$H = (D/2) \sin 2\nu$ или $H' = d \operatorname{tg} \nu$	Высота наводки.	Превышение, $h = h' + i - l$	Отметки, $H$	Примечания		
	по нитяному дальномеру, $D' = Kn$		по горизонтальному кругу											по вертикальному кругу	
Станция III $i = 1,49$ ; $M0 = +1,0'$															
II	0	00										125,53	Речные точки взяты на линии		

14	102,8	24	41	-0	21	+1'	-0	22	102,8	-0,66	$l = i$	-0,66	124,87	уреза воды (14-17)
15	44,1	56	23	-0	47	+1'	-0	48	44,1	-0,61	$l = i$	-0,61	124,92	
16	38,0	128	00	-	-		-	-	38,0	-	-	-	-	
17	25,6	143	19	-1	19	+1'	-1	20	25,6	-0,60	$l = i$	-0,60	124,93	Граница угодий (18-19)
Станция ПЗ 19 $i = 1,40$ ; $M0 = +1,0'$														
III		0	00											Тропа (20)
18	86,2	29	31	-2	05	+1'	-2	06	86,1	-3,16	$l = i$	-3,16	129,25	Перегиб ската (21-22)
19	56,2	69	28	-2	16	+1'	-2	17	56,1	-2,23	$l = i$	-2,23	130,18	
20	48,0	165	26	-3	23	+1'	-3	24	47,8	-2,84	$l = i$	-2,84	129,57	
21	103,2	288	07	-0	52	+1'	-0	53	103,2	-1,59	3,0	-3,19	129,22	
22	60,3	340	11	-2	49	+1'	-2	50	60,2	-2,98	$l = i$	-2,98	129,43	