

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

ТЕОДОЛИТЫ, ИХ УСТРОЙСТВО И РАБОТА С НИМИ

Для выполнения работы нужно иметь: один теодолит на двух студентов, штатив, отвес, угломерный журнал.

ЗАДАНИЕ 1: Изучить устройство теодолита, научиться приводить его в рабочее положение и производить отсчёты по горизонтальному и вертикальному кругам, измерить горизонтальный и вертикальный угол и оформить угломерный журнал.

Основное назначение теодолитов - измерение на местности горизонтальных и вертикальных углов. Для этого они снабжены горизонтальным и вертикальным кругами (лимбами) с градусными делениями. Любое положение зрительной трубы теодолита фиксируется на лимбе с помощью алидады путем взятия соответствующего отсчёта. В современных теодолитах лимбы изготовлены из стекла и снабжены оптическими отсчётными устройствами.

По точности все теодолиты делятся на три группы: высокоточные Т-1, точные Т2, Т5 и технические Т15, Т30. В этих обозначениях Т- теодолит, а цифры 1,2,5,15 и 30 - ошибка (в секундах) измерения угла одним приёмом.

По конструкции теодолиты подразделяются на две группы:

- 1) простые (лимб и алидада не имеют совместного вращения);
- 2) повторительные (лимб и алидада имеют как независимое, так и совместное вращение).

Во время измерений основная ось вращения теодолита OO должна быть отвесна и проходить через вершину измеряемого горизонтального угла. Её отвесность проверяется с помощью цилиндрического уровня, а центрирование прибора выполняется с помощью нитяного или оптического отвеса.

Порядок выполнения задания 1:

1. В рабочей тетради перечислите в соответствии с рис. 14 название и назначение основных частей теодолита. На схеме теодолита обозначьте цифрами основные части в соответствии с табл. 6 и укажите оси прибора; OO ,

VV, SS, UU.

2. Установите на штативе теодолит и закрепите его становым винтом. При этом закрепительные винты алидады 5 и трубы 8 должны быть ослаблены, а наводящие винты алидады 6, трубы 9 и лимба 4 установлены в среднее положение (рис. 14, а). Приведите теодолит в рабочее положение. Для этого он должен быть центрирован над точкой, закрепленной на полу лаборатории, а основная ось вращения OO приведена в отвесное положение.

Центрирование выполните с помощью нитяного отвеса, подвешиваемого на крючок станового винта, либо путем визирования зрительной трубой, установленной вертикально.

Основную ось вращения теодолита приведите в отвесное положение с помощью подъёмных винтов и цилиндрического уровня. Для этого вначале установите уровень II (рис. 14) по направлению двух любых подъёмных винтов $I5$ и, вращая эти винты в разные стороны, выведите пузырёк в нуль-пункт. Затем поверните алидаду на 90° и, вращая только третий подъёмный винт, вновь выведите пузырёк в нуль-пункт. При необходимости все действия повторите.

Особое внимание обратите на назначение различных винтов и на недопустимость приложения усилий при их вращении.

Внимание! Теодолит $4T30П$ является четвёртой модификацией базовой модели $T30$. Его отличительной особенностью является отсутствие закрепительного и наводящего винтов лимба. Он снабжён рукояткой, после лёгкого нажатия, на которую можно, путем её вращения, производить перестановку лимба, например, между первым и вторым полуприёмами при измерении горизонтальных углов, или установить на лимбе любой отсчёт.

3. Закрепите винт 4 лимба, ослабьте винты 2 и 8 алидады и трубы и наведите перекрестие сетки нитей на любую точку. Для этого:

- 1) добейтесь четкого изображения сетки нитей путём вращения окулярной трубочки (эта операция выполняется один раз);
- 2) наведите трубу с помощью визирного приспособления $I9$ на точ-

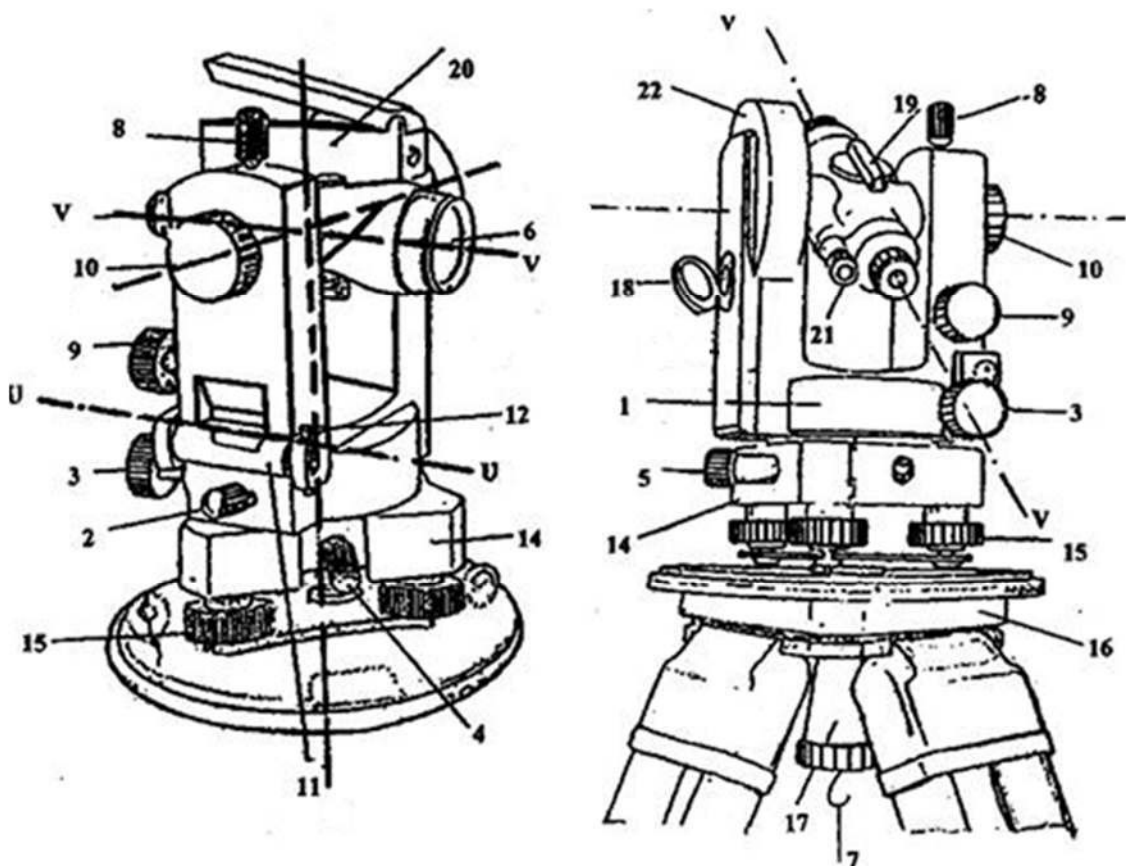
ку и закрепите винты 2 и 8 алидады и трубы;

3) отфокусируйте изображение точки вращением кремальеры 10:

4) В тетради запишите отсчёты по горизонтальному и вертикальному кругу, видимые в поле зрения отсчётного устройства теодолита.

У базового теодолита *T30* в качестве отсчётного приспособления служил штриховой микроскоп. В поле зрения микроскопа видны одновременно неподвижным штрих и деления вертикального *B* и горизонтального *Г* кругов. Оцифрован каждый градус от 0° до $360'$. Градусы разделены на 6 частей, значит *цена деления лимба* $10'$. Отсчет производится по штриху с точностью до 0,1 деления, то есть до $30''$.

a



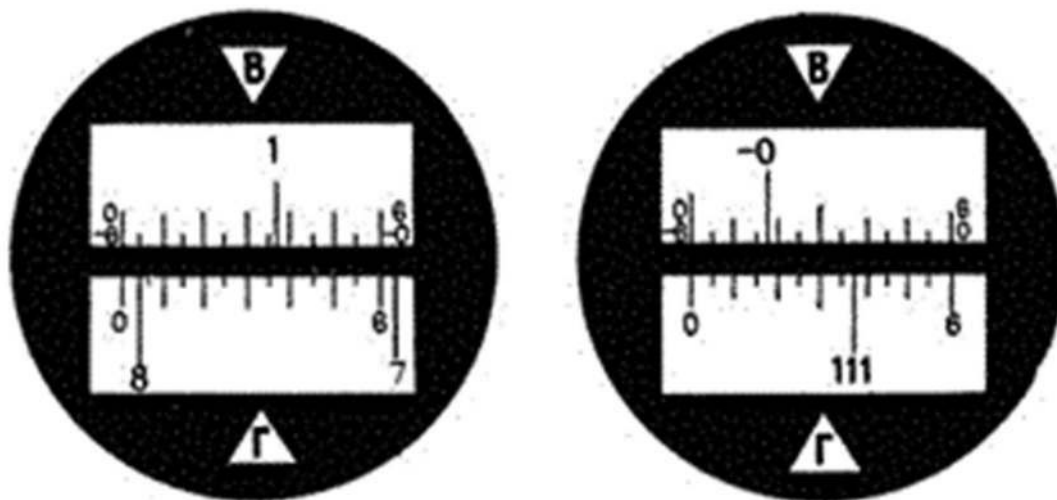
OO – основная ось вращения теодолита

VV – визирная ось зрительной трубы

SS – горизонтальная ось вращения зрительной трубы

UU – ось цилиндрического уровня

б



Отсчеты – гориз. круг $8^{\circ}04'$,
верт. круг $1^{\circ}36'$;

гориз. круг $111^{\circ}37'$, верт. круг $-0^{\circ}42,5'$.

Рис. 14. Внешний вид повторительного теодолита (а), поле зрения
отсчётного микроскопа (б)

Таблица 7

ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ ТЕОДОЛИТА 2Т30

№ п/п	Название	Назначение
1	Горизонтальный круг	Измерение горизонтальных углов
2	Закрепительный винт алидады	Закрепление алидады
3	Наводящий винт алидады	Точные перемещения зрительной трубы в горизонтальной плоскости
4	Закрепительный винт лимба	Закрепление лимба
5	Наводящий винт лимба	Точные перемещения лимба в горизонтальной плоскости
6	Объектив	Формирование изображения визирной цели
7	Крюк для отвеса	Подвешивание отвеса
8	Закрепительный винт трубы	Закрепление трубы

9	Наводящий винт трубы	Точные перемещения зрительной трубы в вертикальной плоскости
10	Кремальера	Четкое изображение визирной цели
11	Цилиндрический уровень	Приведение теодолита в рабочее положение, т.е. основной оси вращения теодолита в отвесное положение
12	Исправительные винты цилиндрического уровня	Исправление положения пузырька уровня (при выполнении юстировки)
13	Окуляр	Увеличение изображения цели
14	Подставка	Основание прибора
15	Подъемный винт (три штуки)	Приведение пузырька цилиндрического уровня в нуль-пункт
16	Головка штатива	Установка и закрепление теодолита
17	Становой винт	Закрепление теодолита на штативе
18	Зеркало подсветки	Освещение поле зрения микроскопа
19	Оптический визир	Приближенное наведение на визирную цель
20	Ориентир-буссоль	Измерение магнитного азимута
21	Окуляр микроскопа	Взятие отсчета по лимбам Г и В круга
22	Вертикальный круг	Измерение вертикальных углов
23	Сетка нитей	Точное наведение на визирную цель и взятие отсчета по рейке

5) наводящими винтами 3 и 9 алидады и трубы совместите перекрестие сетки с точкой визирования.

Внимание! Перед наведением зрительной трубы на другую точку необходимо ослабить винты 2 и 8 во избежание поломки прибора,

Теодолиты 2Т30П, 4Т30П снабжены шкаловым микроскопом (рис. 14, б), в поле зрения которого видны одновременно две неподвижных шкалы и деления вертикального В и горизонтального Г кругов. Каждая шкала длиной 60° разделена на 12 частей, поэтому цена деления шкал 5'. На горизонтальном круге нанесены и подписаны от 0° до 360° градусные деления,

на вертикальном круге также нанесены градусные деления, но применена так называемая секторная оцифровка (положительная и отрицательная). Цена деления Γ и B лимбов составляет 1° . Длина шкалы должна быть равна градусному делению лимба, в противном случае имеет место рен отсчётно-го приспособления, который исправляется в мастерской. Индексом для взятия отсчётов по Γ и B кругу служит его градусный штрих, расположенный в пределах шкалы. В нашем примере $B = +1^\circ 36'$, $\Gamma = 8^\circ 04'$. Точность отсчитывания можно повысить до $30''$, оценивая на глаз десятые части пятиминутных делений шкалы. Если бы в поле зрения микроскопа $2T30П$ был виден отрицательный градусный штрих -0° , то отсчет B был бы равен $-0^\circ 42,5'$.

Четкого изображения в поле зрения отсчётно-го микроскопа добиваются путем вращения трубочки $2I$ и подсветки зеркалом 18 .

4. Каждый студент измеряет один горизонтальный и один вертикальный угол с заполнением журнала измерения углов. Для этого установите теодолит на штативе в вершине измеряемого угла и приведите его в рабочее положение. Измерение горизонтального угла полным приемом выполните по следующей программе:

1) закрепите лимб и, действуя винтами $2, 3$ алидады и $8, 9$ трубы, наведите перекрестие сетки на правую точку 1 . Возьмите отсчет по горизонтальному кругу $156^\circ 47'$. Для контроля наводящим винтом 3 алидады сместите и вновь возвратите перекрестие сетки в точку 1 . Отсчитайте только минуты ($49'$) и выведите средний отсчет $156^\circ 48'$; действуя винтами $2, 3$ алидады и $8, 9$ трубы, наведите перекрестие сетки на левую точку 2 , произведите отсчёты по горизонтальному кругу, найдите среднее из отсчетов. Вычислите угол β из первого полуприёма как разность средних отсчётов на правую и левую точки.

Внимание ! Перед выполнением второго полуприема поверните лимб на $2-5^\circ$ путём вращения его наводящего винта 5.

2) переведите трубу через зенит и, действуя винтами 2 и 3 алидады и 8, 9 трубы, выполните второй полуприём по аналогии с первым. Вычислите значение угла $155^\circ 36'$ из второго полуприёма. Если первый отсчёт меньше второго, то прибавьте к первому отсчету 360° .

Расхождение значений горизонтальных углов в полуприёмах не должно превышать двойной точности отсчётного устройства $2t$.

3) Второй студент измеряет горизонтальный угол между теми же точками, но начинает измерения с точки 2. В сумме полученные первым и вторым наблюдателем углы должны дать 360° .

6. Измерение вертикального угла выполните следующим образом:

1) наведите перекрестие сетки на точку 1, возьмите отсчёт по вертикальному B кругу $6^\circ 42'$. Для контроля наводящим винтом 9 трубы сместите и вновь возвратите перекрестие сетки на точку 1 и отсчитайте по B кругу только минуты ($40'$). Выведите средний отсчет;

2) переведите трубу через зенит и все действия повторите при другом положении вертикального круга. Выведите средний отсчет - $6^\circ 39'$;

3) оставив трубу наведенной на точку, вычислите место нуля MO и угол наклона ϑ .

При вычислении угла наклона необходимо использовать следующие формулы:

$$MO = \frac{KL + KP}{2}.$$

$$\vartheta = KL - MO; \vartheta = MO - KP; \vartheta = \frac{KL - KP}{2}.$$

Внимание ! По этим трём формулам Вы должны получить одно и то же значение угла наклона.

Внимание! Если значение MO оказалось более $2t$, то его следует исправить (привести MO к нулю). Для этого, действуя наводящим винтом 9 трубы, установите на вертикальном круге отсчёт, равный по модулю вычисленному углу наклона (ϑ у нас $6^\circ 40'$). При этом перекрестие сетки сме-

стится с точки наводки. Вертикальными исправительными винтами сетки нитей возвратите её перекрестие в точку наводки.

Таблица 8

Журнал измерения углов

Теодолит 4Т30П № 94386

Дата 15 марта 2020г.

Измерял Скачкова Ю.В.

Вычислял Скачкова Ю.В.

№ станции	№, № точек визирова-	Положение вертик. кр.	Отсчеты по микрокопу			Средние отсчеты		Величина угла				Примечание
			1		2			из полу-приемов		средняя		
			°	'	"	°	'	°	'	°	'	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1	КЛ	156	47	49	156	48	155	37			
Т	2	КЛ	1	10	12	1	11					
	1	КП	155	02	00	155	01	155	36	155	36,5	
	2	КП	359	25	25	359	25					
Контроль: $\beta_1 + \beta_2 =$												
Измерение угла наклона												
	1	КЛ	6	42	40	6	41					
Т	1	КП	-6	39	39	-6	39			6	40	

Контрольные вопросы

1. Объясните *принцип* измерения горизонтального угла.
2. Перечислите *основные части* прибора для измерения углов.
3. Дайте определение *осей* и *плоскостей* теодолита.
4. Как определить *цену деления* лимба и *точность* отсчитывания по лимбу?
5. Порядок взятия отсчетов по *штриховому* и *шкаловому*
6. *микроскопам*?
7. Как *классифицируются* теодолиты по точности и по конструкции?
8. Что значит привести теодолит в *рабочее положение* и как это выполняется?
9. Объясните порядок измерения горизонтальных углов способом

приёмов.

10. Что такое *угол наклона* линии местности, его измерение и вычисление?

11. Что такое *место нуля*, порядок его определения и приведения к нулю?