

Лабораторная работа №12. Точные теодолиты и электронные тахеометры

Задание 1. Точные теодолиты

1. Изучить устройство, основные исследования и поверки теодолитов 2Т5К, 3Т5КП, Т2, 2Т2, 3Т2КП, ДТ5.
2. Исследовать рен отсчетного приспособления и выполнить поверки одного из теодолитов по указанию преподавателя.
3. Измерить направления способом круговых приемов.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ

Перед выполнением настоящего задания необходимо вспомнить устройство и поверки технических теодолитов, руководствуясь соответствующими указаниями для студентов 1-го курса.

При изучении точных теодолитов необходимо уяснить особенности их конструкции, поверок и юстировок, научиться быстро и уверенно снимать отсчеты по горизонтальным и вертикальным кругам всех указанных теодолитов, выполнять поверки и измерять углы.

Поверки и исследования конкретного теодолита выполняют двое студентов, однако результаты работы должны быть представлены каждым из них.

Измерение направлений способом круговых приемов производится четырьмя приемами. С одним прибором работают двое студентов. Каждый измеряет по два приема. К отчету прилагается журнал измерений со всеми приемами. Два приема, при выполнении которых данный студент был помощником наблюдателя и вел запись отчетов, должны быть представлены в оригинале. Два других, где он был наблюдателем, разрешается переписать у своего напарника.

Задание выполняется в часы лабораторных занятий по расписанию и в часы самоподготовки, установленные кафедрой. В письменном отчете по заданию обязательно должны быть представлены результаты исследований и поверок теодолита с указанием его номера, журнал измерения направлений способом круговых приемов и журнал измерения угла способом повторений. Зачет по заданию проводится в форме устного опроса и проверки умений студентов работать с теодолитами.

2. УСТРОЙСТВО ТОЧНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ТЕОДОЛИТОВ

Принципиальная схема точных теодолитов такая же, как и технических. Они включают следующие основные части: 1) рабочую меру (эталон), имеющую детали, нанесенные с высокой степенью точности (горизонтальный и

вертикальный круги); 2) осевую систему, т. е. систему приспособлений для ориентирования прибора относительно отвесной линии в данной точке (основная ось, уровни); 3) визирное приспособление; 4) отсчетное приспособление.

Согласно ГОСТу теодолиты обозначают буквой «Т» и числом, соответствующим средней квадратической погрешностью измерения угла одним приемом в лабораторных условиях. Цифра слева – номер модификации. Для теодолитов с компенсатором добавляется буква К, а с прямым изображением – буква П. Например, 3Т2КП расшифровывается так: третья модель теодолита с точностью 2 с компенсатором и прямым изображением зрительной трубы.

Современные точные теодолиты изготавливаются со стеклянными угломерными кругами в виде кольца, на котором нанесены деления с оцифровкой по ходу часовой стрелки. Цена деления лимба у теодолитов 2Т5К и 3Т5КП составляет 1° , у теодолитов 3Т2КП и др. $-20'$. Также к точным теодолитам можно отнести и электронные теодолиты со средней квадратической погрешностью угловых измерений 2-5". К ним относят FET 110, FOIF DT-202, Atlas t5, DT-5 и др. Электронные теодолиты не получили такого широкого распространения как оптические, но на производстве широко используются электронные тахеометры представляющие комбинацию электронного теодолита, лазерного дальномера и микро ЭВМ. Технические характеристики оптических теодолитов приведены в табл. 1, а электронных в табл.2.

Указанные теодолиты имеют цилиндрические вертикальные оси. Система осей неповторительная. У современных теодолитов наводящие и закрепительные устройства алидады и зрительной трубы соосны и снабжены механизмами закрепления куркового типа. Все точные теодолиты снабжены оптическими центрирами, расположенными в алидадной части.

В качестве визирных приспособлений применяются зрительные трубы с внутренней фокусировкой. Для предварительного наведения на визирные цели имеются коллиматорные визиры. Зрительные трубы теодолитов 2Т5К, 2Т2 отличаются тем, что сетка нитей в них закреплена неподвижно. Устранение коллимационной ошибки достигается поворотом клинового кольца, укрепленного в корпусе трубы. У теодолитов 3Т5КП и 3Т2КП кроме клинового кольца имеются юстировочные винты сетки нитей.

Таблица 1. Характеристики точных теодолитов.

Основные параметры	3Т2КП	2Т5К	3Т5КП
Средняя квадратическая ошибка измерения угла	2	5	5
Увеличение зрительной трубы, крат, не менее	30	27,5	30
Диаметр свободного отверстия объектива зрительной трубы, мм, не менее		38	
Наименьшее расстояние визирования, м, не более	1,5	1,5	1,5
Диаметры кругов, мм, не более			
горизонтального	90	90	90
вертикального	90	72	90
Цена деления лимба, угловые минуты	20	60	60
Цена деления оптического микрометра, угловые секунды	1	60	60
Цена деления уровня (на 2мм)			
При алидаде горизонтального круга	15	30	30
Масса теодолита, кг, не более	4,7	3,7	3,7
Диапазон работы компенсатора, угловые минуты	4	3,5	4
Точность компенсации, угловые секунды	1	2	2

В качестве отсчетных приспособлений в точных теодолитах используются оптические микрометры (ЗТ2КП) или шкаловые микроскопы (2Т5КП, 3Т5КП). Наиболее точным отсчетным приспособлением является оптический микрометр. Действие его основано на измерении доли деления лимба путем смещения изображения штрихов лимба специальными компенсаторами и измерения этого смещения с помощью шкалы микрометра.

С оптическими схемами и принципом действия оптических микрометров необходимо познакомиться по учебникам [1,2].

Для изучения и запоминания основных частей конкретных марок теодолитов рекомендуется пользоваться приведенными рисунками и кратким описанием. Более обширные сведения о точных теодолитах можно получить из литературных источников.

Теодолиты 2Т5К (рис. 1) и 3Т5КП (рис. 2) предназначены для измерения углов в геодезических сетях сгущения, съемочных сетях, для производства тахеометрических съемок и других работ. Сверху теодолита вместо ручки можно устанавливать светодалномер СТ5 для измерения расстояния с высокой точностью.

Теодолиты снабжены маятниковыми компенсаторами с призмой, которые обеспечивают автоматическое приведение отсчетного индекса к горизонту при отклонении вертикальной оси от отвесного положения в пределах $3'$ (2Т5К) и $4'$ (3Т5КП).

Средняя квадратическая ошибка измерения горизонтального угла одним приемом составляет $5''$, а вертикального $10''$. (После введения поправки за влияние эксцентриситета вертикального круга $5''$).

Отсчетным приспособлением теодолитов 2Т5К и 3Т5КП служит шкаловой микроскоп, состоящий из равномерной шкалы и микроскопа. Шкала содержит 60 делений. Видимый размер шкалы соответствует одному градусному делению лимба, поэтому цена деления шкалы равна $1'$. Отсчеты производятся с точностью до $0,1'$ по одной стороне горизонтального и вертикального кругов.

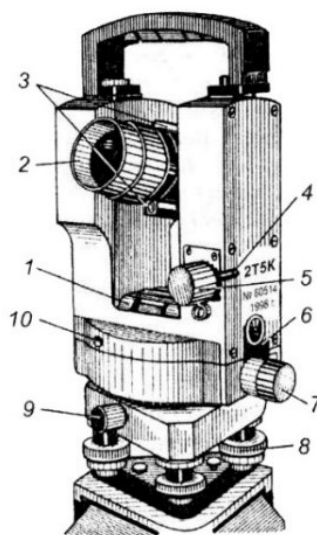


Рис. 1. Теодолит 2Т5К: а — общий вид: 1 — уровень; 2 — объектив; 3 — коллиматорный визир; 4 — зажимное устройство вертикального круга; 5 — наводящий винт вертикального круга; 6 — зажимное устройство горизонтального круга; 7 — наводящий винт горизонтального круга; 8 — подъемный винт; 9 — зажимной винт трегера (подставки); 10 — окно искателя горизонтального круга

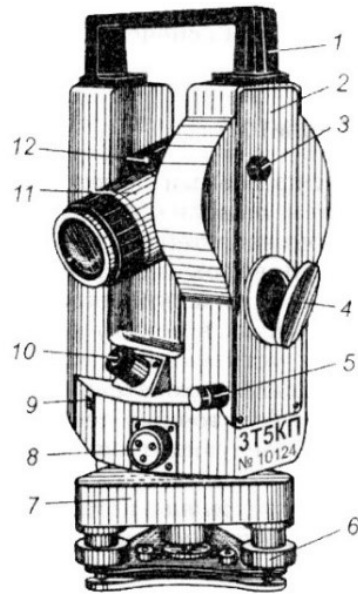


Рис. 2. Теодолит 3Т5КП: а — общий вид: 1 — ручка; 2 — боковая крышка; 3 — пробка; 4 — зеркало; 5 — установочный винт; 6 — подъемный винт; 7 — трегер (подставка); 8 — рукоятка перестановки горизонтального круга; 9 — окно искателя горизонтального круга; 10 — окуляр оптического центрира; 11 — зрительная труба; 12 — коллиматорный визир

Оцифровка вертикального круга выполняется по секторам от 0 до 75° и от -0 до -75°, что упрощает измерение углов наклона. Поле зрения шкалового микроскопа теодолита 2Т5К показано на рис. 3, а теодолита 3Т5КП - на рис. 4.

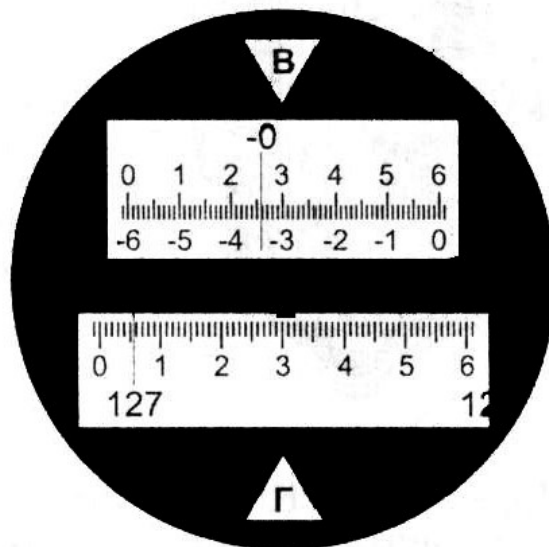


Рис. 3. Поле зрения шкалового микроскопа теодолита 2Т5К

Шкала для отсчетов по вертикальному кругу имеет двойную роспись делений. При отрицательных углах наклона перед градусными делениями стоит знак "-". У теодолита 2Т5К соответственно обозначены и деления шкалы. На рис. 3 отсчет по вертикальному кругу равен $-0^{\circ}34,2'$, по горизонтальному кругу $127^{\circ}06,5'$. У теодолита 3Т5КП по обе стороны шкал расположены математиче-

ские символы "+" и "-". Во время измерения углов одна пара символов оказывается открытой, а другая закрытой в зависимости от того, при каком положении круга производится измерение. Верхний знак относится к верхнему ряду цифр шкалы, а нижний - к нижнему.

В поле зрения отсчетного микроскопа содержится информация о том, при каком положении теодолита произведен отсчет: Л (круг слева) или П (круг справа). Однако в обоих случаях отсчеты по величине и знаку будут соответствовать измеренному вертикальному углу. (При измерениях теодолитом 2Т5К правильный знак будет при положении круг слева).

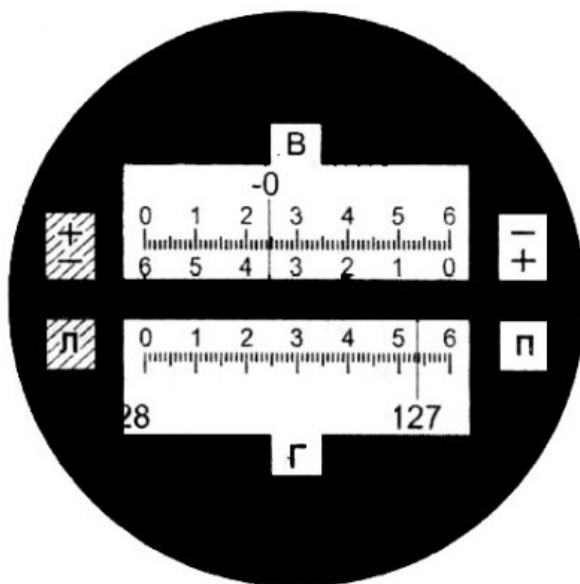


Рис. 4. Поле зрения шкалового микроскопа теодолита 3Т5КП

На рис. 4 отсчет по вертикальному кругу составляет $-0^{\circ}35,2'$, по горизонтальному $127^{\circ}53,6'$.

В отличие от 2Т5К теодолит 3Т5КП снабжен устройством для точной установки отсчета по горизонтальному кругу.

Теодолиты 3Т2КП (рис 5) используются при измерении углов в государственных сетях триангуляции и полигонометрии 3-го, 4-го классов, в сетях сгущения, в прикладной геодезии и других геодезических построениях. Точность измерения горизонтального угла одним приемом характеризуется средней квадратической ошибкой $3''$, для остальных $-2''$. Вертикальные углы (зенитные расстояния) измеряются со средней квадратической ошибкой $2,4''$.

Все точные теодолиты снабжены ориентир-буссолями и окулярными насадками. Последние применяются для удобства визирования на цели, расположенные под значительными углами к горизонту. Насадки снабжены откидными светофильтрами для визирования на Солнце. Для быстрой установки теодолита по заданному направлению имеются круги-искатели направлений.

У теодолита 3Т2КП горизонтальные и вертикальные круги одинаковые. Заимствованы они у его предшественника – теодолита 2Т2, в котором используются в качестве горизонтального круга. Теодолит снабжен устройством для приведения места зенита к нулю в полевых условиях.

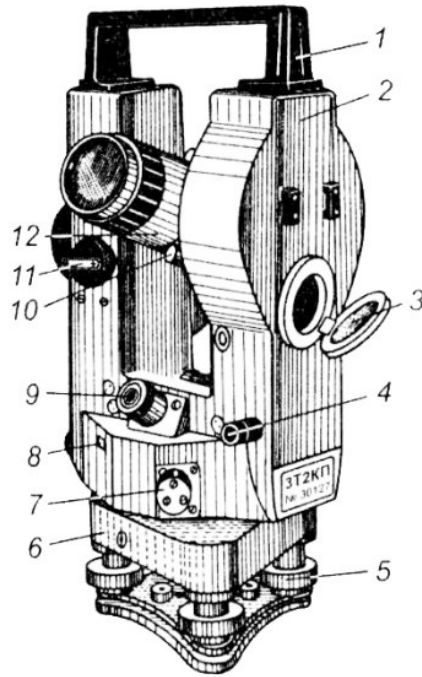


Рис. 5. Теодолит 3Т2КП: 1 — ручка; 2 — боковая крышка; 3 — зеркало; 4 — установочный винт; 5 — подъемный винт; 6 — подставка (трегер); 7 — рукоятка перестановки горизонтального круга; 8 — окно круга искателя; 9 — окуляр оптической центрира; 10 — кол-лиматорный визир; 11 — рукоятка переключателя оптических каналов угломерных кругов; 12 — зрительная труба

В качестве отсчетного устройства данного теодолита теодолитов применяются оптические микрометры. Отсчет берется с противоположных сторон угломерных кругов, что исключает влияние эксцентриситета на результат измерений.

Для снятия отсчета по горизонтальному кругу ручку переключателя изображений кругов нужно установить в горизонтальное положение.

Поле зрения отсчетного микроскопа теодолита 3Т2КП изображено на рис.6. В верхней половине большого окошка видно изображение штрихов основной стороны круга, а в нижней половине - противоположной ей стороны (горизонтальный круг имеет двойные штрихи). В малом окошке виден горизонтальный штрих-индекс и изображение штрихов шкалы микрометра. Чтобы снять отсчет по кругу, необходимо вращением рукоятки микрометра совместить изображения верхних и нижних штрихов круга, расположив их на продолжении друг друга. Число градусов и десятки минут отсчитываются в верхнем окне. При этом берется та цифра десятков минут, которая стоит под цифрой градусов. Единицы минут следует отсчитывать в малом окошке по левому ряду цифр, десятки секунд — там же, но по правому ряду цифр. Секунды и их доли отсчитываются по неподвижному индексу, имея в виду, что каждое малое деление шкалы соответствует 1". Совмещение штрихов наблюдается в среднем окне. На приведенном рис. 13 отсчет по горизонтальному кругу теодолита 3Т2КП равен $17^{\circ} 25' 25,9''$.

Аналогично производится отсчет по вертикальному кругу. При этом ручка переключателя изображений кругов должна находиться в вертикальном положении. В отличие от горизонтального круга деления на вертикальном круге одинарные. Перед отсчетом необходимо приводить на середину пузырек уровня при алидаде вертикального круга.

Следует иметь в виду, что этими теодолитами обычно измеряют не углы наклона, а зенитные расстояния. Зенитное расстояние – это угол, отсчитываемый от верхнего конца отвесной линии до направления на данную точку. Оно дополняет угол наклона до 90° . Местом зенита MZ называется отсчет по вертикальному кругу при установке визирной оси трубы в отвесное положение объективом вверх и пузырька уровня при алидаде вертикального круга на середину.

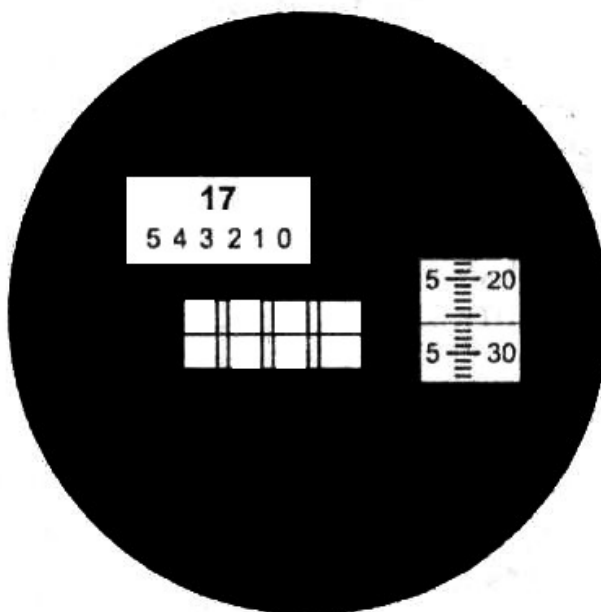


Рис 6. Поле зрения теодолита 3Т2КП.
Отсчет по горизонтальному кругу $17^\circ 25' 25,9''$

Формулы для вычисления зенитных расстояний имеют вид

$$Z = \frac{L - \Pi + 360^\circ}{2},$$

$$Z = L - MZ,$$

$$Z = MZ - \Pi,$$

$$MZ = \frac{L + \Pi - 360^\circ}{2}.$$

где Z – зенитное расстояние;

MZ – место зенита;

L и Π – отсчеты по вертикальному кругу слева и справа.

В необходимых случаях к MZ нужно прибавить 360° .

У электронных теодолитов используется система отсчета с оптико-электронным сканированием, позволяющая автоматизировать процесс угловых измерений и повысить приборную точность

Электронные теодолиты позволяют накапливать результаты измерений в памяти прибора с последующей их передачей в ЭВМ. Это позволяет автоматизировать процессы измерений и обработки результатов.

В электронных теодолитах применяются два типа АЦП, отличающиеся методом получения информации об угле в виде электрических сигналов. Эти

два метода получили название кодового и инкрементального. Последний часто называют цифровым или дигитальным.

При кодовом методе лимб, с которого считывается угловая величина, представляет собой кодовый диск. На нем нанесена система кодовых дорожек, состоящих из отдельных элементов типа «да – нет» (например, прозрачных и непрозрачных участков), обеспечивающих возможность создания сигналов 1 и 0 в двоичной системе при считывании. Расположение этих элементов таково, что они в определенном коде зашифровывают угловую величину. Каждая дорожка обычно соответствует определенному разряду в значении измеряемой угловой величины. При кодовом методе каждому угловому направлению (положению кодового диска) однозначно соответствует определенный кодированный выходной сигнал. Для считывания информации кодовый диск просвечивается световым пучком, который затем поступает на фотоприемное устройство, позволяющее получить на выходе различные комбинации электрических сигналов при изменении углового положения кодового диска. Таким образом, каждая комбинация соответствует определенному значению углового направления; далее электрические сигналы поступают в логические схемы обработки, осуществляющие декодирование и воспроизведение измеряемой величины в цифровом виде на табло.

На рис. 7 приведена принципиальная схема его углового преобразователя и показан измерительный кодовый диск.

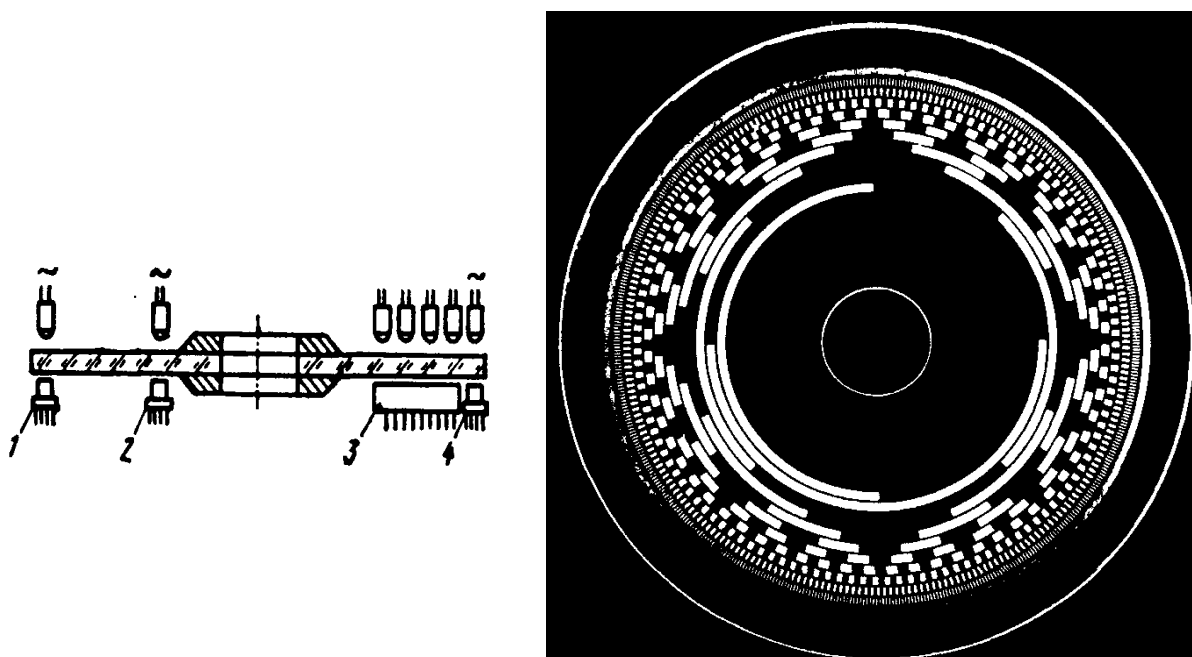


Рис. 7. Принципиальная схема углового преобразователя тахеометра и кодовый диск: 1,4- диаметрально расположенные считывающие системы точного отсчета (для устранения влияния эксцентриситета); 2 - считывающая система промежуточного (средней точности) отсчета; 3 - считывающая система грубого отсчета

Инкрементальный метод основан на использовании штрихового раstra – системы радиальных штрихов, наносимых на внешнем крае лимба или алидады через одинаковые интервалы. Плотность реестра может достигать сотен штрихов на 1 мм, что обеспечивает высокую точность измерений. Штрихи и интервалы между ними образуют последовательность элементов «да – нет»

которые в этом случае называют инкрементами. Угол поворота такого растрового круга оценивается по количеству инкрементов, прошедших через фиксированную точку. Считывание производится оптическим методом и количество прошедших инкрементов выражается числом импульсов света, поступающих на фотоприемник.

При инкрементальном методе определяются изменения углового положения круга, т.е. измеряются углы. При кодовом методе измеряются направления, а углы вычисляются как разность направлений. Для повышения точности считывания углов в обоих методах применяют интерполяторы.

Микропроцессоры в электронных теодолитах осуществляют функции управления, контроля и вычислений. На табло может выдаваться горизонтальные и вертикальные углы или зенитные расстояния. В электронных имеются микро ЭВМ (микрокомпьютеры) и данные могут не только выдаваться на табло, но также регистрироваться в запоминающемся устройстве, выводится на внешний накопитель или сразу обрабатывается в соответствии с заложенными в память программами. Характеристики некоторых распространенных моделей теодолитов приведены в табл. 2. а их внешний вид в виде одного из них на рис. 8.

Т а б л и ц а 2 . Технические характеристики электронных точных теодолитов.

Модель электронного теодолита	DT5	FOIF DT-202	PENTAX ETH-302	TEO Dis ERT 5
Телескоп	Прямое изображение			
Длина	155 мм			
Незатененная диафрагма объектива	45 мм		45мм	
Увеличение	30 х	30 х	30х	30х
Разрешающая способность	2.5 "	1	3"	1
Минимальное расстояние фокусировки	1.3 м	1.0	1.35м	1,1
Дисплей	2	1	1	1
Угловое измерение	360 °	360	360 °	360
Максимальное чтение (по выбору)	5 "/ 10"	1"	5"(1/5выбор)	1"(5выбор)
Точность (ДИН 18723)	10"	2"	2"	1"
Чувствительность уровня				
Плоский уровень	30 " на 2 мм		30 " / 2мм	30 " / 2мм
Круглый уровень	8 " на 2 мм		8 ' / 2мм	8 ' / 2мм
Оптический отвес			да	лазерный
Увеличение	3 х		3 х	
Диапазон фокусировки	От 0.5 м до ∞			
Электропитание	4 х 1,5 Вольт AA батареи		4хАА батареи	4хАА батареи
Продолжительность работы	15 часов	8	22-28 часов	20 часов
Температурный диапазон	От - 20 ° до + 50 °	-20+50	От - 20 ° до + 50	От - 20 ° до + 50
Масса	4.8 кг	4.8	4,6 кг	5,2 кг

Внешний вид электронного теодолита в целом аналогичен оптического теодолита. Отличие связано с системой снятия отсчетов. У электронных теодолитов снятие отсчетов с кругов происходит в автоматизированном режиме.

В связи с этим у них отсутствуют: зеркальце, иллюминатор круга искателя, оптический микроскоп, но имеется панель управления. Панель управления включает дисплей и клавиатуру.

Для работы с электронным теодолитом помимо центрирования и горизонтирования его необходимо включить нажав на кнопку ON. Перевести трубу через зенит. Если установка прибора выполнена верно (отсутствует наклон вертикальной оси) то на экране отобразится вертикальный угол. Если отображается надпись TILT то необходимо отгоризонтировать прибор или выполнить поверки уровней и компенсатора с последующим горизонтированием прибора. Для установления начального нулевого отсчета необходимо навестись на первую измеряемую точку и нажать OSET.

Методика выполнения угловых измерений аналогична методике работы с оптическими приборами.

Для детального изучения конкретной марки теодолита необходимо использовать паспорт прибора.



Рис. 8. Теодолит DT-5.

1- Винт ручки, 2- ручка, 3- объектив, 4- наводящий и закрепительный винты алидады, 5 – подъемный винт, 6- ручка-фиксатор трегера, 7- оптический центрир, 8 экран1, 9- кремольера, 10 – окуляр, 11 – коллиматорный визир, 12 экран 2, 13- круглый уровень, 14 цилиндрический уровень, 15 наводящий и закрепительный винт трубы.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОДОЛИТОВ

Исследование теодолитов включает: внешний осмотр и опробование, определение увеличения и угла поля зрения трубы, цены деления уровня, коэффициента нитяного дальномера, определение средней квадратической ошибки совмещения изображения штрихов лимба, определение рена оптического микрометра или шкалового микроскопа, исследование эксцентриситета алидады и др.

Настоящее задание предусматривает выполнение внешнего осмотра и опробование теодолита, а также определение рена оптического микрометра или шкалового микроскопа. Определение средней квадратической ошибки совмещения изображений штрихов лимба необходимо сделать по данным исследований рена оптического микрометра.

Исследование эксцентриситета алидады горизонтального круга теодолитов с односторонним отсчетным приспособлением выносятся на летнюю практику. Методика этих исследований с иллюстрацией на конкретном примере изложена в учебнике [1, с. 432-435].

Ниже даны методические указания по выполнению исследований, предусмотренных настоящим заданием.

3.1. Внешний осмотр и опробование

Двое студентов исследуют один из теодолитов.

В результате проведения внешнего осмотра необходимо установить соответствие теодолита следующим требованиям: полнота комплекта; отсутствие механических повреждений, влияющих на эксплуатационные свойства; чистота поля зрения отсчетного микроскопа, зрительной трубы и оптического центра, рабочих поверхностей угломерных кругов.

Опробование теодолита заключается в проверке взаимодействия узлов и устойчивости прибора на штативе.

Необходимо опробовать плавность вращения зрительной трубы, алидады горизонтального круга, наводящих винтов, кремальеры, диоптрийных колец окуляров зрительной трубы, микроскопа, оптического центра, подъемных винтов подставки, плавность движения окулярного колена центра.

Необходимо убедиться в работоспособности закрепительных винтов зрительной трубы, алидады горизонтального круга и подставки, механизма перевода горизонтального круга, компенсатора.

Для проверки подвижности маятника компенсатора и скорости его успокоения нужно слегка постучать по колонке теодолита, наблюдая изображение штрихов вертикального круга. Не позднее чем через 2 с после постукивания должна обеспечиваться возможность отсчитывания по вертикальному кругу.

Следует оценить четкость изображения штрихов лимба и отсчетных шкал в поле зрения микроскопа. Убедиться, что наилучшая их резкость достигается при одном положении окуляра без перефокусировки.

Для проверки устойчивости штатива и подставки теодолит нужно установить на штативе, вертикальную ось привести в отвесное положение и навести зрительную трубу на какой-либо предмет. Затем, приложив к головке штатива небольшое крутящее усилие в горизонтальной плоскости, сместить ви-

зирную ось с выбранной цели примерно на половину ширины биссектора. После снятия усилия вертикальный штрих сетки должен вернуться в исходное положение. Проверка проверяется при крутящем усилии противоположного направления. Если условие не выполняется, то следует потуже затянуть крепежные винты ножек штатива в шарнирах головки и башмаках.

Добившись устойчивости штатива, нужно аналогичным способом проверить устойчивость подставки (крутящие усилия прилагать к ней). В случае смещения точки с перекрестия нитей следует подтянуть гайки регулировки хода подъемных винтов, но не применяя слишком больших усилий при их закреплении.

Результаты исследований необходимо отразить в отчете.

3.2. Определение рена шкалового микроскопа

Рен шкалового микроскопа теодолитов 2Т5КП, 3Т5КП находят по формуле

$$r = 60' - b_i,$$

где 60 – теоретическое число делений шкалы, соответствующее одному делению лимба;

b_i - фактическое число делений шкалы, укладывающееся в одном делении лимба.

Для определения рена нужно совместить нуль шкалы с каким-либо штрихом лимба и сделать отсчет b_i по правому концу шкалы (рис. 9).

Измерения выполнять на разных частях лимба через 45 или 60°. Из всех значений рена вычислить среднее. По абсолютной величине оно не должно превышать для указанных теодолитов 0,05'. Если $r_{cp} > 0.05'$, прибор юстируют в мастерской или вводят поправки в отсчеты, которые необходимо рассчитать по формуле

$$\delta = N \frac{r_{cp}}{60},$$

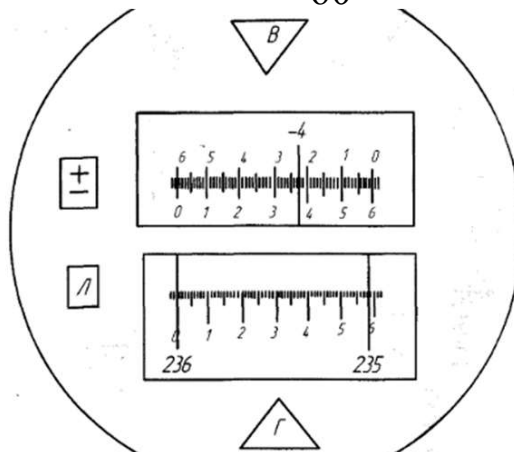


Рис. 9. Снятие отсчета b_i . $b_i = 58,5'$.

где N – отсчет по шкале в минутах.

Пример определения рена шкалового микроскопа теодолита 2Т5К приведен в табл. 3.

Таблица 3. Исследование рена шкалового микроскопа теодолита 2Т5К № 10341 (горизонтальный круг)

Установка алидады	Отсчет по шкале b_i	Рен $r_i = 60 - b_i$	Поправки за рен	
			Отсчеты по шкале N	Поправки в отсчеты
0°	60,2	-0,2	10	-0,02
45	60,1	-0,1	20	-0,05
90	60,2	-0,2	30	-0,07
135	60,1	-0,1	40	-0,09
180	60,2	-0,2	50	-0,12
225	60,0	0,0	60	-0,14
270	60,2	-0,2		
315	60,1	-0,1		

По этим данным имеем:

$$\sum r = -1,1$$

$$r_{cp} = \frac{\sum r}{n} = \frac{-1,1}{8} = -0,14'$$

4. ПОВЕРКИ ТОЧНЫХ ТЕОДОЛИТОВ

У точных теодолитов проверяется выполнение следующих основных условий: 1) ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита; 2) ось круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси теодолита; 3) визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна горизонтальной оси теодолита; 4) горизонтальная ось должна быть перпендикулярна вертикальной оси теодолита; 5) вертикальная нить трубы должна быть перпендикулярна горизонтальной оси теодолита (горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна вертикальной оси теодолита); 6) визирная ось оптического центра должна совпадать с вертикальной осью теодолита; 7) компенсатор теодолита 2Т5К должен обеспечивать неизменный отсчет по вертикальному кругу при наклоне вертикальной оси теодолита в пределах 3'.

Большинство проверок точных теодолитов выполняется так же, как и технических. Подробное описание первых пяти проверок, с которыми студенты уже знакомы, дано в методических указаниях по изучению технических теодолитов. Здесь необходимо обратить внимание на особенности выполнения третьей проверки теодолитов с односторонними отсчетными приспособлениями. Для выполнения проверки теодолит нужно установить в рабочее положение; навести крест сетки нитей на точку, которая расположена примерно на

одной высоте с теодолитом, и взять отсчет $KП_1$ по горизонтальному кругу; перевести трубу через зенит, навести на ту же точку и взять отсчет $KЛ_1$; открепить теодолит в треножнике, повернуть на 180° , после чего повторить наведение и взять отсчет $KП_2$ и $KЛ_2$. Коллимационная ошибка, вычисляемая по формуле

$$C = \frac{(KП_1 - KЛ_1 \pm 180^0) + (KП_2 - KЛ_2 \pm 180^0)}{4},$$

не должна превышать двойной величины ошибки отсчета.

Для ее устранения нужно вычислить исправленный отсчет $KЛ_2 + C$ и установить его на лимбе наводящим винтом алидады. В результате крест сетки нитей сойдет с выбранной точки. Открыв немного вертикальные винты сетки, боковыми юстировочными винтами нужно переместить сетку нитей до совпадения креста с точкой визирования. Поверку следует повторить и при необходимости уточнить юстировку, после чего умеренно затянуть вертикальные винты сетки.

Напомним, что у теодолитов 2Т2, 2Т5К сетка нитей отцентрирована и закреплена неподвижно. Устранение коллимационной ошибки достигается поворотом клинового кольца, расположенного посередине трубы, специальным ключом.

Поверку оптического центрира, расположенного в алидадной части прибора, выполнить следующим образом. Теодолит установить на штативе или кронштейне, под ним закрепить листок бумаги и отметить на ней проекцию оси центрира (центр кружка). Если условие выполнено, то при вращении алидады изображение отмеченной точки не должно выходить из пределов малой окружности. Юстировку производят путем перемещения окулярного колена центрира в плоскости боковой крышки теодолита. Делать это рекомендуется в присутствии преподавателя.

В теодолитах 2Т2, 2Т5К оптические центриры юстируют только в мастерских.

Поверку компенсатора у теодолитов Т5К, 2Т5К выполнить следующим образом. Теодолит установить на штативе или кронштейне с расчетом, чтобы один из подъемных винтов подставки располагался в направлении выбранной точки визирования. Привести ось вращения теодолита в отвесное положение, навести крест сетки нитей на точку и снять отсчет по вертикальному кругу.

Продолжая наблюдать в микроскоп, медленно вращать подъемный винт подставки до тех пор, пока не прекратится смещение изображения штриха вертикального круга относительно шкалы микроскопа. Взять второй отсчет по кругу. Разность отсчетов должна быть не менее $3'$. Аналогично проверить отклонение компенсатора в другую сторону, вращая винт в противоположном направлении. Если диапазон работы компенсатора окажется меньше $3'$, теодолит необходимо исправить в мастерской.

Затем нужно определить погрешность работы компенсатора: отгоризонтировать теодолит, навести зрительную трубу на цель и взять отсчет b_1 ; вращением подъемного винта, расположенного в коллимационной плоскости,

уменьшить отсчет на $3'$, а вращением наводящего винта трубы навести перекрестие сетки нитей на цель и взять отсчет b_2 ; подъемным винтом подставки наклонить теодолит в противоположную сторону на $3'$ (увеличить отсчет b_1 на $3'$), навести зрительную трубу на цель и взять отсчет b_3 . Если условие выполнено, то все три отсчета должны быть одинаковыми. При расхождении более $0,1'$ теодолит юстируют в мастерской.

Аналогично проверяется компенсатор теодолита ЗТ2КП. Более детальное выполнение этой поверки дается в паспорте прибора.

Задание 2. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА TRIMBLE M3

Цель задания: Изучить устройство прибора и научиться запускать симулятор прибора.

Порядок выполнения:

1. Изучение устройство прибора и его технических характеристик.
2. Запуск эмулятора и настройка прибора.

Приборы и оборудование:

1. Плакаты с устройством прибора.
2. Персональный компьютер.
3. Программное обеспечение симулятора прибора.

В результате выполнения лабораторной работы студент оформляет отчет, включающий экранные формы с результатами ввода исходных данных и расчетов тахеометром.

2.1. Устройство тахеометра Trimble M3

Одним из наиболее современных среди используемых в землеустроительных предприятиях приборов является электронный тахеометр Trimble M3. Тахеометр Trimble M3 относится к приборам среднего уровня сложности. Он создан на базе электронного тахеометра Nikon DTM352 (NPL352). В конструкцию Nikon DTM352 внесены изменения, связанные с поддержкой формата M5 фирмы Trimble. Также несколько изменились оптические характеристики прибора и убрана вторая панель управления.

Тахеометры Trimble серии M3 выпускаются в модификации с 5-секундной точностью измерения углов и с 3-секундной точностью. M3 предназначен для выполнения крупномасштабных топографических съемок, для создания сетей плано-высотного обоснования, для выполнения исполнительных съемок застроенных и застраиваемых территорий, для автоматизированного решения в полевых условиях различных геодезических и инженерных задач при помощи прикладных программ. Программное обеспечение этого тахеометра разработано так, чтобы обеспечить легкость освоения работы с этой моделью инструмента. Впоследствии эти знания можно использовать при переходе к другой модели с небольшим дополнительным обучением. Принцип работы со всеми тахеометрами одинаков, поэтому навыки, полученные при изучении данного

прибора фирмы Trimble, могут быть успешно применены и при работе с приборами других производителей.

Отличительные особенности прибора:

- Trimble M3 имеет программное обеспечение для топографии, выноса в натуру, приложения для решения задач координатной геометрии;
- дальномер может работать, как в стандартном режиме при измерении на призму, так и в безотражательном режиме;
- при включении безотражательного режима работы включается видимый лазерный указатель;
- безотражательный (DR) режим позволяет проводить измерения до недоступных объектов;
- возможность быстрой смены отражателя;
- Trimble M3 автоматически записывает измерения пикетов с сохранением их номеров и кода.

Результаты измерений и вычислений записываются в карту памяти. Передача данных осуществляется в форматах M5 и Nikon для дальнейшей обработки в специальном программном обеспечении.

В комплекте с прибором поставляется:

- Соединительный кабель DTm/PC;
- Соединительный кабель внешней батареи;
- Внешняя батарея;
- Зарядное устройства внутренней (основной) и внешней батарей.

Устройство электронных тахеометров и их внешний вид имеет много общего с устройством точных теодолитов (рис 1).

Основные характеристики прибора приведены в табл. 1. Прибор имеет отсоединяемую подставку (трегер) (21), что позволяет выполнять измерения по трехштативной системе. В тахеометрах данной серии используется трегер с трехточечным креплением системы WILD, являющийся сейчас стандартом для импортных приборов. Для отсоединения прибора от подставки необходимо ослабить головку зажима трегера (9).

Далее идет корпус с двумя колоннами. В одной из колонн расположен вертикальный круг, а во второй устанавливается аккумулятор (11).

Прибор имеет зрительную трубу с прямым изображением.

Закрепительные (13,15) и наводящие (12,14) винты прибора и трубы соосны в данной модели. Для снятия отсчетов у прибора имеется панель управления с жидкокристаллическим дисплеем и удобной клавиатурой из 25 кнопок (8). Более подробно панель управления представлена на рис 2, а назначение функциональных клавиш приведено в табл. 2. В качестве опции прибор может иметь вторую панель управления.

Прибор оснащен оптическим центриром (20), круглым (23) и цилиндрическим (7) уровнями. Прибор имеет двухосевой компенсатор, позволяющий компенсировать углы наклона до 3'. Для передачи данных прибор имеет специальный порт (18).



Рис. 1. Внешний вид прибора (а. со стороны панели управления, б. со стороны объектива.)
 1. Ручка для переноски. 2. Визир наводки. 3. Кремальера зрительной трубы. 4. Окуляр зрительной трубы. 5. Кольцо фокусировки. 6. Крышка пластины визирных нитей. 7. Цилиндрический уровень. 8. Экран Стороны-1 и клавиатура. 9. Головка зажима трегера. 10. Кнопка фиксатора батареи. 11. Батарея ВС-65. 12. Винт точной наводки по вертикали. 13. Закрепительный винт. 14. Винт точной наводки по горизонтали. 15. Закрепительный винт. 16. Метка о безопасности работы с лазером, прикрепленная под клавиатурой. 17. Объектив. 18. Разъем вывода данных /Подключения внешнего питания. 19. Марка горизонтальной оси. 20. Оптический центр. 21. Трегер. 22. Винты трегера. 23. Круглый уровень.













Рис. 2. Панель управления.

Таблица 2. Технические характеристики прибора

Параметр	Значение параметра
Температура окружающего воздуха, °С	от минус 20 до +50
Средняя квадратическая погрешность измерения одним приемом, не более:	
- горизонтального угла...	5" (1,5 мгон);
- вертикального угла (зенитного расстояния)	5" (1,5 мгон);
- наклонного расстояния	$(3 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм
- расстояния в безотражательном режиме	$(5 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм
Диапазон измерения:	
- горизонтального угла	от 0 до 360°;
- вертикального угла	от +45 до -45°;
- зенитного расстояния	от 45 до 135°
наклонного расстояния, м;	
- нижний предел	2 м
- верхний предел с 1 призмой	5000 м;
- верхний предел с 6 призмами	7500 м
Дальность измерений расстояний в безотражательном режиме	
(Kodak, 18%)	150 м
(Kodak, 90%)	200 м
Время получения результата измерения, с, не более	1,6
Зрительная труба	
- увеличение...	26 ^x
- диапазон визирования, м	от 1,5 до ∞
- изображение	прямое
Оптический центр	
-увеличение	2,9 ^x
-угловое поле	5°
-диапазон визирования, м	от 0,5 до ∞
Цена делений уровней:	
- цилиндрического	30"
- круглого	10'
Масса, кг, не более:	
- тахеометра с подставкой и кассетным источником питания	5,0
- отражателя однопризменного	0,5
Габаритные размеры тахеометра с подставкой и кассетным источником питания, мм, не более	173x347x168
Расстояние от опорной плоскости подставки до горизонтальной оси тахеометра при среднем положении подъемных винтов, мм	235
Высота вехи с отражателем, мм	от 1300 до 2250
Цена младшего разряда дисплея при измерении расстояния, мм	1
Объем карты памяти, Мбайт	1
Клавиатура, клавиш	25
Время непрерывной работы	
Непрерывное измерение углов и расстояний(режим с призмой)	6.5 часов
(безотражательный режим)	7.0 часов
Измерение углов/расстояний каждые 30 секунд (режим с призмой)	15 часов
(безотражательный режим)	16 часов
Непрерывное измерение углов	27 часов

Таблица 1 Функции клавиш

Клавиша	Назначение	Клавиша	Назначение
	Кнопка [Menu]. Служит для входа в главное меню тахеометра.		Кнопка [MEAS/ENT]
	Кнопка Trimble служит для открытия быстрого меню		Функциональные клавиши [F1] - [F4]
	Кнопка подсветки. Служит для включения и отключения подсветки и звуковых сигналов.		[<][>]Стрелка курсора влево, вправо. Сдвигает курсор влево (вправо) или удаляет символ, когда вы находитесь в режиме ввода.
	Кнопка [[PWR]. Кнопка включения и выключения прибора.		[^][v] Стрелки курсора вверх и вниз. Сдвигает курсор вверх и вниз в списке или меню. Также используется для перемещения в экране ГЛАВ (BMS).
	Кнопка [ESC].		Клавиши используются для ввода цифровых или буквенных символов. В этом примере нажмите клавишу, чтобы ввести [1], когда инструмент находится в режиме цифрового ввода, или нажмите клавишу один или несколько раз для ввода P, Q, R, или S заглавными или прописными символами.

2.2. Запуск симулятора и начальные настройки прибора

Для запуска программы необходимо войти в меню **Пуск** операционной системы → **Все программы** → **Trimble** → **Trimble simulator** → **PreM3 Russian**. В результате откроется окно следующего содержания (рис. 3).

Данное окно содержит стандартную строку меню программы, панель измерений прибора и поля для ввода результатов измерений.

Строка меню содержит 4 меню **File, View, Options, Help**. Меню **File** содержит 3 команды: **Copy to Clipboard, Save LCD image, Exit**. Первые 2 команды служат для передачи содержимого экрана прибора в буфер обмена операционной системы или в файл. В меню **View** содержится всего 1 команда – **Magnify**. Эта команда открывает увеличенное изображение LCD дисплея симулятора прибора в отдельном окне.

В меню **Options** можно указать единицы измерения углов, которые вводятся в соответствующие поля эмулятора. По умолчанию заданы градусы, минуты, секунды (**DMS**), но можно указать десятичные градусы (**Deg**), Гоны (**Gon**) и **Mil**. Также здесь можно указать способ измерения вертикальных углов: горизонтальные углы или зенитные расстояния. По умолчанию многие геодезические приборы выполняют измерения зенитных расстояний. Оставим это параметр без изменений.

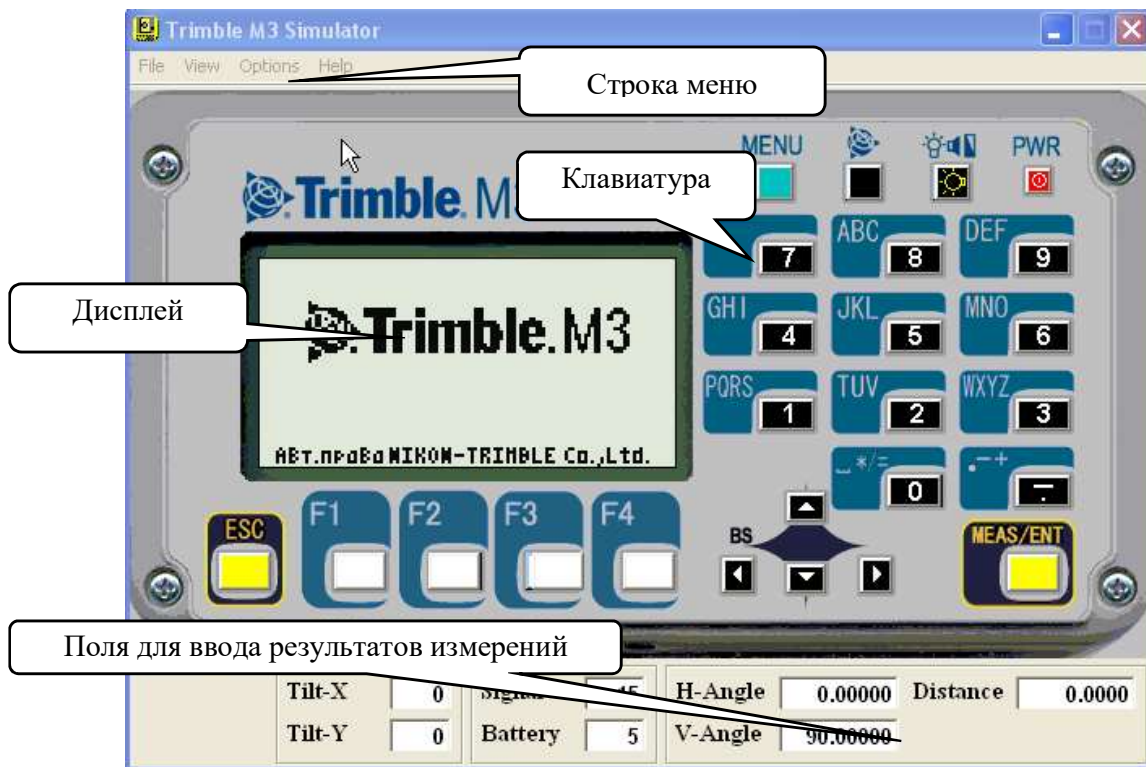


Рис. 3. Окно программы симулятора.

Следующий пункт в данном меню **Sound** позволяет подключить звуковое подтверждение нажатия клавиш.

Для передачи данных командой **Communication port** можно выбрать номер коммуникационного порта **COM1** или **COM2**. Этот выбор возможен если порт, принятый по умолчанию для передачи данных **COM1**, уже используется другой программой.

Можно настроить цвет содержимого дисплея для передачи в буфер обмена. Для этого можно воспользоваться командой **Clipboard color**. Эта команда позволяет задать светло-зеленый или белый цвет.

Последнее меню **Help** позволяет узнать версию программы.








После выполнения операций по инициализации прибора на экран выводится вопрос о записи текущих настроек. На этот вопрос ответить – да [F4]. В результате открывается главное окно тахеометра – окно измерений (рис. 4).



Рис. 4. Главное окно прибора




Нижняя строка выводит текущее значение команд, соответствующих кнопкам [F1]-[F4]. В нашем случае кнопке [F1] соответствует команда обнуления отсчета по горизонтальному кругу. [F2] служит для изменения единиц измерения с градусов на проценты. [F3] служит для решения специальных задач. Информацию о снимаемом пикете (вертикальный и горизонтальный угол, наклонную дальность, номер пикета, топографический код, высоту точки наведения, имя проекта), невозможно отобразить в одном окне. Поэтому она выводится в виде окон по 3-4 строки. Кнопка [F4] позволяет переходить между этими окнами.



В правой части экрана выводится информация о состоянии прибора (уровень сигнала, режим ввода, режим линейных измерений, режим подсветки, режим работы компенсатора и уровень заряда батареи).


Возможны 8 вариантов уровня сигнала:  – уровень 4 (максимальный),  – Уровень 3,  – Уровень 2,  – Уровень 1 (минимальный),  – если этот индикатор моргает, сигнал слишком сильный для измерений в режиме DR,  – Если этот индикатор моргает быстро - сигнал отсутствует.  Если этот индикатор моргает медленно - сигнал имеет низкий уровень. Если индикатор отсутствует, питание дальномера отключено




В нашем случае индикатор показывает максимальный уровень сигнала.

Индикатор режима ввода появляется только в том случае, когда вводятся точки или координаты.

Он отображает режим ввода данных:  – цифр,  – заглавных букв,  – прописных букв.

Индикатор режима DR/PR показывает текущий режим измерений. Во время измерений он моргает. Индикатор принимает 2 значения:  – безотражательные измерения,  – измерения на призму.

Когда подсветка включена, появляется индикатор . В нашем случае подсветка выключена и индикатор не отображается.

Когда автоматический компенсатор включен, появляется индикатор . Когда компенсатор выключен, индикатор не отображается. Уровень заряда батареи показывает уровень ее напряжения: от максимального – , до минимального – . Когда же индикатор заряда батареи начинает моргать, оставшегося уровня заряда хватит примерно на 10 минут. Если уровень заряда батареи станет критически низким, появляется сообщение о необходимости смены батареи.


Включим подсветку экрана прибора. Для этого нажмем на кнопку  в результате экран примет следующий вид (рис. 5).



Рис. 5. Меню настройки подсветки экрана и звуковых сигналов

Используя кнопки влево–вправо, можно включить подсветку. Используя кнопки вверх–вниз, можно выбрать настройку звуковых подтверждений нажатия клавиш или контрастности. При настройке контрастности, используя кнопки вверх-вниз, выставляется необходимое значение.

Всем командам меню соответствуют кнопки цифровой клавиатуры. Поэтому, для быстрого выбора соответствующего пункта меню можно использовать цифровую клавиатуру симулятора.

Также при работе с симулятором следует учитывать, что всем кнопкам в окне симулятора соответствуют кнопки клавиатуры компьютера. Это позволяет ускорить процесс ввода данных, перехода между меню. Здесь имеется прямое соответствие кнопок (←, →, ↓, ↑, ESC, F1-F4, 1-9). А для вызова меню используется кнопки:

- F5 – главное меню;
- F6 – быстрое меню;
- F7 – подсветка;
- F8 – выключение прибора.

Кнопке **MEAS/ENT** соответствует клавиша ←.

2.3. Создание проекта

Тахеометр Trimble M3 позволяет создавать несколько независимых файлов, в которых накапливаются результаты измерений. Это очень удобно, если необходимо выполнить измерения на нескольких объектах, а перебросить результаты измерений в перерывах между измерениями нет возможности. Прибор может одновременно работать не более, чем с 32 файлами проектов.

Для создания нового файла проекта необходимо войти в главное меню, нажав на клавишу **Menu**. Затем выбрать раздел **Проекты**, а в нем команду **Нов**. Курсор автоматически располагается на имени проекта. Необходимо используя клавиши 1-9, ввести имя проекта. Использование клавиш для ввода имени проекта аналогично использованию их в мобильных телефонах, т.е для ввода буквы А достаточно 1 раз нажать на клавишу 1, а для ввода буквы В – 2 раза. Для удаления неверно набранного символа необходимо использовать кнопку ←. Кроме клавиш на панели прибора при работе с симулятором можно использовать соответствующие кнопки на клавиатуре компьютера. Например, можно задать имя для файла – *Pioneer* (рис 6). После ввода имени необходимо нажать на кнопку **Meas/ent** и курсор автоматически перемещается в раздел угловых единиц.

Чтобы скопировать в отчет экранную форму, необходимо войти в меню **File** и выбрать команду **Copy to Clipboard**. Запустить текстовый редактор Word и вставить рисунок из буфера обмена.



Рис 6. Первое окно создания нового проекта

Угловые единицы оставить без изменений – ГМС. Отсчет по вертикальному кругу – *Зенит* (зенитные расстояния), отсчет азимута от севера. Нажатием **F4** перейти на вторую страницу создания файла. Здесь, используя кнопки **←** **→**, можно изменить единицы расстояний с метров на футы. Также можно изменить систему координат и порядок записи координат в файле. Температуру окружающего воздуха можно задавать в градусах Цельсия или Фаренгейта. В нашем случае нужно оставить стандартные настройки прибора без изменений (рис 7).

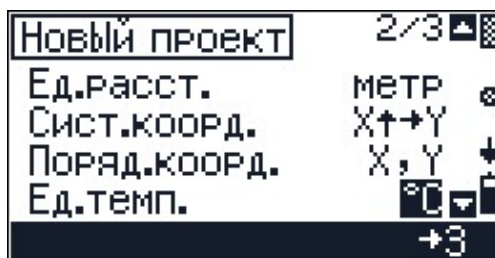



Рис 7. Второе окно создания нового проекта

Перейти на 3-ю страницу создания файла. Здесь можно указать единицы давления (миллиметры ртутного столба, дюймы ртутного столба, или гектопаскали), масштаб линейных измерений (коэффициент преломления воздуха), коэффициент поправки за кривизну и рефракцию. Также можно установить режим автоматического редуцирования измерений на уровень моря. В нашем случае, единицы измерения давления – гектопаскали. Масштабный коэффициент можно оставить равным 1.000000. Режим приведения измерений на уровень моря должен быть выключен (рис 8).









Рис 8. Третье окно создания нового проекта


Нажатием на клавишу  создать новый файл. После этого на вопрос о записи текущих настроек ответить – Да. В результате наших действий 9 первых строк файла заполнились данными о настройках проекта.

1.4. Завершение работы симулятора

Выключение симулятора необходимо выполнять в следующем порядке:

1. Нажать на кнопку  или нажать  на клавиатуре.
2. Нажать MEAS/ENT или на клавиатуре .
3. Нажать  или  .

При запуске симулятора открывается несколько окон, графическая оболочка, экран и консоль. Консоль это ядро программы. Разделение программы на ядро и оболочку имеет преимущества. Если при выполнении какой-либо операции случайно закрыто окно графической оболочки, а окно консоли не закрыто, то можно восстановить работу программы. Для этого следует заново запустить программу. В результате можно наблюдать полное восстановление работы симулятора. С какой командой работали – та и будет активна.

Если при завершении работы сразу выполнили пункт 3, минуя первые два, то для завершения работы ядра необходимо завершить работу консоли стандартным способом – .

З а д а н и е 3. НАСТРОЙКА ПРИБОРА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Цель задания: Подготовить прибор для выполнения топографической съемке.

Порядок выполнения:

1. Открытие своего рабочего проекта.
2. Определение места ноля и коллимационной ошибки.
3. Настройка прибора.
4. Настройка интерфейса.

Приборы и оборудование:

1. Персональный компьютер.
2. Программное обеспечение симулятора прибора.
3. Таблицы с исходными данными.

В результате выполнения лабораторной работы студент оформляет отчет, включающий экранные формы с результатами ввода исходных данных и расчетов тахеометром.

3.1. Открытие проекта

Запустить программу симулятор электронного тахеометра, тем же образом, как это было сделано на прошлом занятии. Войти в главное меню программы. Выбрать меню **Проекты**. В окне проекты выбрать команду **Открыть**. В результате откроется список проектов (рис.9).

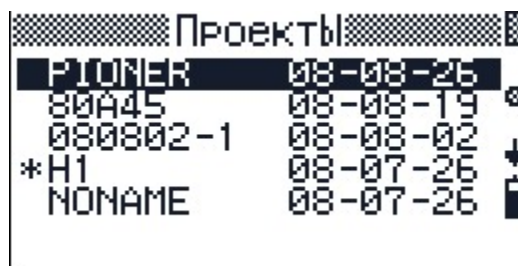


Рис 9. Открытие проекта.

Звездочкой слева от названия обозначен текущий проект. Используя кнопки вверх- вниз выбрать свой проект. Для подтверждения выбора необходимо нажать на кнопку **MEAS/ENT**.

После этого на вопрос о записи текущих настроек ответить **Нет**. Прибор вернется в главное окно системы – окно измерений.

3.2. Определение значения места нуля и коллимационной ошибки

Перед измерениями необходимо проверить: коллимационную ошибку место нуля, настройки прибора и настройки интерфейса.

Программу определения коллимационной ошибки можно запустить 2-ми способами. Первый способ: из главного меню **Menu** – **Юстировка**. Второй способ: из главного окна режима измерений перейти в 3 окно и, нажав **F3** (**Пров**), войти в меню **Проверка** (рис 10).



Рис. 10. Окно электронных уровней.

В данном окне можно запустить программу по определению коллимационной ошибки и место нуля, выполнить юстировку компенсатора или отключить компенсатор.

В нашем случае необходимо определить место нуля прибора и коллимационную ошибку прибора. Для этого нажать на клавишу **F1** (**С/МО**).

В открывшемся окне показано текущее значение коллимационной ошибки и место нуля.



Рис. 11. Текущие значения место нуля и коллимационной ошибки.

В поле **H-Angle** и **V-Angle** необходимо ввести результаты измерений при круге лево. Результаты измерений взять из табл. 3 в соответствии с вариантом. Нажимать на кнопку **MEAS/ENT**. Далее ввести значения отсчетов при круге право. После ввода каждого измерения система сразу показывает разности отсчетов при круге лево и круге право по горизонтальному и вертикальному кругам. Так по нулевому варианту получились следующие результаты.

Т а б л и ц а 3. Исходные данные для определения коллимационной ошибки и места ноля.

Вариант	Круг лево		Круг право	
	H-Angle	V-Angle	H-Angle	V-Angle
0	0 01 05	90 00 05	180 00 51	270 00 01
1	1 00 48	90 04 24	181 00 58	269 55 59
2	2 02 24	89 15 35	182 01 56	270 44 51
3	3 02 48	87 36 58	183 02 27	272 22 50
4	4 03 52	87 31 56	184 04 21	272 28 16
5	5 05 15	88 09 14	185 04 58	271 50 35
6	6 06 01	88 09 37	186 06 22	271 50 33
7	7 07 01	91 13 01	187 07 14	268 47 09
8	8 08 10	92 05 23	188 07 32	267 54 37
9	9 09 12	92 59 52	189 09 13	266 59 46
10	10 10 05	94 01 51	190 10 13	265 57 52
11	11 11 22	90 58 45	191 11 19	269 01 14
12	12 12 05	89 46 48	192 12 30	270 12 41
13	13 13 27	90 44 55	193 13 05	269 15 03
14	14 14 23	88 23 07	194 14 04	271 36 28
15	15 15 18	86 46 17	195 15 31	273 13 53
16	16 16 24	85 59 26	196 16 41	274 00 33
17	17 17 27	86 37 04	197 17 14	273 23 05
18	18 18 08	83 21 49	198 18 11	276 38 05
19	19 19 38	85 44 28	199 19 03	274 15 48
20	20 20 39	92 51 45	200 20 33	267 07 42
21	21 21 11	94 05 36	201 21 32	265 54 01
22	22 22 38	94 54 47	202 22 38	265 05 22
23	23 22 54	87 59 03	203 23 10	272 01 15
24	24 24 35	87 54 24	204 24 19	272 05 05
25	25 25 12	91 39 13	205 25 15	268 20 02



Рис. 12. Разности отсчетов.

После повторного нажатия на **MEAS/ENT** прибор показывает старые новые значения С и МО. Нам предлагается повторить измерения – **[F1]**, сохранить старые – **[F2]** или принять новые – **[F4]**.

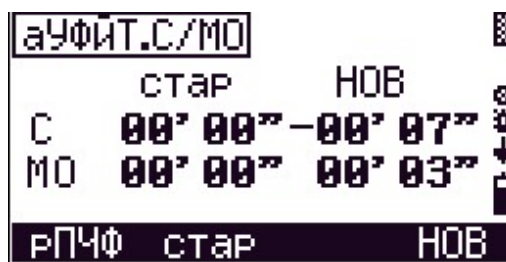


Рис. 13. Новые значения места ноля и коллимационной ошибки.

Если старые и новые значения практически не отличаются друг от друга, то можно принять старые. Если старые и новые значения отличаются больше двойной точности прибора, то рекомендуется повторить измерения, чтобы исключить вероятность ошибки при выполнении поверки. В нашем случае нужно принять новые значения место ноля и коллимационной ошибки.

3.3. Настройка прибора.

Для настройки прибора необходимо, нажав кнопку **Menu**, выбрать меню **Настройки**. Первое что можно настроить в этом меню это параметры измерений углов. Для этого необходимо войти в меню **УГЛЫ**. Здесь можно указать единицы и точность представления результатов измерений, направление начала отсчета по вертикальному и горизонтальному кругам, параметр инициализации горизонтального круга (рис. 14).

Варианты округления результатов измерений в зависимости от принятых единиц измерения представлены в табл.4.

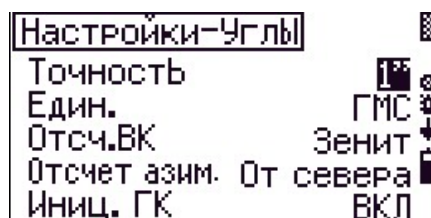


Рис. 14. Окно настройки режима измерения углов.

Т а б л и ц а 4. Единицы измерения углов и параметры округления углов

Единицы измерения	Параметры округления отсчета		
	1''	5''	10''
ГМС	0,0002	0,001	0,001
градусы	0,2 mg	1	5
mil	0,01 M	0.1M	0.5M

В пункте меню **Отсч.ВК** можно задать параметры отсчета по вертикальному кругу: зенитные расстояния, углы наклона, или превышения.

Азимуты можно также отсчитывать от северного направления или от южного. В нашем случае оставляем **Отсчет азим. – От севера**.

Последний пункт в данном меню **Иниц.ГК**. При установленном значении **ВКЛ** в этом пункте необходимо инициализировать горизонтальный угол (поворотом алидады) каждый раз при инициализации вертикального угла (при включении инструмента). При выполнении этого действия направление азимута сохранится после перезагрузки инструмента.

Разобравшись с меню **Углы**, выйти в меню **Настройки инструмента**. Для этого необходимо нажать **[ESC]**. Следующий пункт, с которым придется иметь дело это **Расст.** Войти в него – **[F4]** (рис 15).

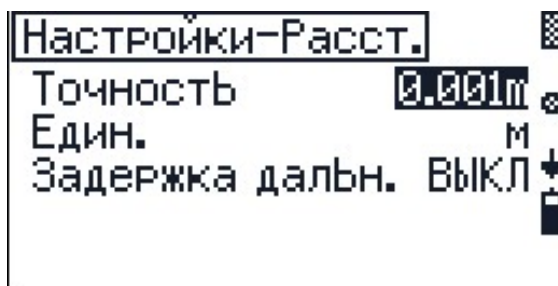


Рис. 15. Настройка режима измерения расстояний.

В этом окне указывается точность представления результатов. В метрической системе (0,001, 0,005, 0,01). Также можно выбрать единицы измерений метры, футы США и международные футы. И последний пункт – это задержка дальномера (*ВЫКЛ, 10 сек, 30,сек*). Оставить параметры в данном меню без изменений.

Меню **Сист.Коорд.** и **Единицы** служат для изменения параметров системы координат и единиц измерения давления и температуры. Меню **Отключение** отвечает за настройку функций энергосбережения. В меню **Часы** можно настроить системное время прибора.

В меню **Разное** настраиваются параметры клавиатуры при вводе номера и кода точки. Здесь можно по умолчанию задать назначение значение клавиш числовое или символьное. Номера пикетов лучше задавать числом, а код – символами.

2.4. Настройка параметров файла для сохранения результатов.

Для настройки параметров файла, нажав кнопку **Menu**, выбрать **Интерфейс**. Первая настройка, которую необходимо выполнить это **Запись**. Здесь имеется 3 варианта:

- MEM/1 – запись измеренных значений;
- MEM/2 – запись вычисленных значений;
- MEM/3 – запись измеренных и вычисленных значений величин.

Наиболее универсальным вариантом является MEM/3. Но в этом случае для записи требуется в 2 раза больше памяти на одно измерение. И когда необходимо снять много пикетов используют первый или варианты. Оставим без изменений значение параметра – MEM/3.

Второй пункт настройки также называется **Запись**. Здесь уславливается режим записи – записывать в память все измерения или требовать подтверждения. По умолчанию используем – *Все*.

Настройка записи.

Сначала необходимо выбрать формат записи. Прибор поддерживает 2 формата Nikon RAW и M5. Выбрать – *M5*. Также необходимо указать Четность –None. Нажатием кнопок **Вверх** – **Вниз** или **MEAS/ENT** перейти на вторую страницу, где указывается скорость передачи данных и позиции, с которой считываются код и номер точки. Это очень важные параметры поэтому следует оставить их без изменений.