

Лабораторная работа № 16

РАБОТА С ЭЛЕКТРОННЫМИ ТАХЕОМЕТРАМИ И НИВЕЛИРАМИ

Задание 1. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА TRIMBLE M3

Цель задания: изучить устройство прибора и научиться настраивать прибор для работы.

Порядок выполнения.

1. Изучение устройства прибора и его технических характеристик.
2. Запуск симулятора и настройка прибора.
3. Создание проекта.
4. завершение работы симулятора
- 5.Открытие своего рабочего проекта.
6. Определение места ноля и коллимационной ошибки.
7. Настройка прибора.
8. Настройка параметров для сохранения результатов.

Приборы и оборудование.

1. Электронный тахеометр .
2. Персональный компьютер.
3. Программное обеспечение симулятора прибора.

1.1. 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. Они предназначены для выполнения крупномасштабных топографических съемок, создания сетей плано-высотного обоснования, выполнения исполнительных съемок застроенных и застраиваемых территорий, автоматизированного решения в полевых условиях различных геодезических и инженерных задач при помощи прикладных программ. Программное обеспечение данного 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 устройство внутренней и внешней батарей.

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

Прибор имеет отсоединяемую подставку (трегер) 21, позволяющую выполнять измерения по трешштативной системе. В тахеометрах данной серии используется трегер с трехточечным креплением системы WILD, являющийся 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 8 с жидкокристаллическим дисплеем и удобной клавиатурой из 25 кнопок. Более подробно панель управления представлена на рис. 2, а назначение функциональных клавиш приведено в табл. 1. Основные характеристики прибора приведены в табл. 2.

Таблица 1. **Функции клавиш**

Клавиша	Назначение	Клавиша	Назначение
	Служит для входа в главное меню тахеометра		Служит для выполнения измерений и подтверждения вводимых значений
	Служит для открытия быстрого меню		Функциональные клавиши [F1] – [F4]
	Служит для включения и отключения подсветки и звуковых сигналов		Сдвигает курсор влево или вправо или удаляет символ, когда вы находитесь в режиме ввода
	Служит для включения и выключения прибора		Сдвигает курсор вверх и вниз в списке или меню. Также используется для перемещения в экране ГЛАВ (BMS)
	Отменяет текущую операцию		Используется для ввода цифровых или буквенных символов. В данном примере, чтобы ввести цифру 1, необходимо нажать на эту клавишу один раз, когда инструмент находится в режиме цифрового ввода. Чтобы ввести буквы P, Q, R или S, необходимо нажать несколько раз



a

Рис. 1. Внешний вид прибора: *a* – 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 и клавиатура; 9 – головка зажима трегера; 10 – кнопка фиксатора батареи; 11 – батарея BC-65; 12 – винт точной наводки по вертикали;



б

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

Таблица 2. Технические характеристики прибора

Параметр	Значение параметра
Температура окружающего воздуха, °С	От -20 до +50
Средняя квадратическая погрешность измерения одним приемом, не более: горизонтального угла вертикального угла (зенитного расстояния) наклонного расстояния расстояния в безотражательном режиме	5" (1,5 мгон) 5" (1,5 мгон) ($3+2 \times 10^{-6} D$) мм ($5+2 \times 10^{-6} D$) мм
Диапазон измерения: горизонтального угла вертикального угла зенитного расстояния	От 0 до 360° От +45 до -45° От 45 до 135°
Наклонного расстояния, м: нижний предел верхний предел с 1 призмой верхний предел с 6 призмами	2 м 5000 м 7500 м
Дальность измерений расстояний в безотражательном режиме: Kodak, 18% Kodak, 90%	150 м 200 м
Время получения результата измерения, с, не более	1,6
Зрительная труба: увеличение диапазон визирования, м изображение	26 \times От 1,5 до ∞ Прямое
Оптический центрир: увеличение угловое поле диапазон визирования, м	2,9 \times 5° От 0,5 до ∞
Цена делений уровней: цилиндрического круглого	30" 10'
Масса, кг, не более: тахеометра с подставкой и кассетным источником питания отражателя однопризменного	5,0 0,5
Габаритные размеры тахеометра с подставкой и кассетным источником питания, мм, не более	173×347×168
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, клавиши	25
Время непрерывной работы: непрерывное измерение углов и расстояний: режим с призмой безотражательный режим Измерение углов и расстояний каждые 30 секунд: режим с призмой безотражательный режим Непрерывное измерение углов	6,5 ч 7,0 ч 15 ч 16 ч 27 ч



Рис. 2. 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.

В качестве опции прибор может иметь вторую панель управления. Занятие проводится с самим прибором и с симулятором для изучения меню каждым студентом.

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

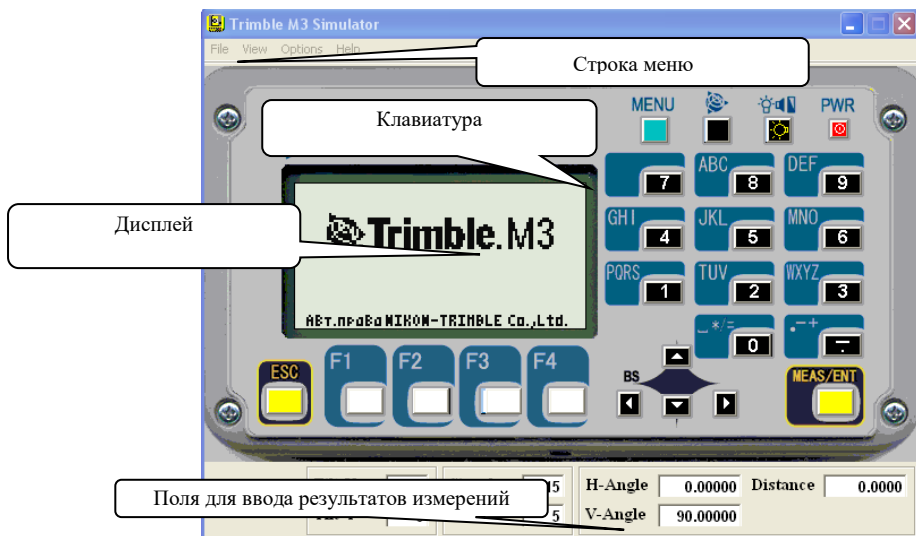


Рис. 3. Окно программы симулятора

В меню **Options** можно указать единицы измерения углов, которые вводятся в соответствующие поля симулятора. 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 этот параметр без изменений.

Следующий в данном меню пункт **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, нажав на кнопку **Ⓢ** (**Да**). В результате открывается главное окно тахеометра – окно измерений (рис. 4).



Рис. 4. Главное окно прибора

Нижняя строка выводит текущее значение команд, соответствующих кнопкам ③ – ⑥. В нашем случае кнопке ③ соответствует команда обнуления отсчета по горизонтальному кругу. Кнопка ④ служит для изменения единиц измерения с градусов на проценты, ⑤ – для решения специальных задач. Информацию о снимаемом пикете (вертикальный и горизонтальный углы, наклонная дальность, номер пикета, топографический код, высота точки наведения, имя проекта) невозможно отобразить в одном окне. Поэтому она выводится в виде нескольких окон по 3–4 строки. Кнопка ⑥ 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 восемь 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 дальномеров 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 два 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).

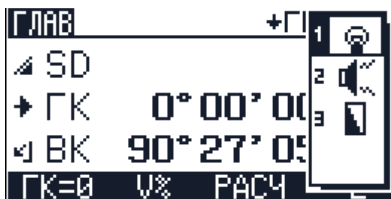



Рис. 5. Меню настройки подсветки экрана и звуковых сигналов

Используя кнопки **влево-вправо**, можно включить подсветку. Используя кнопки **вверх-вниз**, можно выбрать настройку звуковых подтверждений нажатия клавиш или контрастности. При настройке контрастности с использованием 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 клавиши клавиатуры компьютера. Это позволяет ускорить процесс ввода данных, перехода между меню. Здесь имеется прямое соответствие кнопок (6, 4, 5, 8, ?, 3 – 6, 4, 5, 8, 3 – 6, 4, 5, 8, 3). А для вызова меню используются следующие клавиши:

- ⑦ – главное меню;
- ⑧ – быстрое меню;
- ⑨ – подсветка;
- ⑩ – выключение прибора.

Кнопке **MEAS/ENT** соответствует клавиша .

1.3. 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 расположится на имени проекта. Необходимо, используя клавиши –, ввести имя проекта. Использование клавиш для ввода имени проекта аналогично использованию их в мобильных телефонах, т. е. для ввода буквы А достаточно один раз нажать на клавишу , а для ввода буквы В – два раза. Для удаления неверно набранного символа необходимо использовать кнопку 6. Кроме клавиш на панели прибора при работе с симулятором можно использовать соответствующие кнопки на клавиатуре компьютера. Например, можно задать имя для файла – *Pioner* (рис. 6). После

ввода имени необходимо нажать на кнопку **MEAS/ENT** и курсор автоматически переместится 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.

Угловые единицы оставить без изменений – ГМС. Отсчет по вертикальному кругу – *Зенит* (зенитные расстояния), отсчет азимута – *Север*. Нажатием на кнопку **6** перейти на вторую страницу создания файла.

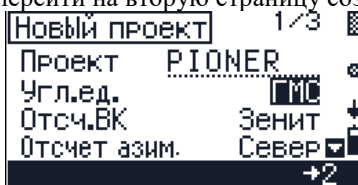


Рис. 6. Первое окно создания нового проекта

Здесь, используя кнопки **6** **4**, 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).

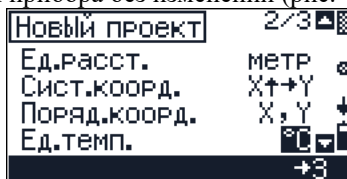


Рис. 7. Второе окно создания нового проекта

Перейти на третью станицу 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 единица измерения давления – гектопаскаль. Масштабный коэффициент можно оставить равным 1.000000. Режим приведения измерений на уровень моря должен быть выключен (рис. 8).

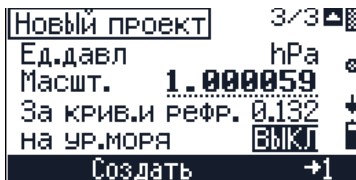


Рис. 8. Третье окно создания нового проекта


Нажатием на клавишу ④ создать новый файл. После этого на вопрос о записи текущих настроек ответить – **Да**. В результате наших действий девять первых строк файла заполнились данными о настройках проекта.

1.4. Завершение работы симулятора

Выключение симулятора необходимо выполнять в следующем порядке:

1. Нажать на кнопку **PWR** или ⑩ на клавиатуре.
2. Нажать на кнопку **MEAS/ENT** или ⑤ на клавиатуре.
3. Нажать на кнопку  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 – .

1.5. Открытие проекта

Запустить программу симулятора электронного тахеометра тем же образом, как при выполнении задания 1. Войти в главное меню программы. Выбрать меню **Проекты**. В окне **Проекты** выбрать команду **Открыть**. В результате откроется список проектов (рис. 9).

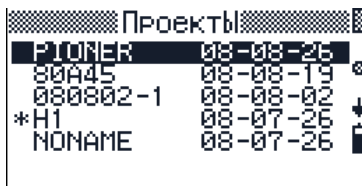


Рис. 9. Открытие проекта

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.

1.6. Определение значения места ноля и коллимационной ошибки

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

Программу определения коллимационной ошибки можно запустить двумя способами. Первый способ: из главного меню **Menu** – **Юстировка**. Второй способ: из главного окна режима измерений перейти в третье окно и, нажав кнопку **Ⓢ (Пров)**, войти в меню **Проверка** (рис. 10).

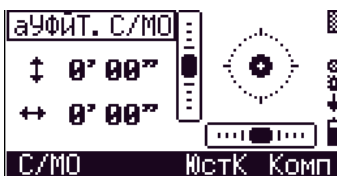


Рис. 10. Окно электронных уровней

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

В нашем случае необходимо определить место ноля прибора и коллимационную ошибку прибора. Для этого нажать на кнопку **Ⓢ (С/МО)**. В открывшемся окне показано текущее значение коллимационной ошибки и места ноля (рис. 11).



Рис. 11. Текущие значения места ноля 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. Нажать 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 (рис. 12).

Таблица 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

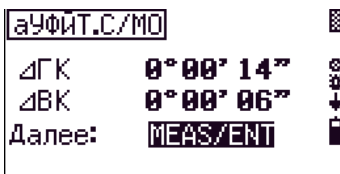


Рис. 12. Разности отсчетов

После повторного нажатия на кнопку **MEAS/ENT** прибор показывает старые и новые значения С и МО (рис. 13). Нам предлагается повторить измерения – ③, сохранить старые – ④ или принять новые – ⑤.

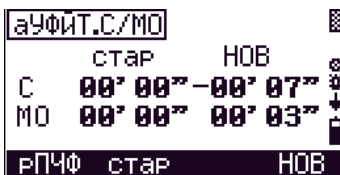


Рис. 13. Новые значения места ноля и коллимационной ошибки

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 места ноля и коллимационной ошибки.

1.7. 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.

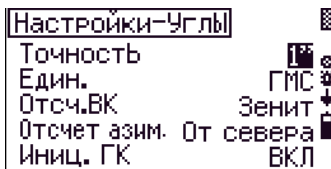


Рис. 14. Окно настройки режима измерения углов

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

Таблица 4. Единицы измерения углов и параметры округления углов

Единицы измерения		Параметры округления отсчета	
ГМС	1"	5'	10'
Градусы	0,0002	0,001	0,001
Гоны	0,2 mg	1	5
Mil	0,01 M	0.1M	0.5M

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 на кнопку **?**. Следующий пункт, с которым придется иметь дело, это **Расст.** Войти в него – **Ⓞ** (рис. 15).

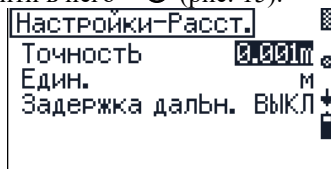


Рис. 15. Настройка режима измерения расстояний

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 дальногомера (*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 клавиш числовое или символьное. Номера пикетов лучше задавать числом, а код – символами.

1.8. Настройка параметров файла для сохранения результатов

Для настройки параметров файла, нажав кнопку **Menu**, выбрать **Интерфейс**. Первая настройка, которую необходимо выполнить, это **Запись**. Здесь имеется три 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 два раза больше памяти на одно измерение. Когда необходимо снять много пикетов, используют первый или второй варианты. Оставим без изменений значение параметра MEM/3.

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

Настройка записи. Сначала необходимо выбрать формат записи. Прибор поддерживает два формата: Nikon RAW и M5. Выбрать – *M5*. Также необходимо указать четность – *None*. Нажатием кнопок **вверх-вниз** или **MEAS/ENT** перейти на вторую страницу, где указываются скорость передачи данных и позиции, с которых считываются код и номер точки. Это очень важные параметры, поэтому следует оставить их без изменений.

Задание 2. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОННОГО Нивелира TRIMBLE DINI

Цель задания: изучить устройство прибора и научиться настраивать прибор для работы.

Порядок выполнения.

1. Изучение принципа работы прибора.
2. Изучение устройства цифрового нивелира Trimble DiNi 07
3. Порядок измерений при нивелировании
4. Одиночные измерения без привязки к опорному реперу

Приборы и оборудование.

1. Электронный Нивелир в комплекте со штрихкодовой рейкой.

2.1. Изучение принципа работы прибора

При использовании цифровых (кодовых) нивелиров достигается наибольшая степень автоматизации процесса геометрического

нивелирования. Особенностью цифрового нивелира, как отмечалось ранее, является наличие электронного датчика, позволяющего автоматически снимать отсчеты по специальной штрих-кодовой рейке, определять расстояние до реек, вычислять превышения и отметки точек нивелирного хода. Рассмотрим принципиальную схему электронного нивелира на примере цифровых нивелиров DiNi фирмы Trimble (США). Аналогичную схему и технические характеристики имеют цифровые нивелиры и других фирм (Sokkia, Topcon и др.). Все цифровые нивелиры являются самоустанавливающимися и высокоточными.

Измерения DiNi можно выполнять как электронным методом с автоматическим считыванием отсчетов по кодовым рейкам, так и визуальным методом с использованием реек РН-3, т. е. как оптическим нивелиром. В последнем случае отсчеты снимают по метрической стороне рейки и вводят в память прибора вручную.

Автоматическое снятие отсчетов обеспечивается с помощью специального приемного устройства, в качестве которого в нивелире использована (рис. 16) ПЗС-матрица (прибор с зарядовой связью), специализированная аналоговая интегральная микросхема, состоящая из светочувствительных фотодиодов; она размещается в плоскости изображений, создаваемых зрительной трубой.

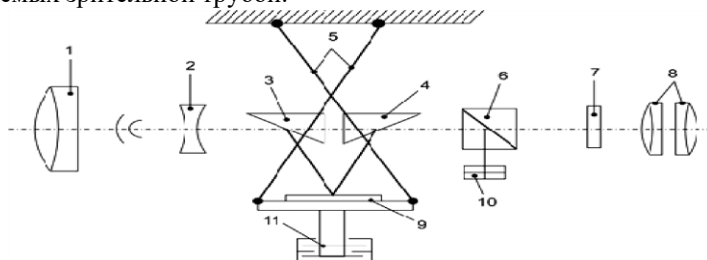


Рис. 16. Оптическая схема цифрового нивелира DiNi:

1 – объектив; 2 – фокусирующая линза; 3, 4 – призмы; 5 – нити; 6 – куб-призма; 7 – сетка нитей; 8 – окуляр; 9 – зеркало-компенсатор; 10 – сенсорный приемник; 11 – воздушный демпфер; 12 – корпус трубы; А, В, С, В – точки закрепления нитей

ПЗС-матрица 10 воспринимает и накапливает идущие от объектива частицы света (фотоны) и преобразовывает их в электрические заряды. Считывая эти заряды, можно с помощью компьютера восстановить изображение объекта, которое проецируется на светочувствительную поверхность матрицы. С помощью ПЗС-матрицы распознается кодовая маска на нивелирной рейке, изображение которой получают с помощью оптической системы зрительной трубы в плоскости сетки нитей 7 и в плоскости чувствительной поверхности ПЗСматрицы. Отсчет по рейке снимается автоматически и вносится в память прибора.

Цифровой нивелир DiNi позволяет выполнять нивелирование с высокой точностью: 0,3 мм – 0,7 мм на 1 км двойного хода при использовании инварных штрих-кодовых реек (с BAR-кодом) и 1,0 мм – при использовании складных алюминиевых штрих-кодовых реек. При визуальных измерениях по складным рейкам, с метрической оцифровкой точность измерений снижается до 1,0 мм – 2,0 мм на 1 км хода

Основные типы реек для цифровых нивелиров DiNi показаны на рис. 17. Для автоматического снятия отсчетов на рейки нанесен специальный штрих-код, который ни разу не повторяется по всей длине рейки, позволяя точно определить высоту от пятки рейки до места наведения горизонтальной трубы нивелира. От качества нанесения штрих-кода будет зависеть точность отсчитывания по рейке.

Приборы позволяют также выполнять измерения направлений с помощью внешнего горизонтального лимба с ценой деления 1° , что позволяет брать отсчеты по отсчетному индексу до $0,1^\circ$.



Рис. 17 Рейки для цифрового нивелира DiNi: а – LD 23/24 – деревянные складные рейки с BAR-кодом, Е градуировка, 3 и 4 м; б – LD 11/12/13 – инварные рейки с BAR-кодом, 1, 2 и 3 м

2.2. Изучение устройства цифрового нивелира Trimble DiNi 07

Нивелир Trimble DiNi 07 имеет следующие технические характеристики:

- прямое изображение трубы с 26х-кратным увеличением;
- точность измерения превышений по инварной штрихкодовой рейке – 0,7 мм, по стандартной штрих-кодовой рейке 1,3 мм, при визуальном наблюдении – 2,0 мм;
- дальность электронных измерений – от 1,5 м до 100 м;
- точностью измерения расстояний 30 мм на 20 м;
- цена деления горизонтального лимба 1° и 1 градус;
- рабочий диапазон компенсатора составляет $\pm 15'$ с точностью установки $\pm 0.5''$;
- внутренняя память – до 30 000 строк данных; - рабочая температура – от -20°C до $+50^\circ\text{C}$.

Все работы начинают с приведения прибора в рабочее положение. Предварительную установку прибора выполняют подъемными винтами 6 трегера 7 по круглому уровню 11 и 13 с ценой деления $8'$ на 2 мм. Точное приведение визирной оси в горизонтальное положение осуществляется с помощью оптического компенсатора; рабочий диапазон компенсатора составляет $+15'$ с точностью установки $+0,2''$. Визирование на рейку выполняется с помощью бесконечного наводящего винта 4. Резкость на предмет настраивается винтом фокусировки зрительной трубы 2. Для выполнения измерения цифровому нивелиру Trimble DiNi 0.7 требуется всего лишь 30сантиметровый сегмент штрих-кодовой рейки. Электронные отсчитывание осуществляется после нажатия кнопки пуска 3 (рис. 18).



Рис. 18. Цифровой нивелир DiNi 07

Со стороны окулярной части 12 нивелира располагается панель управления с жидкокристаллическим дисплеем 10 и клавиатурой 9; назначение клавишей определяется подписями.

На рисунке 19 приведена таблица описания функциональных возможностей клавиш панели управления.

Для сохранения данных измерений служит карта памяти РСМСІА объемом до 8 Мбайт, размещаемая в защищенном отсеке прибора. РС карты отличаются большой емкостью, высокой сопротивляемостью к внешним условиям, прочностью и надежностью. На РС карте объемом 1 Мб можно записать около 30000 строк с данными полевых измерений со сроком хранения 1 год.

В карте памяти записи данных последовательно пронумерованы. Каждая запись данных состоит из адреса, идентификатора точки, содержащего номер точки, код точки и номер хода, а также 3 измеренных и вычисленных величин.

Для хранения данных на PC картах можно создавать DOS совместимые каталоги и файлы (проекты) и сохранять записи данных для других проектов.








Клавиша	Описание	Комментарий
	Кнопка включения/выключения	Используется для включения или выключения прибора
	Кнопка пуска	Используется для начала измерения
of		
		
	Навигационная кнопка	Используется для перемещения по меню, списку или включения/выключения флажка
	Кнопка ввода	Используется для подтверждения ввода данных
	Кнопка выхода	Используется для возврата в предыдущий экран
	Алфавитная кнопка	Используется для переключения первой и второй функции кнопки на клавиатуре. Состояние отображается в верхней части экрана

Рис. 19. Клавиши панели управления DiNi 07

Встроенные в прибор стандартные программы обеспечивают различные функции измерений: однократные и многократные измерения, проложение нивелирного хода, нивелирование поверхности и вынос точек в натуру. Главное меню программного обеспечения включает следующие функции:

1. «Input» – Установка постоянных прибора;
2. «Adjustment» – Юстировка положения визирной оси;
3. «Data transfer» – Передача данных;
4. «Setting of recording» – Установка параметров данных;
5. «Instrument settings» – Установка параметров прибора;
6. «Line adjustment» – Уравнивание нивелирного хода.

Обзор меню и программного обеспечения DiNi 07 представлен в таблице 5. Передача измеренных и вычисленных величин из прибора на внешние устройства (напр., персональный компьютер) и наоборот происходит через интерфейс 10 RS 232C через разъем 8.

Питание прибора осуществляется от аккумуляторной батареи, располагаемой в специальном отсеке. Емкость аккумулятора обеспечивает работу прибора в течение 3 дней при интенсивной работе (800 – 1000 измерений в день).

Таблица 5. Меню программного обеспечения

Главное меню	Подменю	Подменю	Описание
Файлы	Проекты	Выбрать проект	Выбор из списка сохранённых проектов
		Создать проект	Создать новый проект
		Переименовать проект	Изменить имя сохранённого проекта
		Удалить проект	Удалить сохранённый проект
		Скопировать между проектами	Скопировать информацию между двумя проектами
	Редактор		Редактировать сохранённые данные, ввести и просмотреть данные, ввести и изменить списки кодов
	Импорт/ Экспорт	DiNi -> USB	Передача данных с DiNi на карту памяти USB Memory Stick
		USB -> DiNi	Передача данных с карты памяти USB Memory Stick на DiNi
	Память	Формат USB	Форматирование карты памяти USB Memory Stick, см. Предостережение
			Внутренняя и внешняя память. Общий объём памяти, свободный объём памяти, форматирование внутренней и/или внешней памяти
2. Настройки	Ввод		Ввод коэффициента рефракции, постоянной поправки R, даты и времени
	Допуски / контроли		Ввод различных допусков и настроек контроля
	Проверка	Метод Фёрстнера	Юстировка линии визирования
		Метод Нэбауэра	Юстировка линии визирования
		Метод Куккамяки	Юстировка линии визирования
		Японский метод	Юстировка линии визирования
	Настройки инструмента		Настройка единиц измерения высоты, ввода, отсчёта, отключения, звука, языка, времени и даты
Настройки записи		Настройка записи, запись данных (RMC или R-M), шаг номера точки, время	
3. Измерения	Одиночные измерения		Одиночные измерения
	Нивелирный ход		Нивелирный ход
	Промежуточные измерения		Ввод репера
	Разбивка		Разбивка
	Непрерывные измерения		Непрерывные измерения
4. Расчеты	Уравнивание хода		Уравнивание хода

2.3. Порядок измерений при нивелировании

Перед началом работы выполняют следующие проверки и юстировки в соответствии с инструкцией прибора:

- проверка круглого уровня (производится аналогично оптическому нивелиру);
- проверка сетки нитей (производится аналогично оптическому нивелиру);
- проверка положения визирной оси, в результате которой определяется остаточный наклон визирной оси с целью введения поправок в измеренные величины. Для выполнения этого в пункте **меню Adjustment (Юстировка)** представлены на выбор четыре различных способа. При высокоточном нивелировании эта проверка должна выполняться регулярно.

Работы по нивелированию начинают с установки нивелира в рабочее положение посередине между точками так, чтобы разница плеч не превышала 0,5 м или другого значения, заданного в меню «Настройки». Равенство плеч исключает отклонения оси визирования из-за перепадов температур, механических ударов и инструментальных погрешностей (фокусирующих линз). Для высокоточных измерений стараются избегать длин плеч больше 30 м. При больших расхождениях между плечами на дисплее появляется сообщение об ошибке «Недопустимая разность плеч».

На задней и передней точках отвесно устанавливают рейки. Наводят вертикальную нить сетки на ось рейки (рис. 20) и нажимают клавишу измерений **MEAS** на панели управления либо кнопку с правой стороны прибора.

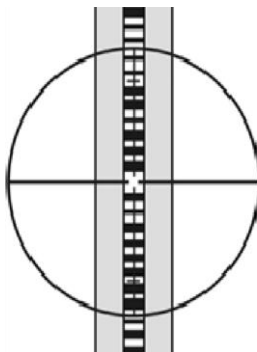


Рис. 20. Поле зрения трубы при визировании на рейку

Через 3 секунды на дисплее отображаются значения отсчета по рейке Rb и горизонтального расстояния HD. Визируют на переднюю рейку и выполняют аналогичные действия.

Измерения промежуточных точек в нивелирном ходе выполняют с переходом в меню после нажатия функциональной клавиши [Int M]. В этом случае возврат в меню нивелирного хода осуществляют нажатием функциональной клавиши [ESC].

Для повышения точности отсчитывания по рейкам с помощью клавиши [RPT] можно задать число повторных измерений (до 10) и допустимое значение стандартного отклонения от среднего отсчета. При этом на дисплее отображаются средние значения отсчета по рейке и расстояния, а также стандартного отклонения.

Данный режим измерений следует использовать в неблагоприятных условиях наблюдений (при наличии вибрации или турбулентных воздушных потоков и т.п.). При больших расхождениях между результатами отдельных измерений процесс прерывается и на дисплее появляется сообщение об ошибке «Слишком большое стандартное отклонение». В таких случаях измерение следует повторить.

Если существует необходимость ввода визуальных отсчетов, взятых по метрической стороне рейки, то эти значения также обрабатываются автоматически. При этом следует ожидать потерю точности, так как в этих отсчетах не учитывается поправка на остаточный угол наклона визирной оси.

При переносе нивелира на следующую станцию прибор можно выключить; потери информации при этом не произойдет.

Номера точек для задней рейки и точки замыкания хода вводят в память с помощью функциональных клавиш [cPNo] (последовательные номера) и [iPNo] (индивидуальные номера).

Для определения высот и расстояний нивелиру необходим 30-сантиметровый участок рейки, расположенный симметрично относительно визирной оси. Для получения оптимальных результатов этот участок рейки не должен закрываться каким-либо препятствием (напр., ветками деревьев). В противном случае оцениваемый участок рейки не будет симметричным относительно визирной оси прибора, что приводит к снижению точности. Если препятствие «накрывает» сетку нишей больше, чем на несколько сантиметров, то измерение блокируется; об этом свидетельствует сообщение об ошибке «Вне диапазона измерений».

Прерывание визирного луча на короткий промежуток времени (напр., из-за движущегося транспорта) ведет к увеличению времени измерений, но практически не снижает качество измерений.

При недостаточном освещении либо при неточном наведении на рейку на дисплее появляется сообщение об ошибках «Рейка не читается».

Измерения на отдельных станциях без привязки к опорному реперу выполняют независимо друг от друга. Если была активизирована функция нумерации точек [cPNo], то после завершения записи номер точки автоматически увеличивается на 1. Если отметки исходных реперов

(начального и конечного) не были введены во время измерений, то это можно будет сделать перед процедурой уравнивания.

Нивелирный ход нельзя прерывать до завершения программы измерений на станции. Рекомендуется завершать ход на фиксированных точках и затем продолжить работу с использованием функции «**Continue Line**» (**Продолжить ход**).

Данные измерений сохраняются в памяти прибора в виде проектов. После окончания измерений в меню **Редактирование** выполняют просмотр строк данных, включающий поиск по номеру и коду точек, адресу и номеру хода, изменение номера и кода точек, удаление ненужных строк данных, создание нового проекта и изменение его названия, передачу данных из одного проекта в другой и т.д. Отредактированные данные измерений с помощью карты памяти РСМІА передаются в персональный компьютер.

В случае привязки к опорному реперу для точек нивелирного хода автоматически определяются соответствующие им отметки. Если в память введены отметки начального и конечного реперов, то подсчитывается высотная невязка хода.

Уравнивание как замкнутого, так и разомкнутого ходов выполняют путем распределения высотной невязки по предварительно вычисленным отметкам точек пропорционально длинам плеч с использованием программы «**Line adjustment**» (**Уравнивание хода**). Уравнивание может быть осуществлено, если нивелирный ход выполнен полностью, результаты измерений на точках хода, включая промежуточные, занесены в память прибора и выставлен формат режима записи RMS.

В результате уравнивания хода получают уравненные отметки точек. Отметки промежуточных точек уравниваются согласно уравниванию отметок связующих точек на станции. Результаты обработки измерений в нивелирном ходе, после передачи данных с DiNi на ПК посредством программы **Trimble Data Transfer**, выводятся на печать.



2.4. Одиночные измерения без привязки к опорному реперу

При выполнении одиночных измерений значения отсчётов по рейке могут отображаться независимо друг от друга. Если включены запись и автоматическая нумерация. В результате одиночных измерений получается:

- R – Отсчёт по рейке; - HD – Горизонтальное.

Порядок выполнения одиночных измерений представлен в таблице 6.

Таблица 6. Выполнение одиночных измерений

Изображение на дисплее	Действие	Результат
	<p>В меню «Измерения» выберите «Одиночные измерения» и нажмите кнопку ввода </p>	<p>Переход в окно работы с одиночными измерениями</p>
	<p>Введите номер точки, ее код и нажмите на кнопку измерения  (значок  показывает что прибор готов к измерению)</p>	<p>Происходит измерение (и запись) отсчета по рейке и расстояния до нее</p>
	<p>Для проведения повторного измерения нажмите «Повт» «Инфо» - получение подробной информации об измерении</p>	<p>R – Отсчёт по рейке; HD – Горизонтальное проложение.</p>