

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению практических работ для студентов направления  
21.04.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»  
профиль «Геоинформационное обеспечение устойчивого  
развития территорий» всех форм обучения

Воронеж 2025

УДК 528:681.5(07)  
ББК 26.1я7

*Составитель Ю. С. Нетребина*

**Автоматизация инженерно-геодезических изысканий:** к выполнению практических работ для студентов направления 21.04.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» профиль «Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Ю. С. Нетребина. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. 40 с.

Приводится состав практических работ по дисциплинам «Автоматизация инженерно-геодезических изысканий» и «Автоматизация картографических работ».

Предназначены для магистрантов, обучающихся по направлению 21.04.03 «Геодезия и дистанционное зондирование», профиль «Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий» всех форм обучения. Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ АИГИ\_ПР.pdf.

Ил. 35.

**УДК 528:681.5(07)**  
**ББК 26.1я7**

**Рецензент** – Н. И. Самбулов, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## Введение

Одним из основных результатов научно-технического прогресса в области топографо-геодезических работ следует считать появление автоматизированных технологий сборки, обработки и интерпретации информации об объектах топосъемок.

Рост производственного потенциала изыскательских организаций в большой степени зависит от глубокого анализа предлагаемых к внедрению научных и технологических разработок, изучения опыта их использования, а также от организации и проведения собственных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Все это призвано содействовать внедрению современных автоматизированных технологий, оригинальных инженерных решений, которые позволяют реализовать сложные технологические задачи, обеспечить безопасность производства, способствовать наращиванию выполняемых объемов и созданию конкурентоспособной продукции.

Автоматизация инженерно-геодезических изысканий основана на использовании взаимоувязанных современных автоматизированных электронных и электронно-оптических измерительных приборов, программ для передачи данных, измерений в ЭВМ, необходимых форматов, специализированных программ для обработки результатов съемок на дисплее, хранения, а также программ и устройств для печати цифровых карт на твердых поверхностях. При автоматизации картографирования необходимым условием является представление местности в виде цифровой модели (ЦММ), реализуемой на ЭВМ.

Автоматизированная система картографирования (АСК) ориентирована на весь комплекс работ по топосъемке местности:

- получение данных измерений;
- материалы обработки данных измерений;
- формирование ЦММ;
- картографическое отображение местности (составление карт и планов);
- автоматизированное вычерчивание оригинала карт разных масштабов.

## Практическая работа №1. Изучение состава и назначения составляющих комплекта электронного тахеометра

**Цель работы:** Изучить состав, назначение, устройство составляющих комплекта электронного тахеометра, выполнить внешний осмотр тахеометра, проверку взаимодействия сборочных единиц.

**Приборы и принадлежности:** электронный тахеометр, считывающее устройство, карта памяти, соединительные кабели, отражатели, штативы, зарядное устройство, аккумуляторы, веха.

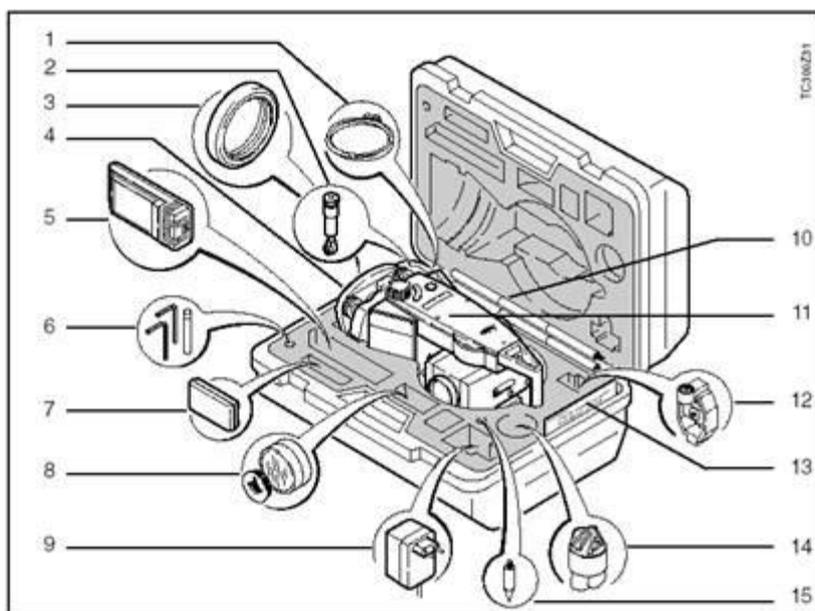
**Литература:** Руководство пользователя SET фирмы "SOKKIA", TC307(R) и TC600E.

### Содержание работы:

Комплект прибора (рисунок 1) может состоять из следующих компонент: электронных тахеометр, руководство пользователя, аккумулятор, зарядное устройство аккумулятора и принадлежности к нему, кабель для подключения к компьютеру, отражатель, веха для установки отражателя, штатив, программный пакет для обмена данными между компьютером и тахеометром, дополнительные принадлежности (фильтры, окуляры, ключи, шпильки и т. п.

### Распаковка

Достаньте инструмент TC(R)303/305/307 из транспортировочного ящика и проверьте комплектность:



- 1 Кабель для подключения к персональному компьютеру
- 2 Зенит-окуляр или окуляр для наблюдения при больших углах наклона (опция)
- 3 Противовес для окуляра наблюдения при больших углах наклона
- 4 Сменный трегер GDF111/ Подвижный трегер
- 5 Зарядное устройство аккумулятора и принадлежности
- 6 Ключ Аллена (2 шт.)  
Юстировочные шпильки (2 шт.)
- 7 Запасной аккумулятор GEB111
- 8 Солнечный фильтр / адаптер трегера (опция)
- 9 Блок для подключения к сети зарядного устройства аккумулятора
- 10 Вешка для мини-призмы
- 11 Электронный тахеометр (с аккумулятором)
- 12 Мини-призма с крепежом
- 13 Руководство пользователя QuickStart / пластина мини-отражателя (только для инструментов серии TCR)
- 14 Защитная крышка / Крышка объектива
- 15 Наконечник для мини-призмы

Рис 1. Состав комплекта

Перед включением прибора необходимо внимательно прочитать руководство по эксплуатации, которое содержит основные указания по технике безопасности и описание последовательности действий при настройке прибора и работе с ним.

Электронный тахеометр представляет собой многоканальную систему получения и обработки информации о линейных измерениях, горизонтальных углах и зенитных расстояниях. Обработка информации осуществляется с помощью встроенной микро-ЭВМ. В настоящее время на российском рынке геодезических приборов присутствуют как отечественные марки тахеометров, так и приборы всех ведущих зарубежных фирм. Во всех современных тахеометрах присутствует примерно одинаковый набор стандартных функций по измерению углов и расстояний и их обработки. Программное обеспечение, поставляемое как в комплекте, так и по дополнительному заказу, значительно расширяет стандартные возможности электронных тахеометров.

Конструктивно тахеометр состоит из трёх частей (рисунок 2): колонки, системы вертикальной оси, корпуса зрительной трубы. В колонке тахеометра помещается встроенная микро-ЭВМ, датчики горизонтального и вертикальных углов, компенсатор углов наклона.

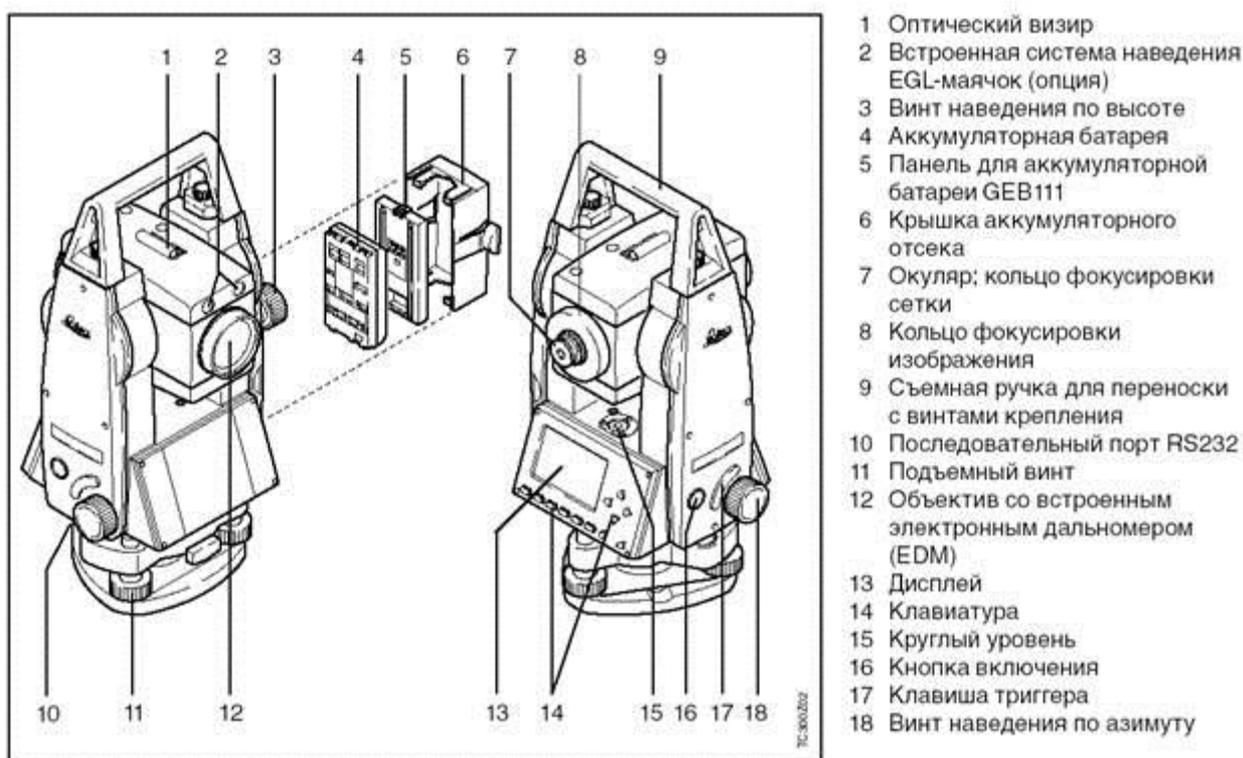


Рис. 2. Основные компоненты электронного тахеометра

Управление работой микро-ЭВМ выполняется при помощи клавиш клавиатуры (рисунок 3).

<p><b>Клавиши с назначенными функциями</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Измерение расстояний и углов; запись измеренных величин.</li> <li> Измерение расстояний и углов без записи, но с выводом результатов на дисплей.</li> <li> Клавиша, программируемая функцией из меню FNC.</li> <li> Вызов прикладных программ.</li> <li> Включение / отключение электронного уровня. Одновременно активизируется отключается лазерный отвес.</li> <li> Переход на второй функциональный уровень (EDM, FNC, MENU, подсветка, ESC) и переключение между алфавитно-цифровым и числовым наборами символов.</li> <li> Стирание символа/поля; выключение EDM.</li> <li> Подтверждение ввода данных; переход на следующее поле.</li> </ul>	<p><b>Комбинации клавиш</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>EDM</b> -&gt;  +  Доступ к функциям измерения дальностей и вычисления поправок в расстояния (ppm).</li> <li><b>FNC</b> -&gt;  +  Быстрый доступ к функциям выполнения измерений.</li> <li><b>MENU</b> -&gt;  +  Доступ к Менеджеру данных, настройкам инструмента и юстировкам.</li> <li> -&gt;  +  Переключение (on/off) подсветки дисплея и его подогрева (при температуре инструмента ниже -5°C).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ESC</b> -&gt;  +  Выход из режима диалога или режима редактирования, при этом внесенные изменения пропадают и происходит переход на ближайший верхний уровень диалога.</li> <li><b>PgUP</b> -&gt;  +  Перемещение вперед по интерактивным экранам, если таковых было несколько в одном диалоге.</li> <li><b>PgDN</b> -&gt;  +  Перемещение назад по интерактивным экранам, если таковых было несколько в одном диалоге.</li> </ul>
--	--	--

Рис. 3. Назначение клавиш панели управления

Действия оператора и результаты измерений и обработки отображаются на жидкокристаллическом дисплее. Основу датчиков горизонтального и вертикального кругов составляют угловые преобразователи накопительного и кодового типа. В качестве лимба наиболее часто используют кодовый диск на стеклянной подложке. Компенсатор углов наклона при вертикальном круге работает по принципу электронного уровня. Ампула в нем заполнена электролизной жидкостью, с противоположных концов ампулы расположены контакты, находящиеся под напряжением. В рабочем положении прибора, при отвесном положении вертикальной оси, сопротивления между контактами равны, при наклоне оно изменяется. Информация о разности сопротивлений учитывается микро-ЭВМ в виде поправки за угол наклона вертикальной оси прибора. Поскольку диапазон работы компенсаторов тахеометров не превышает 5 угловых минут необходимо тщательно выполнять юстировку компенсатора, поскольку показания компенсатора могут из-за различных внешних воздействий расходиться с действительными значениями углов наклона. Порядок операций поверки компенсатора подробно рассматривается в руководстве по эксплуатации прибора.

Точность измерения углов прибором во многом зависит от конструкции осевой системы. Вертикальная ось тахеометра скреплена с колонкой и вращается внутри баксы (втулки). При изготовлении современных осевых систем стремятся сделать их простыми в изготовлении, нечувствительными к изменению температуры, с большим сроком эксплуатации. При эксплуатации осевых систем тахеометров не накладывается особых условий по чистке и смазки осей по сравнению с оптическими приборами.

В корпусе зрительной трубы расположена визирная и приемо-передающая система светодальномера. Оптическая система состоит из объектива, фокусирующего устройства, оборачивающей системы, сетки нитей, окуляра. Световой поток от полупроводникового лазера, расположенного на визирной оси прибора (либо параллельно), проходя через оптическую систему зрительной трубы, уходит на призменный отражатель. Отражённый от призмы световой поток, попав в зрительную трубу, регистрируется приёмником излучения.

В комплект прибора входит зарядное устройство и, как правило, два встраиваемых аккумулятора. Зарядные устройства изготовители приборов унифицируют для каждой серии. Устройства могут быть с автоматическим отключением при полной зарядке аккумуляторов. При отсутствии автоматического отключения необходимо придерживаться условий зарядки аккумуляторных батарей изложенных в «Руководстве пользователя», для предотвращения перезарядки. Рабочее напряжение аккумулятора может быть 6V, 9V или 12V. Зарядка батарей может выполняться от сети переменного (120V, 220V) или постоянного тока (12-16V). Время зарядки зависит от типа зарядного устройства и может варьироваться от 1 часа (быстрая подзарядка) до 15 часов (стандартная подзарядка). Условия подзарядки зависят от типа аккумулятора, они подробно изложены в «Руководстве пользователя». В качестве общих рекомендаций следует отметить следующее:

- необходимо использовать только те аккумуляторные батареи и зарядные устройства к ним, которые указаны в «Руководстве пользователя» для прибора, иначе возможны повреждения батарей и возникновение пожароопасных ситуаций;

- подзарядка должна выполняться в сухих помещениях, при температуре окружающей среды от +10 до +40 градусов по Цельсию;

- если батареи не используются длительное время, они должны храниться отдельно от прибора при температуре не выше +30 градусов по Цельсию.

Программный пакет для обмена данными между компьютером и тахеометром содержит программы, позволяющие решать различные задачи, возникающие при работе с тахеометром. В комплект пакета обязательно входит модуль для обмена данными между компьютером и прибором. Он предназначен для установки на операционную систему Windows. Установка выполняется с CD-ROM, входящего в стандартный комплект поставки прибора.

Внешний осмотр тахеометра заключается в проверке:

- наличия пломб,
- комплектности
- отсутствия механических повреждений,
- правильности работы фокусирующего устройства
- чистоты поля зрения
- качества штрихов на сетках

Проверка взаимодействия сборочных единиц заключается в опробовании плавности вращения зрительной трубы, винтов, проверке работы закрепительных винтов; проверке подвижности маятникового компенсатора.

### **Требования к эксплуатации электронного тахеометра. Техника безопасности**

Приведенные ниже инструкции предназначены для того, чтобы лицо, ответственное за ТС(R)303/305/307, и оператор, который действительно будет работать с этим инструментом, имели в виду риски в работе с ним и старались их избегать.

Лицо, ответственное за инструмент, должно гарантировать, что все пользователи изучили эти инструкции и соблюдали их в работе.

#### **1. Штатное использование прибора**

Электронные тахеометры предназначены для решения следующих задач:

- Измерение горизонтальных и вертикальных углов
- Измерение расстояний
- Запись результатов измерений
- Обработка измерений с помощью прикладного программного обеспечения
- Визуальное нивелирование инструмента (с использованием лазерного отвеса)

#### **2. Запреты на использование**

- Использование инструмента без предшествующего инструктажа
- Использование инструмента вне предписанных для него пределов
- Отключение систем безопасности аппарата и снятие предупреждающих табличек с него
- Открытие корпуса инструмента с помощью инструментов (отвертка, и т. п.), если только это особо не оговорено для реализации некоторых операций
- Модификация или переоборудование инструмента
- Использование аппарата после незаконного его приобретения
- Использование инструмента с принадлежностями от других изготовителей
- Визирование прямо на солнце
- Неадекватное обеспечение безопасности на месте проведения работ (например, при измерениях на дорогах, и т. п.)

#### **3. Ответственность лица, отвечающего за инструмент**

Лицо, ответственное за инструмент, должно обеспечить использование аппарата в соответствии с инструкциями. Это лицо также отвечает за подготовку и инструктаж персонала, который пользуется инструментом, и за безопасность работы оборудования во время его эксплуатации.

Лицо, ответственное за инструмент, имеет следующие обязанности:

- 1 Изучить инструкции безопасности по работе с аппаратом и инструкции “Руководства пользователя”.

2 Изучить местные нормы, имеющие отношение к предотвращению несчастных случаев.

3 Немедленно информировать фирму изготовителя в случаях, когда оборудование становится небезопасным в эксплуатации.

4 Последствия за незнание основных положений инструкции

Отсутствие инструкций или неадекватное их толкование могут привести к неправильному или непредусмотренному использованию, что способно привести к авариям и несчастным случаям с серьезными человеческими, материальными, финансовыми и экологическими последствиями.

Меры предосторожности: Все пользователи должны соблюдать инструкции по безопасности, предоставляемые изготовителем, и указания лица, ответственного за инструмент.

5 Меры безопасности при выполнении работ в полевых условиях

5.1 Во время проведения съемок или разбивок возникает опасность несчастных случаев, если пользователь не обращает внимания на окружающие условия (например, препятствия, земляные работы или транспорт).

Меры предосторожности: Лицо, ответственное за инструмент, обязано предупредить всех пользователей о существующих опасностях.

5.2 Недостаточное обеспечение мер безопасности на месте проведения работ может привести к опасным ситуациям, например в условиях интенсивного движения транспорта, на строительных площадках и в промышленных зонах.

Меры предосторожности: Всегда добивайтесь того, чтобы место проведения работ было безопасным для их выполнения. Придерживайтесь местных норм техники безопасности, направленных на снижение травматизма и обеспечение безопасности дорожного транспорта.

5.3 Из-за риска электрического шока, очень опасно использовать вешки отражателя и удлинители этих вех вблизи электрических конструкций, таких, как, например, кабели и провода высокого напряжения или электрифицированные железные дороги.

Меры предосторожности: Держитесь на безопасном расстоянии от электрических установок. Если работать в таком окружении необходимо, сначала обратитесь к лицам, ответственным за безопасность на таких установках и строго выполняйте их инструкции.

5.4 Проводя работы во время грозы, Вы рискуете получить удар молнии.

Меры предосторожности: Не выполняйте полевые работы во время грозы.

5.5 Избегайте наведения зрительной трубы на солнце, поскольку она работает, как увеличительная линза, и может повредить ваши глаза или вывести из строя дальномер и маячок EGL.

Меры предосторожности: Не наводите зрительную трубу на солнце.

5.6 Если при работе с инструментом используется подсветка цели, температура поверхности лампы после длительного рабочего периода может быть очень высокой. Это может вызвать ожог при касании ее рукой.

Замена галогеновой лампы до того, как она остынет, может вызвать ожог кожи или пальцев.

Меры предосторожности: Используйте соответствующую защиту от ожога, например, перчатку или кусок шерстяной ткани при замене лампы, или дайте лампе сначала остыть.

5.7 Если принадлежности, используемые при работе с инструментом, не отвечают требованиям безопасности, и оборудование подверглось механическим воздействиям (например, удары, падения и т. п.), то оно может получить повреждения, а устройства безопасности могут стать неэффективными, что способно привести к травмам.

Меры предосторожности: При установке инструмента убедитесь, что его принадлежности (например, тренога, трегер, и т. п.) правильно, надежно и устойчиво закреплены. Старайтесь избегать сильных механических воздействий на оборудование. Никогда не устанавливайте инструмент в подставку на штатив без надежной затяжки станového винта. При невозможности хорошо затянуть становой винт снимите инструмент со штатива.

5.8 Избегайте попадания лазерного пучка в глаза, т. к. существует риск потери зрения или ожога сетчатки глаза.

Меры предосторожности: Исследуйте источник излучения при отсутствии в приборе аккумуляторной батареи. Следите, куда направлен источник излучения. Не направляйте источник излучения на посторонних.

5.9 Существует опасность взгляда на пучок лазера при помощи оптических приборов (например, бинокль, подзорная труба и т. п.)

Меры предосторожности: Не наводите непосредственно в пучок оптические приборы.

## 6 Транспортировка прибора и хранение

6.1 Во время транспортировки или хранения заряженных батарей при неблагоприятных условиях может возникнуть риск возгорания.

Меры предосторожности: Прежде, чем транспортировать или складировать оборудование, разрядите аккумуляторы (например, запустив на длительное время инструмент в режиме отслеживания до тех пор, пока заряд аккумулятора не будет исчерпан).

6.2 При неправильном хранении оборудования возможны следующие опасности:

- Если произойдет возгорание полимерных компонент, то возможно выделение ядовитых газов, опасных для здоровья.
- Если аккумуляторы имеют механические повреждения или подвергнутся сильному нагреву, они могут взорваться и вызвать отравление, ожоги и загрязнение окружающей среды.
- При небрежном хранении оборудования может случиться так, что лица, не имеющие права на работу с ним, будут использовать инструменты с

нарушением норм безопасности, подвергая себя и других лиц риску серьезных травм, а также с риском загрязнения окружающей среды.

• Утечка силиконового масла из компенсатора может повредить оптические и электронные компоненты инструмента.

Меры предосторожности:

Храните и используйте оборудование в соответствии с нормами, действующими в вашей стране. Всегда ограничивайте доступ к оборудованию несанкционированных лиц.

7 Меры предосторожности при работе с зарядными устройствами и аккумуляторами

7.1 Зарядное устройство аккумуляторной батареи не должно использоваться в очень влажных и суровых условиях. Если инструмент становится влажным, это может вызвать электрический шок.

Меры предосторожности: Используйте зарядное устройство только в сухих комнатах и защитите инструмент от влажности. Не работайте с мокрыми инструментами.

7.2 Если Вы открываете корпус зарядного устройства, любое из следующих действий может привести к электрическому шоку:

- Касание компонентов его питания

- Использование зарядного устройства после неудачных попыток его ремонта

Меры предосторожности: Не открывайте зарядное устройство.

Самостоятельно студент должен изучить требования по подготовке комплекта прибора к работе по Техническому описанию к комплекту электронного тахеометра, правила техники безопасности и приобрести практические навыки по подготовке прибора к работе.

По окончании, аудиторных и самостоятельных, занятий преподавателем проверяется умение студента подготовить комплект прибора к работе.

К зачёту по лабораторной работе необходимо представить:

- описание состава, назначения и устройства составляющих комплекта электронного тахеометра;

- результаты выполнения внешнего осмотра и проверки взаимодействия сборочных единиц электронного тахеометра.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение электронных тахеометров при крупномасштабных топографических съёмках.

2. Назначение составляющих комплекта электронного тахеометра.

3. Краткие технические характеристики тахеометров и основных составляющих комплектов.

4. Назначение и порядок внешнего осмотра электронных тахеометров.

## Практическая работа №2. Изучение технологии работы с современными электронными тахеометрами

**Цель работы:** изучить технологию работы электронными тахеометрами типа TC фирмы «Leica», SET фирмы «SOKKIA».

**Приборы и оборудование:** комплект оборудования электронного тахеометра TC307, SET 610.

**Литература:** Руководство пользователя TC307(R) , SET 610.

### Содержание работы:

Основное содержание технологии работы с электронными тахеометрами на станции заключается в следующем:

- 1 Включение электропитания тахеометра,
2. Проверка зарядки аккумуляторной батареи,
3. Выполнение проверок уровней и центрира для тахеометра и подставок, проверка места зенита и коллимационной погрешности,
4. Подготовка программного обеспечения тахеометра к работе
5. Выполнение измерений с записью информации,

Зарядка полностью разряженной аккумуляторной батареи выполняется с помощью стандартного зарядного устройства в течение 1 часа. Не допускается перезарядка аккумуляторной батареи.

Выполнение проверок уровней и центриров тахеометра и подставок выполняется по общепринятым методикам (рисунок 4).

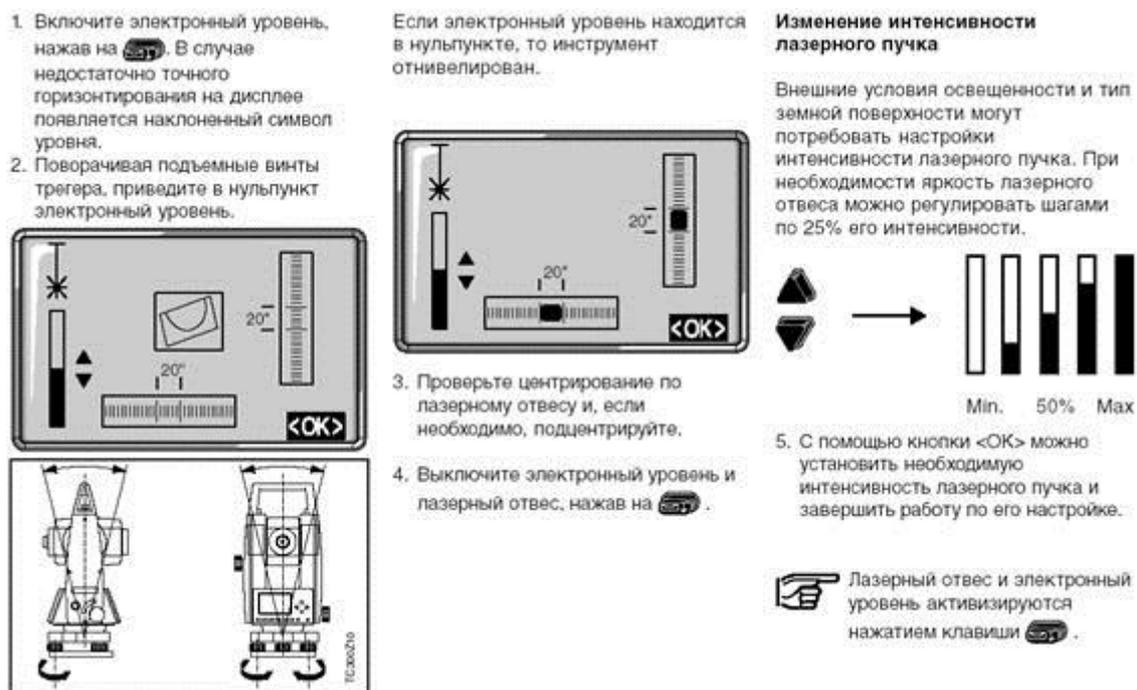


Рис. 4. Горизонтирование TC307 по электронному уровню

Перед включением тахеометра необходимо вставить аккумулятор в тахеометр и клавишу «ON».

Программное обеспечение встроенной микро-ЭВМ предназначено для:

- ввода исходных данных для выполнения измерений;
- обеспечения работы угломерной части в режиме "слежение";
- обеспечение работы тахеометра в режиме "измерение";
- обеспечение работы тахеометра в режиме "обработка данных измерений":
- обеспечение работы тахеометра в программируемом (самим оператором) режиме;
- передачи информации об ошибках и неисправностях в работе тахеометра.

При работе с меню (рисунок 5) последовательность вывода разделов на экран может быть произвольной. Следует всегда иметь в виду, что при получении инструмента для работы, для исключения возможных ошибок, необходимо внимательно просмотреть все установки в разделах.

Ввод исходных данных (рисунки 5 - 21), измерение и программирование выполняется с помощью клавиш панели управления. Перед выполнением измерений необходимо выполнить измерение температуры воздуха и давления для ввода их значений в программу вычислений поправок в измеренные длины линий. Порядок ввода данных в программное обеспечение прибора может быть произвольным.

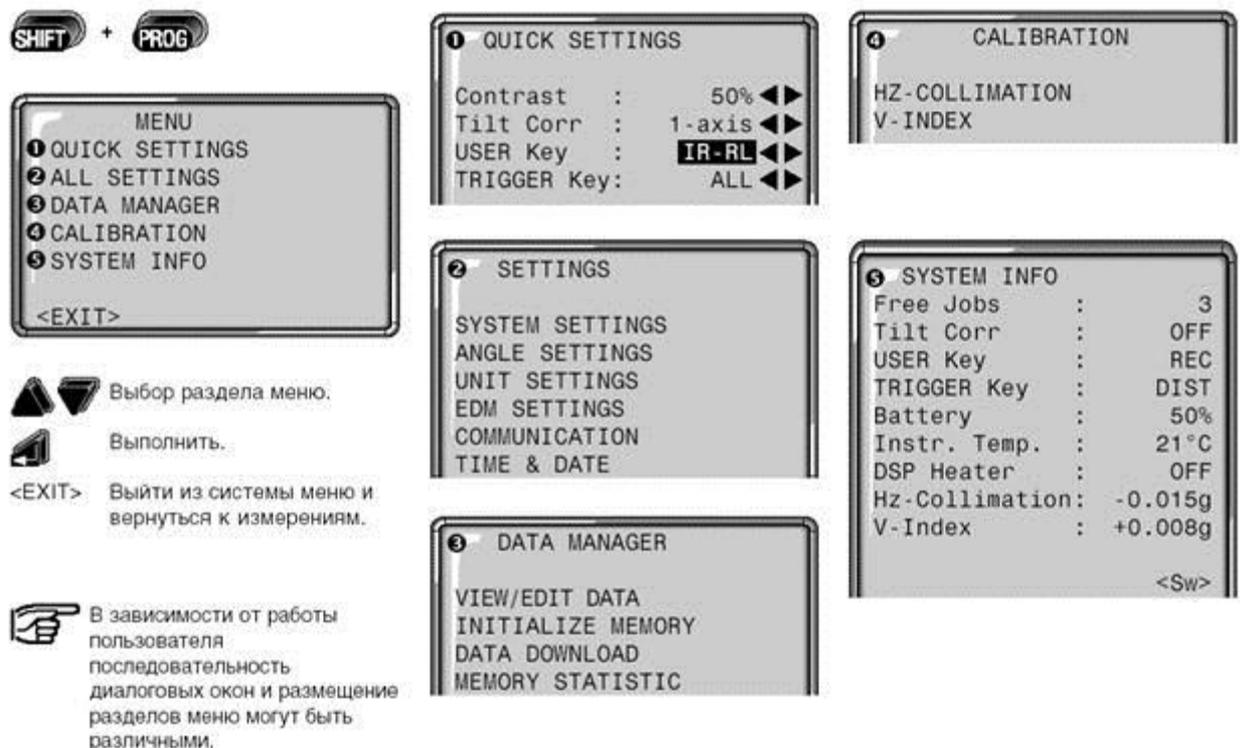


Рис. 5. Структура меню программного обеспечения TC307

MENU - Меню ПО

1 QUICK SETTINGS - Быстрая установка

2 ALL SETTINGS - Все установки

3 DATA MANAGER - Менеджер данных

4 CALIBRATION - Калибровка прибора (поверка)

5 SYSTEM INFO – Информация о системе

<EXIT> - Выход на другой уровень ПО

2 ALL SETTINGS

SYSTEM SETTINGS – Установки системы

ANGLE SETTINGS – Установки для измерения углов

UNIT SETTINGS – Установки для единиц измерения

EDM SETTINGS – Установки для дальномера

COMMUNICATION – Установки для передачи данных а ПЭВМ

TIME & DATE – Установки времени и даты в приборе

3 DATA MANAGER

VIEW/EDIT DATA – Просмотр и редактирование данных

INITIALIZE MEMORY – Инициализация памяти (удаление данных)

DATA DOWNLOAD – Программа для передачи данных в ПЭВМ

MEMORY STATISTIC – Информация о загруженности памяти прибора

4 CALIBRATION

HZ-COLLIMATION – Поверка коллимационной погрешности

V-INDEX – Проверка места зенита

5 SYSETM INFO

Free Jobs – Количество проектов, которое могут быть созданы

Получить полный текст

Tilt Corr – Тип компенсатора углов наклона прибора

USER Key – Установка действия для клавиши USER Key

TRIGGER Key - Установка действия для клавиши TRIGGER Key

Battery – уровень зарядки аккумулятора прибора

Instr. Temp. – температура внутри прибора

DSP Heater – подогрев прибора от аккумулятора

HZ-Collimation – значение коллимационной погрешности прибора

V-Index – значение места зенита прибора



Рис. 6. Выполнение настроек для «Быстрой настройки»

## QUICK SETTINGS

Contrast – Контрастность экрана

Tilt corr. – Установка типа компенсатора угла наклона прибора

USER Key – Установка действия для клавиши USER Key

TRIGGER Key - Установка действия для клавиши TRIGGER Key

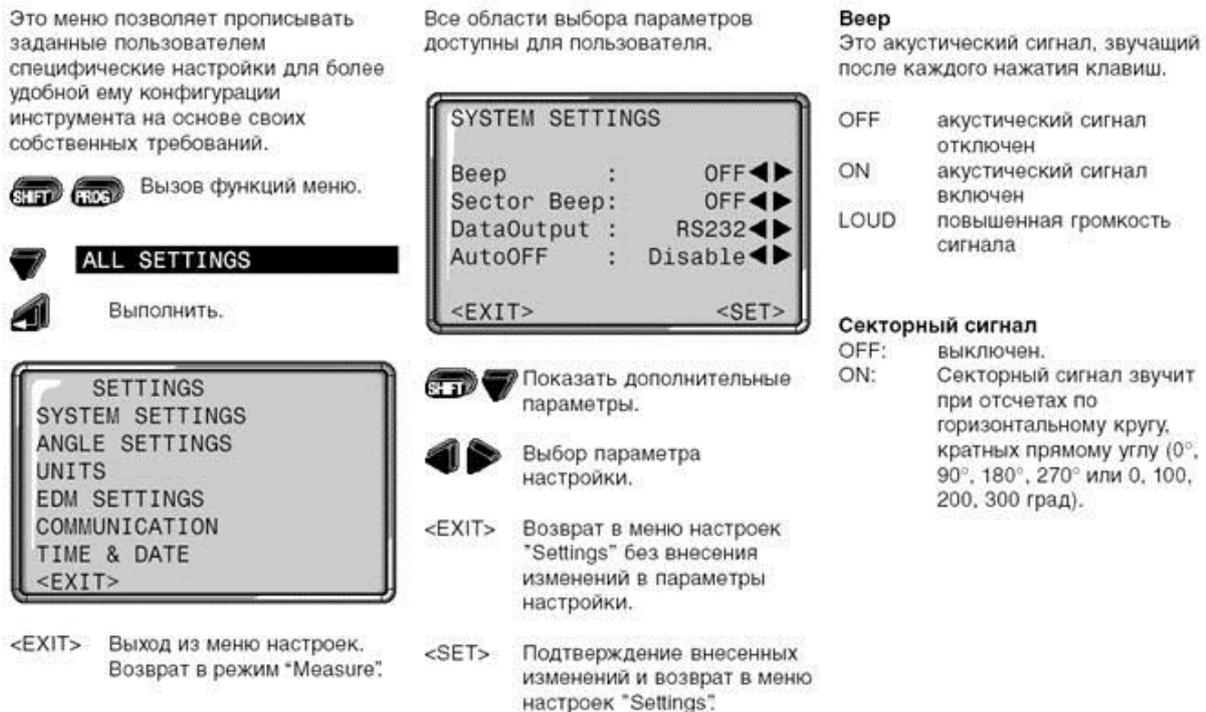


Рис. 7. Выполнение настроек для «Установок системы»

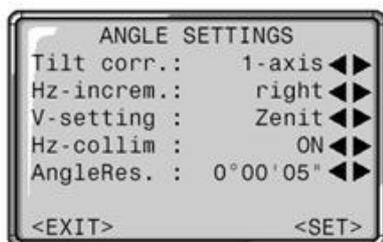
## SYSTEM SETTINGS

Beep – Звуковой сигнал при нажатии клавиш

Sector Beep - Звуковой сигнал при повороте прибора на выбранный угол

DataOutput – Тип устройства для записи данных измерений

AutoOFF – выбор автоматического отключения прибора



### Tilt corr (Корректировка наклона инструмента)

- OFF Отключить коррекцию наклона инструмента.
- 1-axis Вертикальные углы отсчитываются от отвесной линии.
- 2-axis Вертикальные углы отсчитываются от линии отвеса, измерения горизонтальных углов корректируются за наклон оси вращения инструмента.



Настройки компенсатора не изменяются даже после выключения инструмента.

### Hz-Incr.

Приращение углов по азимуту

- right Эта опция задает измерения горизонтальных углов по часовой стрелке.
- left Эта опция задает измерения горизонтальных углов против часовой стрелки. Режим измерения левых углов ("Left angle measurements") индицируется только на дисплее. Во встроенной памяти эти измерения записываются как измерения правых углов.

Если инструмент установлен недостаточно неустойчиво (например, на вибрирующей платформе, на палубе судна, и т.п.), то компенсатор должен быть выключен. Это не позволит компенсатору выйти за пределы его рабочей области и прерывать процесс измерений сообщениями о сбоях.

## ANGLE SETTINGS

Tilt corr. - Установка типа компенсатора угла наклона прибора

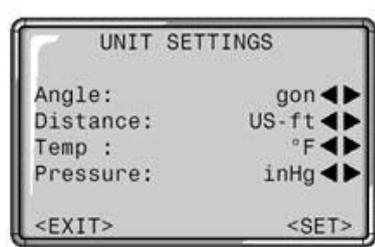
Hz-increm. – Установка направления счёта горизонтальных углов

V-settings – Установка системы отчётов по вертикальному углу

Hz-collim – Включение\отключение компенсатора угла наклона

AngleRes. – Точность показа значений измеренных углов на экране

Рис. 8. Выполнение настроек для «Установок для измерения углов»



**Угловые величины**

- ° ' " Градусная мера (от 0° до 359°59'59")
- DD Градусы и доли градуса (от 0° до 359.999°)
- gon Грады (от 0 до 399.999 град)
- mil Тысячные (от 0 до 6399.99)

Единицы угловых измерений можно изменить в любое время. Выводимые на дисплей данные будут автоматически преобразованы в выбранные единицы угловых величин.

**Линейные величины**

- m Метры
- ft/in1/8 Единицы длины США (футы -дюймы - 1/8 дюйма)
- US-ft Футы США
- Intl.ft Международный фут

**Температура**

- °C Градусы Цельсия
- °F Градусы Фаренгейта

**Давление**

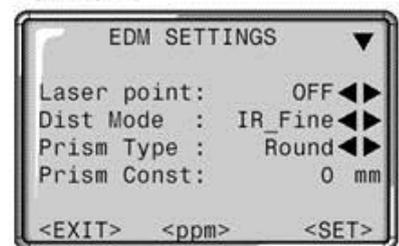
- mbar Миллибары
- hPa Гектопаскали
- mmHg Миллиметры ртутного столба
- inHg Дюймы ртутного столба

**UNIT SETTINGS**

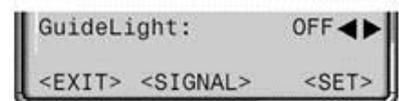
- Angle – Установка для единиц измерений углов
- Distance – Установка для единиц измерений расстояний
- Temp – Установка для единиц измерений температуры
- Pressuer – Установка для единиц измерений давления

Рис. 9. Выполнение настроек для «Единиц для измерения»

Меню настройки EDM содержит подробные разделы с областями выбора необходимых установочных параметров.



С помощью клавиш можно вывести на дисплей продолжение меню.



- Laser Point (лазерное визирование)**
- OFF: Лазерный визир видимого диапазона выключен.
  - ON: Лазерный визир видимого диапазона для визуализации цели включен.

**Dist Mode (режим измерения расстояний)**

При работе с инструментами серии TCR возможны различные настройки EDM для измерения расстояний в видимом (RL) и инфракрасном (IR) диапазонах. В зависимости от выбранного режима измерений необходимо выбрать тип отражателя.

RL_SHORT	Короткие расстояния. Для линейных измерений без призмы до 80 м (точность 3мм + 2 ppm)
RL_TRACK	Непрерывное измерение расстояний без призмы (5мм + 2 ppm)
RL_Prism	Большие расстояния. Для измерений с призмой (10мм + 2 ppm)

IR_FINE	Режим высокоточных измерений на призму (2мм + 2 ppm)
IR_FAST	Режим измерений с большей скоростью и меньшей точностью (5мм + 2 ppm)
IR_TRACK	Режим слежения, т.е. непрерывных измерений (5мм + 2 ppm)
IR_TAPE	Измерения с использованием отражателей Retro (5мм + 2 ppm)



При измерениях в видимом диапазоне (RL-EDM) будут определяться расстояния до всех объектов, попадающих в пучок лазера (ветки, автомобили, и т.п.).

Рис. 10. Выполнение настроек для «Установок дальномера»

## EDM SETTINGS

Laser point – Лазерный указатель

Dist Mode – Тип дальномера

Prism Type - Тип призмы

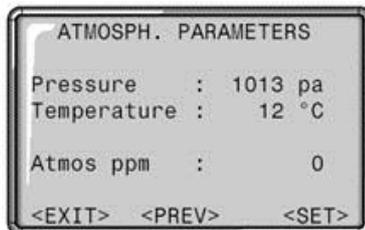
Prism Const – Постоянная отражателя

<ppm> - Поправка за давление и температуру в длину линии (на 1 км)

<SIGNAL> - Уровень отражённого от цели сигнала дальномера

### Метеорологические параметры (в ppm – мм на км)

Метеоусловия вдоль линии визирования непосредственно влияют на точность измерения расстояний.



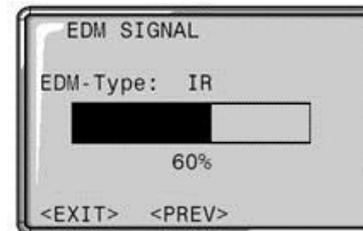
Ht. a. MSL :	0 m
Refr.Coeff :	0.13
Rel. Humid. :	60 %
Atmos ppm :	0

Поправки в расстояния за метеоусловия вычисляются по температуре воздуха и атмосферному давлению, либо по высоте над средним уровнем моря и относительной влажности воздуха или влажной температуре.

Для того чтобы учесть атмосферное влияние на результаты измерения расстояния необходимо использовать параметры атмосферных поправок.

- Pressure  
Атмосферное давление в точке стояния инструмента
- Ht. a. MSL  
Высота точки установки инструмента над средним уровнем моря.
- Temperature  
Температура воздуха в точке стояния.
- Rel. Humid.  
Относительная влажность воздуха в % (нормальное значение 60%).
- Refr.Coeff  
Коэффициент рефракции, необходимый для учета атмосферного преломления. Этот коэффициент используется при вычислении превышений и горизонтальных проложений.
- Atmos\_PPM  
Вычисленный и выведенный на дисплей атмосферная поправка в ppm (мм на км).

### Кнопка "SIGNAL"



Тип EDM:  
Индикация текущего выбора режима EDM (инфракрасное или без отражателя).

 :  
Индикация силы отраженного сигнала EDM на шкале с 10-процентным шагом.

Позволяет оптимизировать измерения расстояний до плохо видимых целей.

<PREV> Возврат в меню настроек EDM.

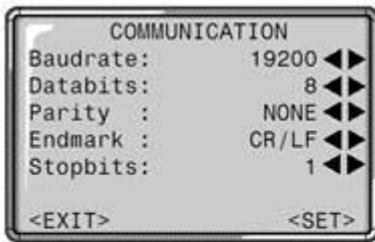
## ATMOSPHERIC PARAMETERS

Pressure - Давление

Temperature - Температура

Atmos ppm - Поправка за давление и температуру в длину линии (на 1 км)

Рис. 11. Выполнение настроек для «Параметры атмосферы»



Для обмена данными между персональным компьютером и инструментом должны быть установлены параметры связи через последовательный порт RS232.

**Стандартные установки Leica:**  
19200 бод, Биты данных: 8, Четность: не проверяется, Стоп-бит: 1, CR/LF Baudrate

**Baudrate**  
Скорости передачи данных 2400, 4800, 9600, 19200 [бит в секунду]

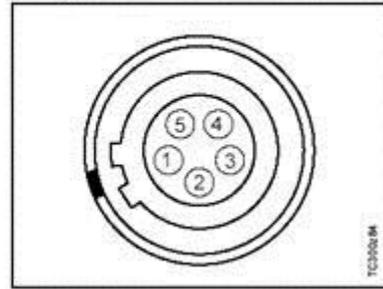
**Databits**  
7 Передача данных происходит пакетами по 7 бит. Это значение устанавливается автоматически, если четность задана как "Even" или "Odd".  
8 Передача данных происходит пакетами по 8 бит. Это значение устанавливается автоматически, если четность задана как "None" (Не проверяется).

**Parity**  
Even Четность  
Odd Нечетность  
None Проверка четности не производится (если биты данных установлены на 8)

**Endmark**  
CRLF Возврат каретки; переход на новую строку  
CR Возврат каретки

**Stopbits**  
В зависимости от установки параметра битов данных и параметра проверки четности, этот параметр может быть равен 0, 1 или 2.

**Соединения разъема интерфейсного кабеля:**



- 1 Внешняя аккумуляторная батарея
- 2 Не подключено
- 3 GND (земля)
- 4 Прием данных (TH\_RXD)
- 5 Передача данных (TH\_TXD)

TH... теодолит

Рис. 12. Выполнение настроек для «Параметры связи»

Это окно служит для отображения и установки даты и времени.

**Время:**  
Формат: hh:mm:ss  
(часы, минуты, секунды)

**Дата:**  
Формат: dd/mm/yyyy  
(день, месяц, год)

- / Выбор области для ввода.
- / Запуск режима редактирования.

После того как время и дата введены, они будут немедленно установлены для всей системы.

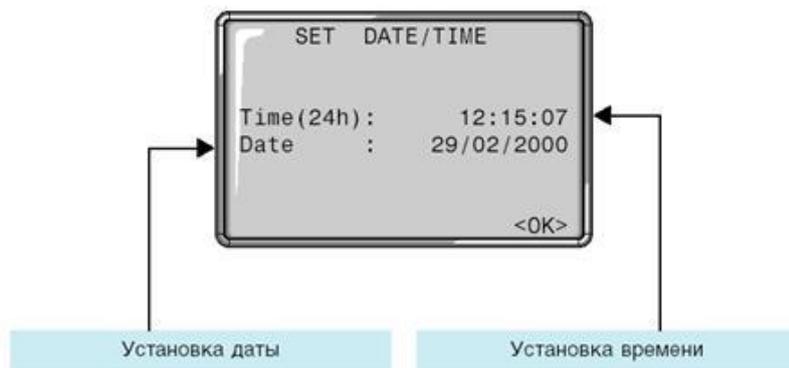


Рис. 13. Выполнение настроек для «Установка времени и даты»

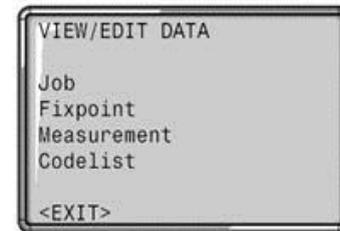
Менеджер данных включает в себя все функции для ввода, редактирования и для проверки данных в поле.

 Переместите полосу выбора на Data Manager.

 Вызовите Менеджер данных.

- **EDIT/VIEW/DELETE**  
Редактирование, создание, просмотр и удаление заданий, твердых точек, результатов измерений и списков кодов.
- **INITIALIZE MEMORY**  
Полная очистка памяти, удаление из нее заданий и других наборов данных (например, твердых точек, результатов измерений).
- **DATA DOWNLOAD**  
Выбранные наборы данных передаются в обменный интерфейс без протоколов обмена и процедур тестирования.
- **STATISTICS**  
Статистическая информация о задании и распределении внутренней памяти.

 **VIEW/EDIT DATA**  
 Вызов Менеджера данных.



**<EXIT>** Возврат в Менеджер данных.

  Выбор типа данных с использованием клавишей курсора.

 Вызов Менеджера данных.

## VIEW/EDIT DATA

Job – Имя проекта

Fixpoint – Точки с известными координатами

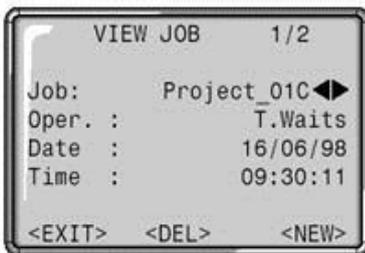
Measurement – Данные измерений

Codelist – Таблицы кодов точек

Рис. 14. Выполнение настроек для «Просмотр и редактирование данных»

### Job (задание, проект)

Проект - это сводка данных различного типа, например, данные о твердых точках, видах измерений, коды, результаты и т.п.



Определение проекта предусматривает ввод его названия и имени пользователя. Кроме того, система автоматически генерирует время и дату на момент создания проекта.

Поиск проекта:

  Используя клавиши курсора, можно пролистывать список проектов вперед и обратном направлении.

Удаление проекта:

  Выберите соответствующий проект.

**<DEL>** Все данные в пределах проекта будут удалены при нажатии на эту кнопку.

Создание проекта:

**<NEW>** Определение нового проекта и ввод его характеристик (например, название, оператор).

**<SAVE>** Запись вновь созданного проекта.

**<VIEW>** Возврат в режим поиска проектов без сохранения введенных данных.

VIEW JOB 1/2

Job Oper - Название проекта

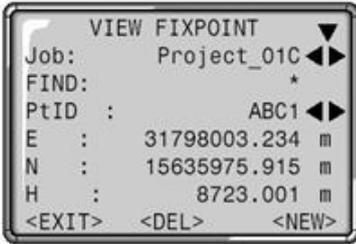
Date. – Дата создания проекта

Time. – Время создания проекта

Рис. 15. Выполнение настроек для «Просмотр данных проекта»

### Fixpoints (твердые точки)

Для твердых точек могут вводиться их номера, дополнительная информация (Rem.), их координаты (X, Y) и отметка.



Корректно заданные твердые точки должны содержать как минимум номер точки и либо ее прямоугольные координаты (E, N), либо отметку (H).



Просмотр полных данных о твердой точке доступен с помощью клавиш **BT** и **▽**.

### Ввод твердых точек:

**<NEW>** Запуск режима ввода новых твердых точек и редактирования имеющихся в памяти твердых пунктов путем вызова номера нужной точки.



Клавиши курсора позволяют выбрать директорию с нужной твердой точкой на экране просмотра проектов.

**<PREV>** Возврат в окно поиска твердых точек или в окно просмотра координат.

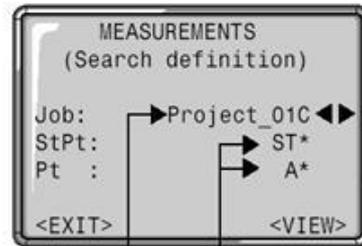
**<DEL>** Удаление выделенной на экране твердой точки.

### Поиск твердых точек:

Поиск ведется по тем же правилам, что и поиск точек вообще. Можно ввести точный номер точки, либо запустить поиск с использованием шаблона (например, A\*), суживая тем самым область поиска.

### Measurements (измерения)

Данные об измерениях, имеющихся во внутренней памяти, могут быть найдены, выведены на дисплей или стерты.



Область выбора проекта.

Ввод критериев поиска для станций и точек.

### VIEW FIXPOINT

Job - Проект

PtID - Номер пикета

E - Координата Y

N - Координата X

H - Отметка

### MEASUREMENTS

(Search definition)

Job - Проект

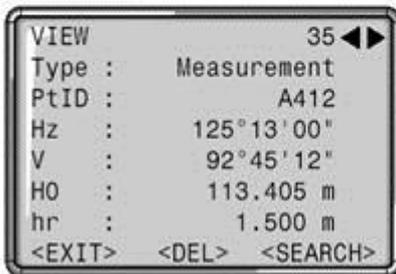
StPt - Точка стояния

Pt – Номер пикета

Рис. 16. Выполнение настроек для «Просмотр данных проекта»

Точки можно искать одним из трех методов:

- Выбор проекта:  
(например, "Project\_01C")
- Выбор станции:  
Поиск точки, отвечающей условиям поиска (например, "ST\*"), как компонента сведений о станциях.
- Выбор точки:  
Поиск всех точки, отвечающих упомянутым выше условиям поиска, а также критериям для поиска точки (например, "A\*").



Найдены все данные, входящие в информацию о станциях с именем "St\*" и с названиями точек, начинающихся с "A".

Если станция задана своим точным именем (например, "St100"), то будут найдены все данные с соответствующими названиями точек, входящих в информацию об этой станции (или станциях, так как возможно, что станция с идентификатором "St100" использовалась несколько раз).

Расширение окна с координатами и информацией о времени.

<DEL> Удаление выбранных данных из внутренней памяти.

<SEARCH> Возврат в режим поиска.

Независимо от типа используемых программ, можно вводить следующие дополнительные блоки данных в раздел измерений:

Поправки:

Тип EDM, режим EDM, тип призмы, постоянное слагаемое призмы, атмосферная PPM, масштаб шкалы PPM, высотная PPM, давление, высота над средним уровнем моря, температура, относительная влажность, коэффициент рефракции, сдвиг начала координат на восток (или запад).

Данные о станции:

PtID, E, N, H, hi, Desc., Date, Time (идентификатор точки, координаты станции и высота инструмента, описание, дата и время)

Наблюдения:

No pts, StDev, Hz, Date, Time, Area, Tie Distance и т.п.  
(Номера точек, средние квадратические ошибки, горизонтальные углы, дата, время, площадь, связь между пикетами).

**Измерения:**

Pt, Hz, V, SD, Hd, dH, hr, E, N, H, Rem., Date, Time

Коды:

Код, Rem. (примечания), Атрибуты с 1 по 8

Рис. 17. «Просмотр данных измерения по пикету № 35 в проекте»

**Codelist (Список кодов, классификатор)**

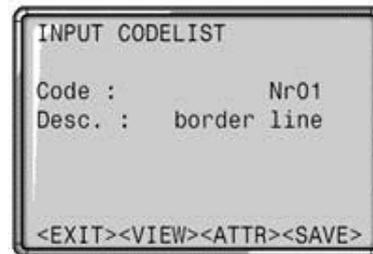
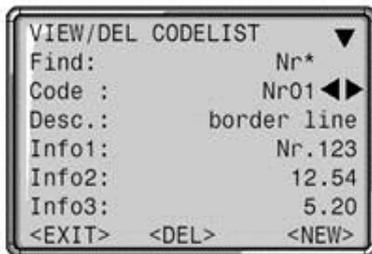
В каждом коде содержится описание объекта и максимум 8 характеристик (атрибутов) длиной до 16 символов.

<NEW> : Ввод нового списка кодов:

Ввод нового кода и описательного текста.

Удаление кода:

Выберите нужный код с помощью клавиш курсора.



<DEL> Удаление блока кодов.

Расширение окна для просмотра и проверки атрибутов.

Любой код может быть найден непосредственно по имени кода или с использованием шаблона (\*).

Поиск кода:

Используя клавиши курсора можно пролистать список кодов в обоих направлениях

<ATTR> Ввод атрибутов (алфавитно-цифровых характеристик).

<SAVE> Запись введенных данных; возврат в режим поиска кодов.

<VIEW> Возврат в режим поиска кодов без сохранения введенных данных.

Рис. 18. Выполнение настроек для «Просмотр и создание кодов точек»

## VIEW/DEL CODELIST

Find : - Поиск по номеру кода

Code : - Номер

Desc. : - Описание

Info1 : - Информация

Info2 : - Информация

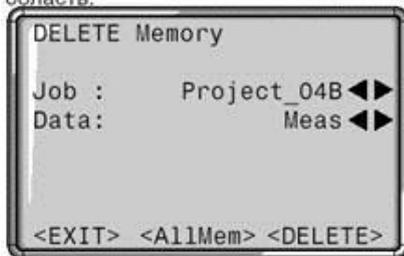
Info3 : - Информация

## INPUT CODELIST

Code : - Код

Desc. : - Описание кода

Конкретные проекты или целые области данных о проекте могут быть удалены. Можно очистить и всю память.  
Два поля выбора на экране позволяют выделить конкретную область.



<DEL> Запуск процесса удаления выбранной области.

<AllMem> Удаление всех данных из памяти. Все данные будут потеряны!

<NO> Возврат в режим выбора области для удаления. Удаление не производится.

<YES> Удаление выбранной области данных в пределах указанного проекта.



 Восстановить содержимое памяти после ее очистки нельзя. После того, как данное сообщение будет подтверждено, все данные будут утеряны.



Выбор проекта и области данных для удаления.

### Возможные области

#### данных:

- измерения
- твердые точки

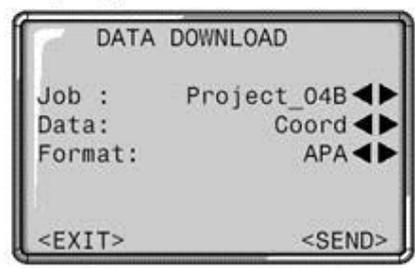
DELETE Memory – Удаление данных из памяти

Job : - Проект

Data : - Тип данных

Рис. 19. Выполнение настроек для «Просмотр и создание кодов точек»

С помощью этой специальной функции результаты измерений могут передаваться через последовательный порт в компьютер (например, Laptop). При использовании этого типа перекачки полнота передачи данных не контролируется.



 Выбор конкретных параметров.

<SEND> Передача данных через интерфейс.

**Job:** об: Выбор проекта, данные которого должны быть переданы.

**Data:** Сведения о твердых точках и об измерениях могут передаваться отдельно и независимо друг от друга. В этом разделе меню можно сделать выбор типа данных.

**Format:** Выбор обменного формата. Можно выбрать только тот формат, который уже загружен в инструмент. Можно загрузить и новые форматы с использованием Leica SurveyOffice (функция Data Exchange Manager). Форматы Leica GSI8/16 системой поддерживаются полностью.

Пример формата "GSI"

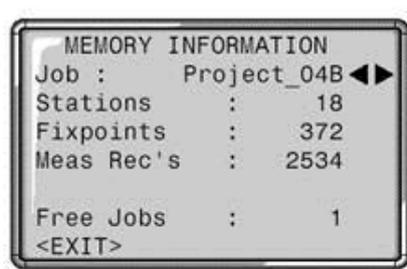
Если в разделе "MEASUREMENTS" выбрана опция "DATA", то набор данных может выглядеть так:

```
11...+00000D19 21.022+16641826
22.022+09635023 31..00+00006649
58..16+00000344 81..00+00003342
82..00-00005736 83..00+00000091
87..10+00001700 522.16-00000000
```

 Если получатель данных слишком медленно производит обработку данных, то часть их может быть потеряна. При данном виде передачи данных сведения о работе принимающего устройства не сообщаются (передача без протокола обмена).

Рис. 20. Выполнение настроек для «Передача данных измерений»

Пользователь может получить важную информацию о статусе внутренней памяти. К тому же, можно получить и сведения о составе данных в конкретных проектах.



<EXIT> Возврат в Менеджер данных.

**Stations:**

Количество станций, использованных в пределах данного проекта.

**Fixpoints:**

Число записанных в данный проект твердых точек.

**Meas Rec's:**

Количество записанных блоков данных (наблюденные точки, коды, и т.п.) в пределах выбранного проекта.

**Free Jobs:**

Число "свободных" или не определенных проектов.

Рис. 21. «Информация о загруженности памяти прибора»

Подготовка к работе программного обеспечения тахеометра заключается в вводе с пульта управления следующих данных: ориентирного направления, координат точки стояния, отметки точки стояния, высоты инструмента, высоты отражателя, значений температуры и давления, постоянной поправки отражателя, выбор номера и организация маски для формы записи данных данных, номера файла для записи данных измерений, программы измерения линий, единиц измерения, типа показа данных на дисплее.

Установка данных выполняется после входа в "MENU" программного обеспечения.

При выполнении крупномасштабной съёмки достаточно работать с двумя клавишами (DIST - измерение и REC - запись данных). В карту памяти записывается информация об измеренных горизонтальных углах, превышениях, горизонтальных проложениях. При съёмке с точек с известными координатами можно записывать уже вычисленные в микро-ЭВМ значения координат и отметки пикета. В процессе измерений можно просмотреть записанные данные при помощи команд "DATA" и "VIEN".

Передача данных в ПЭВМ выполняется непосредственно с электронного тахеометра. С помощью кабеля тахеометр присоединяется к ПЭВМ в программном обеспечении которого должна быть программа для считывания данных измерений. Программа считывания работает в диалоговом режиме и её применение не вызывает трудностей. Перед передачей данных в ПЭВМ в тахеометре устанавливаются параметры передачи, соответствующие параметрам считывающей программы. Считанные данные измерений могут быть переданы в графический пакет для дальнейшей обработки.

При выполнении лабораторной работы бригада, состоящая из 2 студентов, должна выполнить установку необходимых параметров в программном обеспечении ТС307 и выполнить измерения по контурам нескольких объектов (не менее 15-20 пикетов).

Запись данных выполнять в файл данных бригады. После выполнения измерений данные просматриваются преподавателем.

Приобретение устойчивых навыков работы с программным обеспечением электронных тахеометров выполняется самостоятельно студентами в специализированной лаборатории. По окончании, аудиторных и самостоятельных, занятий преподавателем проверяется умение студента подготовить программное обеспечение комплекта прибора к работе и выполнить измерения.

К зачёту по лабораторной работе необходимо представить:

- описание структуры программного обеспечения;
- описание технологии работы на станции с комплектом электронного тахеометра;
- файл данных измерений.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные составляющие технологии работы с электронными тахеометрами, их содержание.
2. Поверки электронного тахеометра, выполняемые на станции.
3. Контроль работы тахеометра при выполнении измерений.
4. Основные модули программного обеспечения.

## Практическая работа №3. Поверка электронных тахеометров

**Цель работы:** Выполнить поверку места зенита и коллимационной погрешности электронных тахеометров ТС307 (ТС600Е) выполнить поверку работы компенсатора углов наклона.

**Приборы и принадлежности:** комплекты электронных тахеометров ТС307 (ТС600Е).

**Литература:** Руководство пользователя ТС307(R) и ТС600Е

**Содержание работы:**

1. Привести электронный тахеометр (ЭТ) в рабочее положение (прибор должен находиться на устойчивом основании).
2. Навести зрительную трубу перекрестием сетки нитей (рисунок 19) на хорошо видимую визирную цель, находящуюся на уровне горизонта. Визирная цель должна находиться на значительном удалении от прибора.

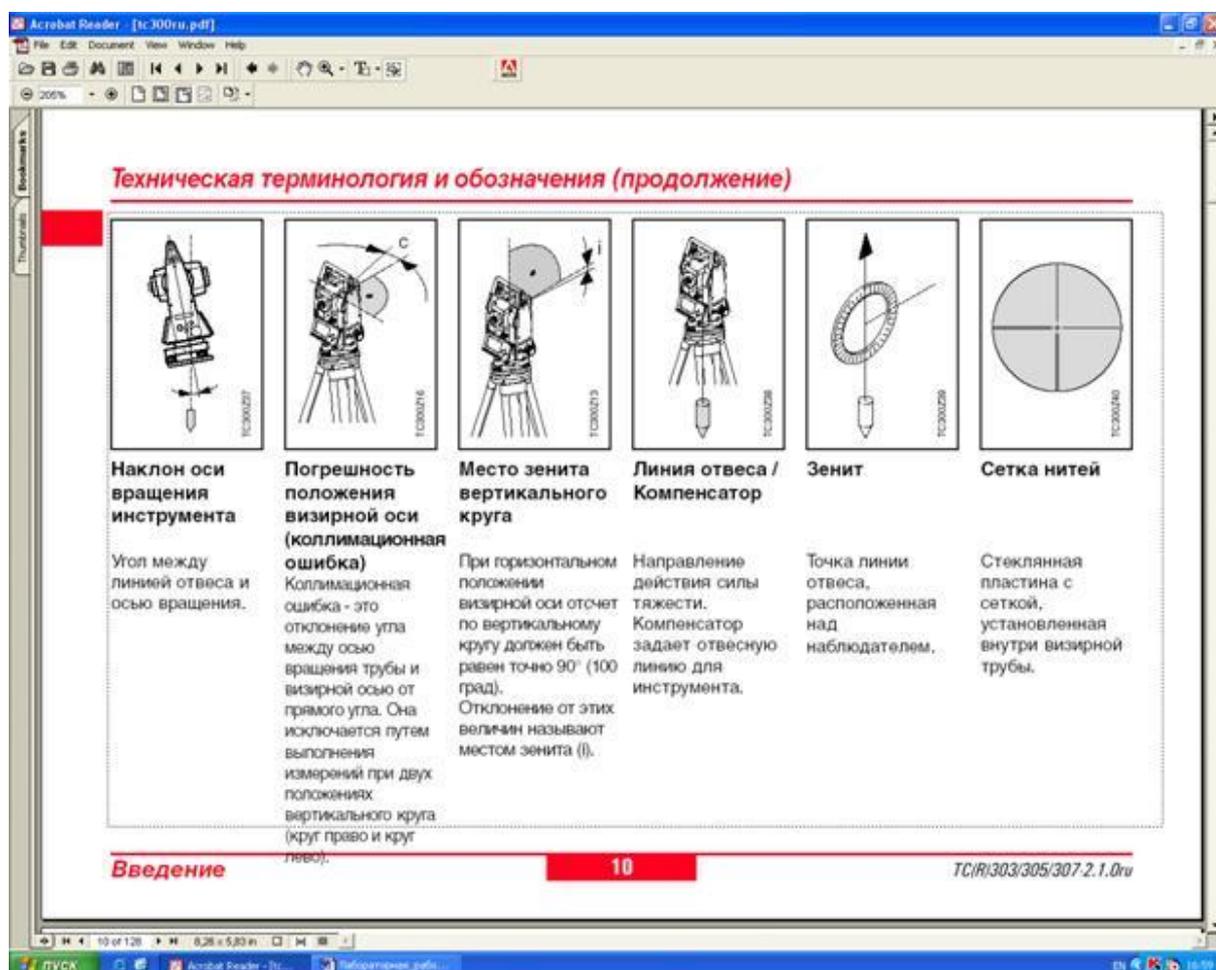


Рис. 22. Основные термины и обозначения

3. Выполнить проверку коллимационной погрешности в соответствии с Руководством пользователя. Общий порядок выполнения заключается в следующем:

а) найти в программном обеспечении TC307 и TC600E строку с обозначением программы «CALIBRATION», и активировать в неё команду «HZ-COLLIMATION» (Рисунок 23);

б) навести при выбранном положении ЭТ вертикальной нитью (центром сетки нитей) на визирную цель и выполнить измерение (рисунок 23), нажав пиктограмму «MEAS»;

в) навести ЭТ при втором положении на эту же визирную цель и выполнить измерение, нажав пиктограмму «MEAS» (рисунок 23);



Рис. 23. Отсчёты по горизонтальному кругу при КЛ и КП

г) подтвердить новое значение коллимационной погрешности, нажав пиктограмму «SET» или отменить, при значительном расхождении с предыдущим значением ( $> 14''$ ). В этом случае необходимо более тщательно повторить выполнение поверки (рисунок 24).

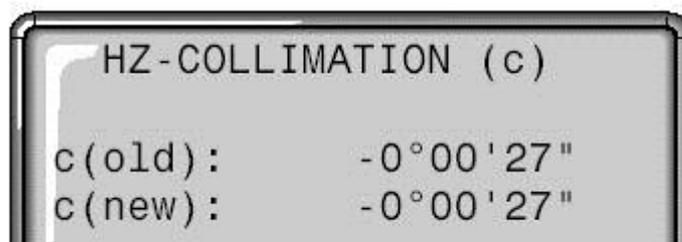


Рис. 24. Значения коллимационной погрешности (предыдущее и вычисленное по новым измерениям)

4. Выполнить проверку места зенита (MZ) вертикального круга в соответствии с Руководством пользователя. Общий порядок выполнения заключается в следующем:

а) найти в программном обеспечении TC307 и TC600E строку с обозначением программы «CALIBRATION», и активировать в ней команду «V - INDEX» (Рисунок 22);

б) навести при выбранном положении ЭТ горизонтальной нитью (центром сетки нитей) на визирную цель и выполнить измерение (Рисунок 25);

в) навести ЭТ при втором положении на эту же визирную цель и выполнить измерение (Рисунок 22);



Рис. 25. Отсчёты по вертикальному кругу при КЛ и КП

г) подтвердить новое значение MZ, нажав соответствующую клавишу на панели управления или отменить, при значительном расхождении с предыдущим значением ( $> 14''$ ). В этом случае необходимо более тщательно повторить выполнение поверки MZ (Рисунок 26).

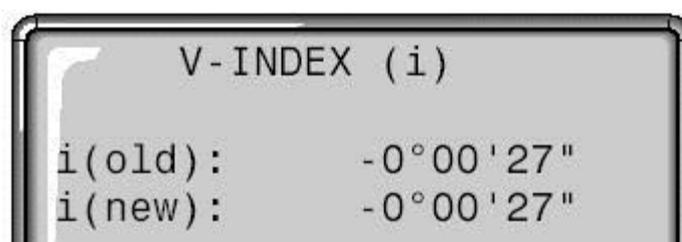


Рис. 26. Значения места зенита (предыдущее и вычисленное по новым измерениям)

5. Проверка работы компенсатора выполняется в следующей последовательности. До приведения электронного тахеометра (ЭТ) в рабочее положение один из подъёмных винтов подставки прибора необходимо расположить по направлению на визирную цель. После горизонтирования ЭТ, наводят зрительную трубу на визирную цель, расположенную на уровне горизонта и производят отсчёт по вертикальному кругу. Подъёмным винтом наклоняют ЭТ на угол, равный половине диапазона работы компенсатора (до появления сигнала об ошибке горизонтирования), в направлении объектива. Затем наводят зрительную трубу на визирную цель и берут второй отсчёт по вертикальному кругу (отсчёты должны быть примерно равными). Далее наклоняют прибор в другом направлении (в направлении окуляра) и берут отсчёт по вертикальному кругу. Эти действия составляют один приём. Проверку выполняют в 6 приёмов. Среднее значение разностей между отсчётами с нулевым наклоном и отсчётами с наклоном вертикальной оси прибора (отдельно с положительным наклоном и отдельно с отрицательным),

характеризует систематическую погрешность работы компенсатора. Полученное значение сравнивается с приведённым в Руководстве по эксплуатации на данный ЭТ и даётся заключение об исправности компенсатора.

Приобретение устойчивых навыков работы при поверке электронных тахеометров выполняется самостоятельно студентами в специализированной лаборатории. По окончании, аудиторных и самостоятельных, занятий преподавателем проверяется умение студента выполнить поверку комплекта прибора к работе.

К зачёту по лабораторной работе необходимо представить:

**1.** Описание порядка выполнения поверки ЭТ ТС307 с рекомендациями по применению данного прибора.

**2.** Журнал измерений.

Контрольные вопросы:

1. Последовательность действий при проверке коллимационной погрешности.

2. Последовательность действий при проверке места зенита.

3. Последовательность действий при проверке работы компенсатора.

4. Допуски при проведении проверок прибора.

#### **Практическая работа № 4. Экспорт данных измерений с электронного тахеометра в ПЭВМ**

**Цель работы:** выполнить считывание данных измерений с электронного тахеометра ТС 307 в ПЭВМ

**Приборы:** ТС 307, ПЭВМ, программа для считывания данных.

**Литература:** Руководство пользователя.

**Порядок работы:**

1. Привести прибор в рабочее положение.

2. Соединить с ПЭВМ кабелем, входящим в комплект прибора.

3. Включить ПЭВМ и установить на ПЭВМ, с диска, программу для считывания данных.

4. Перезагрузить ПЭВМ.

5. В ПЭВМ запустить программу «Leica Survey Office» или «Sokkia Link» (рис. 27).

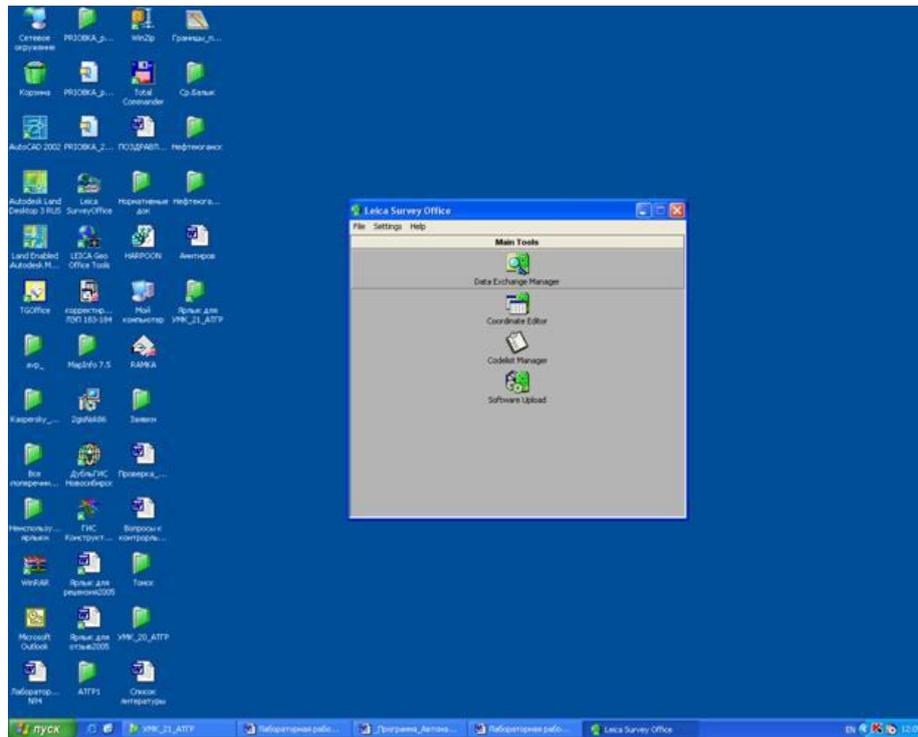


Рис. 27. Программа для считывания данных измерений

6. В программе активировать команду “Data Exchande Manager” (Рисунок 28).

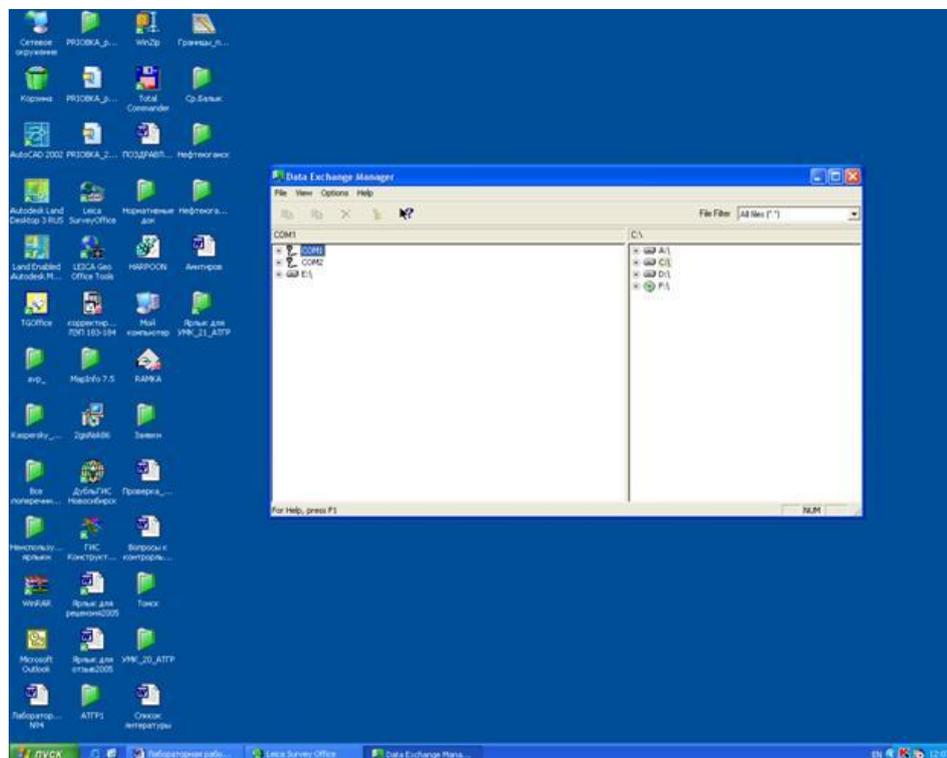


Рис. 28. Программа «Data Exchande Manager» (передача данных)

7. Выбрать команду “Options” (Рисунок 29).

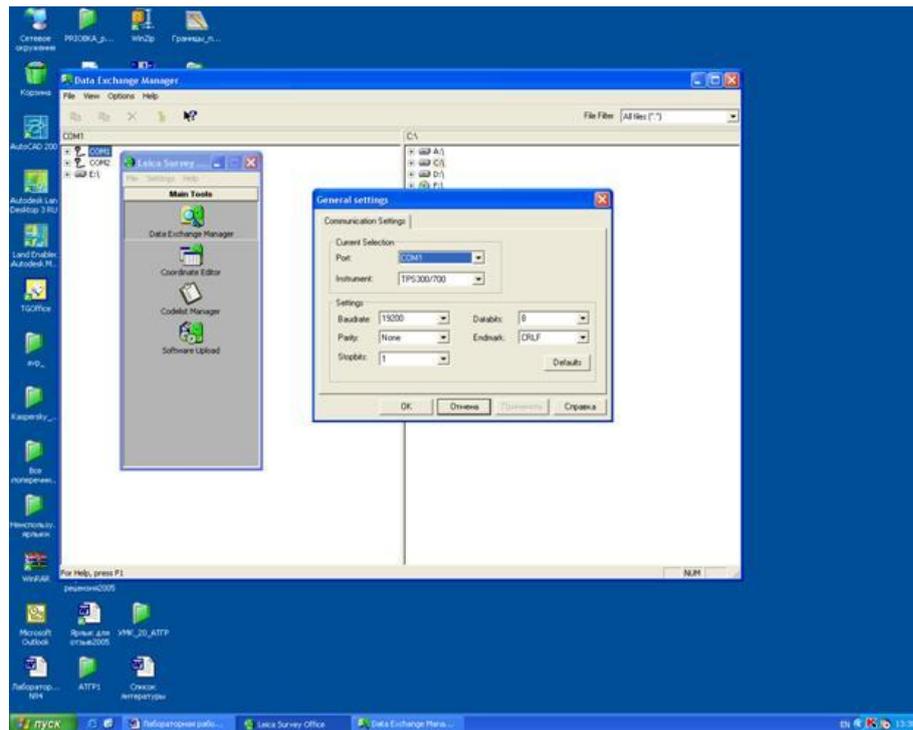
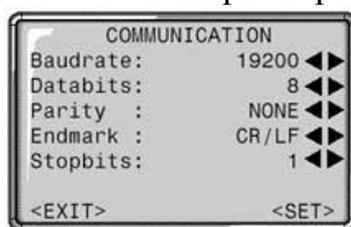


Рис. 29. Программа «Options» (опции)

8. Установить параметры передачи данных по умолчанию «Defaults»

9. Включить TC307 и проверить параметры передачи данных, установленные в тахеометре (рисунок 30). Параметры на приборе должны соответствовать параметрам передачи, установленным в ПЭВМ.



Для обмена данными между персональным компьютером и инструментом должны быть установлены параметры связи через последовательный порт RS232.

**Стандартные установки Leica:**  
19200 бод, Биты данных: 8, Четность: не проверяется, Стоп-бит: 1, CR/LF Baudrate

**Baudrate**  
Скорости передачи данных 2400, 4800, 9600, 19200 [бит в секунду]

**Databits**

- 7 Передача данных происходит пакетами по 7 бит. Это значение устанавливается автоматически, если четность задана как "Even" или "Odd".
- 8 Передача данных происходит пакетами по 8 бит. Это значение устанавливается автоматически, если четность задана как "None" (Не проверяется).

**Parity**

- Even Четность
- Odd Нечетность
- None Проверка четности не производится (если биты данных установлены на 8)

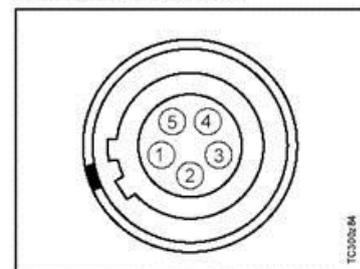
**Endmark**

- CRLF Возврат каретки; переход на новую строку
- CR Возврат каретки

**Stopbits**

В зависимости от установки параметра битов данных и параметра проверки четности, этот параметр может быть равен 0, 1 или 2.

**Соединения разъема интерфейсного кабеля:**



- 1 Внешняя аккумуляторная батарея
- 2 Не подключено
- 3 GND (земля)
- 4 Прием данных (TH\_RXD)
- 5 Передача данных (TH\_TXD)

TH... теодолит

Рис. 30. Выполнение настроек для «Параметры связи»

10. На экране дисплея активировать пиктограмму «COM 1» (Рисунок 31).

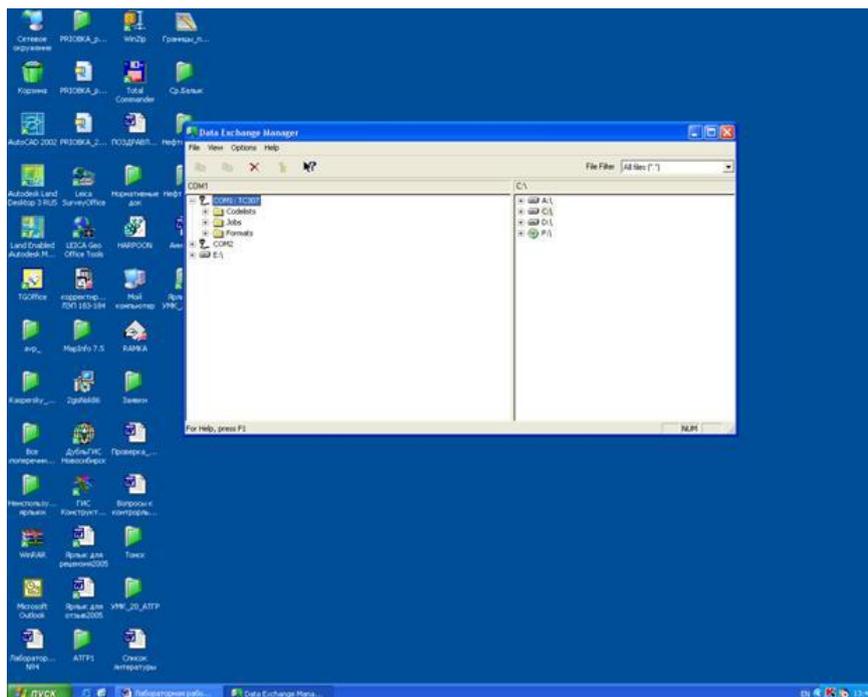


Рис. 31. Команда «COM1» (определение устройства для считывания данных).

11. Выбрать файл с данными измерений (Рисунок 32) и скопировать его в выбранную директорию на диске ПЭВМ (Рисунок 33).

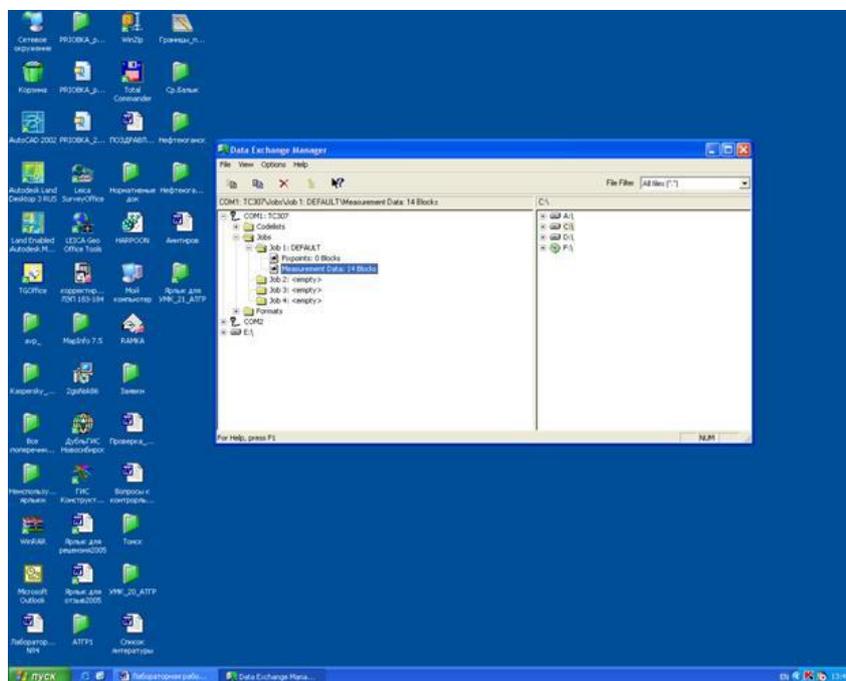


Рис. 32. Команда «Job» (выбор проекта)

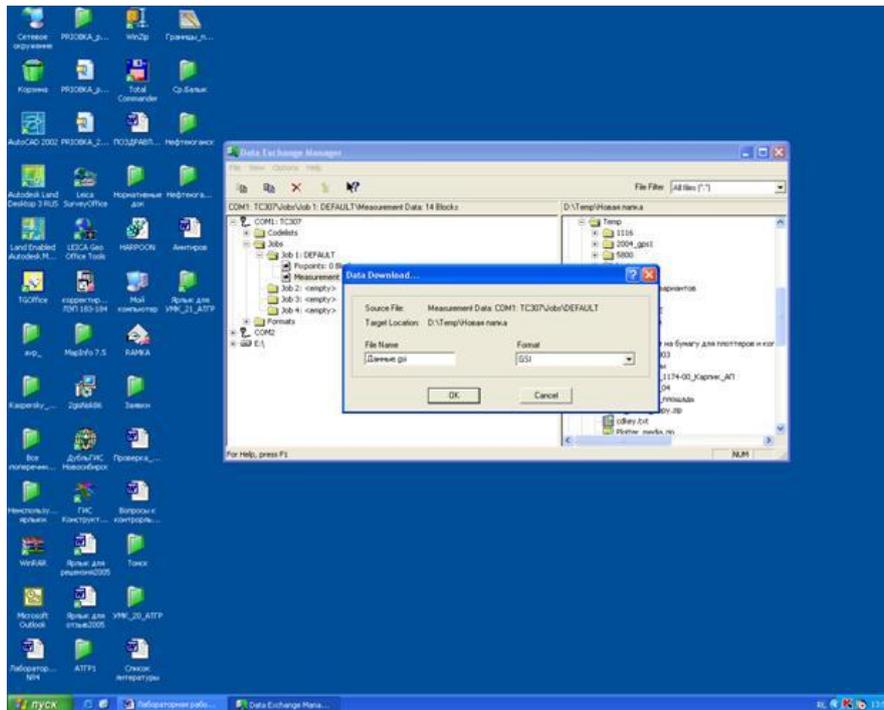


Рис. 33. Команда «Data Download» (передача данных)

12. Просмотреть данные измерений и, при необходимости, выполнить их редактирование

К зачету по лабораторной работе представить:

- 1) рисунок «окон» программы для считывания данных;
- 2) описание последовательности действий при считывании данных измерений с электронного тахеометра в ПЭВМ;
- 3) переданный в ПЭВМ с электронного тахеометра файл измерений.

Контрольные вопросы:

1. Порядок подготовки программного обеспечения электронного тахеометра для передачи данных в ПЭВМ.
2. Порядок подготовки программного обеспечения для передачи данных установленного в ПЭВМ.
3. Последовательность действий с программным обеспечением в ходе передачи данных с тахеометра в ПЭВМ.

## Практическая работа №5. Цифровой нивелир DiNi 12

**Цель работы:** изучить принципиальное устройство цифровых нивелиров (на примере DiNi 12), научиться выполнять их поверки и юстировки, освоить методику производства измерений и обработки их результатов.

**Приборы:** нивелир DiNi 12, штрих-кодовые рейки, рейки с метрической оцифровкой.

**Литература:** Руководство пользователя.

**Порядок работы:**

1. Осмотр прибора и изучение правил обращения с ним.
2. Принципиальная схема прибора и его основные части.
3. Поверки и юстировки нивелира.
4. Порядок работы на станции.
5. Обработка результатов измерений.

При получении прибора следует обратить внимание на состояние футляра, порядок размещения нивелира и его принадлежностей в футляре. Нивелир должен свободно, без усилий выниматься и укладываться в футляр. При переносе без футляра прибор удерживают за ручку.

После закрепления нивелира на штативе следует убедиться в отсутствии повреждений механических и оптических деталей, произвести проверку всех узлов, обратив внимание на плавность вращения винтов прибора.

При установке прибора поверхность головки штатива должна быть примерно горизонтальной, а подъемные и наводящие винты находиться в среднем положении, т. е. иметь достаточный запас вращения в любую сторону.

Нельзя касаться руками оптических деталей. Чистку оптики выполнять тряпочкой из мягкой ткани без использования жидких моющих средств (кроме чистого спирта).

Перед началом работы требуется определенное время для адаптации прибора к температуре окружающей среды; необходимое время адаптации (в минутах) должно быть не менее, чем в 2 раза больше разницы в температуре (в градусах). В процессе измерений нельзя подвергать нивелир и штатив длительному одностороннему воздействию солнечных лучей; не рекомендуется визировать на рейке через пространства с интенсивным солнечным излучением.

При работе под дождем или в сырую погоду в перерывах между измерениями прибор следует накрывать чехлом. После работы дать возможность прибору просохнуть в помещении и протереть его сухой мягкой тканью.

Транспортировать прибор можно только в футляре, оберегая от резких толчков и ударов. После длительного хранения нивелира перед началом работы необходимо выполнять поверки и юстировки прибора.

### **Принципиальная схема цифрового нивелира и его основные части**

При использовании цифровых (кодовых) нивелиров достигается наибольшая степень автоматизации процесса геометрического нивелирования. Особенностью цифрового нивелира является наличие электронного датчика, позволяющего автоматически снимать отсчеты по специальной штрих-кодовой рейке, определять расстояние до реек, вычислять превышения и отметки точек нивелирного хода. Общий вид цифрового нивелира DiNi 12 фирмы Trimble (США) с указанием основных частей прибора представлен на рис. 43.

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. 34) ПЗС-матрица (прибор с зарядовой связью); она размещается в плоскости изображений, создаваемых зрительной трубой.



Рис. 34. Общий вид цифрового нивелира DiNi 12

Цифровой нивелир DiNi 12 позволяет выполнять нивелирование с высокой точностью: 0,3 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 1,5 мм на 1 км хода. Основные типы реек для цифровых нивелиров DiNi показаны на рис. 35.

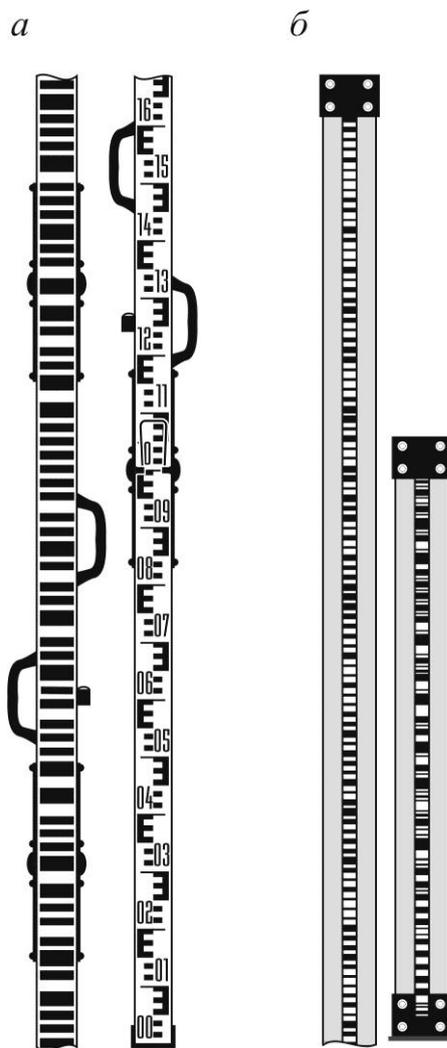


Рис. 35. Рейки для цифрового нивелира DiNi: а – LD 23/24 – деревянные складные рейки с BAR-кодом, Е градуировка, 3 и 4 м.; б – LD 11/12/13 – инварные рейки с BAR-кодом, 1, 2 и 3 м

Прибор позволяет также выполнять измерения направлений с помощью горизонтального лимба с ценой деления  $1^\circ$ , что позволяет брать отсчеты по отсчетному индексу до  $0,1^\circ$ . Предварительную установку прибора выполняют подъемными винтами трегера 9 (см. рис.34) по круглому уровню 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 выполняют с помощью бесконечного наводящего винта 5.

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.

Передача измеренных и вычисленных величин из прибора на внешние устройства (напр., персональный компьютер), и наоборот осуществляется через интерфейс 10 RS 232C.

Питание прибора осуществляется от аккумуляторной батареи, располагаемой в специальном отсеке 6. Емкость аккумулятора обеспечивает работу прибора в течение 3 дней при интенсивной работе (800 – 1000 измерений в день).

### 27.3. Подготовка прибора к измерениям

Нивелир извлекают из футляра, и закрепляют на головке штатива с помощью станового винта.

Прибор включают с помощью клавиши. На дисплее отображается программа измерений, использованная в предыдущий раз. Если изображение на дисплее нечеткое, то следует включить подсветку (что подтверждается мигающей звездочкой в правом верхнем углу экрана), либо подрегулировать контрастность с помощью кнопки.

С помощью кнопки (INFO) следует проконтролировать состояние аккумулятора, которое отображается символом аккумулятора в правом верхнем углу дисплея. Если аккумулятор садится, то на дисплее появляется сообщение «Change battery» (Замените аккумулятор). После этого сообщения необходимо быстро заменить аккумулятор, предварительно выключив прибор, чтобы предотвратить потерю информации.

Если карта памяти PCMCIA не находится в отсеке прибора, то сообщение об ошибке выдается на дисплей.

Перед измерениями нивелир устанавливают в рабочее положение, включающее горизонтирование прибора и подготовку зрительной трубы для наблюдений.

Горизонтирование нивелира выполняют с помощью подъемных винтов по круглому уровню.

Подготовка трубы для наблюдений состоит по установке трубы по глазу наблюдателя и по предмету (фокусирование трубы). Для установки трубы по глазу наводит зрительную трубу на светлую поверхность, и вращают окулярное кольцо до получения четкого изображения сетки нишей. Фокусирование трубы выполняют с помощью фокусирующего винта 2 до получения четкого изображения делений рейки.

После фокусирования трубы следует убедиться в отсутствии параллакса сетки нишей; при движении глаза наблюдателя перед окуляром изображения сетки нитей и делений рейки не должны смещаться относительно друг друга.

С учетом производства определенного вида работ выполняют установку параметров и постоянных прибора.

К основным параметрам прибора относятся:

- единицы измерения высот при электронном (и визуальном) считывании отсчетов по соответствующим рейкам – м (метры);
- дискретность отсчетов по рейке – 0,00001 м (0,001 м);
- автоматическое выключение прибора – через 10 минут; OFF (ВЫКЛ);
- звуковой сигнал – ON (ВКЛ); OFF (ВЫКЛ).

Постоянные прибора, которые обеспечивают автоматический контроль измерений и при их нарушении выдают предупреждения, включают показатели:

- максимальная длина плеча – от 10 до 100 м;
- минимальная высота визирования – от 0 до 1 м;
- максимальная разница превышений, полученных на станции – от 0 до 0,01 м;
- коэффициент рефракции – от  $-1$  до  $+1$ ;
- постоянная рейки – от 0 до 5 м (для реек сторонних производителей);
- дата;
- время.

Перед началом нивелирования создается файл с названием местоположения объекта нивелирных работ; далее в программу измерений вводят номер хода, номера задней и передней точек и информацию о методе нивелирования, отражающую порядок считывания отсчетов по задней и передней рейкам на нечетных/четных станциях.

Например:

- при обычном методе порядок визирования на нечетных/четных станциях не изменяется: ЗП-ПЗ/ЗП-ПЗ, ЗП-ЗП/ЗП-ЗП, ЗЗ-ПП/ЗЗ-ПП;
- при альтернативном методе: ЗП-ПЗ/ЗП-ПЗ, ЗП-ЗП/ПЗ-ПЗ, ЗЗ-ПП/ПП-ЗЗ.

Если после установки нивелира в рабочее положение наклон визирной оси выходит за пределы рабочего диапазона компенсатора («залипание» компенсатора), то на дисплее появится сообщение !!Comp!! При попытке выполнить измерение включается сигнал предупреждения. В этом случае следует заново отгоризонтировать прибор и при необходимости выполнить поверки. Если устранить неисправность не удалось, следует обратиться в сервисную службу.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>Практическая работа №1. Изучение состава и назначения составляющих комплекта электронного тахеометра.....</b>	<b>4</b>
<b>Практическая работа №2. Изучение технологии работы с современными электронными тахеометрами.....</b>	<b>12</b>
<b>Практическая работа № 3. Поверка электронных тахеометров .....</b>	<b>26</b>
<b>Практическая работа №4. Экспорт данных измерений с электронного тахеометра в ПЭВМ.....</b>	<b>29</b>
<b>Практическая работа №5. Цифровой нивелир DiNi 12.....</b>	<b>33</b>

# **АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению практических работ для студентов направления  
21.04.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»  
профиль «Геоинформационное обеспечение устойчивого  
развития территорий» всех форм обучения

Составитель  
Нетребина Юлия Сергеевна

В авторской редакции

Подписано к изданию 16.05.2022.  
Уч.-изд. л. 2,2

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84