

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ЭЛЕКТРОННЫМ ТАХЕОМЕТРОМ

Методические указания к практической работе

Составили В. Н. Анопин, Т. А. Сабитова, М. В. Катасонов

Волгоград
ВолгГАСУ
2016



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2016

УДК 528.531(076.5)
ББК 26.123я73
Т24

Т24

Тахеометрическая съемка электронным тахеометром [Электронный ресурс] : методические указания к практической работе / сост. В. Н. Анопин, Т. А. Сабитова, М. В. Катасонов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (0,8 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2016. — Учебное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Изложены устройство электронного тахеометра SET-510 и методика производства им тахеометрической съемки: центрирование и приведение в рабочее положение, процесс выполнения операций при работе на станции съемочного обоснования, порядок передачи материалов полевых измерений на компьютер.

Для студентов строительных специальностей (бакалавров, специалистов очной формы обучения), изучающих дисциплины «Инженерная геодезия», «Геодезия», «Прикладная геодезия» и «Геодезическое сопровождение строительных процессов».

УДК 528.531(076.5)
ББК 26.123я73

План выпуска учеб.-метод. документ. 2016 г., поз. 47

Публикуется в авторской редакции

Минимальные систем. требования:
PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0.

Подписано в свет 01.07.2016.
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 0,7. Объем данных 0,8 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
Редакционно-издательский отдел
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Устройство электронного тахеометра SET-510	5
2. Установка тахеометра на станции	7
2.1. Предварительное центрирование	7
2.2. Приведение прибора в рабочее положение	7
3. Процесс выполнения съемки местности тахеометром SET-510	8
4. Передача материалов съемки с электронного тахеометра в компьютер	16
5. Образец топографического плана, полученного с использованием компьютерной программы	18
Библиографический список	19

ВВЕДЕНИЕ

Для выполнения применяемого в настоящее время системного автоматизированного проектирования строительных объектов, требующего больших объемов топографической информации высокой точности, необходимо обеспечение резкого увеличения производительности полевых геодезических изысканий.

В настоящее время применяется качественно новая технология изысканий. Для производства проектных работ с ее использованием необходимы большие объемы геодезических материалов, собираемых в полевых условиях.

Задача максимальной автоматизации процесса тахеометрической съемки и дальнейшей обработки полевых материалов, включая составление топографического плана, может быть решена только внедрением в геодезическую практику электронных тахеометров. К ним относятся тахеометры фирм Sokkia, TRIMBLE, LEICA, а также Российские тахеометры ТА.

Электронный тахеометр представляет собой комплекс кодового теодолита, электронного дальномера и встроенной ЭВМ. Приборы имеют запоминающее устройство.

Использование в тахеометрической съемке электронных тахеометров имеет ряд преимуществ:

- нет необходимости в большом числе точек съемочного обоснования, так как приборы обеспечивают измерение расстояний до 5 км со средней квадратической погрешностью порядка $5 \text{ мм} \pm 3 \text{ pp мм}^*$, горизонтальных и вертикальных углов (зенитных расстояний), со средней квадратической погрешностью $3''\text{--}5''$. В результате достигается высокая точность определения как координат и высот точек тахеометрического хода, так и характерных точек ситуации;

- число точек тахеометрического хода и расстояния между ними определяются в основном только условиями видимости (выраженностью рельефа, наличием строений, древесных насаждений и т.д.);

- исключаются ошибки фиксации результатов наблюдений;

- достигается полная автоматизация камеральных работ.

* pp мм – значение атмосферной поправки

1. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА SET-510

Электронный тахеометр SET-510 позволяет быстро и с большой точностью выполнять полевые измерения. Он может использоваться не только для производства тахеометрической съемки, но и для решения целого ряда инженерно-геодезических задач. Прибор применяется при выполнении работ геодезического сопровождения строительных процессов, мониторинге возводимых строительных объектов и наблюдении за деформациями сооружений.

При использовании электронного тахеометра влияние «человеческого фактора» на результаты работы минимально, так как исключаются ошибки, возникающие при снятии отсчетов, заполнении и обработке журналов измерений, составлении и оформлении топографических планов и профилей.

Оптико-механическая и электронная части тахеометра SET-510 включают в себя детали и узлы, представленные на рис. 1а и 1б.

Изображенная на рис. 2 панель управления имеет следующие клавиши:

1. ON – клавиша включения питания;
2.  – клавиша включения и выключения подсветки;
3. SFT – переключатель регистра между прописными и строчными буквами;
4. ESC – отмена ввода данных или переход в меню на ступень выше;
5. FUNC – выбор функции, переход на следующую клавишу;
6. BS – удаление введенных символов;
7. Джойстик:  – перемещение подсветки строчек вниз - вверх;
 – перемещение курсора вправо, влево;
8.  – ввод выбранной опции или функции;
9. F1, F2, F3 и F4 – программные клавиши для выбора соответствующих им значений;
10. ON +  – отключение питания.

Значения программных клавиш выводятся в нижней строке экрана. В режиме редактирования клавиши используются для ввода букв и цифр.

Различные программы компьютерной обработки полевых измерений имеют свои особые требования к структуре исходных данных и, как следствие, к порядку выполнения полевых работ. В данных методических указаниях приводится технология производства работ для последующей обработки результатов полевых измерений в системе *CREDO – DAT*.

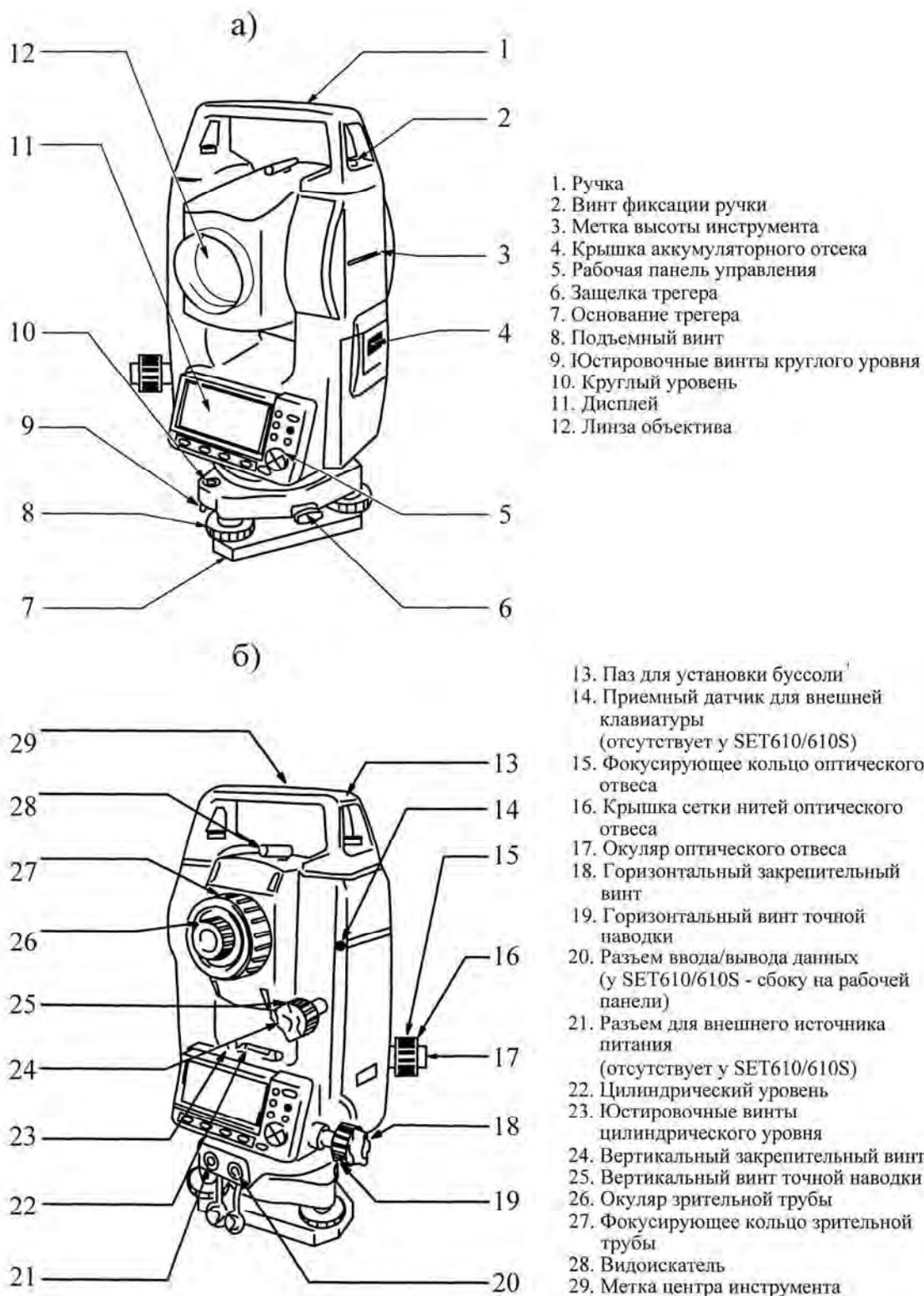


Рис. 1. Винты, детали и узлы тахеометра SET-510

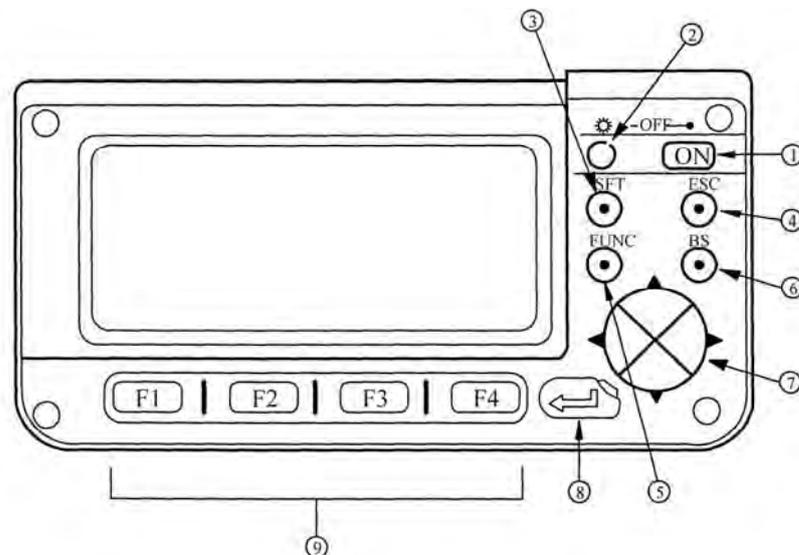


Рис. 2. Панель управления тахеометра SET-510

2. УСТАНОВКА ТАХЕОМЕТРА НА СТАНЦИИ

2.1. Предварительное центрирование

2.1.1. Устанавливают штатив над точкой тахеометрического хода так, чтобы концы ножек штатива были примерно на равном расстоянии его точки, а его головка – горизонтальна.

2.1.2. Закрепляют прибор на штативе станковым винтом.

2.1.3. Фокусируют сетку нитей оптического отвеса, вращая окуляр оптического отвеса.

2.1.4. Ослабив становой винт, передвигают тахеометр по головке штатива до совмещения перекрестия сетки нитей оптического отвеса с точкой стояния.

2.2. Приведение прибора в рабочее положение

2.2.1. Приводят пузырек круглого уровня в положение близкое к нуль-пункту, регулируя длину ножек штатива.

2.2.2. Приводят пузырек цилиндрического уровня в нуль пункт, вращая последовательно подъемные винты А и В (рис. 3,а), а после поворота тахеометра на 90° — винт С (рис. 3, б).

2.2.3. Выполняют поверку цилиндрического уровня, поворачивая верхнюю часть прибора примерно на 180°; пузырек уровня должен оставаться в нуль - пункте. В противном случае требуется юстировка оси цилиндрического уровня.

2.2.4. Точно центрируют тахеометр над точкой. Для этого ослабляют становой винт и, глядя в окуляр оптического отвеса, перемещают прибор по го-

ловке штатива так, чтобы центр сетки нитей точно совместился с изображением точки стояния. Затягивают становой винт с усилием 10 кг.

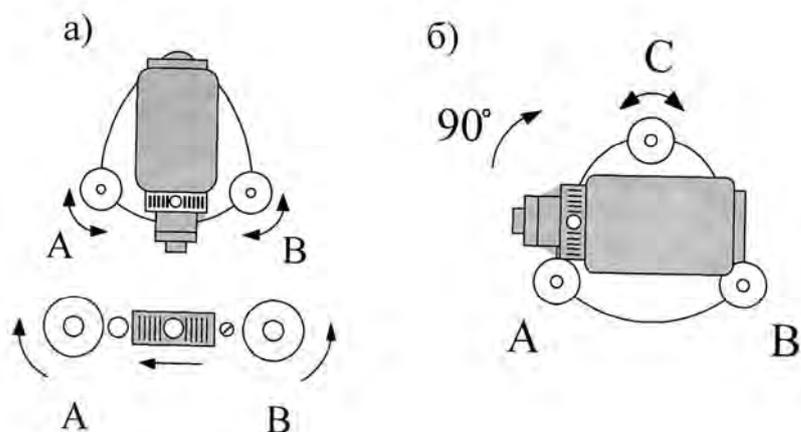


Рис. 3. Приведение в нуль - пункт пузырька цилиндрического уровня

3. ПРОЦЕСС ВЫПОЛНЕНИЯ СЪЕМКИ МЕСТНОСТИ ТАХЕОМЕТРОМ SET-510

Так как при обработке полевых измерений в программе *CREDO – DAT* каждая точка должна иметь свой номер (имя), то перед началом работы необходимо установить порядок нумерации точек. Сначала выделяют необходимое количество номеров для точек съемочного обоснования, например 10. Их число зависит от размеров объекта съемки. Точкам тахеометрической съемки (съемочным точкам) присваивают номера, начиная со следующего (в приведенном примере с 11). Соблюдение этого порядка особенно важно, если съемку участка выполняют несколькими тахеометрами.

Последовательность рабочих процедур тахеометром SET-510 при топографической съемке включает в себя следующие операции:

- 1) выбор файла для хранения результатов измерений;
- 2) вход в режим измерений с сохранением данных;
- 3) ввод данных о точке стояния;
- 4) наведение перекрестия зрительной трубы на точку ориентирования и выполнение измерительных операций;
- 5) наведение зрительной трубы на последующую точку съемочного обоснования и выполнение измерительных операций;
- 6) выполнение работ по съемке ситуации и рельефа;
- 7) переход на следующую станцию, повторение действий с п. 1 по п. 6;
- 8) передача данных в компьютер.

После включения [ON] тахеометр автоматически входит в режим «Измерения» (рис. 4).



Рис. 4. Режим «Измерения»

Выбирают файл, в который будут заноситься результаты измерений. Для этого:

а) нажимают на клавишу **[ESC]** — выполняют переход в режим статуса главного меню (рис. 5);

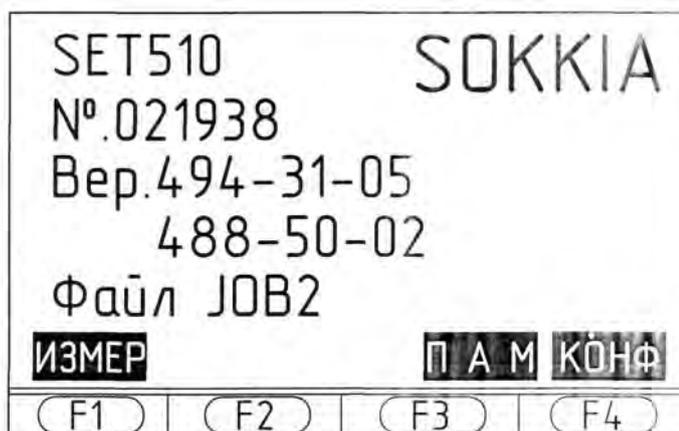


Рис. 5. Режим статуса главного меню

б) нажимают на клавишу **[F3]** — входят в режим «Память» (рис. 6);

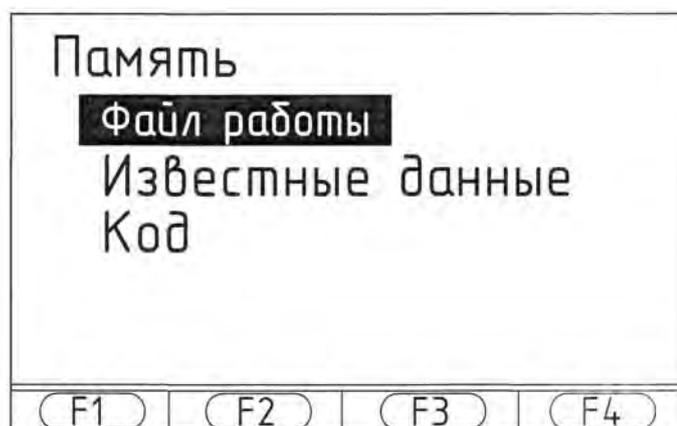


Рис. 6. Режим «Память»

в) устанавливают курсор на пункте меню «Файл работы», нажимают клавишу **[Ввод]**, переходят к экрану, показанному на рис. 7;

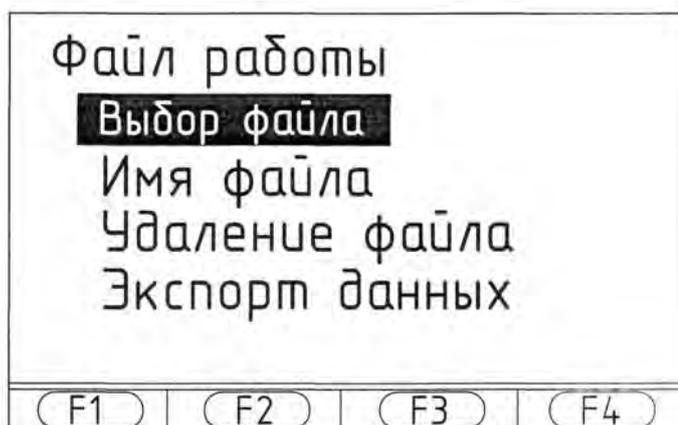


Рис. 7. Файл работы

г) устанавливают курсор на пункт меню «Выбор файла», нажимают клавишу **[Ввод]** - на экране открывается список файлов (рис. 8);

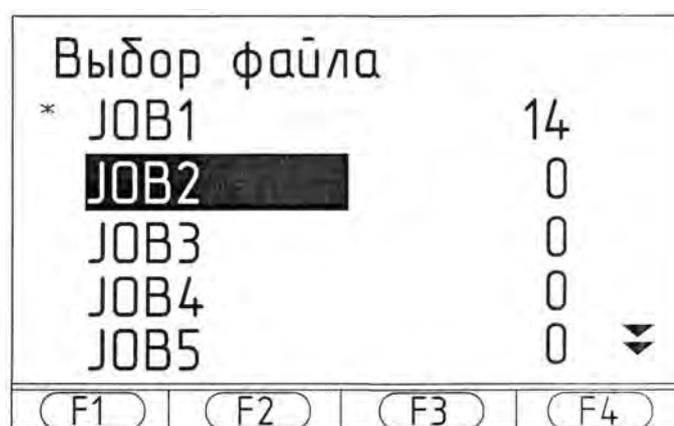


Рис. 8. Список файлов

д) устанавливают курсор на нужное имя файла, например «JOB2», нажимают клавишу **[Ввод]**, экран возвращается к состоянию, изображенному на рис. 7;

е) нажимают на клавишу **[ESC]**, **не отпуская ее** до тех пор, пока не откроется главное меню (рис. 5). При этом имя выбранного файла «JOB2» должно быть отражено на экране;

ж) нажимают на клавишу **[F1]**, и возвращаются в режим «Измерения» (рис.4).

После завершения операций выбора файла активизируют режим «Запись данных». Для этого, находясь в режиме «Измерения», «пролистывают» экраны. Используя клавишу **[FUNC]**, находят функцию «ЗАП». При использовании заводской настройки прибора, функцию «ЗАП» находят на третьем экране — клавиша **[F3]** (рис. 9).

На следующих экранах этого пункта меню («ЗАП» JOB2) можно ввести код, дату, время, данные для вычисления атмосферных поправок и т.д. При обработке материалов съемки в программном обеспечении CREDO-DAT заполнять все предлагаемые поля не обязательно, достаточно ввести номер станции, высоту инструмента, желательно температуру и давление воздуха (для вычисления атмосферной поправки). Плановые координаты и высоту станции удобнее задавать при компьютерной обработке результатов съемки.

Ввод исходных данных в электронный тахеометр SET-510.

Устанавливают курсор на нужном поле и нажимают клавишу [РЕДКТ] - редактирование. В нижней строке экрана над функциональными клавишами появляются цифры 1, 2, 3, 4. Ввод нужной цифры осуществляют нажатием соответствующей клавиши, переход к другим цифрам — клавишей [FUNC]. Для редактирования номера точки и кода применимы только арабские цифры и буквы латинского алфавита, а также символы «.» , «+». «-», «&», а для редактирования высоты инструмента и координат — арабские цифры и символы «.» , «-», «+».

Выход из режима редактирования осуществляют установкой курсора на следующем или предыдущем полях.

После внесения изменений во все нужные для съемки поля следует выйти из пункта меню «Данные на станции» (рис. 11), нажав программную клавишу [DA]. При этом все данные по станции будут внесены в память тахеометра.

Следующий этап работы — ориентирование инструмента — может быть выполнено с установкой на ориентируемой точке отражателя или визирной вехи.

При установке в точке ориентирования отражателя, находясь в режиме «Запись данных», (рис. 10), выбирают пункт меню «Расстояния» и нажимают клавишу [Ввод]. На открывшемся экране (рис. 12), выбирают функцию «Расстояния» и проводят измерения.

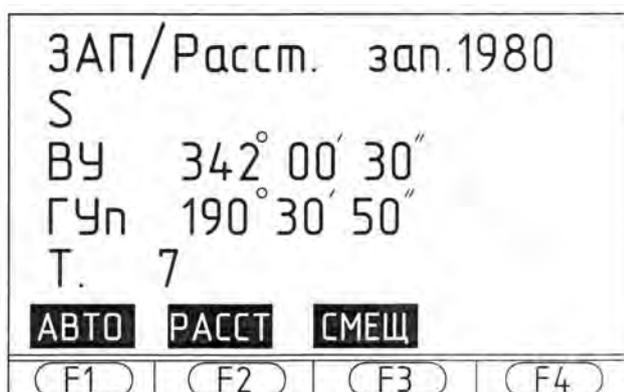


Рис. 12. Экран подготовлен к измерению (вариант первый)

После завершения измерений экран принимает вид, представленный на рис. 13.



Рис. 13. Измерения выполнены по первому варианту

Для сохранения в памяти прибора измеренных значений выбирают функцию [ЗАП]. Устанавливают курсор (рис. 14) на номере точки и вводят нужное значение, затем редактируют высоту отражателя. Все внесенные и измененные данные сохраняют, выбрав функцию [ДА].

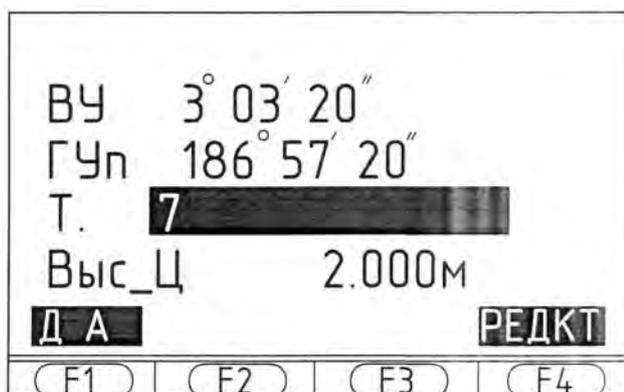


Рис. 14. Номер точки и высота цели сохранены в памяти прибора

После наведения зрительной трубы на установленную на точке ориентирования визирную вежу, находясь в режиме «Запись данных», рис. 10, выбирают пункт меню «Углы», нажимают клавишу [Ввод]. На открывшемся экране, отображаются текущие значения вертикального и горизонтального углов (рис. 15).



Рис. 15. Измерения выполнены по второму варианту

Для большей оперативности в процессе работы значение горизонтального угла целесообразно обнулить, нажав дважды [УСТ О] (рис. 16).



Рис. 16.Обнуление значения горизонтального угла

Для сохранения измеренных значений в памяти прибора выбирают функцию [ЗАП]. Аналогично изложенному выше, редактируют номер точки. Все вычисленные и измеренные данные сохраняют, выбрав функцию [ДА], рис. 17.

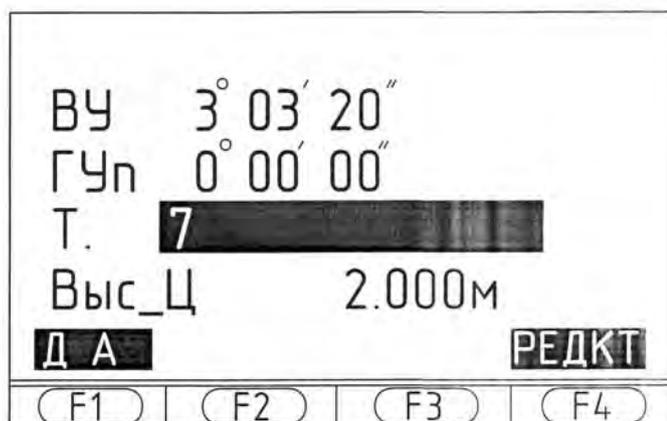


Рис. 17.Результаты измерений (второй вариант)

Перед производством съемки, целесообразно выполнить наблюдения на следующую точку съемочного обоснования. Для этого на выбранную точку устанавливают отражатель. Находясь в режиме «Запись данных», выбирают пункт меню «Расстояния». Далее проводят измерения, редактируют и сохраняют данные, выполняя операции, описанные при «установке в точке ориентирования отражателя».

По окончании подготовки прибора к процессу съемки ее выполняют в том же режиме «Запись данных», пункт меню «Расстояния». Наводят прибор на первую съемочную точку и нажимают клавишу «Расстояния». Экран принимает вид, показанный на рис. 13.

Для сохранения результатов измерений, выбирают функции [ЗАП]. Редактируют номер точки, высоту наведения (рис. 14). Все измерения сохраняют, нажав функцию [ДА]. При этом экран возвращается к состоянию, представленному на рис. 12.

Если высота наведения на следующих точках не меняется и не требуется кодирование информации, то для работ удобно использовать функцию [АВТО]. При нажатии этой клавиши прибор производит измерения, самостоятельно присваивает точке следующий порядковый номер и сохраняет результаты, что значительно повышает производительность полевых работ.

Кодирование полевой информации является неотъемлемой частью современной технологии тахеометрической съемки.

Электронные тахеометры SET имеют «лист кодов» — область памяти, в которой можно заранее разместить сорок кодов. В процессе съемки исполнитель может вносить коды, выбирая их из «листа» или вводя вручную. Кодировать можно как точечные, так и линейные и площадные объекты. При обработке полевых измерений в системе CREDO-DAT коды распознаются и отображаются в точках съемки определенными условными знаками. Однако, полное кодирование информации увеличивает время полевых работ, делает их более трудоемкими. Целесообразнее вести обычный подробный абрис, кодируя информацию только в случае необходимости.

Закончив съемку на первой станции, устанавливают прибор на второй и выполняют работу в той же последовательности: данные о новой станции, ориентирование на предыдущую точку обоснования, наблюдение на последующую точку съемочного обоснования, ввод данных, собственно съемка и переход на следующую станцию.

Внесенные в памяти прибора данные хранятся в такой последовательности:

1. имя файла;
2. настройки прибора;
3. данные по станции 1;
4. данные измерения на ориентирную точку;
5. данные измерения на последующую точку съемочного обоснования;
6. данные измерения на съемочную точку (пикет);
7.

№ - данные по станции 2.

№ + 1 – данные измерений на ориентирную точку;

№ + 2 – данные измерений на последующую точку съемочного обоснования;

№ + 3 – данные измерений на съемочную точку (пикет).

Все данные измерений, зафиксированные ниже данных по станции, считаются сделанными с этой станции. Информация, содержащаяся в строках 3, 4, 5, 6... №+1, №+2, №+3, ... – аналогична. Она включает номер точки, значения горизонтального и вертикального углов, расстояния и код. Формат SDR хранения данных, используемый в тахеометрах фирмы Sokkia, имеет в себе всю необходимую информацию и поэтому является удобным для хранения полевых материалов.

Система CREDO-DAT выполняет контроль наличия прямых и обратных наблюдений и разделение данных измерений по съемочному обоснованию и самой тахеометрической съемке.

4. ПЕРЕДАЧА МАТЕРИАЛОВ СЪЕМКИ ИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА В КОМПЬЮТЕР

При работе с электронным тахеометром SET-510 осуществляется фиксирование данных во внутреннее запоминающее устройство. Файл работы транслируется в компьютер при непосредственном подключении прибора к одному из порталов ЭВМ посредством интерфейсного кабеля DOK27. Для передачи данных может использоваться как специальное программное обеспечение фирмы Sokkia – (например, программа Prolink 1.15), так и программное обеспечение других фирм. При отсутствии в компьютере прикладного программного обеспечения можно воспользоваться программой Nurer Terminal, входящей в стандартный пакет поставки операционной системы Windows.

Последовательность передачи результатов съемки в компьютер.

1. Подключают интерфейсный кабель к тахеометру и к СОМ-порталу компьютера.

2. Включают тахеометр и компьютер.

3. Запускают программу Prolink 1.15, выбрав ее в меню *Пуск*, либо дважды щелкнув левой клавишей мыши по соответствующему ярлыку на рабочем столе.

4. Создают новый проект. Открывают диалог передачи, выбрав в меню *File/Receive*, либо, щелкнув соответствующий значок на панели прибора.

5. В открывшемся диалоговом окне выбирают формат передаваемых данных (в приведенном примере формат SDR 33). В меню *settings* устанавливают параметры связи, соответствующие установленным в тахеометре.

6. Выбирают имя файла, в котором будут сохранены транслированные данные, либо оставляют рабочее имя файла (*Use Job Name/ SDR*).

7. Нажимают клавишу *Connect*. Появляется окно с сообщением *Waiting to receive...* «Жду получения».

8. В тахеометре в меню *ПАМ* выбирают пункт «Файл работы» (нажимают клавишу «Ввод», затем выбирают пункт «Экспорт данных».

9. Программа Prolink 1.15 выдаст сообщение *Transfer complete* (Передача завершена). Файл с данными полевых измерений в формате SDR окажется в пакете Sokkia/ Prolink /SDF.

10. Для уточнения данных, полученных в результате измерений (введения поправок за метеоусловия, кривизну земли и рефракцию, константу отражателя, трансформирования координат из одной картографической проекции в другую и т.д.) и экспорта редуцированных координат в различные форматы

данных, необходимо экспортировать исходные данные из файла формата SDR в текущий полевой журнал созданного проекта.

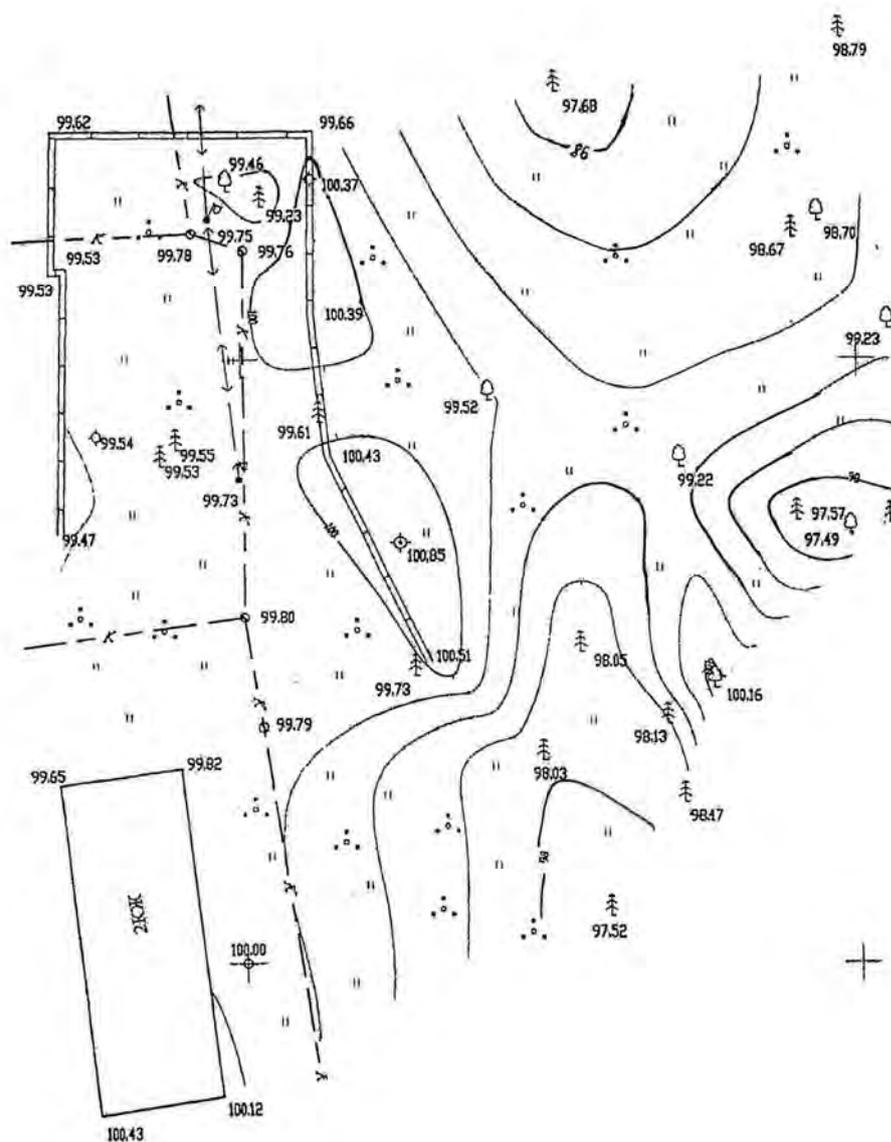
11. После завершения операции импорта в меню, где указано имя файла с исходными данными в формате SDR, заполнится таблица текущего полевого журнала.

12. Для экспорта данных измерений в среду, не воспринимающую файлы формата SDR, в т. ч. **CREDO**, необходимо измеренные величины (углы и расстояния) преобразовать в пространственные прямоугольные координаты. Этот переход осуществляется в меню Field Book/ Reduce, где параллельно с переходом из одной системы координат в другую имеющиеся данные подвергаются дополнительной обработке.

13. Для экспорта координат в среду Кредо в меню «Пункт» выбирают пункт «Export» и указывают формат преобразования экспортируемых данных — DXF.

14. Для дальнейшей обработки измерений в среде CREDO на компьютере запускают соответствующее приложение. Для дальнейшей работы этот файл сохраняют как чертеж в фирме DWG «CREDO-DAT» (рис. 18).

**5. ОБРАЗЕЦ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА,
ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ**



1: 500

Сплошные горизонтالي проведены через 0,5 метра

Рис. 18. План тахеометрической съемки

Библиографический список

1. Поклад, Г.Г. Учебное пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. 2-е изд. М.: Академический проект, 2008. 529 с.
2. Электронные тахеометры SET (Sokkia), серия 10. Геостройизыскания, Руководство по эксплуатации, 2002.
3. Порядок работы с электронным тахеометром Sokkia SET-510. Справочное руководство ЗАО «Инженерная геодезия». Ростов-на-Дону, 2007.