Сибирская Государственная Геодезическая Академия

Кафедра Геодезии

**РЕФЕРАТ**

**Применение электронных тахеометров для производства тахеометрической съемки**

Выполнила: Проверила:

Студ. гр. ГК-22 Федорова Н.В.

Рыжкова В.К.

Новосибирск 2010

**Содержание**

1. Введение

2. Электронные тахеометры

2.1 Виды и принцип действия

2.2 Области применения и стандартные прикладные задачи

2.3 Поверки электронного тахеометра

3. Применение электронных тахеометров для производства тахеометрической съемки

4. Обработка результатов измерений

5. Заключение

6. Список литературы

1. **Введение**

В настоящее время при проведении топографо-геодезических работ все большие требования предъявляются к срокам их выполнения при строгом соблюдении необходимой точности и качества. Данное обстоятельство стимулирует проектно-изыскательские, земельно-кадастровые и строительные организации использовать новые средства измерения пространственных координат, универсальное и удобное программное обеспечение, комплексные технологии, позволяющие автоматизировать полевые и камеральные этапы работ и обеспечивающие наиболее простое интегрирование данных геодезических измерений в САПР и ГИС.

Несмотря на бурное развитие новых областей геодезии, таких как спутниковые методы измерения и наземное лазерное сканирование, традиционные геодезические приборы – электронные тахеометры продолжают занимать не менее важное место среди геодезических приборов.

Электронные тахеометры активно применяют для решения различных геодезических задач. В данной работе рассматривается применение электронных тахеометров для производства тахеометрической съемки.

**2. Электронные тахеометры**

**2.1 Виды и принцип действия**

**Тахеометр** — геодезический прибор для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных [углов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BE%D0%BB). Используется для вычисления координат и высот точек местности при топографической съёмке местности, при разбивочных работах, переносе на местность высот и координат проектных точек.

Тахеометры, в которых все устройства (угломерные, дальномерные, зрительная труба, клавиатура, процессор) объединены в один механизм, называют **интегрированными тахеометрами**.

Тахеометры, которые состоят из отдельно сконструированного [теодолита](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82) (электронного или оптического) и светодальномера, называют **модульными тахеометрами**.

В **электронных тахеометрах** расстояния измеряются по разности фаз испускаемого и отраженного луча (фазовый метод), а иногда (в некоторых современных моделях) — по времени прохождения луча лазера до отражателя и обратно (импульсный метод). Точность измерения зависит от технических возможностей модели тахеометра, а также от многих внешних параметров: температуры, давления, влажности и т. п.

Диапазон измерения расстояний зависит также от режима работы тахеометра: **отражательный** или **безотражательный**. Дальность измерений при безотражательном режиме напрямую зависит от отражающих свойств поверхности, на которую производится измерение. Дальность измерений на светлую гладкую поверхность (штукатурка, кафельная плитка и пр.) в несколько раз превышает максимально возможное расстояние, измеренное на темную поверхность. Максимальная дальность линейных измерений для режима с отражателем ([призмой](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B0_%28%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%29)) — до пяти километров (при нескольких призмах - ещё дальше); для безотражательного режима — до одного километра. Модели тахеометров, которые имеют безотражательный режим, могут измерять расстояния практически до любой поверхности, однако следует с осторожностью относиться к результатам измерений, проводимых сквозь ветки, листья и подобные преграды, поскольку неизвестно, от чего именно отразится луч, и, соответственно, расстояние до чего он измерит.

Существуют модели тахеометров, обладающие дальномером, совмещенным с системой фокусировки зрительной трубы. Преимущества таких приборов заключается в том, что измерение расстояний производится именно на тот объект, по которому в данный момент выставлена зрительная труба прибора.

Точность угловых измерений современным тахеометром достигает половины угловой секунды (0°00’00,5"), расстояний — до 0.6мм + 1 мм на км (например, в тахеометрах серии TS30 от фирмы Leica Geosystems).

Точность линейных измерений в безотражательном режиме — 2мм + 2мм на км.

Большинство современных тахеометров оборудованы вычислительным и запоминающим устройствами, позволяющими сохранять измеренные или проектные данные, вычислять координаты точек, недоступных для прямых измерений, по косвенным наблюдениям, и т. д. Некоторые современные модели дополнительно оснащены системой GPS (например, Leica Smart Station).

Тахеометры, собираемые из отдельных модулей, позволяют выбрать компоненты именно под конкретные прикладные задачи, полностью исключив лишнюю функциональность.

**2.2 Области применения и стандартные прикладные задачи**

При создании ЦММ (цифровой модели местности), электронный тахеометр с возможностью передачи данных в компьютер через специальный интерфейс, становится абсолютно незаменимым прибором.

**Электронный** **тахеометр** является готовым решением для самого широкого круга геодезических задач: определение расстояний, расчеты относительно базовой линии, определение координат и высоты недоступного объекта, также, прибор выполняет обратную засечку (определение координат дополнительной точки, с помощью измерения в этой точке углов между направлениями на три данных пункта и более с известными координатами). Современный электронный тахеометр обладает большим объемом памяти для надежного хранения полученных данных, а интерфейс для связи с компьютером позволяет загружать координаты из ПК для последующего выноса данных в натуру, также данные можно перенести в ПК для последующей работы с ними уже на стационарном компьютере или ноутбуке.

**2.3 Поверки электронного тахеометра**

Электронный тахеометр, как любой геодезический прибор, должен быть поверен и отъюстирован перед производством работ. Учитывая совмещенность дальномерных и угловых измерений, в тахеометре должны выполняться геометрические условия взаимного положения оптико-механических и оптико-электронных осей. Поэтому полный набор поверок и юстировок проводится в сервисных центрах. Однако ряд основных поверок можно выполнить в полевых условиях. Более того, регулярное проведение некоторых поверок является обязательным, так как измерения электронным тахеометром проводятся при одном положении ВК прибора, а поправки за коллимацию, место нуля ВК и место нуля компенсатора наклона вертикальной оси автоматически вводятся в результаты измерений. Неучтенные изменения этих поправок приводят к снижению точности результатов измерений. Перед поверками необходимо внимательно изучить методику их проведения и юстировки по руководству к эксплуатации конкретной модели тахеометра.

Основные поверки электронного тахеометра:

1. Поверка уровней (круглого и цилиндрического).

2. Поверка оптического центрира.

3. Поверка компенсатора наклона вертикальной оси прибора.

4. Определение коллимационной ошибки и места нуля вертикального круга.

5. Определение постоянной поправки (К) дальномера электронного тахеометра.

6. Определение постоянной поправки отражателя.

7. Рабочая ось электронного дальномера должна совпадать с визирной осью зрительной трубы.

8. Рабочая ось указателя створа должна совпадать с визирной осью зрительной трубы тахеометра.

**3. Применение электронных тахеометров для производства тахеометрической съемки**

электронный тахеометр съемка

Работы на объекте начинают с получения технического задания, анализа топографо-геодезической изученности территории, определения системы координат, требуемой точности работ. Проводится рекогносцировка и обследование пунктов ОГС, составляется проект работ. Определяется ПО, на основе которого будет проводиться обработка результатов. Составляется каталог координат существующих пунктов ОГС.

**Подготовка тахеометра к работе включает:**

- поверки и юстировки прибора, оптического центрира для отражателя, уровня на вехе для призмы;

- комплектование оборудования в зависимости от длин линий, применяемых отражателей и вида работ;

- зарядку аккумуляторов;

- в режиме памяти выбор файлов исходных данных и файлов для записи результатов измерений;

- ввод каталога координат с компьютера в файл исходных данных памяти тахеометра;

- очистку рабочих файлов от старой информации.

Если обработка будет выполняться после полевых измерений, то каталог исходных пунктов можно ввести при обработке и в тахеометр не вводить.

Работу на станции начинают с установки и приведения прибора в рабочее положение. Для этого штатив над точкой ставят по отвесу, вдавливают его ножки, регулируя их высоту, чтобы головка штатива была горизонтальной. Тахеометр ставят на штатив, закрепляют становым винтом. Проводят окончательное центрирование и горизонтирование прибора с помощью встроенного оптического центрира, подъемных винтов, уровня. Измеряют высоту тахеометра от марки центра пункта до метки высоты прибора. Она должна измеряться до миллиметра, поэтому используют выдвижную веху с миллиметровыми делениями. Её вставляют в отверстие в подставке (предварительно вынув тахеометр из подставки) до упора в марку, измеряют высоту верха подставки и к ней прибавляют стандартную высоту прибора.

При прокладке ходов полигонометрии используют трехштативную систему, если это позволяют подставки (трегеры) под отражатель, входящие в комплект прибора. В этом случае штативы устанавливают над точкой начального ориентирования (пункт ОГС) и над следующей за станцией точкой хода. Подставки центрируют и горизонтируют по оптическому центриру. Отражатели направляют на тахеометр, измеряют высоту до центра отражателя.

Для съемки, прокладки теодолитного хода, построений засечками призму отражателя можно устанавливать на веху, которая в отвесное положение приводится по круглому уровню. Для привязки к пунктам ОГС ось вехи отражателя устанавливают над центром марки пункта. Если проводится только угловая (азимутальная) привязка к пункту ОГС, то достаточно поставить на веху визирную марку без отражателя. Её можно использовать в безотражательном режиме для измерения коротких расстояний.

Основные методы работы с электронными тахеометрами являются общими для большинства моделей и конкретизируются в соответствии с их возможностями, внутренним программным обеспечением, функциями клавиш. Поэтому производство измерений рассмотрим на базе 5ЕТ030К.

Прибор включают, он автоматически проводит самодиагностику и просит ввести пароль. Появляется режим статуса, из которого входят в режим конфигурации, если требуется ввести константы прибора и условия наблюдений. Затем устанавливают экран измерений. Сначала вводят в прибор данные о станции. Для этого активизируют клавишу ЗАП режима измерений, появится экран ЗАПИСЬ с указанием номера рабочего файла и названием данных. Выбирают курсором строку ДАННЫЕ О СТАНЦИИ, нажимают Е1ЧТЕК, в появившемся окне нажимают клавишу РЕДКТ. Для ввода в обозначенные строки набирают следующие данные:

- имя точки (Т);

- высота инструмента (Выс И);

- код станции;

- оператор;

- дата;

- время;

- погода (ясно, облачно, пасмурно, дождь и т. д.);

- ветер (нет, легкий, сильный, умеренный и др.);

- температура;

- давление;

- атмосферная поправка.

Набранные значения проверяют, нажимают клавишу ДА, данные будут введены. Нажимают ЕSС для возвращения в экран ЗАПИСЬ и регистрации результатов измерений. Атмосферную поправку вводят только при высокоточных измерениях, в остальных случаях она принимается по умолчанию нулевой, а температура и давление — стандартными.

Измерения начинают с визирования на пункт начального ориентирования. Наводящими винтами трубы и алидады совмещают изображение центра сетки нитей с центром визирной марки или отражателя, процентрированных над пунктом.

Для измерения и записи результатов в указанный рабочий файл проводят следующие операции.

* 1. В экране ЗАПИСЬ курсором выбирают УГЛЫ, нажимают клавишу ЕSС до возвращения в экран измерений. В нем нажимают клавишу Уст 0, когда она будет мигать, нажимают повторно. Будет выставлен нулевой отсчет по ГК на начальное направление. Нажимают клавишу ЗАП.
	2. В экране ЗАПИСЬ выбирают РАССТОЯНИЯ. Через ЕSС возвращаются в экран измерений, нажимают клавишу РАССТ. На экране отобразятся: наклонное расстояние S, вертикальный угол Z, отсчет по ГК. Нажимают клавишу ЗАП, затем РЕДКТ. В появившемся трафарете набирают: Т - имя (номер точки): ВЫС Ц. — высоту цели; код точки, если используется кодирование. Набранные данные проверяют. Они будут введены после нажатия ДА.
	3. Визируют на переднюю точку хода. В экране ЗАПИСЬ выбирают РАССТОЯНИЯ, проводят измерения (клавиша РАССТ экрана измерений). Нажимают клавишу ЗАП, затем РЕДКТ. Набирают имя точки визирования, высоту цели, код точки.

Для повышения точности угловые измерения в ходе полигонометрии можно провести несколькими приемами способом повторений. Войти в этот режим можно, нажав МЕНЮ экрана измерений и в появившемся экране активизировав ПОВТОРЕНИЯ. После установки нуля на начальное направление нажимают клавишу ДА, визируют на другую цель, нажимают ДА, вновь на начальное направление - ДА, другую цель - ДА и т. д. На экран после нажатия клавиши ОТМ выдается суммарное значение угла из п повторений, число n, средний угол из n приемов.

* 1. Проводят с этой же станции съемку пикетов или иных точек объекта полярным способом. Для записи в рабочий файл однотипных точек, когда высота отражателя на вехи постоянна, а номер точек можно автоматически увеличивать на единицу, используют режим записи АВТО. Для его активизации в экранах ЗАП/'РАССТ и ЗАП/УГЛЫ нажимают клавишу АВТО. Веху с отражателем ставят на первый снимаемый пункт, визируют на него, нажимают клавишу РАССТ, вводят его номер. Номера остальных точек будут увеличены на единицу автоматически.

Измерения пунктов можно выполнять в режиме координат, нажав клавишу КООРД экрана измерений. В этом режиме также действует запись АВТО. Однако для этого режима предварительно должны быть введены (или извлечены из файла исходных данных) координаты станции и точки начального ориентирования. Следует иметь в виду, что допущенные ошибки в координатах исходных точек в этом режиме войдут в координаты всех снятых пикетов.

Переходят на следующую станцию. При трехштативной системе основание прибора вынимают из подставки и ставят вместо него визирную марку с отражателем, а прибор — в подставку бывшей передней точки хода. Штатив с задней точки переносят вперед на следующую за новой станцией переднюю точку. При отсутствии трехштативного комплекта центрирование всех точек новой станции проводят вновь. Измерения и запись в файл на новой станции проводят аналогично. При прокладке хода горизонтальные углы измеряют все правые или левые по ходу. Из построения хода электронным тахеометром определяются не только координаты, но и отметки пунктов методом тригонометрического нивелирования.

Съемку электронным тахеометром можно проводить с точки свободной станции, если с нее есть прямая видимость на два и более пункта ОГС. В этом случае координаты станции определяются из обратной линейно-угловой засечки. Режим обратной засечки предусмотрен во всех моделях электронных тахеометров. Определения выполняются и обратной угловой засечкой, при этом наблюдаться должны три и более исходных пункта. Из засечки определяется также отметка станции.

В тахеометрах ZЕТ 030 для входа в режим обратной засечки следует нажать клавишу МЕНЮ экрана измерений, выбрать строку ОБРАТНАЯ ЗАСЕЧКА. После нажатия клавиши СЧИТ можно вызвать и считать координаты пунктов ОГС из файла исходных данных, перемещая курсор на нужные точки каталога. Для ввода их с клавиатуры нажимают клавишу РЕДКТ. После набора координат одной точки ОГС нажимают клавишу « » и переходят к набору следующей точки. После ввода координат всех исходных точек нажимают клавишу ИЗМЕР. Визируют на первую известную точку, нажимают РАССТ (или угол в угловой засечке), результаты измерений появятся на экране. Нажимают клавишу ДА, вводят высоту цели. Аналогично наблюдают остальные исходные пункты. После окончания наблюдений нажимают клавишу ВЫЧ для автоматического запуска вычислений. Запись результатов измерений выполняется нажатием клавиши ЗАП.

Точность определения координат из обратной засечки зависит от геометрии построения, а при плохой геометрии засечки решение задачи может оказаться практически невозможным. Таким является настолько близкое расположение двух исходных точек, что горизонтальный угол между направлениями на них будет недопустимо мал. В этом случае необходимо использовать другие или дополнительные исходные пункты. Неблагоприятной также является геометрия угловой засечки, если станция и три известных пункта лежат на одной окружности. После измерений на исходные пункты засечки можно выполнять тахеометрическую съемку пикетов.

Для проведения съемки электронные тахеометры имеют ряд дополнительных режимов. Рассмотрим основные из них.

Безотражательный режим применяется, если установка отражателя на снимаемую точку затруднена или невозможна, но точка видна. Для его запуска в экране измерений на 2-й странице нажать клавишу ДЛН, войти в строку ОТРАЖАТЕЛЬ, нажать клавишу РЕДКТ, значение параметра установить НЕТ (без отражателя). В безотражательном режиме рекомендуется проводить только горизонтальную съемку, так как при этом высота визирования на снимаемой точке не измеряется, и вычислить отметку этой точки нельзя. Съемку в безотражательном режиме можно выполнить одним оператором без реечника.

Измерения со смещением применяется, если снимаемый пикет со станции не виден. Тогда выбирают его смещенное положение, которое снимают, и измеряют величину смещения. Смещение может выполняться вправо или влево от снимаемой точки по перпендикуляру к линии визирования на смещенное положение, а также вперед и назад по линии визирования. Выбрав смещенную точку, устанавливают на ней отражатель, измеряют величину смещения. Визируют на смещенную точку, нажимают в экране измерений РАССТ, результат появятся на экране. Нажимают клавишу СМЕЩ, в появившемся экране выбирают строку СМЕЩ/РАССТ, нажимают клавишу РЕДКТ для ввода в трафарет экрана следующих значений: РАССТ — горизонтальное проложе- ние смещения; ОТРАЖ — положение отражателя (« » — слева, « » — справа от измеряемой точки, « » — ближе, « » — дальше измеряемой точки). После нажатия клавиши ДА на экран выводится расстояние и углы на снимаемую (несмещенное положение) точку. Результаты измерений можно вывести на экран в координатах. Однако следует учесть, что отметка будет определена для смещенной точки.

**Определение размеров строения методом измерений недоступного расстояния**применяется для косвенного обмера снимаемых строений или их частей. Без перемещения прибора с одной станции можно определить для точек объекта расстояние (наклонное и горизонтальное) и превышение между ними. Измерения можно проводить в безотражательном режиме, если визировать непосредственно на снимаемые точки строений. Для измерений выбирается начальная точка, относительно которой будут определяться размеры объекта. Визируют на нее, нажимают клавишу РАССТ на экране измерений. Наводят на вторую точку объекта, нажимают клавишу ОНР. На экране появятся значения S, D, h между начальной и второй точкой. Наводятся на третью точку объекта, нажимают ОНР, на экране будут аналогичные значения между начальной и третьей точкой и т.д. После нажатия клавиши СМЕНА последняя измеренная точка становится начальной для следующей серии точек обмера. Выход из режима ОНР осуществляется нажатием клавиши ЕSС.

**Определение высоты недоступного объекта** применяется при высотной съемке точек, расположенных за пределами безотражательного режима измерений, а установка на них отражателя недоступна. Для съемки в этом режиме отражатель устанавливают под (или над) снимаемой точкой объекта, измеряют его высоту. После ввода в прибор высоты отражателя визируют на него, нажимают клавишу РАССТ. На экране появятся измеренные до отражателя S, Z, Гу. Далее наводят на снимаемую точку объекта, нажимают клавишу ВНО. На экран будут выведены: ВЫС, S, Z, Гу, где ВЫС — высота определяемой точки над точкой объекта (земли), на которой стоит отражатель.

**4. Обработка результатов измерений**

Электронным тахеометром выполняются различные виды работ по назначению, сложности построений, требованию к точности, типу конечной продукции. Поэтому математическая обработка может отличаться по объему и применяемому модулю ПО в каждом конкретном случае. Но в целом можно выделить три основных этапа обработки:

* первичная обработка результатов непосредственных измерений на основе встроенного ПО тахеометра;
* передача информации с тахеометра на компьютер;
* окончательная обработка результатов измерений с использованием универсальных программных пакетов с выдачей требуемой информации, в том числе в графическом виде.

Первичная обработка измерения углов и расстояний тахеометром выполняется автоматически после входа в соответствующий режим меню или режим работы прибора и сопровождает измерения. Встроенное ПО входит в техническое оснащение электронного тахеометра и обеспечивает ввод информации, настройку (установки) прибора, вычисление элементов привязки, определение координат и других геодезических величин, решение прикладных задач, настройку интерфейса. Оно же осуществляет управление отдельными операциями и работой прибора в целом, обеспечивая высокопродуктивный удобный уровень работы с ним. В некоторых случаях первичной обработки измерений, выполняемой тахеометром, достаточно, особенно при определении координат отдельных точек в режиме реального времени. Определение координат полярной и обратной засечками выполняют все модели тахеометров непосредственно на станции. При этом обратная линейно-угловая засечка решается в тахеометре SЕТ путем уравнивания по методу наименьших квадратов с оценкой точности определения координат, используя до десяти приближений, пока разности координат в последовательных итерациях не будут меньше 0,5 мм. Дополнительная обработка таких определений чаще всего не требуется.

Однако математическая обработка ходов и других сложных построений, а также обработка и нанесение на план материалов съемки должны выполняться по специальным программам. В настоящее время для этого используются универсальные программные пакеты и комплексы. Для обработки в них информация полевых измерений передается с электронного тахеометра в компьютер.

Обмен информацией «тахеометр — компьютер» и обратно выполняют с помощью индивидуальных программ передачи данных, прилагаемых к комплекту прибора, или универсальных программ, используемых для обработки. Так, в тахеометре типа ЗТа5 применяют ГЕО КОД 2000 СТАРТ, в тахеометре ТS3300 ПО Topography, МS-WindowsТМ, в тахеометрах SЕТ030 – PROLINK и МАРSUIТЕ+. Из универсальных программ в РФ распространена СRЕDО DАТ.

Для передачи информации используется интерфейсный кабель, который входит в комплект тахеометра. Он присоединяется к интерфейсному порту тахеометра и к последовательному порту 9 рin компьютера. При подключении кабеля электронный тахеометр и компьютер должны быть выключены. Загружается программа передачи данных. Дальнейшие действия зависят от типа тахеометра и используемой программы.

В тахеометре ЗТа5Р необходимо установить режим связи с компьютером путем: МЕНЮ; КАРТА ПАМЯТИ; СВЯЗЬ С РС. При работе с программой СREDО DАТ скорость обмена RS-232С 4800 бод. В карте памяти вся информация содержится в файле Зtа5.tхt. Вывод начинается по инициативе тахеометра без дополнительных символов. В конце файла передаются символы FF.

Информацию можно записать из карты памяти в компьютер через дисковод РСМСIА без программы передачи данных.

В тахеометре Тrimble 3300 после подключения интерфейсного кабеля необходимо войти в меню интерфейса: SHIFТ МЕNU; УСТ. ИНТЕРФ.; ДА. В появившемся экране необходимо установить: формат, четность и скорость передачи данных. Запустить на компьютере программу передачи данных, установить в компьютере (окне программы) те же параметры передачи данных. Установить режим приема.

В тахеометре активизировать строку меню ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАННЫХ, нажать клавишу ДА, выбрать строку меню передачи данных «МЕМ - Периферия», нажать ДА. В появившемся экране указать строки (адреса) передаваемых данных, клавишей ДА подтвердить начало передачи строк. После завершения передачи указывается число выбранных и полученных строк. Нажатием ЕSС завершается передача информации в компьютер.

В тахеометрах SЕТ передача данных в целом выполняется аналогично. Последовательность и детализацию ее рассмотрим с программой МАРSUIТЕ +, которая может применяться для последующей обработки данных, а ее базовым модулем комплектуются сейчас тахеометры Sokkia.

После подключения интерфейсного кабеля запускают программу в компьютере. В ней создают рабочий файл РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ, появится окно для приема данных. В меню ФАЙЛ выбирают строку ИМПОРТ и указывают тип тахеометра, отмечают строку СОХРАНИТЬ В ФАЙЛЕ. В окне ПАРАМЕТРЫ СВЯЗИ указывается имя порта (например, СОМ1), скорость передачи (например, 9600) и другие параметры.

В тахеометре войти в режим конфигурации, выбрать строку ПАРАМЕТРЫ СВЯЗИ. В появившемся экране прибора установить те же параметры передачи данных, что и в компьютере. Войти в режим ПАМЯТЬ, выбрать ФАЙЛ РАБОТЫ и ЭКСПОРТ ДАННЫХ. Курсор установить на передаваемый файл из списка, выбрать формат SDR.

При передаче в приборе работает счетчик, отображающий на экране количество переданных записей. Такой же счетчик появится в окне СТАТУС ПРИЕМА на компьютере. В результате передачи на жестком диске компьютера будет создан файл РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ с полевыми данными тахеометра в формате SDR.

Для обработки переданных результатов измерений существует в настоящее время широкий арсенал программных средств. Их выбор определяется в основном требованиями единства обработки и представления информации отдельными ведомствами и предприятиями. Часто проводится совместная обработка файлов, полученных разными геодезическими приборами, например тахеометром и спутниковым приемником. Выбирают при этом ПО, работающее в форматах используемых приборов.

Значительное распространение в РФ получил пакет программ СREDО. Для обработки данных по построению ОГС, сетей съемочного обоснования применяются модули CREDО DАТ и ТРАНСКОР.

СREDО DАТ включает четыре основных этапа камеральных работ: ввод данных; обработку данных; экспорт данных и выпуск выходной документации. Ввод данных может осуществляться с электронных тахеометров, контроллеров, с рукописных полевых журналов, растровых файлов картографических материалов. Методика работы с программой достаточно проста. После загрузки программы выполняется настройка, вводятся в окне запроса имя (название) объекта и основные характеристики: наименование, организация, населенный пункт, название площадки, система высот, система координат, класс плановой сети и другие. Для редактирования данных, выявления и локализации грубых ошибок, определения весовых коэффициентов указываются СКП плановых измерений, допустимые высотные невязки, доверительные интервалы. Указывается название геодезического прибора, а также единицы измерений, формула вертикального угла.

Ввод данных начинают с каталога исходных пунктов, используемых в построении. Далее используются файлы результатов измерений, полученные с тахеометра. Выполняется табличное редактирование данных. Например, при обработке хода появляется таблица с названием пунктов, горизонтальными углами, расстояниями, вертикальными углами или превышениями, а также графическое изображение введенного хода.

Работа программы включает предварительную обработку данных, анализ построения и уравнивание сети. Предварительная обработка ведет подготовку данных к уравниванию. Вычисляются горизонтальные проложения и превышения, вводятся различные поправки (если это не было сделано в приборе): за кривизну Земли и вертикальную рефракцию, за редукцию направлений и линий на поверхность относимости и в плоскость проекции Гаусса — Крюгера. Имеется возможность поверхность относимости и плоскость проекции выбирать или настраивать в соответствии с МСК. В результате предварительной обработки формируется ведомость приведенных направлений, горизонтальных проложений и превышений.

Анализ построения выполняется программой отдельно для плановых и высотных измерений. Реализован алгоритм L -анализа, позволяющий выявить, локализовать грубые ошибки в углах, линиях, превышениях. Если их нет, выдается информация: «Грубых ошибок не обнаружено».

Уравнивание сети выполняется программой параметрическим способом по методу наименьших квадратов. По результатам уравнивания выполняется полная оценка точности. Выдаются уравненные координаты определяемых пунктов сети с развернутой оценкой их точности, включая эллипсы погрешностей их положения. Отдельно уравниваются высотные геодезические построения. Они представляют собой при измерениях электронным тахеометром ходы и другие схемы тригонометрического нивелирования. По результатам уравнивания формируются каталоги координат и высот пунктов геодезического построения, ведомости оценки точности плановых и высотных определений. Имеется возможность настройки выходных документов под стандарты предприятий с использованием «Генератора отчетов».

Результаты математической обработки можно экспортировать в подсистемы СREDО ТЕR, СREDО МIХ, для формирования цифровой модели местности и построения плана.

Модуль СREDО DАТ выполняет также обработку полученных с тахеометра материалов тахеометрической съемки с формированием топографических объектов и их атрибутов по данным полевого кодирования. В «компоновщике чертежей» оформляются планшеты топографических планов масштабов 1:500—1:5000 с зарамочным оформлением.

**5. Заключение**

Одним из главных достоинств использования электронных тахеометров является отсутствие необходимости ведения специального журнала для записи расстояний и углов, как при работе с теодолитом, поскольку тахеометрическая съемка требует только ведения абриса. Номера пикетов, расстояния и углы сохраняются автоматически в памяти инструмента, и при изменении места его расположения необходимо будет только внести сведения о новой станции и пронумеровать пикет, после чего при нажатии специальной кнопки тахеометр сам произведет все измерения.

Также [тахеометр](http://www.rusgeocom.ru/catalog/elektronnyie-taheometryi.html) позволяет производить расчет горизонтального положения автоматически – дисплей устройства показывает горизонтальные и вертикальные углы, наклонное расстояние, превышение и горизонтальное положение, а режимы отображения информации могут быть изменены при первой же необходимости.

Электронный тахеометр обладает функцией «выноса в натуру», то есть установку устройства на место с уже определенными координатами, после чего он «ориентируется» - посредством задания дирекционного угла или координат точки ориентирования, вводятся данные о точке выноса, и прибор показывает расстояние до объекта и угол, на который его следует развернуть.

Существуют тахеометры и для особых погодных условий, например, адаптированные для проведения замеров в зонах особо пониженных температур, однако их стоимость, соответственно, выше.

К сожалению, сегодня в России значительная часть всех полевых съемочных работ выполняется традиционными средствами — оптическими теодолитами, дальномерными насадками и другими устаревшими геодезическими приборами.

**6. Список литературы**

1. Ворошилов А.П. Спутниковые системы и электронные тахеометры в обеспечении строительных работ: Учебное пособие – Челябинск, 2007.

2. Захаров В.В., Хомич А.А. Электронные тахеометры NIKON NIVO – инновационные решения, доступные всем // Геопрофи. – 2009. - №6.

3. Хлебодаров М.Ю. Современные технологии традиционной геодезии // Геопрофи. – 2008. - №3.

4. Бузук Р.В., Горбунова В.А. Геодезия. Часть 1. Топографическое обеспечение городского кадастра: Учебное пособие – Кемерово, 2002.

5. Трубчанинов А.Д., Шахов А.В. Автоматизация решения геодезических задач: Учебное пособие. – Кемерово, 2004.

6. Чернявцев А.А. Новые безотражательные тахеометры SOKKIA серии 030R3 // Геопрофи. – 2004. - №1.