Электронная тахеометрическая съемка

В геодезической практике последних лет, в качестве геодезических измерительных средств, широкое применение нашли электронные тахеометры, предназначенные для автоматизированной тахеометрической съемки и производства инженерно - геодезических работ.

Электронный тахеометр (ЭТ) - это соединение угломерной и дальномерной частей, блока контроля и управления процессом измерений (как правило, на основе микроЭВМ), индикаторного устройства, блока питания. Основу угломерной части тахеометров с электронным считыванием составляют датчики накопительного или позиционного типа.

Интенсивное развитие электронных тахеометров, отличающихся высокой степенью автоматизации угловых и линейных измерений, привело к разработке систем и комплексов, включающих в качестве составных частей или блоков указанные приборы и повышающих уровень автоматизации не отдельных процессов, а топографической съемки в целом. При этом значительная автоматизация линейно-угловых измерений и топографических съемок обеспечивается в настоящее время использованием при проведении этих работ электронных тахеометров.

Областями применения электронных тахеометров являются: проведение топографо-геодезических работ, выполняемых в полевых условиях, на строительных площадках, при производстве гидромелиоративных работ, крупное машиностроение, судостроение, инженерные и инженерно-геодезические изыскания, геологические изыскания, военное дело и многое другое. При выполнении работ с применением электронных тахеометров решаются такие практические задачи, как вынос проектных точек в натуру, измерение мостовых пролетов, разбивка по полярным координатам, определение высот недоступных точек, определение продольных и поперечных отклонений точек от заданных осей, создание и обновление топографических карт и планов и т.д.

В совершенствовании электронных тахеометров можно отметить следующие основные этапы:

70-е годы XX века - создание тахеометров первого поколения, как приборов для угловых и линейных измерений в полярной системе координат, оснащенных микропроцессором.

80-е годы - создание тахеометров с коррекцией результатов измерений для уменьшения влияния случайных и систематических ошибок, а также влияния внешних условий;

90-е годы и последующие - создание электронных тахеометров с устройством автоматического наведения на точки визирования (могут задаваться лазерным лучом) на основе ПЗС - матрицы (видеотахеометр), с измерениями дальности без применения специальных оптических отражателей, с ошибками в диапазоне 2-20 мм. на расстояниях до 150 м, с возможностью свободного выбора точек стояния прибора и объединения двух тахеометров в измерительную систему, связанных комплексом на базе ЭВМ. Использование вычислительных устройств позволило упростить конструкцию тахеометров, снизить требования к оптикомеханическим узлам, существенно упростить порядок проведения измерений.

Современные электронные тахеометры отличаются полной автоматизацией измерений и вычислений, возможностью составлять и обновлять цифровые карты и планы, компактностью, малой потребляемой мощностью. Встроенная миниЭВМ позволяет повысить производительность измерительного процесса, его точность, обеспечить безошибочность выполнения работ, обрабатывать результаты измерений. Подключение регистрирующего устройства или наличие встроенных ЭВМ обеспечивают автоматизацию всех процессов: отсчитывание расстояний; предварительная обработка информации до получения координат точек или других величин; выдача результатов на дисплей и в накопитель, передача их по радиоканалу в назначенные места; учет остаточного наклона вертикальной оси прибора и ошибки эксцентриситета лимба при одностороннем отсчитывании; введение поправок за метеоусловия; обработка информации для получения координат точек; обработка информации для получения цифровой карты или плана участка местности. В конструкции одних электронных тахеометров учитываются измерения углов (направлений) при двух положениях круга, в других измеряются углы при одном положении круга - при этом система встроенных датчиков компенсируют возникшие при этом погрешности. Зрительная труба тахеометров моноблочного типа конструктивно совмещена с приемопередающей системой дальномерной части. Наличие встроенных в приборы электронных уровней позволяет автоматически учитывать наклон вертикальной оси вращения.

Современные ЭТ условно можно разделить на простейшие, универсальные и роботизированные.

Простейшие ЭТ - приборы с минимальной автоматизацией и огромным программным обеспечением. Такие тахеометры обеспечивают точность измерения углов 5-10?, линий (3+5\*10-6 D) мм.

Универсальные ЭТ - приборы с расширенными возможностями. Они оснащены большим числом встроенных программ. Обеспечивается точность измерения углов 1-5?, линий (2+3\*10-6 D) мм.

Роботизированные ЭТ - тахеометры с сервомоторами, обладающие всеми возможностями предыдущей группы. Наличие сервомоторов, встроенных радиокоммуникационных устройств, а также систем автоматического слежения за отражателями позволяет отнести эти приборы к категории тахеометров-роботов.

Отметим некоторые конструктивные и технологические особенности ряда ЭТ, повышающие возможности их использования на производстве (в скобках даны номера приборов из таблицы приложения №1, обладающие указанными признаками).

К этим особенностям относятся:

- широкий температурный диапазон (1, 2, 27);

- влагозащитное исполнение корпуса (16, 22, 23);

- широкий выбор аксессуаров - отражатели, вехи, штативы, трегеры и др. (12-15);

- безотражательный дальномер (5, 11-15);

- интерфейс RЗ232 для связи с ПЭВМ (6-10,1-20,27);

- режим слежения за движущейся визирной целью (5,6,8-15);

- режим самонаведения на визирную цель (6,8-15);

- мощное встроенное программное обеспечение (4,6-10,17-20,27,28);

- встроенные стандартные технологии (6,10,17-20,27).

С учетом технологического развития электронные тахеометры можно классифицировать по предназначению для выполнения геодезических задач по категориям:

1. Приборы, предназначенные для классической триангуляции и трилатерации с длинами сторон более 250 метров, характеризующиеся относительно высокой угловой точность (не ниже 3?);

2. Приборы, предназначенные для быстрого исполнения съемок и разбивок без использования отражателей. Основное требование к этой группе приборов - время измерения не более 0,5 сек. в режиме слежения, угловая точность - не ниже (10?), точность измерения расстояний - не менее 1 см на 250 м;

3. Приборы 1-й или 2-й категории, но в варианте обслуживания одним исполнителем (обеспеченные функцией автоматического обнаружения цели и слежения за ней). Некоторые из этих приборов специально рассчитаны на функцию высокоточного мониторинга в автономном режиме.

[Тахеометр](http://www.rusgeocom.ru/catalog/elektronnyie-taheometryi/) классифицируется по конструкции:
 Модульные тахеометры — тахеометры, которые состоят из отдельно сконструированных элементов (угломерных, дальномерных, зрительной трубы, клавиатуры и процессора).

Интегрированные тахеометры — тахеометры, в которых все устройства (оптический теодолит, светодальномер и система GPS) объединены в один механизм.

Неповторительные тахеометры - тахеометры, в которых лимбы наглухо закреплены с подставкой и имеют лишь закрепительные винты либо приспособления для поворота и закрепления его в разных положениях.

Последние типы — моторизованные и автоматизированные тахеометры.

Первые из них оснащаются сервоприводом, позволяющим ведение съемки по множеству точек одновременно, вторые — сервоприводом и системами, способными распознать, захватить и отследить цели, по сути, это уже роботизированные геодезические комплексы.

Приборы этой конструкции рассчитаны на выполнение измерений одним человеком, причем роботизированные тахеометры допускают произведение удаленной съемки, при этом точность результатов будет гарантировано высока [5].

По применению:

Технические тахеометры. Электронные приборы этого типа наиболее дешевы, т.к. оборудуются лишь отражательным дальномером и требуют проведения геодезических измерений командой из двух сотрудников — оператора технического тахеометра и речника.

Строительные тахеометры. Оснащены безотражательным дальномером, т.е. способны вести как отражательную, так и безотражательную съемку. Алидада в конструкции строительных тахеометров отсутствует. Отличительные особенности строительных тахеометров:

- промеры дальномером сквозь препятствия (ветки деревьев, сетку рабицу и т.д);

 - измерение против солнца (засветка);

 -наличие Li-on аккумулятора, ограничивающего температурный диапазон использования;

 - отсутствие винта лимба, что не позволяет выполнять измерения в два приема.

Инженерные тахеометры. Предназначенные для выполнения широкого спектра задач, эти приборы оборудованы фотокамерой, применяемой для построения трехмерных моделей местности, цветным сенсорным дисплеем, современным процессором и удобным ПО, слотами и портами для USB и flash-карт. Современные модели инженерных тахеометров поддерживают ряд коммуникационных каналов — Wi-Fi, Bluetooth и т.д. [7].

По принципу работы:

Электронно-оптические - электронные тахеометры для геодезических работ с безотражательным дальномером, бесконечными наводящими винтами и изменением градации лимба в соответствии с классом проводимых работ.

Автоматизированные тахеометры — тахеометры с сервоприводом и системами распознавания, захвата, слежения за целью, что позволяет выполнять работы одному сотруднику, гарантируя дополнительную точность измерений.

По характеристикам съемки электронные тахеометры подразделяются на:

 - круговые, с нитяным дальномером и цилиндрическим уровнем на вертикальном круге алидады;

 - номограммные, вычисление превышений и горизонтальных проложений дистанций по номограмме, различаемой в трубе прибора при ведении наблюдения, а также по вертикальной рейке;

 -авторедукционные, превышения и горизонтальные проложения дистанций, в которых определяются по горизонтальной рейке дальномером двойного изображения;

 - внутрибазные, база которых находится при тахеометре и предназначена для непосредственного вычисления горизонтального проложения, а измерения вертикальных углов позволяют вычислить превышения;

 - электрооптические, снабженные дополнительным электронным прибором, допускающим автоматизацию съемки [4].

Электронные тахеометры эффективно используются при выполнении следующих видов топографических работ:

- создание геодезических сетей (съемочного обоснования) многоцелевого назначения;

- выполнение топографических и кадастровых съемок;

- производство межевания земель и других землеустроительных работ;

- проведение различных инженерно-геодезических изысканий;

С появлением тахеометров стала возможна частичная или полная автоматизация тахеометрической съёмки. При съёмке тахеометр устанавливается на съёмочных точках, а на пикетных точках - специальные вешки с отражателями, входящими в комплект тахеометра. При наведении на отражатели вешки в автоматическом режиме определяются горизонтальные и вертикальные углы, а также расстояние до смежных съёмочных и пикетных точек. С помощью микроЭВМ тахеометра производят обработку результатов измерений и в итоге получают приращения ?х и ?у координат и превышения h на смежные съёмочные и пикетные точки. При этом автоматически учитываются все поправки в измеренные расстояния и за наклон вертикальной оси прибора в измеряемые углы. Результаты измерений могут быть введены в специальное запоминающее устройство (накопитель информации) или переписаны на магнитную кассету. В дальнейшем оттуда информация поступает в ЭВМ, которая по специальной программе производит окончательную обработку результатов измерений, включающую в себя вычисление координат съёмочных и пикетных точек, уравнивание съёмочного хода и другие вычисления, необходимые для графического построения топографического плана или цифровой модели местности.

Существуют также компьютерные тахеометры - современные электронные тахеометры, обеспечивающие прямой обмен информации с полевыми и базовыми ЭВМ, снабжённые сервоприводами, дистанционным компьютерным управлением, системами автоматического слежения за целью и набором универсальных полевых геодезических программ.