

УДК 528

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

### THE USE OF ELECTRONIC TOTAL STATIONS FOR THE PRODUCTION OF TACHEOMETRIC SURVEY

**Петренков Денис Васильевич**

ассистент,  
кафедра кадастра и геоинженерии,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
d.petrenkov93@mail.ru

**Баштовой Леонид Александрович**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
lenya.azin@yandex.ru

**Шаззо Адыиф Адамовна**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
dufashazzo@mail.ru

**Тараскова Елизавета Александровна**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет

**Бритиков Владимир Александрович**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
z.extrim30@gmail.com

**Аннотация.** Данная статья посвящена изучению геодезического прибора тахеометра и принципам работы с ним при производстве тахеометрической съемки.

**Ключевые слова:** тахеометр, тахеометрическая съёмка, геоизыскания, работа с тахеометром, геодезические работы.

**Petrenkov Denis Vasilyevich**

Assistant,  
Department of Cadastre  
and Geoengineering,  
Kuban State Technological University  
d.petrenkov93@mail.ru

**Bashtovoi Leonid Alexandrovich**

Student,  
Kuban State Technological University  
lenya.azin@yandex.ru

**Shazzo Adyif Adamovna**

Student,  
Kuban State Technological University  
dufashazzo@mail.ru

**Taraskova Elizaveta Alexandrovna**

Student,  
Kuban State Technological University

**Britikov Vladimir Alexandrovich**

Student,  
Kuban State Technological University  
z.extrim30@gmail.com

**Annotation.** This article is devoted to the study of the geodetic device of the tacheometer and the principles of working with it in the production of tacheometric survey.

**Keywords:** tachymeter, tacheometric survey, geo-research, work with a total station, geodetic works.

#### Введение

При измерении топографо-геодезических работ в современном мире предъявляются все больше притязаний к скорости их выполнения, конечно качеству и оригинальной точности. Вследствие этого строительные организации обязаны применять свежие способы для измерения пространственных координат. При появлении геодезических всевозможных задач используются электронные тахеометры для их решения, которые остаются одними из главных объектов изучения и внедрения новых технологий на сегодняшний день.

#### Виды и принцип действия

Тахеометр – это геодезическое устройство, предназначенное для измерения подходящего расстояния, вертикальных, горизонтальных углов. При эксплуатации данного устройства возможно определять высоты и координаты всех необходимых

важных точек при топографической съёмке нужного участка области, а ещё применяют перенос координат и высот проектных точек, на работах при разбивке. Обширно используемым инструментом современного поколения является тахеометр. Первые прототипы тахеометров появились сравнительно недавно, в 70-х годах двадцатого века. Это устройство образовалось путем синтеза технологий теодолита и дальномера. Прорывом, вошедшим в историю тахеометров, стало использование электронной оптической системы отсчета углов. Объединив тахеометры в целую конструкцию, состоящую из угломерных и дальномерных устройств, клавиатуры, зрительной трубы, процессора, им дали название «интегрированные» тахеометры. Также появился второй вид тахеометров, называемый «модульным». Такие тахеометры состоят из отдельно сконструированного теодолита и светодальномера. Главным принципом работы с электронным тахеометром при измерении расстояний является фазовый способ изысканий, заключающийся в измерении разности фаз испускаемого и отражаемого луча. В некоторых современных моделях используется новый импульсивный способ изысканий, принцип которого заключается во времени прохождения луча лазера до отражателя и обратно. Точность измерений зависит от технических характеристик прибора и внешних факторов: температуры, влажности и т.п.

Главная функция в диапазоне измерения расстояний зависит от режима тахеометра – отражательного или безотражательного. От уровня, ее строения, зависит дистанция измерений при безотражательном способе. При использовании гладкой поверхности, например плитки, дальность измерений в этом случае будет превышать максимальное расстояние в разы, чем измеренное на темной поверхности. При линейных измерениях с таким отражателем, как призма максимальная дальность может достигать до шести километров, а при нескольких призмах еще дальше. В безотражательном режиме, как правило, расстояния намного меньше. Они колеблются в пределах одного километра. Используя данный режим, можно измерять практически любую поверхность, но результаты могут быть весьма неточны, так как луч может проходить сквозь деревья, преграды, что соответственно будет препятствовать правильному отражению луча. Есть модели тахеометров, обладающих дальномером. В этой системе есть важное преимущество, здесь зрительная труба совмещена с системой фокусировки. Точность угловых измерений современным тахеометром достигает половины угловой секунды ( $0^{\circ}00'00,5''$ ), расстояний – до  $0,6 \text{ мм} + 1 \text{ мм на км}$  (например, в тахеометрах серии TS30 от фирмы Leica Geosystems) [1, с. 92].

Точность линейных измерений в безотражательном режиме –  $2 \text{ мм} + 2 \text{ мм на км}$ . В современных тахеометрах может присутствовать система GPS. Тахеометр, состоящий из отдельных модулей, можно использовать под конкретные необходимые задачи, исключив ненужную функциональность.

Области применения и стандартные прикладные задачи. При создании цифровой модели местности с дальнейшей передачей полученных данных в компьютер, незаменимым помощником становится электронный тахеометр. С помощью данного прибора возможно решать множество геодезических задач (определение расстояний, нахождение высот и координат объекта, прибор может выполнять функцию обратной засечки, а также расчеты относительно базовой линии) [2, с. 197]. Большинство современных тахеометров обладают достаточно хорошей памятью, которая сохранит все полученные данные при работе с прибором. Широкий интерфейс позволяет загружать координаты из ПК для выноса в натуру данных.

### **Поверки электронного тахеометра**

Электронный тахеометр, как любой геодезический прибор, должен быть поверен и отъюстирован перед производством работ. В тахеометре должны выполняться геометрические условия, учитывая совмещенность угловых и дальномерных измерений. Полный набор всех поверок и юстировок проводится в специальных центрах, но малую их часть необходимо выполнять перед применением в полевых условиях, поскольку при пренебрежении поправками и погрешностями, вытекающими из данных поверок, снижается точность измеряемых данных. Перед поверками внимательно изучаем последовательность их проведения и юстировки по 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 (K) 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, с. 24–25; 8, с.190].

Применение электронных тахеометров для производства тахеометрической съемки. При анализе топографо-геодезической местности, после получения технических аспектов задания, определения данных координат нужной точности начинают работу на объекте. Вначале составляется проект, затем исследование ОГС пунктов, а также проводится рекогносцировка. ОГС – опорная геодезическая сеть, то есть сеть пунктов съемочного обоснования выбранных и расставленных в определенном порядке. Необходимо уточнить на базе какого ПО будет проводиться обработка итогов. Кроме того необходимо составить некоторый каталог по пунктам ОГС [4, с. 52–23].

Работу следует начинать с установки прибора в рабочее положение, сначала с центрирования прибора над пунктом ОГС, после выполнения всех необходимых поверок. Места измерений должны быть очищены, размечены или замаркированы [5, с. 190–192; 6, с.14]. Определяют высоту тахеометра от марки центра пункта до метки высоты устройства. Высота измеряется вплоть до миллиметра, потому советуют применять выдвижную веху с миллиметровыми делениями. Её вставляют в отверстие в подставке до упора в марку, определяют высоту верха, подставки и к ней добавляют обычную высоту устройства. Высоту до отражателя определяют, направляя его на тахеометр.

При круге право наводят зрительную трубу на заднюю и переднюю точку хода, где установлен отчет, и снимают отчет по вертикальному кругу. Потом переводят зрительную трубу через зенит и ориентируют лимб по стороне хода, то есть устанавливают отсчет по горизонтальному кругу на  $0^{\circ}$ , и вращая лимб, направляют зрительную трубу на рейку, при этом алидада должна быть закреплена. После снимают отсчет по вертикальному кругу при круге лево и по вертикальному кругу вычисляют место нуля. Все показания зафиксировать в полевой журнал. После данных действий можно приступить к съёмке местности [6, с. 21–22].

Снимая данные о точках местности, необходимо поочередно наводиться на рейку в данной точке. Это большой и ответственный этап работы. После снятия необходимых данных можно приступить к построению плана тахеометрической съемки. Камеральные работы с построением плана включают в себя 3 этапа:

- 1) вычисление координат и отметок пунктов тахеометрических ходов;
- 2) вычисление отметок речных точек;
- 3) построение плана тахеометрической съемки.

Также существуют погрешности, которые необходимо учитывать при работе. При измерении горизонтальных углов между точками находящимися на различной высоте в геодезических приборах могут возникать погрешности за неправильностью формы цапф и боковое гнущие зрительной трубы, которые должны учитываться в результатах геодезических измерений. Так, в методе исследования неправильности формы цапф горизонтальной оси теодолитов и тахеометров, определение неправильности формы цапф производится путем контактного измерения диаметра цапф при различных зенитных расстояниях зрительной трубы и обработки полученных измерений [7, с. 156–157].

### **Заключение**

Тахеометр является уникальным и современным геодезическим прибором, объектом грандиозных изучений. Он имеет довольно прогрессивную систему работы, и его создание является поистине значимым шагом в становлении геодезических работ. Таким образом, я считаю что в ближайшем будущем мы сможем обозревать множество новых открытий и усовершенствований в данной области науки.

**Литература:**

1. Гура Т.А., Глазков Р.Е. Точность и надежность электронных тахеометров // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 11. – С. 90–99.
2. Гура Т.А., Мокрицкий А.А. Особенности работы в координатах и с использованием линейно-угловой засечки при определении осадок сооружений : Европейские научные исследования / сборник статей Международной научно-практической конференции, под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – 2016. – С. 195–199.
3. Гура Т.А., Коломиец О.Г. Методика поверки современных высокоточных геодезических средств измерений на примере электронных тахеометров : Научные достижения и открытия 2017 / сборник статей победителей II Международного научно-практического конкурса. – 2017. – С. 23–28.
4. Туров Д.И., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А. Комплекс геодезических работ для составления пространственных обмерных чертежей подземных сооружений на примере ГЭС // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 4. – С. 51–59.
5. Гура Т.А., Ерешко Т.С. Требования к точности выполнения геодезических измерений при определении осадок зданий : Европейские научные исследования / сборник статей Международной научно-практической конференции; под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – 2016. – С. 190–194.
6. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Измерения геометрии высоких стальных трёхгранных сооружений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2010. – № 6. – С. 13–19.
7. Пастухов М.А., Денисенко В.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Определение погрешности геодезических приборов за неправильность формы цапф и боковое гнутие зрительной трубы // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 11. – С. 155–171.
8. Грибкова Л.А., Максимова М.В., Морозов А.А. Методы определения угломерных погрешностей электронных тахеометров // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 6. – С. 187–195.

**References:**

1. Gura T.A., Glazkov R.E. Tochnost and reliability of electronic tacheometers // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2017. – No. 11. – P. 90–99.
2. Gura T.A., Mokritsky A.A. Features of work in coordinates and with use linearly – an angular notch when determining a deposit of constructions : The European scientific researches / the collection of articles of the International scientific and practical conference, under the general edition of G.Yu. Gulyaev. – 2016. – P. 195–199.
3. Gura T.A., Kolomiyets O.G. Metodika of checking of modern high-precision geodetic measuring instruments on the example of electronic tacheometers: Scientific achievements and opening of 2017 / collection articles of winners of the II International scientific and practical competition. – 2017. – P. 23–28.
4. Turov D.I., Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura T.A. A complex of geodetic works for drawing up spatial measurement drawings of underground constructions on the example of hydroelectric power station // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2017. – No. 4. – P. 51–59.
5. Gura T.A., Ereshko T.S. Requirements to the accuracy of performance of geodetic measurements when determining a deposit of buildings : European scientific research / collection of articles of the International scientific and practical conference; under the general edition of G.Yu. Gulyaev. – 2016. – P. 190–194.
6. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Avetisyan G.G. Measurements of geometry of high steel three-faced constructions // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2010. – No. 6. – P. 13–19.
7. Pastukhov M.A., Denisenko V.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Definition of an error of geodetic devices for abnormality of a form of pins and side bending of the telescope // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 11. – P. 155–171.
8. Gribkova L.A., Maximova M.V., Morozov A.A. Methods of definition of goniometric errors of electronic tacheometers // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 6. – P. 187–195.