

## МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ПОВЕРКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОМОГРАММНЫХ ТАХЕОМЕТРОВ

Чумина К. Н., студентка гр. ГМс-151

Научный руководитель: Корецкая Г. А.

Кузбасский государственный технический университет

имени Т. Ф. Горбачева

г. Кемерово

Программа развития отрасли геодезии и картографии до 2020 г. предусматривает повышение требований к точности результатов геодезических измерений. Одной из основных задач практической геодезии является топографическая съемка местности – комплекс полевых и камеральных работ, в результате которых получается план или карта. Топографические съемки различают по видам используемых приборов: теодолитная, мензульная и тахеометрическая съемки. Слово «тахеометрия» – означает «быстрое измерение». В основе тахеометрии лежит идея получения положения точки местности в плане и по высоте одним визированием трубы прибора. Это достигается тем, что положение снимаемой точки определяют полярным способом при одном наведении зрительной трубы на рейку, получая расстояние (по дальномеру) от прибора до рейки, направляющий горизонтальный угол на рейку и вертикальный угол (угол наклона, зенитное расстояние) или превышение снимаемой точки над станцией прибора. Приборами для тахеометрической съемки служат теодолиты или специальные приборы – тахеометры (ГОСТ 2183076).

Первые модели прототипов тахеометра появились в 70-е годы XX века. Тогда были созданы первые полуэлектронные приборы, где оптический теодолит был оснащен светодальномером (SM-41, Zeiss West Germany; EOT-2000, Karl Zeiss Iena) [1]. Затем Уральский оптико-механический завод создал Та-5, который имел общий для теодолита и дальномера корпус, а также был оснащен панелью управления для ввода значений углов. Это устройство позволяло прямо в поле определять превышения, положения, приращения. Но все равно это требовало дополнительных усилий и не особенно ускоряло процесс полевых работ. Мощным толчком в геодезическом приборостроении был выпуск электронного тахеометра AGA-136 (Швеция), в котором оптическая система отсчета углов была заменена на электронную. Открылись широкие возможности автоматизации работы геодезистов. Классификация современных тахеометров приведена на рис. 1.

Трудности тахеометрической съемки состоят в правильности выбора снимаемых точек и пикетов для изображения рельефа горизонталиами и в достаточном количестве, чтобы составитель плана в камеральных условиях, не видя местности, не допустил пропусков, искажений контуров и горизонталей и изобразил их с необходимой точностью и детальностью.

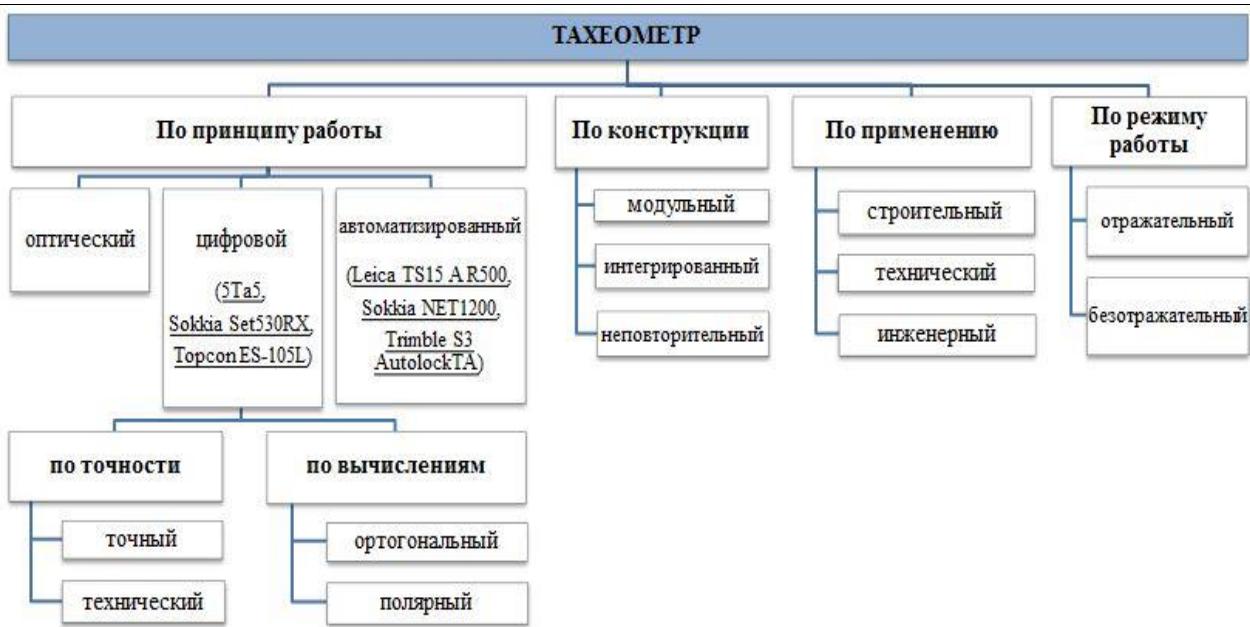


Рис.1. Классификация современных тахеометров

Успешное решение задач прикладной геодезии невозможно без применения исправных и подготовленных к работе геодезических приборов.

В связи с этим, каждый используемый в производстве прибор должен пройти проверку перед началом работ на его соответствие предъявляемым к нему требованиям инструкций.

Проведение технологических поверок геодезических приборов и инструментов является обязательной процедурой для организаций, предприятий и учреждений, выполняющих топографо-геодезические работы на территории РФ. Технологическую поверку проводит специалист, за которым закреплено поверяемое средство измерений. Методика поверок и их периодичность регламентируется действующей инструкцией [2], где изложены операции и методы проведения поверки теодолитов, нивелиров, нивелирных реек, электромагнитных дальномеров, номограммных и электронных тахеометров, кипрелей, мерных лент, рулеток и гироэлектронных приборов.

Для номограммных тахеометров стандартным набором поверок является определение места нуля  $MO$ , коллимационная ошибка  $C$ , поверка правильности установки сетки нитей. Вместе с тем при работе с номограммными тахеометрами, конструктивной особенностью которых является наличие номограммных кривых, этих поверок недостаточно. Для повышения точности определения превышений необходимо проверить номинальные значения кривых превышений и сравнить их с фактическими.

В работе предложена методика исследования кривых превышений номограммного теодолита-тахеометра ТНЕО-010А Dalta (Zeiss) в лабораторных условиях. Прибор рассчитан на все тахеометрические работы. Допустимая погрешность измерения расстояния по рейке составляет  $\pm 10$  см на 100 м. Средняя ошибка направления  $\pm 3''$  и средняя ошибка разности высот до 15 см.

В качестве теодолита, прибор предназначен для угловых измерений в триангуляции и полигонометрии 3-го и 4-го классов, а также для астрономических измерений, на геодезических работах в строительстве, при монтаже технологического оборудования, при выполнении маркшейдерских работ, работ по трассировке и техническому нивелированию. Прибор хорошо зарекомендовал себя в практике инженерно-геодезических и маркшейдерских работ и имеет относительно невысокую стоимость (37-85 тыс. руб.) [3].

Прибор повторительного типа. Изображения делений лимбов вертикального и горизонтального кругов передаются одновременно в поле зрения шкалового микроскопа, расположенного рядом с окуляром зрительной трубы. При необходимости изображение вертикального круга можно отключить. Зрительная труба дает прямое изображение, через зенит переводится окулярным концом (рис. 1).

В поле зрения трубы наряду с сеткой нитей имеется изображение кривых горизонтальных приложений и кривых превышений, распространенных на все поле зрения. Действие кривых рассчитано на углы наклона в пределах  $\pm 45^\circ$ . На рис. 2 показано поле зрения тахеометра Dahlta 010A. Его номограмма имеет следующие кривые: основную (нулевую, начальную), обозначенную на рис. буквой  $H$ , две кривых горизонтальных расстояний с коэффициентами 100 и 200 и шесть кривых превышений, из которых в поле зрения видны максимум две, например,  $+10$  и  $+20$ . При измерении превышений или вертикальных углов на визирную цель наводят основную кривую.



Рис. 1. Оптический тахеометр THEO-010A Dahlta

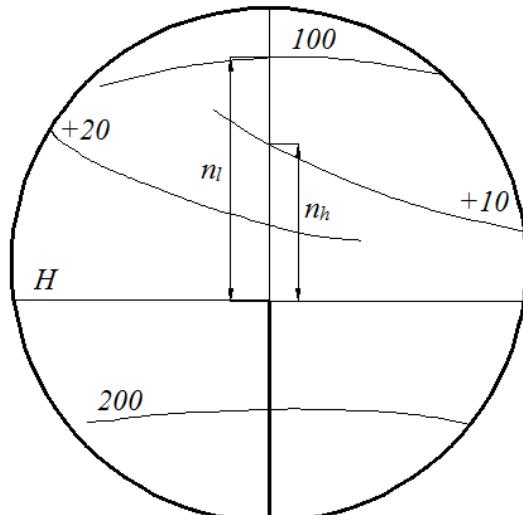


Рис. 2. Поле зрения номограммного тахеометра Dahlta 010A:

$n_l$  и  $n_h$  – разность отсчетов про кривым превышений

Методика выполнения поверки заключается в следующем. Сначала необходимо определить контрольное превышение (рис. 3).



Рис. 3. Определение контрольного превышения:  $h = b - a$

Прибор и нивелирная рейка устанавливаются на противоположных концах линии с уклоном 15°–30°. В лабораторных условиях можно использовать лестничный проём. Геометрическим нивелированием определяют контрольное превышение между горизонтом инструмента (ГИ) и точкой установки рейки с погрешностью не более 3 мм. Затем определяют фактические значения кривых превышений  $k_\phi$  по формуле:

$$k_\phi = \frac{h_0}{h} k_0,$$

где  $h_0$  – контрольное превышение;  $h$  – измеренное тахеометром;  $k_0$  – паспортные значения коэффициентов номограмм превышений.

Схема установки номограммного тахеометра и нивелирной рейки для определения коэффициентов номограмм превышений  $K_h$  приведена на рис. 4.

Последовательно для коэффициентов: +10, +20, +50 или для коэффициентов: -10, -20, -50 по соответствующим кривым определяются значения превышений с наведением перекрестия на высоты визирования на отсчёты по рейке: 2900, 2800 и т.д. с интервалом в 100 мм.

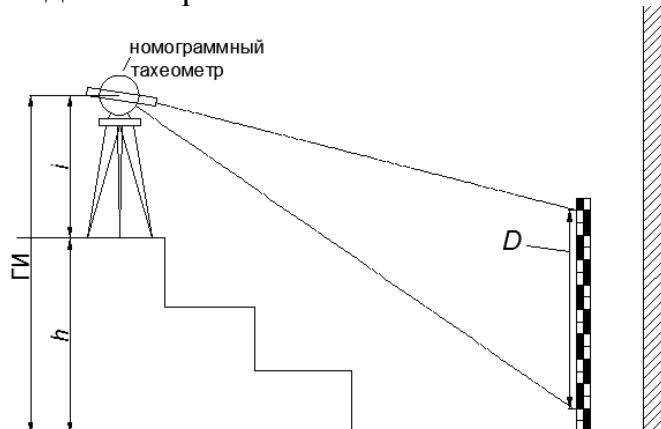


Рис. 4. Схема поверки коэффициентов номограмм превышений:  $D$  – диапазон взятия отсчётов по нивелирой рейке

В табл. 1 приведены результаты определения фактических значений коэффициентов номограмм превышений для тахеометра 010A Dalta.

Таблица 1. Фактические значения кривых превышений

Паспортные значения	+10	+20	+50	-10	-20	-50
Фактические	+10,023	+20, 213	+50,318	-9,873	-19,765	-49,553

Анализ превышений по паспортным и фактическим значениям кривых, полученных в результате исследования, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Погрешности превышений для номограммной кривой –10

По паспортной кривой, мм	650	740	840	940	1040	1150	1240	1340
По результатам исследования, мм	641,8	730,6	829,3	928,1	1026,8	1135,4	1224,5	1323,0
Погрешность, мм	8,2	-9,4	-10,7	-11,9	13,2	-14,6	-15,6	-17,0

В результате проведённого исследования было установлено значительное расхождение паспортных коэффициентов номограммных кривых с их фактическими значениями. Увеличение угла наклона зрительной трубы приводит к возрастанию погрешности в определении превышений и, соответственно, к ухудшению качества измерений. Предельное значение погрешности превышений по результатам исследования составило –17 мм.

Таким образом, предложенная методика лабораторных исследований кривых превышений номограммного теодолита-тахеометра THEO-010A Dalta (Zeiss) позволяет определить фактические значения коэффициентов кривых и, таким образом, повысить точность тахеометрической съёмки. Предлагаемая методика может быть использована для исследования любых оптических номограммных теодолитов-тахеометров, таких как, THEO-020A Dalta (Германия), Oallba -20 (Германия), ТаН (Россия) и др.

#### Список литературы:

1. Уставич, Г. А. Геодезическое инструментоведение. Устройство, поверки и исследования теодолитов и нивелиров: учеб пособие / Г. А. Уставич и [др.] – Новосибирск: из-во СибГГА, 2003 – 68 с.
2. ГНИКП (ГНТА) 17-195-99 Инструкция по проведению технологической поверки геодезических приборов. – М.: ЦНИИГАиК, 2004. – 14 с.

---

3. Мегамаркет № 1 инструментов и оборудования [Электронный ре-  
сурс]: [https://www.mastertools.ru/item/theo010a-dalta-zeiss\\_20220.html](https://www.mastertools.ru/item/theo010a-dalta-zeiss_20220.html)