

УДК 528.5

ЗНАКОМСТВО С ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

Полеваев О. С., студент гр. КНб-251, 1 курс
Научный руководитель: Горбунова В. А., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово

Геодезические приборы, с помощью которых производятся измерения, лежат в основе решения основных задач - от строительства зданий и сооружений до ведения государственного кадастрового учета. А также геодезические приборы используются для получения информации о местности, используемой для создания цифровых моделей и отслеживания изменений.

Точность и надежность измерений напрямую зависит от технических возможностей используемого устройства. Развитие геодезических приборов не стоит на месте, с каждым годом появляются новые усовершенствования механизма, используемого для необходимых измерений. Однако принципы, заложенные в основе современных устройств, остаются прежними. Поэтому специалист не только должен уметь работать с приборами, но и понимать суть их работы.

Теодолит: Ветеран угловых измерений

Если сравнивать оптический теодолит с телефоном, то это будет старый кнопочный телефон. Данный прибор предназначен только для измерения вертикальных или горизонтальных углов, но технические теодолиты оснащены дополнительно нитяным дальномером. Электронные теодолиты позволяют снимать показания с дисплея.

Устройство и принцип работы теодолита

Теодолит состоит из зрительной трубы, которая вращается по вертикальной оси. При таком вращении говорят: «оборот через горизонт или зенит». Так же в нем есть вращающийся на 360° горизонтальный круг, называемый лимбом. Теодолит имеет алидаду - дословно означает «линейка». Она находится над лимбом и на ней расположена шкала отсчетного приспособления. На алидаде закрепляется оптическая труба. А также в устройства теодолита входят закрепительные, подъемные и наводящиеся винты.

Принцип работы заключается в том, что необходимо навести зрительной трубой сначала на одну визирную цель, а затем на другую. При наведении на цель необходимо взять отчеты по вертикальному или горизонтальному кругу, в зависимости от необходимых измерений. Причем такие измерения производятся 2 раза при разных положениях круга: Круг Лево и Круг Право. Далее полученные значения записывают в полевой журнал и производят вычисления.

Нивелир: Хранитель горизонта

Этот инструмент проще и куда более специализированный, чем остальные. Его единственная задача - определять разность высот между измерительными станциями.

Устройство и принцип работы

Нивелир так же, как теодолит имеет зрительную трубу, однако на этом их сходства заканчиваются. Данный прибор содержит два уровня, которые позволяют привести нивелир в строго горизонтальное положение, необходимое для снятия отчетов. Чтобы снять отчет по нивелиру, у специалиста должны быть рейки с сантиметровыми делениями. Каждая рейка содержит две стороны с разными пятками - черная сторона рейки начинается с нуля, а красная может начинаться с любого значения. Чаще всего пяточные значения красной стороны равны 4700, 4800, 4685, 4785 мм. Чаще всего с данным устройством работают три человека: два реечника и наблюдатель/оператор.

Для снятия отчета и записи в ведомость, необходимо навести зрительной трубой нивелира на рейку, расположенную на интересующей нас точке, сзади по ходу движения. Затем снять отчет по красной и черной стороне. После этого разворачивают нивелир на другую визирную точку, расположенную впереди, и производят такие же действия. Разница в отчетах показывает, насколько передняя визирная точка выше или ниже задней. Если же расстояние между точками слишком большое, то это расстояние делят на участки, называемые секциями.

Виды нивелиров:

- оптический – это классический нивелир, где горизонтальное положение визирной оси выставляется вручную с помощью уровней и оператор самостоятельно снимает показания по рейке;
- цифровой: современный нивелир, который сам считывает показания с штрих-кодовой рейки и отображает результат на дисплее, записывая показание в память. Такой прибор исключает ошибки оператора при снятии отчета;
- лазерный, дающий видимый луч. Чаще всего применяется в строительстве из-за удобства пользования.

Тахеометр: «Король» современных измерений

На сегодняшний день самый востребованный геодезический инструмент. Реже используется оптический тахеометр. Электронный тахеометр – это комбинированный прибор, включающий в себя другие приборы: теодолит и светодальномер, нивелир и снабжен программным обеспечением по решению различных геодезических задач. Роботизированный тахеометр позволяет выполнять геодезические работы «в одно лицо», т.е. оператор управляет действиями с помощью контроллера.

Устройство и принцип работы тахеометра

Тахеометр напоминает камеру на штативе. Внутри него объединены принципы теодолита, лазерного дальномера и микропроцессор.

Принцип измерения расстояния: лазерный луч направляется на интересующий нас объект. Инфракрасный лазер достигает поверхности цели и ча-

стично отражается обратно. Внутри прибора стоит чувствительная оптика, чтобы механизм смог уловить отраженный сигнал. Также устройство помещен электронный секундомер, с помощью которого прибор рассчитывает время между отправкой и возвращением импульса. А далее прибор сам рассчитывает расстояние с помощью двух методов таких как:

- фазовый метод дает точность до 1 мм на 1 км, при этом определяется разность фаз посланного и отраженного луча;
- импульсный метод: рассчитывает расстояние по времени прохождения луча до цели и обратно, точность измерения расстояния до 0,5 мм на 5 км.

Из-за того, что свет движется с огромной скоростью, обычная электроника не может точно засекают такое время, поэтому в качественные устройства устанавливают высокоскоростные таймеры с разрешением в пикосекунды 10^{-12} с или используют специальные методы накопления сигналов.

Принцип измерения углов в тахеометре основан на фотоэлектрических энкодерах (кодовых датчиков угла). Внутри прибора на одной оси с горизонтальным и вертикальным кругами находятся стеклянные диски с нанесёнными на них штрихами (кодовый диск). Процесс измерения:

- светодиод освещает кодовый диск
- проходящие лучи через прозрачные участки диска попадают на фотоприёмники
- микропроцессор преобразует световые импульсы в электрические сигналы
- полученные сигналы обрабатываются и вычисляется угол поворота лимба относительно неподвижной алидады

Виды тахеометров по точности:

1. Прецизионные ($Ta0,5$). Используются для высокоточных работ в промышленной геодезии;
2. Точные ($Ta2$, $Ta5$). Необходимы для построения геодезических сетей и прикладной геодезии;
3. Технические ($Ta20$). Самые распространенные в строительстве, топографической съёмке и кадастре.

Лазерное сканирование: технология будущего

Лазерный сканер позволяет за несколько минут получить трехмерную модель участка или объекта, состоящую из множества точек.

Устройство и принцип работы:

Сканер снабжен высокоскоростным лазерным дальномером и системой зеркал, позволяющей с большой скоростью сканировать местность.

Принцип работы заключается в том, что необходимо задать сектор сканирования и прибор автоматически начинает работу, измеряя расстояние до всех окружающих его объектов. В результате получают «облако точек», имеющие координаты Z, Y, X, впоследствии преобразованных в трехмерную модель.

Преимущества:

- мгновенный результат: сложные объекты такие, как фасады зданий, мосты, карьеры и улицы, снимаются за минуты. для классической съемки потребовалось несколько дней;
- детализация: плотность сканируемых точек может достигать до 0,25 мм, что позволяет увидеть мелкие детали на объекте;
- безопасность: возможность сканирования сектора дистанционно, что позволяет сканировать труднодоступные участки и опасные объекты (скалы, разрушенные здания);
- точность данных: с точки, на которой установлен сканер, охватывает полную сферу.

Из множества геодезических приборов необходимо выбирать конкретное устройство, подходящие под цель измерений, а так же целесообразности использования именно данного прибора.

Список литературы

1. Ямбаев, Х. К. Геодезическое инструментоведение: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 120100 "Геодезия" специальности 120101 - "Прикладная геодезия", 120102 - "Астрономогеодезия", 120103 - "Космическая геодезия"; 120200 - "Фотограмметрия" и дистанционное зондирование" специальности 120201 - "Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами", 120202 - "Аэрофотогеодезия" / Х. К. Ямбаев; Моск. Гос. Ун-т Геодезии и Картографии. Москва: Академический проект, 2011. 583 с. (Библиотека геодезиста и картографа). ISBN 9785829112929. – Текст: непосредственный.
2. Википедия. Свободная энциклопедия. Тахеометр. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D1%85%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80> (дата обращения: 19.03.2026).
3. Автоматизированный справочник по геодезическому оборудованию: классификация геодезических приборов: сайт. - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». - URL: https://www.nngasu.ru/geodesy/classification/chastnye-klassifikatsii/14_Lazernie_skaneri.php (дата обращения: 03.2026).
4. Инфоурок: Занятие «Геодезические и линейные измерения»: методические материалы - сайт. - URL: <https://infourok.ru/zanyatie-chto-za-nauka-geodeziya-8135917.html> (дата обращения: 23.03.2026).
5. Санникова, А. П. Геодезия. Курс лекций для студентов строительных специальностей: учебное пособие / - Санкт-Петербург: ЛЕМА, 2022. – 76 с. : ил. - Библиогр.: с. 74-75 (34 назв.). - ISBN 978-5-00105-708-6. - Текст (визуальный): непосредственный.
6. Ростех - Медиа – Новости - Как это работает. Тахеометр. – сайт. - URL: <https://rostec.ru/media/news/kak-eto-rabotaet-takheometr/> (дата обращения: 20.03.2026)