

Самостоятельная работа № 5

**по дисциплине «Выполнение полевых и камеральных
работ по созданию геодезических сетей специального
назначения»**

**на тему: «Понятия об автоматизированных методах
таксиметрической и теодолитной съёмок»**

Специальность 21.02.19 Землеустройство

очной формы обучения

Оренбург, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1.1 Электронная тахеометрия как метод автоматизации тахеометрической и теодолитной съёмок	3
1.2 Автоматизация полевых измерений в теодолитной и тахеометрической съёмках	5
1.3 Устройство теодолита как средство обеспечения автоматизации тахеометрической и теодолитной съёмок	10
Библиографический список	12

1.1 ЭЛЕКТРОННАЯ ТАХЕОМЕТРИЯ КАК МЕТОД АВТОМАТИЗАЦИИ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЁМОК

Тахеометры-автоматы могут быть номограммные и электронные. Номограммный тахеометр представляет собой оптический теодолит, снабженный дополнительным вертикальным кругом, на котором нанесены кривые (номограммы) расстояний и превышений, рассчитанные по формулам . Они передаются в поле зрения трубы (обычно только при круге лево), и непосредственно по ним с дальномерной рейки определяют горизонтальные расстояния и превышения.

В процессе съемки удобно использовать рейку с выдвижной пяткой (раздвижную рейку). Работу с номограммой выполняют, как и с нитяным дальномером. То есть основную кривую наводят на ноль рейки (или на какое-либо другое ее деление). Затем вдоль вертикальной нити с точностью до 0,1 считают число сантиметровых делений: nl – между основной кривой и кривой расстояний и nh – между основной кривой и кривой превышений. После перемножения этих значений на соответствующие коэффициенты получают искомые величины l и h .

Точность определения расстояний и превышений номограммным тахеометром такая же, как и круговым тахеометром. Для повышения автоматизации полевых измерений при тахеометрической съемке применяют электронные тахеометры. Электронный тахеометр содержит угломерную часть, созданную на базе кодового теодолита, светодальномер и встроенную микроЭВМ .

С помощью угломерной части определяются горизонтальные и вертикальные углы, при этом, в отличие от обычных оптических теодолитов, кодовый электронный теодолит имеет на горизонтальных и вертикальных кругах высокоточные датчики углов, от которых отсчеты по

кругам передаются на индикацию и регистрацию. Светодальномер тахеометра позволяет измерять расстояния до отражателя, установленного на штативе или на переносимой с точки на точку вешке. МикроЭВМ тахеометра дает возможность решения целого ряда стандартных геодезических задач, для чего электронный тахеометр снабжен набором необходимых прикладных программ [1].

Полученная в ходе измерений информация может передаваться на цифровое табло тахеометра, а также регистрироваться во внутренней памяти прибора и на флэш-картах для последующего ввода в компьютер с целью дальнейшей обработки. Электронный тахеометр имеет две панели управления, расположенные с обеих сторон прибора.

На панели управления расположены клавиатура, служащая для управления процессом измерений и ввода информации вручную и дисплей.

Программное обеспечение электронных тахеометров позволяет решать достаточно широкий круг геодезических задач. Для этого предусмотрен ввод и сохранение данных о станции (стоянке тахеометра). В эти данные входят номер точки, ее координаты и отметка над уровнем моря, высота прибора, дата, время, сведения о погоде, имя оператора и другие сведения.

По результатам измерений выполняется вычисление горизонтальных, вертикальных и дирекционных углов, горизонтальных проложений, превышений, высот точек, где установлены отражатели, приращений координат, а также плоских и пространственных координат наблюдаемых точек. Предусмотрена также возможность определения координат точек по результатам засечек, вычисления неприступных расстояний и определение высоты недоступной точки.

Для обеспечения разбивочных работ служат программы вычисления углов и расстояний для выноса точки с заданными координатами. При решении задач может учитываться влияние кривизны Земли и рефракция. Применение электронных тахеометров при выполнении тахеометрической

съемки значительно повышает производительность труда, исключает ошибки наблюдателя при снятии отсчетов и записи результатов измерений, сокращает время на обработку и вычисление полевых наблюдений. Поэтому электронные тахеометры в последнее время находят самое широкое применение в геодезических работах, несмотря на их довольно высокую стоимость по сравнению с круговыми и номограммными тахеометрами [3].

1.2 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ТЕОДОЛИТНОЙ И ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКАХ

Для автоматизации геодезических полевых измерений и съемок применяются, в основном, следующие геодезические приборы:

- спутниковые геодезические приемники систем ГЛОНАСС НGPS ;
- электронные тахеометры;
- лазерные сканирующие системы;
- цифровые аэрофотосъемочные комплексы;
- электронные теодолиты;
- лазерные дальномеры, в том числе безотражательные;
- электронные (цифровые) нивелиры;
- приборы поиска и съемки подземных коммуникаций.

Спутниковые геодезические приемники предназначены для определения координат точек местности по принятым от навигационных спутников радионавигационным сообщениям. С их появлением полностью автоматизирован комплекс полевых геодезических работ при построении новых и сгущении существующих опорных геодезических сетей (ОГС). Электронные тахеометры применяются для сгущения ОГС, построения сетей съемочного обоснования, тахеометрической съемки, межевания земель,

инвентаризации строений, а также в прикладных геодезических работах.

Лазерные сканирующие системы автоматизировали процессы съемки больших массивов точек и используются для детального отображения сложных фасадов зданий, памятников архитектуры и археологии, положения строительных конструкций. Цифровые аэрофотосъемочные комплексы применяются для цифровой съемки местности с летательных аппаратов. При этом исключаются фотохимические процессы и использование фотоматериалов. Снимаемая информация регистрируется и через высокоскоростные интерфейсы переносится на автоматизированные рабочие места для последующей обработки и хранения. Возможны одновременные панхроматическая, многоспектральная съемки. На основе снятой информации в автоматизированных системах получают электронные топографические и тематические планы и карты различных территорий и объектов. В электронных теодолитах автоматизированы считывание с ГК и ВК и регистрация результатов угловых измерений. Применяются они взамен оптических теодолитов.

В лазерных дальномерах автоматизированы линейные измерения. При этом на больших расстояниях используются системы отражателей, а на малых расстояниях измерения возможны в безотражательном режиме. Электронные (цифровые) нивелиры позволяют применять цифровые технологии при измерении превышений. Они автоматически считывают отсчеты со специальных реек, имеющих RAB-код, регистрируют их в памяти, проводят полевую обработку. Выпускаются высокоточные, точные и технические цифровые нивелиры, инварные, фиберглассовые, деревянные и алюминиевые кодовые рейки. Кроме того, широкое распространение в строительных и монтажных работах получили лазерные нивелиры, обеспечивающие построение видимыми лучами горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей и направлений. Приборы поиска и съемки подземных коммуникаций позволяют обнаружить электромагнитное поле, которое задается специальным трассопоисковым генератором в

трубопроводах, или имеющееся вокруг силовых кабелей. Комплект таких приборов включает генератор, антенну, приемник [2].

Положение подземной трассы определяется достаточно точно и однозначно. На экране приемника отображаются глубина залегания и сила электромагнитного поля, идущего от коммуникации. Благодаря автоматизации геодезические полевые измерения электронными приборами проводятся за секунды и их доли. Так, в тахеометрах Sokkia применены технологии автоматизации линейных измерений RED-tech, системы датчиков угловых измерений и RAB-коды, обеспечивающие практически мгновенную (менее 0,5 с) выдачу результатов на дисплей. Даже с учетом времени на установку прибора, его центрирования, наведения на точку работа на станции выполняется в течение нескольких минут. Управление работой электронных приборов сведено до минимума операций. Они просты в эксплуатации, имеют функциональные и операционные клавиши, жидкокристаллические графические дисплеи, закрепительные и наводящие винты, аналогичные теодолиту.

В тахеометрах измерения углов и расстояний осуществляется автоматически, а в геодезических спутниковых приемниках автоматически принимается радионавигационное сообщение. Управление приборами можно проводить дистанционно с внешней беспроводной клавиатурой, что позволяет вести качественные измерения в опасных и стесненных условиях. Геодезические электронные приборы имеют встроенное программное обеспечение, с использованием которого выполняется начальная обработка информации, полученной прибором при автоматическом считывании с лимбов, нивелирных реек, а также с радионавигационных сообщений от спутников. Кроме того, встроенное ПО позволяет быстро решать целый ряд задач непосредственно на станции в режиме реального времени.

В результате традиционное назначение геодезических приборов существенно обогатилось новыми функциями и режимами работы. Результаты измерений регистрируются и записываются в рабочие файлы.

Геодезические приборы имеют внутреннюю и внешнюю память, объем которой достаточен для проведения большего числа измерений (до 10000 точек и более). Полевой журнал встроен в прибор и стал электронным. Кроме памяти прибора может использоваться память контроллера. Контроллер является дополнительным к прибору электронным полевым журналом и портативным компьютером.

Результаты измерений, записанные в файлы прибора или контроллера, передаются на компьютер для дальнейшей обработки. При наличии программного обеспечения автоматизация процессов геодезических измерений и обработки стала, как уже отмечалось, непрерывной.

С электронными приборами измерения может проводить один оператор, особенно с применением безотражательных дальномеров и спутниковых геодезических приемников. Появилась возможность проведения точных дистанционных измерений на ранее недоступные и опасные участки объектов, дистанционно выполнять обмеры строений, съемку пространственного положения конструкций, их деформаций. Непрерывный процесс автоматизации измерений и обработки исключает грубые ошибки, так как в приборах считывание с лимбов или реек проходит без участия оператора, а запись результатов измерений в память и передача файлов на ПК исключает ошибки ручной записи в журналы, набора данных с клавиатуры, вычислений. Кроме того, в электронных приборах автоматически учитывается ряд систематических поправок, повышающих точность самих результатов измерений. В последние годы появились новые электронные геодезические приборы — лазерные сканирующие системы, которые при съемках сложных объектов становятся наиболее перспективными. Они устанавливаются на штатив аналогично тахеометру или на летательных аппаратах аналогично фотокамере [4, с 220].

Геодезические сканирующие системы применяют для точной съемки строений, архитектурных памятников, фасадов зданий, пространственного положения строительных конструкций, узлов машин и оборудования. В

лазерных сканерах используются безотражательный лазерный дальномер импульсного типа и сканирующая матрица. Измерения проводятся в трехмерном пространстве с высокой скоростью (от 1000 до 10000 измерений в секунду).

Импульсы дальномера проходят через систему двух подвижных зеркал, обеспечивающих вертикальное и горизонтальное движение сканирующего луча. Перемещение и вращение зеркал осуществляется традиционными сервомоторами, которые преобразуют в соответствии с поступившим сигналом управления энергию от источников питания в механическую движения зеркал. При этом разворот зеркал и измеренное безотражательным дальномером расстояние на точку сканирования фиксируются, и по ним вычисляются координаты X, Y, Z. Точность определения координат составляет \pm 6 мм на расстояниях до 50 м (сканер Leica HDS 3000). Управление работой геодезического сканера осуществляется портативным компьютером. С каждой станции прибора сканирование может проводиться в горизонтальной плоскости на 360° , а в вертикальной — на 270° .

В результате съемки определяются пространственные координаты всех отсканированных точек объекта, совокупность которых образует облако точек. Для «сшивки» результатов сканирования с нескольких станций проводят определение геодезическими методами координат станций и опорных мишеней, установленных на объекте и сканированных со всех станций. Это позволяет провести совместную обработку результатов всех станций, получить единое изображение облаков точек в одной геодезической системе координат.

Облако точек с координатами содержит не только изображение объекта, но и его пространственные данные: превышения, расстояния между точками, прогибы, наклоны, дефекты конструкций, разрушения элементов архитектуры. По сканированным поверхностям можно построить различные сечения [3].

1.3 УСТРОЙСТВО ТЕОДОЛИТА КАК СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЁМОК

Структурная схема теодолита независимо от его точности, назначения и конструктивных особенностей включает устройства для наведения на визирную цель (наблюданную точку), устройство для ориентирования прибора в вертикальной и горизонтальной плоскости и рабочие меры – угломерные круги [1].

Для наведения теодолита на объект наблюдений в горизонтальной плоскости служит его алидадная часть, содержащая зрительную трубу, установленную между двумя подставками, а также закрепительный и наводящий винты алидады горизонтального круга. Устройством для наведения теодолита в вертикальной плоскости служит зрительная труба и относящиеся к ней винты: закрепительный, фиксирующий трубу в выбранном положении и наводящий, позволяющий перемещать трубу в небольших пределах в вертикальной плоскости.

На зрительной трубе также располагается с двух сторон специальное приспособление для предварительного (грубого) наведения трубы на наблюдаемую точку – коллиматорный визир.

Для ориентирования прибора используют установочные устройства: штатив с выдвижными ножками и становым винтом, расположенным в верхней части штатива, а также приспособления для приведения прибора в рабочее положение – цилиндрический уровень и отвес (нитяной или в виде оптического центрира). Рабочими мерами теодолита являются диски с градусными делениями или кодовыми дорожками – так называемые лимбы горизонтального и вертикального круга. С лимбами сопряжены отсчетные устройства теодолита.

У оптических теодолитов с нанесенными на лимбах делениями в градусах или градах, отсчетными устройствами служат микроскопы (штриховой, шкаловой, микроскоп-микрометр).

У кодовых теодолитов, которые в настоящее время чаще называют цифровыми или электронными, визуальное отсчетное устройство заменено специальным преобразователем «угол–код», а отсчеты по вертикальному и горизонтальному кругу выводятся автоматически на жидкокристаллический экран. Для изменения положения отдельных частей прибора они снабжены юстировочными (исправительными) винтами. Такие винты имеются у сетки нитей зрительной трубы, цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга, у подъемных винтов трегера (подставки) теодолита.

Для выполнения угловых измерений при проложении теодолитных и тахеометрических ходов, создании плановых съемочных сетей, проведении инженерно-геодезических изысканий, выносе проектов в натуру, геодезическом обеспечении строительства используют технические теодолиты.

Технические теодолиты 2Т30, 2Т20П и 4Т30П относятся к оптическим теодолитам, т.к. они имеют стеклянные рабочие меры (лимбы) и отсчетные системы в виде штрихового микроскопа.

Точные теодолиты предназначены для измерения горизонтальных и вертикальных углов при создании опорных геодезических сетей, сетей сгущения. Их также используют в строительстве для создания геодезической разбивочной основы, при выполнении разбивочных работ и исполнительных съемок, для выверки строительных конструкций и проведения наблюдений за деформациями сооружений.

В последнее время широкое применение на строительной площадке находят электронные теодолиты. В качестве примера рассмотрим устройство электронного теодолита ВОИФ [5, с 350].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свободный сайт Энциклопедия Википедия[Электронный ресурс] URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 18.03.2025).
2. Официальный сайт электронной библиотеки студента БуукСтудес[Электронный ресурс] URL: <https://book.studes.ru/articles/cartographic/>(дата обращения 19.03.2025).
3. Официальный сайт научно-исследовательских работ АПО Кадастр [Электронный ресурс] URL: <https://apo.rf/материалы> (дата обращения 20.03.2025).
4. Сидоров, А.Р. Геодезия: практический курс / А.Р. Сидоров. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – 220с.- (Профессиональное образование) ISBN 978-5-7996-0950-6. Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/btcde/469428> (дата обращения 20.03.2025).
5. Орлов, И.Т. Современные методы геодезических измерений / И.Т. Орлов. – Новосибирск: Сиб. изд-во, 2020. – 350 с. ISBN 978-5- 7856-2210-8. Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательный среды сферум [сайт]. – URL:<https://sferum.ru/?p=start> (дата обращения 21.03.2025).