

УДК 528.5

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ПРИ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ

Юлия Евгеньевна Наумова

студент

naumova_071@mail.ru

Илья Петрович Заволока

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ilya_zavoloka@mail.ru

Юрий Иванович Верещагин

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

yriywer@mail.ru

Олег Евгеньевич Богданов

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

bogdanov_o_e@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В данной статье излагается процесс применения современных геодезических приборов. Приводятся характеристики приборов используемых для топографических съемок. Описывается порядок проведения топосъемки с последующим созданием цифровой топографической карты.

Ключевые слова: тахеометр, измерение, приборы, съемка, топографический план.

Геодезия сегодня – одна из ключевых фундаментальных наук, освоенных человечеством, достигшая значительных успехов и продолжающая динамично развиваться. Современное понимание земной поверхности во многом базируется на геодезических данных. По экспертным оценкам, объём геодезических работ за последние три года увеличился примерно в пять раз. Топографические работы занимают важное место в общем объёме геодезических задач [1].

Цель работы. Изучить современные геодезические приборы и проанализировать эффективность их применения.

Для достижения цели работы поставлены следующие задачи.

1. Дать характеристику современному геодезическому оборудованию и выявить их особенности;
2. Исследовать область применения современного геодезического оборудования;
3. Проанализировать эффективность использования геодезического оборудования.

Традиционные геодезические измерения проводились в нестабильных слоях атмосферы, что приводило к ошибкам. Большинство методов были ориентированы на измерения между фиксированными точками, ограничивая возможности измерений в движении. Раздельное создание плановых и высотных сетей также было недостатком традиционных подходов. Альтернативой стало использование методов пространственных измерений с применением искусственных спутников Земли в качестве опорных точек. Измерительные комплексы, функционирующие на основе описанных выше положений, носят название глобальных навигационных спутниковых систем. Оператор, используя приемник в процессе передвижения, автоматически регистрирует координаты объектов, дополняя их информацией о характеристиках и сохраняя данные в цифровом виде. Полученные сведения могут быть визуализированы на дисплее. Помимо спутниковых приемников, мобильные платформы оснащаются инерциальными системами и цифровыми

камерами. Инерциальные системы обеспечивают непрерывную навигацию даже при потере спутникового сигнала. Видеокамеры позволяют получать стереоскопические изображения для последующей обработки стереофотограмметрическими методами.

Сегодняшние геодезические инструменты классифицируются на несколько ключевых категорий:

- лазерные сканеры;
- электронные тахеометры;
- электронные теодолиты;
- электронные или цифровые нивелиры;
- геодезическое оборудование, использующее GPS-технологии [2].

Такое деление позволяет систематизировать обширный арсенал инструментов, применяемых в современной геодезии, и подчеркивает важность каждого типа оборудования для выполнения различных задач. Эти категории охватывают наиболее востребованные и функциональные устройства, обеспечивающие точность и эффективность геодезических измерений.

Существует несколько методов геодезических измерений GPS приемниками.

Один из измерительных приборов располагается стационарно в точке с известными координатами. Второй прибор последовательно перемещается между определяемыми точками. Существуют различные способы выполнения этого перемещения. Именно в этом разнообразии подходов и заключается основное методологическое различие.

RTK, или кинематика реального времени, представляет собой технологию геодезической съемки, позволяющую мобильному устройству оперативно вычислять координаты своего местоположения с точностью до сантиметра [7].

Этот метод основан на запросе к базовой станции, обеспечивающему практически моментальное определение текущих координат приемника. Благодаря RTK, возможно достижение высокой точности позиционирования в режиме реального времени [4].

Геодезические приборы, использованные при инженерно – геодезических изысканиях электронный тахеометр LEICA TS 06 plus и GPS – приемник спутниковый геодезический многочастотный EFT M4, прошли метрологическую поверку.

Leica TS06plus – популярный электронный тахеометр из линейки FlexLine, выпускаемой швейцарским производителем Leica Geosystems. Эта серия предлагает несколько моделей, что дает возможность выбрать оптимальный вариант для выполнения определенных задач, избегая переплаты за ненужные функции [5].

Все тахеометры линейки TS06plus имеют ряд схожих характеристик. Любой прибор этой серии оснащен двухосевым компенсатором, который корректирует наклон в пределах ± 3.78 угловых минут. Оптическая труба предоставляет 30-кратное увеличение. В стандартной комплектации предусмотрен большой LCD-экран, алфавитно-цифровая клавиатура с джойстиком для навигации и кнопками быстрого вызова функций. Подсветка клавиш и перекрестия нитей гарантирует комфортную работу в условиях слабого освещения. Вся серия работает под управлением современного ПО FlexField plus, которое разрабатывается и обновляется Leica Geosystems, обеспечивая удобство при решении как стандартных, так и специализированных геодезических задач. Встроенная память позволяет сохранять до 100 000 измерений, также поддерживается использование внешних карт памяти [6].

Все геодезические инструменты обязаны соответствовать установленным метрологическим стандартам и проходить поверку, поскольку они применяются для определения углов, расстояний и координат в трехмерном пространстве.

Прежде чем приступить к работе, для понимания специфики территории осуществлялся визуальный анализ с позиций съемочной сети, именуемых станциями. Расположение точек тахеометрического хода определялось таким

образом, чтобы обеспечить прямую видимость между соседними точками и хороший обзор для выбора плановых пикетов.

Во время съемочных мероприятий создавался абрис – упрощенная схема, где отображались позиции пикетов с нумерацией, очертания рельефа, линии уровня и подписи объектов. Соединение станций реализовывалось методом обратной угловой засечки [3].

Тахеометр приводился в рабочее состояние над точкой хода (опорной станцией) посредством центрирования и горизонтирования, а отражатель устанавливался на высоте прибора.

В ходе съемки прибор автоматически вычисляет дистанцию, горизонтальные и вертикальные углы путем наведения на отражатель, расположенный на пикетах.

Для проведения топографической съемки использовался полярный метод. Электронный тахеометр LEICA TS 06 plus применялся для прокладки высокоточных тахеометрических ходов. Запись пикетов производилась в память прибора с точек съемочного обоснования. Фотофиксация местности сопровождала тахеометрическую съемку, что значительно упростило создание топоплана.

Пункты съемочного обоснования, закрепленные на местности, создавались с помощью спутникового GPS-приемника, от них далее развивалась топосъемка. Использование GPS-оборудования необходимо для определения координат и высот. Данные с приемника, отображаемые на экране, переносились в топографическую съемку с помощью специализированного ПО.

Съемка производится в масштабе 1:500 с применением GPS-оборудования EFT M4 (спутниковая геодезия, двухчастотный режим) и электронного тахеометра LEICA TS 06 plus, методом полярных координат, с записью и обработкой полученных измерений. По завершении работ формируется техническое заключение и топографическая съемка, которые передаются заказчику.

Список литературы:

1. Заволока И. П., Пришутов К. А., Ходченкова С. В. Топографическая съемка и создание топографического плана согласно нормативным документам на примере топографической съемки по адресу: Тамбовская область, С. Дубовое, улица Центральная // Нефтегазовое дело, техносферная безопасность, рациональное природопользование: современные реалии: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, Махачкала, 21–22 мая 2024 года. Махачкала: ФГБОУ ВО "Дагестанский государственный технический университет. 2024. С. 325-329. EDN FZWIFD.
2. Захаров А. И. Геодезические приборы: справочник / Москва: Недра. 2016 г.
3. Корнилов Ю. Н. Геодезия. Топографические съемки: Учебное пособие / Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб. 2008. 145 с.
4. Ломакина М. Ю., Заволока И. П., Хлопчур А. С. Влияние доступности данных об объектах недвижимости и территориях на качество и скорость результатов работы кадастровых инженеров // Экологические проблемы в отечественном садоводстве (V Потаповские чтения): Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора сельскохозяйственных наук, профессора, лауреата Государственной премии В.А. Потапова, Мичуринск, 16 ноября 2023 года. Мичуринск-наукоград РФ: Общество с ограниченной ответственностью "БИС", 2023. С. 215-219. EDN NUGSEP.
5. Федотов Г. А. Инженерная геодезия: учебник для вузов / Москва: Высшая школа. 2017 г.
6. Современные геодезические приборы и технологии // Геодезия. Справочный ресурс – URL: <http://geo-s.sibstrin.ru/lec/lec14/index.html>
7. Real Time Kinematic // Рувики: Интернет-энциклопедия – URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Real_Time_Kinematic

UDC 528.5

THE USE OF MODERN GEODETIC INSTRUMENTS IN TOPOGRAPHIC SURVEYING

Yulia E. Naumova

student

naumova_071@mail.ru

Ilya P. Zavoloka

candidate of agricultural sciences, associate professor

ilya_zavoloka@mail.ru

Yuri Iv. Vereshchagin

candidate of agricultural sciences, associate professor

yriywer@mail.ru

Oleg Ev. Bogdanov

candidate of agricultural sciences, associate professor

bogdanov_o_e@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. This article describes the process of using modern geodetic instruments. The characteristics of the instruments used for topographic surveys are given. The procedure for conducting a topography is described, followed by the creation of a digital topographic map.

Key words: total station, measurement, instruments, survey, topographic plan.

Статья поступила в редакцию 01.11.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 01.11.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.