

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДЕЗИИ

Музаффар Гофиров

*Каршинский государственный технический университет «Геодезии и
геоинформатики» Доцент кафедры*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2426-3752>

Аннотация: электронные тахеометры это современные приборы, используемые в геодезии, строительстве и других научных областях, которые позволяют с высокой точностью измерять расстояния и углы. Благодаря современным технологиям обеспечивается быстрое и эффективное проведение измерений. В тексте подробно рассматриваются основные компоненты электронных тахеометров, принцип их работы, методы измерения расстояний и углов, а также процесс записи и анализа измерений.

Ключевые слова: электронный тахеометр, тотальная станция, геодезия, измерительное оборудование, автоматический тахеометр, интеграция GPS, электронное измерение расстояний, автоматическое распознавание цели, строительная геодезия, точность, практическое применение, цифровые технологии, 3D сканирование

THE WORKING PRINCIPLES OF MODERN TOTAL STATIONS AND THEIR ROLE IN CONTEMPORARY GEODESY

Muzaffar Gofirov

Karshi State Technical University

«Geodesy and Geoinformatics» Associate Professor of the Department.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2426-3752>

Abstract: *electronic tachometers are advanced instruments used in geodesy, construction, and other scientific fields that allow highly accurate measurement of distances and angles. These modern technologies enable fast and efficient surveying processes. This includes a detailed explanation of the main components of electronic tachometers, their operating principles, methods for measuring distances and angles, as well as the procedures for recording and analyzing the measurements.*

Keywords: *electronic tachometer, total station, geodesy, measurement instruments, automatic tachometer, GPS integration, electronic distance measurement, automatic target recognition, construction geodesy, accuracy, practical application, digital technologies, 3D scanning*

Авторизоваться: В настоящее время одной из важнейших задач в области геодезии, картографии, кадастра и строительства является широкое внедрение современных информационно-коммуникационных технологий, направленных на повышение точности и эффективности измерительных работ. Качественное выполнение инженерно-геодезических работ играет важную роль при проектировании строительных объектов, управлении земельными ресурсами, создании топографических карт и ведении кадастровой деятельности. Для решения данных задач требуется применение современных высокоточных геодезических приборов, одним из которых является электронный тахеометр.

Термин «тахеометрия» происходит от греческих слов *tachys* — «быстрый» и *metreo* — «измеряю», что означает «быстрое измерение». Современные электронные тахеометры представляют собой универсальные геодезические приборы, позволяющие одновременно выполнять высокоточные измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов. Они созданы на основе интеграции оптических, электронных, лазерных и компьютерных технологий и предназначены для автоматизации процессов геодезических измерений.

Появление электронных тахеометров стало важным этапом в развитии геодезической науки и практики. По сравнению с традиционными геодезическими приборами электронные тахеометры обеспечивают более быстрое, удобное и надёжное выполнение измерительных работ. Данные приборы определяют расстояния с использованием электромагнитных волн, а угловые измерения выполняются посредством высокоточных электронных датчиков. Результаты измерений автоматически сохраняются во внутренней памяти устройства и впоследствии обрабатываются с помощью специализированного программного обеспечения. Это позволяет значительно сократить влияние человеческого фактора на результаты измерений и существенно повысить производительность труда.

В последние годы активно разрабатываются роботизированные электронные тахеометры, интегрированные с технологиями глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS). Такие приборы обладают дополнительными возможностями автоматического наведения на цель, дистанционного управления, передачи данных в режиме реального времени и определения трёхмерных координат объектов. Всё это способствует дальнейшему повышению точности, надёжности и эффективности геодезических работ.

В данной статье рассматриваются конструкция современных электронных тахеометров, их основные составные элементы, принцип действия, технические характеристики и практическое значение в геодезии и строительстве. Кроме того, анализируются особенности применения электронных тахеометров в полевых условиях, их роль в обеспечении высокой точности измерений и преимущества при автоматизации геодезических процессов.

Анализ литературы и методология: Для глубокого научного изучения темы электронных тахеометров прежде всего необходимо провести анализ научной, учебно-методической и технической литературы, существующей в

данной области. В процессе анализа литературы были изучены как отечественные, так и зарубежные источники, посвящённые геодезии, инженерной геодезии, топографии, кадастру, строительной геодезии, а также современным технологиям геодезических измерений. В частности, были проанализированы научные взгляды, касающиеся истории создания электронных тахеометров, этапов их развития, конструктивного устройства, технических характеристик и практического применения.

В научной литературе отмечается, что электронные тахеометры представляют собой сложные геодезические приборы, объединяющие оптические, электронные и лазерные технологии. Также подробно описаны их возможности измерения расстояний с использованием электромагнитных волн, определения углов с помощью высокоточных кодовых дисков и сохранения результатов измерений во внутренней памяти устройства. В ряде исследований рассматривается интеграция современных электронных тахеометров с технологиями GNSS (Global Navigation Satellite System), а также их применение в цифровой картографии, геоинформационных системах (GIS) и информационном моделировании зданий (BIM).

Исследования отечественных и зарубежных учёных показывают, что электронные тахеометры являются важным инструментом повышения точности и эффективности геодезических работ. В частности, они широко применяются на строительных площадках, при проектировании объектов транспортной инфраструктуры, в землеустроительных и кадастровых работах, а также при мониторинге деформаций инженерных сооружений.

В данном исследовании при изучении конструкции и принципа работы электронных тахеометров использовались методы научного анализа, сравнения, наблюдения и обобщения. В качестве методологической основы применялись анализ существующей научной литературы, изучение технической документации и инструкций по эксплуатации электронных тахеометров, а также оценка результатов геодезических измерений, выполненных в полевых

условиях. На основе полученных данных был проведён научный анализ роли электронных тахеометров в современной геодезии, их преимуществ и возможностей практического применения.

Результаты: Электронные тахеометры являются неотъемлемой частью современной геодезии и строительных работ, а их технические возможности и автоматизированные системы создают широкие перспективы для научных исследований, практических измерений и образовательного процесса. В связи с этим разработка дополнительных методик по их правильному выбору, настройке и эффективному использованию остаётся актуальной задачей. В данной статье рассматриваются конструкция электронного тахеометра, принцип его работы и практическое применение.

Основные части электронного тахеометра включают электронный теодолит, дальномер (EDM), микроконтроллер (процессор), дисплей, программное обеспечение и блок памяти, каждый из которых выполняет свою функцию для обеспечения высокоточных измерений. Прибор определяет расстояние до цели с помощью излучения (инфракрасного или лазерного), а также измеряет горизонтальные и вертикальные углы. Полученные результаты отображаются на экране в цифровом виде.

Интеграция электронных тахеометров с GPS, GNSS и другими технологиями цифрового картографирования значительно расширяет область их применения. Особенно высокая эффективность данных приборов отмечается в строительстве, инженерной геодезии, дорожном строительстве и земельном кадастре. Использование таких устройств на строительных площадках способствует сокращению времени на планирование, контроль и подготовку исполнительной документации, а также повышает точность и производительность труда.

Применение электронных тахеометров в учебных лабораториях позволяет формировать у студентов практические навыки и углублять знания по

использованию современных геодезических приборов, что в дальнейшем способствует подготовке квалифицированных специалистов.

Обсуждение: Технология электронных тахеометров прошла значительную эволюцию в области геодезии и инженерных наук. Ранние модели работали на основе механических и полуавтоматических функций, тогда как современные версии превратились в полностью цифровые, многофункциональные и высокоточные комплексные геодезические приборы.

Новые поколения электронных тахеометров существенно повысили эффективность в геодезии и строительстве. Они отличаются высокой точностью, скоростью работы, автоматизацией процессов и многофункциональностью. По сравнению с устаревшими моделями современные устройства обладают значительными преимуществами в повышении производительности труда, сокращении временных затрат и снижении погрешностей измерений. Однако в некоторых случаях старые модели до сих пор используются благодаря своей простоте и удобству эксплуатации.

1. Различия в конструкции и дизайне. Первые электронные тахеометры были более громоздкими и тяжелыми, требовали ручной настройки и постоянного участия специалиста. Многие функции выполнялись отдельными устройствами (например, отдельный угломер и отдельный дальномер). Современные модели построены по принципу «всё в одном». Они компактны, легки, имеют удобный дизайн, а также объединяют множество функций (GPS, автоматическое наведение, камеры, Bluetooth, Wi-Fi) в одном приборе.

2. Функциональные возможности. Старые тахеометры выполняли только базовые функции измерения углов и расстояний. Для фиксации результатов часто требовалось ручное ведение записей или использование внешних устройств (например, data logger). Современные тахеометры обладают функциями автоматического распознавания целей (ATR), 3D-сканирования, передачи данных в реальном времени и облачного хранения. Результаты

измерений сохраняются во внутренней памяти и могут напрямую передаваться на компьютер.

3. *Точность и надежность.* В старых устройствах точность была относительно низкой ($\pm 5''$ или 2–3 мм + ошибка по расстоянию). Результаты сильно зависели от опыта оператора и механической настройки. Современные приборы обеспечивают значительно более высокую точность ($\pm 1''$ или даже $\pm 0.5''$, до 1 мм + 1.5 мм).

4. *Управление и программное обеспечение.* В старых моделях пользовательский интерфейс ограничивался простыми кнопками и текстовым дисплеем, а обработка данных требовала значительного времени. В новых моделях используются сенсорные цветные экраны, удобные меню и автоматические вычислительные алгоритмы. Многие устройства поддерживают интеграцию с мобильными приложениями и компьютерными программами.

5. *Области применения.* Ранние тахеометры применялись в основном на строительных площадках, в земляных работах и при выполнении простых топографических съемок. Современные тахеометры используются в строительстве, инженерной геодезии, дорожном строительстве, 3D-моделировании, археологии, архитектуре и даже в работах, связанных с беспилотными летательными аппаратами.

6. *Стоимость и техническое обслуживание.* Старые версии были дешевле, но требовали частого технического обслуживания, регулярной калибровки и настройки. Современные модели, несмотря на более высокую стоимость, являются более экономически выгодными благодаря длительному сроку службы, минимальным требованиям к обслуживанию и высокой функциональности. Поэтому при выборе прибора основными критериями остаются масштаб проекта, требуемая точность и бюджетные возможности.

Заключение: В данной статье были подробно рассмотрены конструкция электронного тахеометра, принцип его работы, этапы развития и практическое применение. На основе анализа литературы установлено, что электронные

тахеометры стали неотъемлемым инструментом современной геодезии и инженерных наук. Они играют важную роль в обеспечении высокоточных измерений, снижении влияния человеческого фактора и повышении производительности труда.

Проведённое сравнение старых и новых версий приборов показало, что тахеометры нового поколения являются значительно более совершенными не только в техническом, но и в функциональном отношении. Они обладают такими возможностями, как автоматическое наведение на цель, интеграция с GPS, а также обмен цифровыми данными, что обеспечивает существенные преимущества в современных строительных и картографических работах. Однако в некоторых случаях простота эксплуатации и более низкая стоимость сохраняют практическую ценность устаревших моделей.

Применение электронных тахеометров является не только технологическим достижением, но и одним из ключевых факторов, определяющих качество и точность современных инженерных работ. Поэтому глубокое изучение технических возможностей данных приборов, их правильное использование на практике и внедрение устройств нового поколения остаются актуальным и перспективным направлением развития геодезической отрасли.

Список литературы:

1. Jumayevich, G. O. M., & Qizi, U. M. Y. (2024). YER RESURSLARIDAN SAMARALI FOYDALANISH JARAYONIDA VUJUDGA KELGAN MUAMMOLAR. *Science and innovation*, 3(Special Issue 18), 624-627.
2. Авакян В. В. Геодезия: учебное пособие. – М.: Академический проект, 2020. – 368 с.
3. Куштин И. Ф. Инженерная геодезия: учебник. – Ростов н/Д: Феникс, 2021. – 480 с.
4. Маслов А. В. Геодезия: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2018. – 598 с.

5. Leica Geosystems. Руководство пользователя электронных тахеометров Leica TS-серии. – 2023.
6. Trimble. Trimble Total Stations. Руководство пользователя. – 2023.
7. Topcon Positioning Systems. Total Station Instruction Manual. – 2022.
8. International Federation of Surveyors. FIG Publication on Modern Surveying Technologies. – Copenhagen, 2022.
9. Бугаевский Л. М. Геодезические приборы и измерения. – М.: Недра, 2019. – 352 с.
10. International Organization for Standardization. ISO 17123. Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments. – Geneva, 2021.
11. G'ofirov, M. J., Mirzayev, J. O., & Qurbonmurodov, A. A. (2022). YER TUZISH VA KADASTR ISHLARI UCHUN GEODEZIK O 'LCHOVLARNI MATEMATIK QAYTA ISHLASH NAZARIYASI VA AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(1), 1178-1181.
12. Khimmataliev, D. O., Khakimov, J. O., Sharipova, S. S., Turaev, M. F., Gofirov, M. J., & Murodova, Z. Q. (2021). Formation of didactic competence of students as a pedagogical problem. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(4), 7552-7567.
13. Meyli, A., & Jumayevich, G. O. M. (2025). TEMIR YO 'L QURILISHIDA GEODEZIK ISHLARNI TAKOMILLASHTIRISH.
14. Zuxurov, Y., & G'ofirov, M. (2025). KASBIY YO 'NALTIRILGAN O 'QITISH TEXNOLOGIYASI TEXNIKA YO 'NALISHI OLIY TA'LIM MUASSASALARI TALABALARINING KARTOGRAFIK KOMPETENTLIGINI SHAKLLANTIRISH VOSITASI SIFATIDA.
15. G'ofirov, M. J. (2025). GEODEZIYA, KARTOGRAFIYA VA KADASTR TA'LIM YO 'NALISHI TALABALARNING KASBIY TAYYORGARLIGINI

RIVOJLANTIRISHNING BAHOLASH MEZONLARI. RESEARCH AND EDUCATION, 4(3), 53-56.

16. Tog'ayevich, Z. Y., & Jumayevich, G. O. M. (2025). TALABALARNING KARTOGRAFIK KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHDA DASTURIY VOSITALARNING O'RN VA AHAMIYATI.