

УДК 528

**СКОРОСТЬ И ТОЧНОСТЬ – ОТЛИЧИЕ СОВРЕМЕННЫХ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ОТ КЛАССИЧЕСКИХ**

**SPEED AND ACCURACY – THE DIFFERENCE BETWEEN MODERN
AND TRADITIONAL GEODESIC EQUIPMENT**

Исмаилов Владислав Владимирович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
ismailloffvlad@yandex.ru

Фурсина Юлия Вадимовна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Иванова Светлана Олеговна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Валуева Юлия Михайловна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Семиренко Валентин Александрович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Шевченко Гриттель Геннадьевна

ассистент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Статья посвящена основным видам современных геодезических приборов, пришедшим на смену старым. Новые технологии не только улучшили традиционные геодезические приборы, такие как теодолит и нивелир, но также принесли совершенно новые классы оборудования, значительно упростившие инженерные изыскания и построение ОГС, а также повысившие качество выполняемой работы.

Ключевые слова: тахеометр, GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, лазерные сканирующие системы.

Vladislav Ismailov

Student,
Kuban State University of Technology
ismailloffvlad@yandex.ru

Julia Fursina

Student,
Kuban State University of Technology

Svetlana Ivanova

Student,
Kuban State University of Technology

Julia Valueva

Student,
Kuban State University of Technology

Valentin Semirenko

Student,
Kuban State University of Technology

Grittel Shevchenko

Department of cadastre
and geo-engineering assistant,
Kuban State University of Technology

Annotation. This article is dedicated to the primary types of modern geodesic equipment that came to replace the old ones. As well as improving the traditional instruments, new technologies also brought brand new types of equipment that greatly improved the quality and easiness of engineering survey.

Keywords: tachymeter, GPS, GLONASS, GALILEO, laser scanning systems.

Традиционные способы инженерных изысканий и отображения полученной информации остались в прошлом. На смену оптическим теодолитам и нивелирам пришли электронные тахеометры, спутниковые приемники и лазерные сканирующие системы компаний Leica, Sokkia, Nicon и др. Новые приборы меняют и саму технологию на всех этапах строительства, поэтому на смену бумажным планам и картам приходят цифровые планы, сделанные в таких программах, как AutoCAD. Дальнейшему развитию новых технологий способствует простота их использования и высокая точность измерений.

Для автоматизации полевых измерений применяются следующие классы приборов:

- Спутниковые приемники системы GPS/ГЛОНАСС.
- Электронные тахеометры, теодолиты и нивелиры, лазерные дальномеры.
- Лазерные сканирующие системы [1].

Далее мы подробно рассмотрим каждый из этих классов

Спутниковые геодезические приемники

Спутниковые приемники предназначены для получения радионавигационных сообщений от спутников, находящихся на орбите Земли и определения координат точек по ним. Их появление полностью автоматизировало процесс создания и расширения существующих опорных геодезических сетей (ОГС). Существует 3 системы спутников:

GPS – Создана и находится под управлением служб США. Является глобальной и обеспечивает определение координат 24 часа в сутки, постоянно развивается и модернизируется. В настоящий момент на орбите находятся 29 спутников, их количество планируется довести до 48.

ГЛОНАСС – Российская система, созданная по подобию GPS. Отличается худшей по сравнению с GPS точностью, однако использование совместной технологии GPS/ГЛОНАСС дает результаты, превосходящие GPS. В настоящий момент на орбите находятся 24 спутника.

GALILEO – Новая европейская система, призванная заменить GPS и ГЛОНАСС. Отличается от них тем, что не контролируется военными. На данный момент не запущена в строй полностью, но уже существуют приборы, принимающие сигнал от ее спутников. [2]

Внедрение спутниковых приемников в геодезию обусловлено рядом возможностей:

- Высокая точность, полная независимость от погоды.
- Отсутствие необходимости в прямой видимости между пунктами – не нужно строить высокие знаки-сигналы, что ранее составляло до 80 % стоимости работ.
- Обеспечение непрерывных измерений для мониторинга деформаций в режиме реального времени.
- Возможность совершать измерения в движении.

Электронные тахеометры, теодолиты и нивелиры

В электронных теодолитах автоматизировано считывание с вертикального и горизонтального круга, для определения расстояний используется встроенный лазерный дальномер.

Электронные нивелиры автоматически считывают показания со специальных реек, на которые нанесен RAB-код. Более совершенные модели регистрируют показания в памяти и проводят полевую обработку. Широкое распространение получили лазерные нивелиры, обеспечивающие построение видимыми лучами горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей. Также современные приборы оснащены компенсатором, служащим для автоматического поддержания оптической оси нивелира в горизонтальном положении. На рисунке 1 представлен современный цифровой нивелир.

Но настоящим прорывом в геодезии стало появление электронных тахеометров – приборов, совмещающих в себе функции теодолита и нивелира. Тахеометр способен определять расстояния, высоту недоступного объекта, осуществлять измерения относительно базовой линии, определять координаты, выполнять обратную засечку, определять крен здания, а также ещё множество различных видов геодезических работ. На современные тахеометры также возможно загрузить координаты с компьютера для выноса в натуру[13].

В настоящее время для создания ОГС применяют технологию GPS, но при съемке небольших участков и инженерных изысканий в строительстве тахеометрам нет равных [14]. Точность измерения углов лежит в пределах от 0,5" до 10" и не зависит от наблюдателя [4, 5, 10]. Современный тахеометр обладает удобной клавиатурой и жидкокристаллическим экраном [12]. Управление прибором и выполнение измерений осуществляется с помощью внутренних программ, которые обеспечивают не только настройку прибора и снятие отсчетов, но и математическую обработку(уравнивание

ходов, расчет площади) и оценку точности измерений [11]. Система наведения зрительной трубы на цель не претерпела серьезных изменений. Следует лишь отметить, что во многих точных тахеометрах стали использоваться двухскоростные наводящие винты, обеспечивающие быстрое и качественное наведение [6]. Наиболее передовые модели имеют встроенный микродвигатель и компенсатор, что еще сильнее нивелирует возможные погрешности, вызванные человеческим фактором [9]. На рисунке 2 представлен один из современных тахеометров.



Рисунок 1 – Цифровой нивелир Trimble DiNi



Рисунок 2 – Тахеометр Leica TPS-1200

Лазерные сканирующие системы

Применяются для детального отображения фасадов зданий и строительных конструкций. Сущность лазерного сканирования заключается в сканировании объекта с помощью лазерного луча, который движется в вертикальной и горизонтальной плоскостях и с большой скоростью (до 50000 точек в минуту) снимает местность, выдавая массив точек, каждая из которых имеет три пространственные координаты [8]. Этот массив затем используется для составления 3D-модели сооружения, которую можно получить прямо на месте, если подключить к прибору компьютер. Это очень удобно для наглядности, также можно сравнивать проектную модель с реальной для выявления дефектов [3, 7]. На рисунке 3 показан массив точек, получаемый прибором. Лазерное сканирование также удобно применять в труднодоступных и опасных местах.

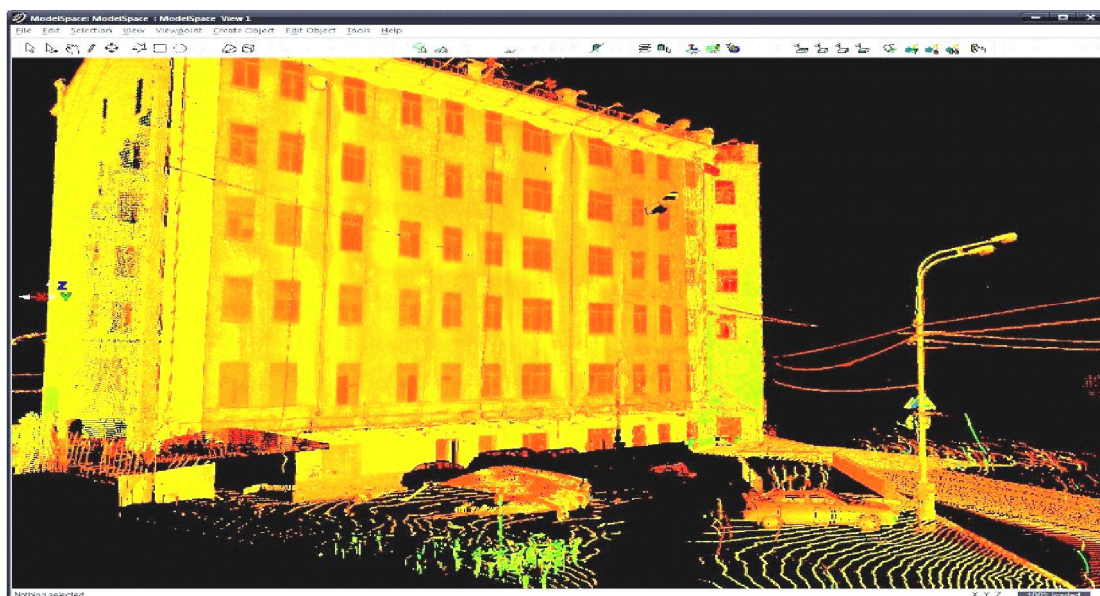


Рисунок 3 – Массив точек, полученный лазерным сканированием

Литература:

1. Камнев И.С., Середович В.А. Исследование точности современных методов измерения // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2016. – С. 135–140.
2. Ключин Е.Б. и др. Инженерная геодезия : учебник для студентов высших учебных заведений. – М., 2008.
3. Гайрабеков И.Г., Пимшин Ю.И. Определение деформации объекта с помощью лазерного сканирования // Труды Грозненского технологического университета. – 2006. – С. 171–177.
4. Гура Д.А. Разработка методов исследования электронных тахеометров в условиях производства для оценки и повышения точности измерения горизонтальных углов : автореф. дисс. канд. техн. наук / Московский государственный университет геодезии и картографии. – М., 2016.
5. Желтко Ч.Н., Пастухов М.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Оценка погрешности измерения горизонтальных углов при геодезическом сопровождении высотного строительства // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Научные чтения памяти профессора В.Б. Федосенко. – 2015. – С. 389–394.
6. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Исследования влияния внецентренности алидады электронных тахеометров // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 6. – С. 18–23.
7. Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учет на примере железнодорожного вокзала адлерского района г. Сочи // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2015. – № 11. – С. 362–369.
8. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77–83.
9. Гура Д.А., Вerezубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
10. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tacheometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – № 3. – С. 277–279.
11. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64–66.
12. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23–24.
13. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.
14. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 118–120.

References:

1. Kamnev I.S., Seredovich V.A. Investigation of the accuracy of modern methods of measurement // interexpo geo-Siberia. – 2016. – Vol. 1. – No. 2. – P. 135–140.
2. Klyushin E.B. etc. Engineering geodesy : textbook for students of higher educational institutions. – M., 2008
3. Gairabekov I.G., Pinchin Y.I. Determination of deformation of the object using terrestrial laser scanning // proceedings of the Grozny state oil technical University. – 2006. – No. 6. – P. 171–177.
4. Gura D.A. Development of methods for the study of electronic total stations in a manufacturing environment to evaluate and improve the accuracy of measurement of horizontal angles : dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical science / Moscow state University of geodesy and cartography. – M., 2016
5. Zheltko Ch.N., Pastuhov M.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Otsenk of an error of measurement of horizontal corners in case of geodetic maintenance of high-rise construction // In the collec-

tion: Regional aspects of development of science and education in the field of architecture, constructions, land management and inventories at the beginning of the III millennium. Scientific readings memory of professor V.B. Fedosenko. – 2015. – P. 389–394.

6. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A., Shevchenko G.G. Researches of influence of a vnetsentrennost of an alidade of electronic tacheometers // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2015. – No. 6. – P. 18–23.

7. Gura D.A., Alkachev T.E. Creation of the 3D inventory of a real estate object for statement on the cadastral registration on the example of the railway station of Adlersky District of Sochi // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2015. – No. 11. – P. 362–369.

8. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. The analysis of the obtained data by method of laser scanning for accomplishment of periodic monitoring on the example of the building located in Krasnodar // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2014. – No. 4. – P. 77–83.

9. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.

10. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tacheometers // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57. – № 3. – P. 277–279.

11. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

12. Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measuring technologies at department of the inventory and geoen지니어ing in KubGTU // the Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.

13. Gura D.A., Gura T.A. The overview of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.

14. Rudik E.A., Gura D.A. Carrying out survey using satellite systems and electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 118–120.