

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕОДОЛИТОВ, ТАХЕОМЕТРОВ И ЛАЗЕРНЫХ ДАЛЬНОМЕРОВ

**В.А. ШИШКИНА, Н.В. ЧЕРНОВА, А.А. ШЕВЧЕНКО, Г.И. ПЕНСАКОВ**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: yandagomys@mail.ru*

В статье рассмотрены три вида современного геодезического оборудования: электронный теодолит, тахеометр и лазерный дальномер. Для подробного анализа были взяты технические характеристики приборов нескольких ведущих фирм-производителей: Leica, Topcon, Sokkia, RGK, BOSCH. Выявлены их достоинства и недостатки, как в общем, так и относительно друг друга. Показаны наиболее подходящие области применения, особенности использования. Несмотря на широкий спектр современных геодезических приборов, актуальным остается вопрос соотношения их цены и качества. Подробное изучение технических характеристик с учетом области применения того или иного прибора позволяет сделать специалисту наиболее целесообразный выбор. Правильный подбор рабочего оборудования в дальнейшем влияет на точность, скорость и стоимость выполнения работ.

**Ключевые слова:** геодезия, геодезическое оборудование, тахеометр, электронный теодолит, лазерный дальномер, сравнительный анализ.

Тахеометр относительно недавно получил широкое распространение в решении задач прикладной геодезии, строительстве и землеустроительных работах. Безусловно, главным его преимуществом является скорость выполнения поставленных перед ним задач. Тахеометр – многофункциональный прибор, совместивший в себе возможности своих предшественников (теодолит, светодальномер) [1, с.11], в настоящее время становится незаменимым помощником специалиста на производстве [2, с.3].

Нами была проведена сравнительная характеристика тахеометров различных видов и фирм. Результаты оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение технических характеристик тахеометров различных видов и фирм [3, с.5]

Параметр	Значение параметра		
	Sokkia NET1200 [4]	Topcon GTS-105N [5]	Leica Viva TS15 I R1000 [6,с.6]
Точность измерения углов	1"	5"	2"
Условия работы	Экстремальные условия: от проливного дождя до пылевой бури	Легкий туман, видимость около 20 км, умеренно солнечно, легкая рефракция	Экстремальные условия: от проливного дождя до пылевой бури
Дальность измерения расстояний без отражателя, м	40	500	1000
Компенсатор	1-осевой с диапазоном работы $\pm 3'$	Двухосевой с диапазоном работы $\pm 3'$	Двухосевой, с диапазоном работы $\pm 4'$
Внутренняя память	10 000 точек	24 000 точек	1 GB
Увеличение	30х	30х	30х
Время работы от одного аккумулятора, часов	6	максимально 10	14
Рабочая температура, °С	-10° - +50°	+10° - +40°	-20° - + 50°
Дисплей	Двухсторонний, графическая точечная ЖК матрица 192 x 80 точек, антибликовое стекло	Графический, с подсветкой и подогревом	Цветной сенсорный, 640x480 pxl (VGA)
Вес, кг	5.5	4.9	5.8
Средняя стоимость, руб	1 300 000	584 000	2 666 800
Особенности использования	Широкий диапазон температур позволяет использовать прибор при агрессивной погоде как в жаркое лето, так и в холодную зиму	Удобство применения на удаленной местности за счет долгой работоспособности аккумулятора	Высокая дальность измерений в безотражательном режиме, удобство применения на городской территории

Как и любой прибор, тахеометр независимо от своего вида, имеет как достоинства, так и недостатки в работе (табл.2).

Таблица 2 - Преимущества и недостатки работы с тахеометром [7, с.11].

<b>Преимущества</b>	<b>Недостатки</b>
Непродолжительность измерений	Ограниченный диапазон рабочих температур
Возможность работы в темное время суток	Высокая стоимость
Возможность работы в неблагоприятных погодных условиях	Наличие электрической сети для подзарядки аккумулятора
Высокоточные измерения	Высокие требования по программному обеспечению
Широкий спектр решаемых задач	
Возможность передачи данных на электронные носители	
Возможность работы в одиночку	

Наряду с тахеометром широкое применение на производстве получили электронные теодолиты. В отличие от оптического теодолита, электронный оснащен электронными датчиками снятия показаний измерений с последующим выводом их результатов на дисплей для пользователя [3,с.8]. Нами также была проведена оценка достоинств и недостатков данного вида прибора.

Таблица 3 – Преимущества и недостатки электронного теодолита [3,с.14].

<b>Преимущества</b>	<b>Недостатки</b>
Наличие дисплея (исключает ошибку снятия отчета)	Ограниченный температурный диапазон, жидкокристаллический дисплей замерзает при температуре меньше $-20^{\circ}\text{C}$ , при этом невозможно снять отсчеты
Время измерений существенно сокращается	Необходимость иметь доступ к электрической сети для зарядки аккумуляторов

## Окончание таблицы 3

Возможность работы в темное время суток	Высокая стоимость относительно оптических теодолитов
Возможность работы человека без специального профильного образования	
Дисплей расположен с двух сторон для удобства работы	

В таблице 4 приведена сравнительная характеристика электронных теодолитов различных фирм.

Таблица 4 - Сравнение технических характеристик теодолитов электронного типа [9].

Параметр	Значение параметра			
	Leica Builder 109	VEGA TEO-5B	Topcon DT-202	RGK T-20
Точность измерений углов	9"	5"	2 "	20"
Наличие компенсатора	Двухосевой, $\pm 4'$	$\pm 3'$	Одноосевой, $\pm 3'$	$\pm 3'$
Изображение	Прямое	Прямое	Прямое	Прямое
Экран	ЧБ дисплей с подсветкой и подогревом, 228x160 пикселей	LCD дисплей с подсветкой	Сегментированный, с подсветкой	ЖК-дисплей, подсветка экрана, сетки визирных нитей и клавиатуры
Защита от пыли и влаги	IP55	IPx4	IP66	IP45
Панель управления	С одной стороны	С двух сторон	С двух сторон	С двух сторон
Увеличение	30x	30x	30x	30x

Окончание таблицы 4

Угол поля зрения	1° 21'	1°20'	1° 30'	1°30'
Наличие элементов питания	Внутренний аккумулятор (7,4 В; 2,2 А/ч); Внутренний аккумулятор (7,4 В; 4,4 А/ч); Внешний аккумулятор (12 В; 9 А/ч)	Ni-MH перезаряжаемый аккумулятор / щелочные элементы питания	4 AA батареек	Алкалиновая батарея или перезаряжаемый Ni-H2 аккумулятор
Центрир	Лазерный, точность 1.5 мм	Лазерный	Лазерный	лазерный
Температурный режим	-20°С - +50°С	-20°-+50°С	-20°-+50°С	-20°С - +50°С
Масса	4,4 кг	4,8 кг	4.1 кг	5кг
Средняя цена	140 000 руб.	80 000 руб.	390 000 руб.	60 000 руб.
Страна – производитель	Швейцария	Германия	Япония	Россия
Область применения	Геодезические и инженерные изыскания для построения топографических планов и карт, построение сети геодезических точек на местности при проведении общестроительных работ; успешно используются в военном деле [2,с.8].			

Таблица 5 - Сравнение технических характеристик электронного теодолита последнего поколения и роботизированного тахеометра\*[8, с.4].

Параметр	Значение параметра	
	Электронный теодолит[9]	Роботизированный тахеометр [8, с.12]
Максимальная точность	0.5''	0.5''
Максимальная дальность	100-150 м	1000 м

## Окончание таблицы 5

Автоматические поправки	Да	Да
Возможность фокусировки на бесконечность	Да	Да
Коммуникационный порт для подключения внешних накопителей	Да	Да
Поддержка Bluetooth	Нет	Да
Изображение положения пузырька уровня в графическом виде	Да	Да
Питание	Аккумуляторы, батарейки	Аккумуляторы
Цифровой дисплей	Да	Да
Время работы	10 ч	14 часов
Наличие цифровой фотокамеры	Нет	Да
Лазерный дальномер	Нет**	Да
Диапазон рабочих температур	От -20°С до +50°С	От -20°С до +50°С
Тип компенсатора	Электронный	Электронный
Предпочтительная территория использования	Простые небольшие участки местности	Съемочные работы, которые распространяются на большие расстояния, особенно на опасные участки

\* - в таблице приведены максимальные значения и наиболее усовершенствованные качественные и количественные характеристики

\*\* - оснащен лазерным указателем

Ввиду отсутствия в устройстве теодолита светодальномера, целесообразно использование электронного теодолита в совокупности с лазерными дальномерами в целях повышения точности и дальности измерений расстояний. Оценка работы с данным прибором и технические характеристики разных их видов представлены в таблицах 6 и 7 [3, с.13].

Таблица 6 – Преимущества и недостатки работы с лазерными дальномерами

Преимущества	Недостатки
Высокая точность измерения больших расстояний	Работоспособность снижается при неблагоприятных условиях: в дождь или очень солнечную погоду, в запылённом или загазованном помещении
Прочный корпус, защищён от ударов, а также от воздействия влаги и пыли	Неправильные результаты измерений при наведении на отражающие поверхности (зеркало, фольга и т.д.)
Возможность расчета объема и площади помещения	Неправильные результаты измерений при разряженном аккумуляторе
Наличие дисплея для отображения данных	При фокусировке на рельефной поверхности погрешность возрастает
Измерения может легко проводить один человек	
Компактность	

Таблица 7 - Сравнение технических характеристик лазерных дальномеров [10].

Параметр	Значение параметра		
	Bosch GLM 80 Professional	BOSCH GLM 150	Leica Disto D2[6,с.17]
Дальность измерения	80 м	150 м	60 м
Класс лазера	2		
Длина волны	635 нм		
Время измерения	0,5-4 с		
Габариты, мм	111x51x30	120x66x37	114x50x27
Источники питания	1 аккумулятор 3.7В Li-Ion 91250 мА*ч)	4x1.5 BLR 03 (AAA)	2 батарейки типа AAA
Средняя стоимость, руб.	9000	15000	14000
Особенности использования	Работа внутри помещений	Работа на открытых пространствах	Работа внутри помещений
Точность, мм	± 1.5	± 1,0	± 1,5

## Окончание таблицы 7

Применение	Составление плана местности, разбивка местности, моментальное измерение труднодоступных расстояний, расчет площади прямоугольного помещения, измерения площади стен, вычисление объема помещения, геодезическая экспертиза. [10]
------------	--

Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод о том, что ни одного геодезического оборудования не является совершенным. Благодаря грамотному подходу, который заключается в изучении технических характеристик, мониторинга цен на современном рынке, анализа внешних условий, в которых будет использоваться прибор, специалист может сделать правильный выбор. Кроме того, наука не стоит на месте – каждое поколение геодезического оборудования намного превосходит предыдущее. Возможно, в скором будущем их недостатки будут сведены на «нет».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г. Экспериментальные исследования погрешностей измерений горизонтальных углов электронными тахеометрами. //Метрология. 2014. – № 2. –17-20 с.
2. Алкачев Т.Э., Шишов Н.А., Пастухов М.А. История и пути развития электронных геодезических приборов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2013. – № 3. – С. 37-39.
3. Исмаилов В.В., Фурсина Ю.В., Иванова С.О., Валуева Ю.М., Семиренко В.А., Шевченко Г.Г. Скорость и точность- отличие современных геодезических приборов от классических // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2016. – № 2. – С. 143-147.
4. Тахеометры Sokkia [Электронный ресурс] – Режим доступа:<http://www.gsi.ru/catalog/taheo/sokkia>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Тахеометры Topcon [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.geo-spektr.ru/taheometry/topcon/>, свободный. – Загл. с экрана.
6. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном



процессе КубГТУ. Выполнение хоздоговорных работ // Статья в журнале: Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2013. – № 4. – 66 с.

7. 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.

8. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко С.Ч. Разработка методики исследования угломерных ошибок электронных тахеометров // Наука и современность-Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2011. – С.60-63.

9. Теодолит электронный [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rusgeocom.ru/catalog/elektronnyie-teodolityi>, свободный. – Загл. с экрана.

10. Лазерные дальнометры [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.gsi.ru/catalog/laser\\_distance\\_meter](http://www.gsi.ru/catalog/laser_distance_meter), свободный. – Загл. с экрана.

#### REFERENCES

1. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Eksperimentalnye issledovaniya pogreshnostey izmereniy gorizontalnykh uglov elektronnyimi takheometrami. //Metrologiya. 2014. – № 2. –17-20 s.

2. Alkachev T.E., Shishov N.A., Pastukhov M.A. Istoriya i puti razvitiya elektronnykh geodezicheskikh priborov // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiy vestnik). 2013. – № 3. – S. 37-39.

3. Ismailov V.V., Fursina Yu.V., Ivanova S.O., Valueva Yu.M., Semirenko V.A., Shevchenko G.G. Skorost i tochnost- otlichie sovremennykh geodezicheskikh priborov ot klassicheskikh // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiy vestnik). 2016. – № 2. – S. 143-147.

4. Takheometry Sokkia [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa:<http://www.gsi.ru/catalog/taheo/sokkia>, svobodnyy. – Zagl. s ekrana.

5. Takheometry Topcon [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.geo-spektr.ru/taheometry/topcon/>, svobodnyy. – Zagl. s ekrana.

6. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Opyt ispolzovaniya tekhnologiy i oborudovaniya Leica Geosystems v uchebno-obrazovatelnom protsesse

KubGTU. Vypolnenie khozdogovornykh rabot // Statya v zhurnale: Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiy vestnik). 2013. – № 4. – 66 s.

7. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A., Shevchenko G.G. Issledovaniya vliyaniya vnetsentrennosti alidady elektronnykh takheometrov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotosemka. 2015. – №6. – S. 18-23.

8. Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko S.Ch. Razrabotka metodiki issledovaniya uglomernykh oshibok elektronnykh takheometrov // Nauka i sovremennost-Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2011. – S.60-63.

9. Teodolit elektronnyy [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.rusgeocom.ru/catalog/elektronnyie-teodolityi>, svobodnyy. – Zagl. s ekrana.

10. Lazernye dalnomery [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: [http://www.gsi.ru/catalog/laser\\_distance\\_meter](http://www.gsi.ru/catalog/laser_distance_meter), svobodnyy. – Zagl. s ekrana.

## *COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN ELECTRONIC THEODOLITES, TOTAL STATIONS AND LASER RANGEFINDERS*

**V.A. SHISHKINA, N.V. CHERNOVA, A.A. SHEVCHENKO, G.I PENSAKOV**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,  
e-mail: yandagomys@mail.ru*

This article describes three kinds of modern surveying equipment: electronic theodolite, total station and laser rangefinder. For a detailed analysis were taken specifications of devices of several leading manufacturers: Leica, Topcon, Sokkia, RGK, BOSCH. Revealed their strengths and weaknesses both in general and in relation to each other. Showing the most suitable applications, features use. Despite the wide range of modern geodetic instruments, the question remains the ratio of their prices and quality. A detailed study of the technical characteristics, taking into account the application of a device allows you to make the most appropriate choice of specialist. Proper selection of work equipment subsequently affects the accuracy, speed and cost of execution.

**Key words:** geodesy, surveying equipment, total station, electronic theodolite, laser range finder, a comparative analysis.