

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУЧАСНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ
ANALYSIS OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF MODERN GEODESIC INSTRUMENTS

Довгополюк Людмила Олексіївна, Національний транспортний університет, кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, e-mail: _katze_@ukr.net, тел. +380972251807,

<https://orcid.org/0000-0002-3401-8466>



Неізнана Наталія Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, Національний транспортний університет, кафедра проектування доріг, геодезії та землеустрою, доцент, e-mail: supernesh@ukr.net, +380957970158,

<https://orcid.org/0000-0003-2406-3906>



Соловйова Наталія Петрівна, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, e-mail: solovjovan@ukr.net, тел. +38067347-43-77,

<https://orcid.org/0000-0002-5581-4373>



Чайчевський Віктор Дмитрович, Національний транспортний університет, завідувач лабораторії кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, e-mail: viktorcajevskij@gmail.com, тел. +38097297-15-70,

<https://orcid.org/0000-0003-1158-6708>

Анотація. Відомо, що вимоги до якості геодезичних робіт швидко ростуть. Зростає і необхідність постійного підвищення загального технічного рівня геодезичних робіт, надійності, точності, технологічності геодезичного виробництва.

Питання точності проведення геодезичних робіт мають принципове значення, оскільки вони в кінцевому рахунку визначають рівень якості і надійності геодезичних мереж і геодезичних вимірів. При оцінці надійності та точності вимірювань головним є вибір досконалої методики геодезичних робіт та відповідних приладів і устаткування, виходячи з заданих технологічних вимог проекту і допусків. Із зростанням науково-технічного прогресу і технічного рівня вимірювань розвивалися і вдосконалювалися методики та прилади для проведення геодезичних робіт. Сучасний геодезичний прилад сьогодні – це продукт високих технологій, що поєднує в собі останні досягнення електроніки, точної механіки, оптики, матеріалознавства та інших наук.

Прогрес не стоїть на місці, замінюються перевірені роками аналогові прилади сучасним цифровим і лазерним устаткуванням. До проведення геодезичних робіт стало пред'являтися більше вимог. Вони повинні бути виконані в найкоротші терміни і з високою точністю.

У статті розглянуто три види сучасного геодезичного обладнання, а саме: електронний теодоліт, тахеометр, а також лазерний далекомір. Для детального аналізу було взято технічні характеристики приладів кількох провідних фірм-виробників: Leica, Topcon, Sokkia, SOUTH, BOSCH. Виявлено їх переваги та недоліки, як загалом, так і в порівнянні між собою. Проаналізовано найбільш відповідні галузі застосування та особливості використання. Незважаючи на широкий спектр сучасних геодезичних приладів, актуальним залишається питання щодо співвідношення їх ціни та якості.

Детальне вивчення технічних характеристик з урахуванням сфери застосування того чи іншого приладу дозволяє зробити фахівцю найбільш доцільний вибір. На точність, швидкість та вартість виконання робіт безпосередній вплив має правильність підбору обладнання, яким виконуватимуть геодезичні виміри.

Ключові слова: геодезія, геодезичне обладнання, тахеометр, електронний теодоліт, лазерний далекомір, порівняльний аналіз.

Вступ. Електронні геодезичні прилади у їхньому постійному розвитку враховують вимоги геодезії до точності та продуктивності польових умов виконання робіт. В свою чергу геодезія під час розроблення та вибору методів вимірювань, проектування та організації робіт зважає на можливості приладів. Якість вимірювань залежить не тільки від знань та досвіду виконавця, а й від працездатності, якості та можливостей приладів, які застосовують. Сучасні геодезичні прилади повинні забезпечувати: високу продуктивність праці; достатню точність вимірювання; високу надійність при експлуатації і транспортуванні в польових умовах і на будівельних майданчиках; простоту і зручність виконання робіт тощо.

Мета і методи. Будь-які будівельні або вишукувальні роботи вимагають точних обчислень перепадів ландшафту на тій чи іншій ділянці. Звичайні геодезичні прилади, такі як нівелір, рулетка і теодоліт, можуть впоратися на невеликих площах, але якщо мова йде про тисячі квадратних метрів, вимірювання можуть зайняти тижні. Але, в сфері сучасної геодезії, роботи необхідно виконувати якісно та в максимально короткі терміни, що в свою чергу, спонукає до вибору нового геодезичного обладнання, в тому числі і електронних геодезичних приладів. Тому і постало питання щодо аналізу сучасних електронних геодезичних приладів.

Мета публікації полягає у аналізі та виборі сучасних електронних геодезичних приладів для виконання будь-яких геодезичних робіт, враховуючи як швидкість виконання робіт, так і їх якість.

Об'єктом дослідження є сучасні електронні геодезичні прилади, а саме електронні теодоліти, тахеометри та лазерні далекомири.

Результати і пояснення. При виконанні геодезичних робіт, виникає потреба у виборі геодезичного приладу. В залежності від типу завдань, які необхідно виконати, приймається рішення щодо геодезичного приладу, з яким потрібно працювати.

Таблиця 1 – Переваги та недоліки електронного теодоліту.

Table 1 – Advantages and disadvantages of an electronic theodolite.

Переваги	Недоліки
Наявність дисплею (виключає помилку зняття відліку)	Обмежений температурний режим, оскільки рідкокристалічний дисплей замерзає при температурі менше -20 °С, що унеможливує знімання відліків при виконанні робіт
Суттєво скорочується час вимірювань	Потреба у доступі до електричної мережі для заряджання акумуляторів
Можливість виконання робіт в темну пору доби	Висока вартість порівняно з оптичними теодолітами
Можливість роботи без спеціальної профільної освіти	
Для зручності роботи, дисплей розміщений з обох сторін	

Вимірювання горизонтальних кутів у геодезичних мережах згущення та інженерно-геодезичних мережах здійснюють методом кругових прийомів, якщо напрямків більше від двох. Важливо, щоб вимірювання кутів велись у сприятливих умовах, коли зображення візирних цілей спокійні або слабо коливаються. Сьогодні фірми-виробники різних країн світу випускають багато цифрових теодолітів, переважно реалізованих у електронних тахеометрах, з різними системами визначення кутових величин. [1, с. 40]

На сучасному етапі виконання робіт широке розповсюдження отримали електронні теодоліти. На відміну від оптичного теодоліту, електронний оснащений електронними датчиками зняття показань вимірювань з наступним виведенням їх результатів на дисплей для користувача [3, с.8]. Також була проведена оцінка переваг та недоліків даного виду приладу [3, с.14].

У таблиці 2 наведено порівняльну характеристику електронних теодолітів різних фірм [9].

Таблиця 2 – Порівняння технічних характеристик теодолітів електронного типу.

Table 2 – Comparison of technical characteristics of electronic theodolites.

Параметр	Значення параметра			
	Leica Builder 109	VEGA TEO-5B	Topcon DT-205	SOUTH ET-02
Точність вимірювання кутів	9"	5"	5 "	2"
Наявність компенсатора	Двохосьовий, ±4'	Діапазон роботи компенсатора ±3'	Одноосьовий, діапазон роботи компенсатора ±3'	Одноосьовий, рідинний, діапазон роботи компенсатора ±3'
Зображення	Пряме	Пряме	Пряме	Пряме
Екран	Чорно-білий дисплей з підсвічуванням та підігрівом, 228x160 пікселів	LCD дисплей, 2-х рядковий з підсвічуванням	LCD дисплей, 2-х рядковий	рідкокристалічний, 4-х рядковий
Клас захисту від пилу та вологи	IP55	IP54	IP66	IPX2
Панель керування	З однієї сторони	З двох сторін	З двох сторін	З двох сторін
Збільшення	30х	30х	30х	30х
Кут поля зору	1° 21'	1°20'	1° 30'	1°30'
Наявність елементів живлення	Внутрішній акумулятор (7,4 В; 2,2 А/год); Внутрішній акумулятор (7,4 В; 4,4 А/год); Зовнішній акумулятор (12В; 9 А/год)	Ni-MH акумулятор (6 В) / 4 батарейки типу AA	4 батарейки типу AA (1.5 В)	Ni-MH акумулятор (6 В) / 4 батарейки типу AA
Центрир	Лазерний, точність 1.5 мм	Лазерний	Лазерний	Оптичний
Температурний режим	-20°C - +50°C	-20°-+50° С	-20°-+50°C	-20°- +45° С
Вага, кг	4,4	4,8	4,1	5,2

Продовження таблиці 2
Continued table 2

Середня вартість, грн	47 000	18 500.	146 500	28 000
Країна-виробник	Швейцарія	Німеччина	Японія	Китай
Область використання	Геодезичні та інженерні вишукування для побудови топографічних планів і карт, побудови мережі геодезичних точок на місцевості при виконанні будівельних робіт. Можна використовувати у військовій справі [2].			

Тахеометр відносно недавно набув широкого розповсюдження у вирішенні задач прикладної геодезії, будівництві та землевпорядних роботах. Безперечно, головною його перевагою є швидкість виконання поставлених перед ним завдань. Тахеометр – багатофункціональний прилад, що поєднав у собі можливості своїх попередників [2, с. 100], в даний час стає незамінним помічником фахівців-геодезистів [2, с. 10].

Сучасні електронні тахеометри - це вимірювальні інструменти, в яких конструктивно об'єднані електронний теодоліт, електронний віддалемір і мікропроцесор з прикладним геодезичним програмним забезпеченням. Мікропроцесор дозволяє зберігати дані вимірів у внутрішній пам'яті і робити обробку та аналіз результатів безпосередньо в полі.

Нами була проведена порівняльна характеристика тахеометрів різних видів та фірм [3]. Результати аналізу представлені у таблиці 3.

Таблиця 3 – Порівняння технічних характеристик тахеометрів різних видів та фірм.

Table 3 – Comparison of technical characteristics of total stations of different types and companies.

Параметр	Значення параметра		
	Sokkia NET1AX [4]	Topcon GM-105 [5]	Leica Viva TS15 I R1000 I [6]
Кутова точність	1"	5"	1"
Клас захисту від пилу та вологи	Захист від зовнішніх факторів, клас захисту IP65	Захист від зовнішніх факторів, клас захисту IP66	Захист від зовнішніх факторів, клас захисту IP55
Дальність вимірювання відстаней без відбивача, м	400	1000	1 000
Компенсатор	2-х осьовий, режим роботи $\pm 3'$	2-х осьовий, режим роботи $\pm 6'$	2-х осьовий, з діапазоном компенсації $\pm 3'$ та точністю 0,5
Внутрішня пам'ять	10 000 точок	50 000 точок	1 ГБ
Збільшення (кратність)	30x	30x	30x
Час роботи від одного акумулятора, годин	4	максимум 28	8
Робоча температура, °C	-20° - +50°	-20° - +60°	-20° - + 50°

Продовження таблиці 3
Continued table 3

Дисплей	Кольоровий, сенсорний (з однієї сторони), графічна точність РК матриця 192x80 точок, анти-відблискове скло, з підсвіткою	Графічний РК-дисплей з підсвічуванням, 192x80 точок	Кольоровий сенсорний, 640x480 pxl (VGA), з підсвічуванням
Вага, кг	6,8	5,3	6,5
Середня вартість, грн	950 000	262 000	2 666 800
Особливості використання	Широкий діапазон температур дозволяє використовувати прилад як в жарке літо, так і в холодну зиму	Зручність використання на віддаленій місцевості за рахунок довготривалості роботи акумулятора, можливість застосування під час дощу, снігу	Висока дальність вимірювання без відбивача, можливість використання під час сильного вітру, вібрацій від важкої будівельної техніки, зручність використання в міських умовах

Останнім часом чітко простежується тенденція розвитку електронних тахеометрів – від «звичайних» приладів до роботизованих станцій [8]. Прилад забезпечується сервоприводами, модулем наведення на візирну ціль і радіокомунікаційним пристроєм. З їхньою допомогою він автоматично наводиться на спостережувану точку, авсі команди оператор подає з пульта дистанційного керування. Оператор забуває про необхідність змінювати фокусування зорової труби при ручному наведенні на точку. Він повністю зосереджений на показах дисплея.

Істотно збільшується якість кодування об'єктів під час знімання, що приводить до зниження часу камерального опрацювання.

Як і будь-який прилад, тахеометр незалежно від свого вигляду має як переваги, так і недоліки в роботі [7, с.11]. Результати аналізу наведені в таблицях 4, 5.

Таблиця 4 – Переваги та недоліки роботи з тахеометром.

Table 4 – Advantages and disadvantages of working with a total station.

Переваги	Недоліки
Швидкі вимірювання	Обмежений діапазон робочих температур
Можливість працювати у темну пору доби	Висока вартість
Можливість працювати у несприятливих погодних умовах	Можливість заряджати акумулятори від електричної мережі
Високоточні вимірювання	Високі вимоги щодо програмного забезпечення
Широкий спектр задач, що вирішуються	
Можливість передачі даних на електронні носії	
Можливість працювати одному	

Таблиця 5 – Порівняння технічних характеристик електронного теодоліта і роботизованого тахеометра*

Table 5 – Comparison of technical characteristics of an electronic theodolite and a robotic total station*

Параметр	Значення параметра	
	Електронний теодоліт [9]	Роботизований тахеометр [8, с.12]
Максимальна точність	0,5''	0,5''
Максимальна дальність	100-150 м	1000 м
Автоматичні поправки	Так	Так
Можливість фокусування на безкінечність	Так	Так
Комунікаційний порт для підключення зовнішніх накопичувачів	Так	Так
Підтримка Bluetooth	Ні	Так
Зображення положення бульбашки рівня в графічному вигляді	Так	Так
Живлення	Акумулятори, батарейки	Акумулятори
Цифровий дисплей	Так	Так
Час роботи одного акумулятора/батарейок	10 годин	14 годин
Наявність цифрової фотокамери	Ні	Так
Лазерний дальномір	Ні**	Так
Діапазон робочих температур	-20°C - +50°C	-20°C - +50°C
Тип компенсатора	Електронний	Електронний
Переважна область використання	Прості невеликі ділянки місцевості	Зйомки, які поширюються на великі відстані, особливо на небезпечні ділянки

* – у таблиці наведено максимальні значення та найбільш удосконалені якісні та кількісні характеристики

** – обладнаний лазерним показником

Зважаючи на відсутність у будові теодоліту світловіддалеміру, доцільно використовувати електронний теодоліт разом з лазерними дальномірами з метою підвищення точності та дальності вимірювань відстаней. Оцінка роботи з даним приладом та технічні характеристики різних їх видів наведені у таблицях 6 та 7 [3, 10].

Таблиця 6 – Переваги та недоліки роботи з лазерними дальномірами

Table 6 – Advantages and disadvantages of working with laser rangefinders

Переваги	Недоліки
Висока точність вимірювання великих відстаней	Точність вимірювання знижується за несприятливих умов: у дощ або дуже сонячну погоду, у запиленому чи загазованому приміщенні
Міцний корпус, захищений від ударів, а також від дії пилу та вологи	Неправильні результати вимірювань при наведенні на світловідштовхуючі поверхні (дзеркало, фольга і т.д.)
Можливість розрахунку площі та об'єму приміщення	Невірні результати вимірювань при розрядженому акумуляторі

Продовження таблиці 6
Continued table 6

Наявність дисплею для відображення даних	При фокусуванні на рельєфну поверхню зростає можливість похибки
Вимірювання може виконувати одна людина	
Компактність	

Таблиця 7 – Порівняння технічних характеристик лазерних дальномірів.
Table 7 – Comparison of technical characteristics of laser rangefinders.

Параметр	Значення параметра		
	Bosch GLM 80 Professional	BOSCH GLM 150 Professional	Leica DISTO™ D2 [6]
Дальність вимірювання, м	80	150	100
Клас захисту від пилу та вологи	IP 54		
Клас лазера	2		
Лазерний діод (довжина хвилі)	635 нм		
Час вимірювання	0,5-4 с		
Габарити, мм	111x51x30	120x66x37	116x44x26
Вага, кг	0,14	0,24	0,1
Джерело живлення	1 акумулятор 3.7В Li- Ion 91250 мА*ч)	4 x 1,5 В LR03 (AAA)	2 батарейки типу AAA
Середня вартість, грн.	7 000	8 300	7 700
Особливості використання	Працює в режимах вимірювань довжини, площі, обсягу, площі стіни, кута нахилу, непрямого вимірювання довжини, висоти й подвійного непрямого вимірювання висоти, тривалого вимірювання. Додавання та віднімання отриманих результатів вимірювань. Наявний таймер.	Визначення висоти різних сегментів, розрахунок висоти та ухилу. Висувний нівелювальний гвинт для точного вимірювання з важкодоступних місць та від країв. Наявний таймер.	Проведення вимірювань в приміщенні.
Точність, мм	± 1.5	± 1,0	± 1,5
Країна-виробник	Малайзія	Малайзія	Угорщина

Висновки та рекомендації.

З наведених даних, можна дійти невтішного висновку, що немає жодного досконалого геодезичного обладнання. Завдяки грамотному підходу, який полягає у вивченні технічних характеристик, моніторингу цін на сучасному ринку, аналізу зовнішніх умов, в яких використовуватиметься прилад, фахівець може зробити правильний вибір. Крім того, наука не стоїть на місці – кожне покоління геодезичного обладнання набагато перевершує попереднє. Можливо, незабаром їх недоліки будуть зведені на нівець.

Перелік посилань

1. І. Тревого, А. Вовк, С. Лісняков. До точності кутових вимірювань цифровими теодолітами // «Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва» Випуск II (38), 2019, стор.40-44. Режим доступу: www.doi.org/10.33841/1819-1339-2019-2-38-40-44, вільний.
2. В.О. Боровий, Р.М. Літнарівч ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ // Чернігів, 2005. Режим доступу: <https://docplayer.net/51946411-V-o-boroviy-r-m-litnarovich-geodezichni-priladi.html>, вільний.
3. Калинич І.В., Радиш І.П., Ваш Я.І. Електронні геодезичні прилади. Конспект лекцій /уклад. Калинич І.В., Радиш І.П., Ваш Я.І.– Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2021р. – 156 с. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/34491/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BF%D0%BE%D0%95%D0%93%D0%9F%201.pdf>
4. Тахеометри Sokkia [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.ukrgeo.com.ua/products/taxeometry/vysokotochnye-taxeometry/sokkia-net/vysokotochnyi-taxeometr-sokkia-net-lax.html>, вільний.
5. Тахеометри Topcon [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://tnt-tpi.com/standartni-takheometri/30-takheometr-topcon-gm-105-el.html>, вільний
6. Тахеометри LEICA [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.leica.kiev.ua/leica-ts15-i-r1000-1.html>, вільний
7. Подостроєць К.О. СТВОРЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОГО МЕТОДУ ПОВІРКИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ // Дисертаційна робота на здобуття ступеня кандидата технічних наук, Одеса, 2017, с. 157-163, 168-178. Режим доступу: <http://osatrq.edu.ua/wp-content/uploads/2015/06/Stvorennya-ta-doslidzhennya-novogo-metodu-povirki-geodezichnih-zasobiv-vimiryuvalnoyi-tehniki.pdf>, вільний.
8. Теодоліт електронний Leica [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.leica.kiev.ua/leica-builder-109.html>, вільний
9. Теодоліт електронний [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://geomarket.in.ua/ua/teodolity/elektronnye-teodolity/>, вільний
10. Лазерні далекоміри [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://instrumentarium.com.ua/katalog/izmeritelnaya-tehnika/dalnomeru/bosch>, <https://leica-geosystems.com.ua/product/disto-d2>, вільний.

ANALYSIS OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF MODERN GEODESIC INSTRUMENTS

Dovhopoliuk Liudmyla O., National Transport University, dozent of the Department of Road Design, Geodesy and Land Management, PhD in technical science, Associate Professor, e-mail: katze@ukr.net, tel. + 38097225-18-07, <https://orcid.org/0000-0002-3401-8466>.

Neizvestna Nataliia V., National Transport University, Department of Road Designing, Geodesy and Land Management, PhD in technical science, Associate Professor, supernesh@ukr.net, +380957970158, <https://orcid.org/0000-0003-2406-3906>.

Soloviova Nataliia P., National Transport University, Senior Lecturer of the Department of Road Design, Geodesy and Land Management, e-mail: solovjovan@ukr.net, tel. + 38067347-43-77, <https://orcid.org/0000-0002-5581-4373>.

Chaichevskiy Viktor D., National Transport University, Assistant of the Department of Road Design, Geodesy and Land Management, e-mail: viktorcajevskij@gmail.com, тел. +38097297-15-70, <https://orcid.org/0000-0003-1158-6708>

Abstract. It is known that the requirements for the quality of geodetic works are growing rapidly. The need for constant improvement of the general technical level of geodetic works, reliability, accuracy, manufacturability of geodetic production also grows.

Issues of accuracy of geodetic works are of fundamental importance, because they ultimately determine the level of quality and reliability of geodetic networks and geodetic measurements. When assessing the reliability and accuracy of measurements, the main thing is to choose the perfect method of geodetic works and appropriate instruments and equipment, based on the specified technological requirements of the project

and tolerances. Today's modern geodetic instrument is a product of high technology, which combines the latest advances in electronics, precision mechanics, optics, materials science and other sciences.

Progress does not stand still, analog devices tested for years are replaced by modern digital and laser equipment. There were more requirements for geodetic works. They must be performed as soon as possible and with high accuracy.

The article considers three types of modern geodetic equipment, namely: electronic theodolite, total station, and laser rangefinder. For a detailed analysis, the technical characteristics of the devices of several leading manufacturers were taken: Leica, Topcon, Sokkia, SOUTH, BOSCH. Their advantages and disadvantages, both in general and in comparison with each other, are revealed. The most relevant areas of application and features of use are analyzed. Despite the wide range of modern geodetic instruments, the question of the ratio of their price and quality remains relevant.

A detailed study of the technical characteristics, taking into account the scope of application of a device allows the specialist to make the most appropriate choice. The accuracy, speed and cost of work are directly affected by the correct selection of equipment that will perform geodetic measurements.

Key words: geodesy, geodetic equipment, total station, electronic theodolite, laser rangefinder, comparative analysis.

References

1. I. Trevogo, A. Vovk, S. Lisnyakov. On the accuracy of angular measurements by digital theodolites // "Modern achievements of geodetic science and production" Issue II (38), 2019, pp.40-44. Access mode: www.doi.org/10.33841/1819-1339-2019-2-38-40-44, free. [in Ukrainian].
2. B.O. Borovy, RM Litnarovych GEODESIC DEVICES // Chernihiv, 2005. Access mode: <https://docplayer.net/51946411-V-o-boroviy-r-m-litnarovich-geodezichni-priladi.html>, free. [in Ukrainian].
3. Kalinich IV, Radish IP, Your YI Electronic geodetic instruments. Lecture notes / style. Kalinich IV, Radish IP, Vash YI - Uzhhorod: Uzhhorod National University Publishing House "Hoverla", 2021. - 156 p. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/34491/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%95%D0%93%D0%9F%201.pdf>. [in Ukrainian].
4. Sokkia total stations [Electronic resource] - Access mode: <https://www.ukrgeo.com.ua/products/taxeometry/vysokotochnye-taxeometry/sokkia-net/vysokotochnyj-taxeometr-sokkia-net1ax.html>, free.
5. Tacheometers Topcon [Electronic resource] - Access mode: <https://tnt-tpi.com/standartni-takheometri/30-takheometr-topcon-gm-105-el.html>, free
6. Total stations LEICA [Electronic resource] - Access mode: <http://www.leica.kiev.ua/leica-ts15-i-r1000-1.html>, free
7. Podostroets KO CREATION AND RESEARCH OF A NEW METHOD OF CALIBRATION OF GEODESIC MEANS OF MEASURING ENGINEERING // Dissertation work for the degree of candidate of technical sciences, Odesa, 2017, p. 157-163, 168-178. Access mode: <http://osatrq.edu.ua/wp-content/uploads/2015/06/Stvorennya-ta-doslidzhennya-novogo-metodu-povirki-geodezichnih-zasobiv-vimiryuvalnoyi-tehniki.pdf>, free. [in Ukrainian].
8. Theodolite electronic Leica [Electronic resource] - Access mode: <http://www.leica.kiev.ua/leica-builder-109.html>, free
9. Electronic theodolite [Electronic resource] - Access mode: <https://geomarket.in.ua/ua/teodolity/elektronnye-teodolity/>, free
10. Laser rangefinders [Electronic resource] - Access mode: <https://instrumentarium.com.ua/katalog/izmeritelnaya-tehnika/dalnomeru/bosch>, <https://leica-geosystems.com.ua/product/disto-d2>, free.