

Отже, в системі управління земельними ресурсами землеустрій є методологічною основою соціально-економічного розвитку регіонів, окремих суб'єктів господарювання на землі, вдосконалення формування екологічної мережі, створення умов використання територій, орієнтованих на підтримку економічного, соціального і екологічного балансу між можливостями природного середовища і потребами для розвитку економіки.

#### **Список використаних джерел:**

1. Про землеустрій. Закон України від 22.05.2003 № 858-IV // Відомості ВРУ, 2003. - № 36. ст.282. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2247-20#Text> (дата звернення: 29.10.2023).
2. Організація сільськогосподарського використання земель на ландшафтно-екологічній основі. За ред. П.Г. Казьміра. Львів: СПОЛОМ, 2009. 254 с.

УДК 528.5

### **ЕЛЕКТРОННІ ТАХЕОМЕТРИ, ЛАЗЕРНІ СКАНЕРИ, МУЛЬТИСТАНЦІЯ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ**

**Короленко І. С.**, студентка 3 курсу факультету геодезії, землеустрою та агроінженерії  
**Мурга М. І.**, студентка 3 курсу факультету геодезії, землеустрою та агроінженерії  
**Заблоцька І. О.**, студентка 3 курсу факультету геодезії, землеустрою та агроінженерії  
Е – mail: [kis1003@ukr.net](mailto:kis1003@ukr.net)

**Булишева Д. В.**, доцент кафедри геодезії, землеустрою та земельного кадастру

**Одеський державний аграрний університет, м.Одеса, Україна**

Розглянуто електронні тахеометри, лазерне сканування та мультистанцію. Вказано на переваги та недоліки цих приладів. Визначено який зі способів знімання земної поверхні є більш вигідним.

**Ключові слова:** електронний тахеометр, лазерне сканування, мультистанція.

Тахеометр — це сучасний геодезичний прилад, який поєднує електронний теодоліт з електронним далекоміром.

Тахеометри зазвичай використовують геодезисти та інженери – будівельники для збору даних для будівництва будівель, доріг, зйомки меж, топографічної зйомки. Також ними користуються археологи під час розкопок для картографування руїн та вимірювання артефактів [1].

Електронні тахеометри мають ряд переваг для використання: універсальність, економічність та ефективність приладу (за допомогою нього можна знімати горизонтальні та вертикальні кути, відстані та перевищення, що вилучає потребу у декількох приладах і тим самим економить час роботи), зменшення похибки при вимірюваннях (так як тахеометр оснащений автоматичним розпізнаванням цілей і є можливість дистанційного керування, тому зменшується людська помилка), підвищена точність вимірювань (завдяки високій точності приладу можна гарантувати надійність зібраних даних і в подальшому їх можна використовувати для детального картографування та моделювання), зберігання та обмін даними (прилад має можливість записувати та зберігати дані, а також передавати на інші пристрої) [1].

Але й так само мають свої недоліки: можуть бути помилки при вимірюваннях через відсутність досвіду роботи з приладом, неточного закріплення над точкою, впливу природних джерел (вітру, заломленість світла, коливання земної поверхні) [2].

Щоб задовольнити потреби світу, що швидко змінюється, розробили першу в світі мультистанцію Leica Nova MS60 – це перша в світі мультистанція, що самонавчається. Вона автоматично адаптується навіть до найсуворіших умов навколишнього середовища. Вона

спрощує процес сканування і миттєво створює дані хмари точок, накладаючи вимірювання і 3D-моделі, і відображає їх як єдиний об'єкт [5].

Завдяки простому у використанні додатку і високоякісному сенсорному екрану, воно відображає всі результати вимірювань і проектні дані в 3D, дозволяє перемикатися між завданнями і функціями одним дотиком, навіть при спільному використанні GNSS – приймача і тахеометра. Велика зона пошуку для захоплення рухомих призм дозволяє працювати більш ефективно. Мультистанція може використовуватися як для рутинних геодезичних завдань, так і для автоматизації роботи спеціального обладнання. Високоточні вимірювання кутів і відстаней, міцна і надійна конструкція та прості у використанні програми – ключові елементи сучасного тахеометра, які в повній мірі реалізовані в моделі MS60 [5].

Висока швидкість сканування до 30 000 точок в секунду: швидке завершення сканування і хмара точок; MS60 значно скорочує час зйомки завдяки оптимізованим можливостям сканування, включаючи zenітне сканування [5].

Дані GNSS повністю інтегровані в робочий процес і структуру даних, що дозволяє здійснювати пряму географічну прив'язку.

Передова технологія цифрової обробки зображень, включаючи телескоп з 30 – кратним збільшенням, дозволяє проводити точну зйомку на основі зображень в польових умовах і на віддалених об'єктах [5].

Лазерне сканування, з'явившись на українському ринку геодезичних робіт близько 10 років тому, поступово знаходить застосування при вирішенні все більшого числа геодезичних робіт.

3D сканування місцевості є одним з передових методів отримання точних та детальних геодезичних даних про поверхню землі, будівлі та інші об'єкти. У цьому процесі використовується лазерний промінь для вимірювання відстаней до об'єктів і створення тривимірних моделей навколишнього середовища. Переваги лазерного сканування місцевості включають високу точність та швидкість збору даних. Завдяки мільйонам точкових вимірів, лазерний сканер може створити докладну тривимірну модель об'єкта. Це робить його незамінним інструментом для вимірювання рельєфу, геометрії будівель, картографування лісів, скель, міських районів тощо.

Незважаючи на свої переваги, лазерне сканування має деякі недоліки. Перший – це висока вартість обладнання та процесу сканування. Потрібні спеціалізовані лазерні сканери та програмне забезпечення, що можуть бути дорогими для придбання та підтримки. Крім того, обробка отриманих даних також може бути часо- та ресурсомістким завданням. Другий – це висока залежність від умов вимірювання, наприклад, розміру та положення об'єкту. Крім цього на похибку при вимірюванні негативно впливає різкий перехід від яскраво освітлених ділянок до дуже темних, зйомка під значним кутом по відношенню до напрямку сканування, а також робота з прозорими або дзеркальними поверхнями [3].

Незважаючи на це, лазерне сканування місцевості знаходить широке застосування у різних сферах, таких як: геодезія та картографування, лісове господарство, геологія та гірництво, архітектура та будівництво та промисловість.[4].

Модель середовища при такому виді робіт створюється шляхом об'єднання хмар точок лазерного віддзеркалення з сканів різних сторін об'єкту. Наприклад, популярний останнім часом, наземний лазерний сканер Leica RTC360. Даний сканер портативний та легкий, що дозволяє легко переміщувати його на місце роботи і здійснювати сканування в різних місцях, забезпечує високу точність сканування, що робить його корисним для багатьох застосувань, включаючи будівництво, архітектуру, інженерію та багато інших галузей. Крім цього пристрій оснащений інтуїтивним і легким у використанні інтерфейсом, що дозволяє навіть неспеціалістам в області геодезії та сканування легко працювати з ним. А програмне забезпечення RTC360 дозволяє взаємодіяти з різними програмами для обробки та аналізу даних, що дозволяє користувачам працювати зі сканованими даними відповідно до їх потреб.

На сьогоднішній день 3D зйомка є надзвичайно корисним інструментом для отримання детальних і точних геодезичних даних про об'єкти та середовище. Воно надає значні переваги,

такі як висока точність, швидкість сканування і безконтактний характер, що дозволяє вимірювати об'єкти, які можуть бути недоступні або небезпечні для прямого вимірювання.

Нижче наведена порівняльна таблиця способів знімання земної поверхні (табл. 1).

Таблиця 1

### ПОРІВНЯЛЬНА ТАБЛИЦЯ

Пристрій	Leica TS03 5"	Мультистанція Leica Nova MS60	Лазерний сканер Leica RTC360
Ціна	343 150 грн	2 567 350 грн	1 000 000 грн.
Вага	4.3 кг	7.7 кг	5.35 кг
Кутова точність	5''	1''	18''
Стандарт захисту	IP66	IP65	IP54
Робоча температура	-20°... +50° C	-20°... +50°C	-5°... +40°C
Швидкість сканування	-	до 30 000 точок в секунду	до 2 000 000 точок в секунду
Діапазон компенсації	±3.78'	±3'	-

Отже, проаналізувавши три способи знімання земної поверхні, можемо зробити висновок, що зручніше за все використовувати мультистанцію, так як вона поєднує в собі функції електронного тахеометра та лазерного сканування, може працювати при низьких та високих температурах і має високу точність виміру кута, але її недоліком є дуже висока цінова політика.

#### Список використаних джерел:

1. What is a Total Station? A Comprehensive Guide. URL: <https://globalgpsystems.com/total-station/what-is-a-total-station-a-comprehensive-guide/> (дата звернення: 03.07.2023).
2. Tacheometer: Uses, methods, advantages and disadvantages. URL: [https://housing.com/news/know-about-tacheometer/#Tacheometer\\_Important\\_features](https://housing.com/news/know-about-tacheometer/#Tacheometer_Important_features) (дата звернення: 02.07.2023).
3. Цегельська М. С. Використання лазерних сканерів при геодезичних роботах у землеустрої. *Формування нової парадигми управління земельними ресурсами в умовах посилення євроінтеграційних процесів в Україні*: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 25 вересня 2018 р., Харків, 2018. С. 236 – 239.
4. Алдошин О. Ю., Данкевич А. Ф. Застосування лазерного сканування для виконання геодезичних робіт. URL: <https://nau.edu.ua/site/variables/news/2018/5.pdf> (дата звернення 15.06.2023).
5. Тахеометр Leica Nova MS60 MultiStation. URL: <https://www.ltrade.com.ua/product/leica-nova-ms60-multistation/>. (дата звернення: 05.07.2023).