

УДК 528.48

## АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ ЕЛЕКТРОННИХ ТАХЕОМЕТРІВ

*І. Рій, ст. викладач, О. Бочко, к.е.н.  
Львівський національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** З кожним роком перед геодезичним виробництвом постають нові завдання, які потребують швидкого і правильного розв'язання. Це вимагає застосування нових технологій і засобів вимірювання. Застосування електронних тахеометрів дає змогу істотно скоротити час на проведення польових робіт з одночасним підвищенням точності вимірювань, забезпечити високу точність результатів вимірювань та автоматичне збереження даних. Розвиток програмних засобів для опрацювання геодезичних вимірів допоможе скоротити час на камеральне опрацювання даних.

Програма для опрацювання отриманих даних геодезичних вимірів має бути такою, щоб виконувати максимально складні завдання, і водночас простою у користуванні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У ринкових умовах господарювання особливої актуальності набули проблеми взаємодії новітніх методів опрацювання результатів і засобів виконання геодезичних робіт. Камеральне опрацювання результатів геодезичних вимірів електронних тахеометрів вимагає використання спеціального програмного забезпечення. Нині на ринку є велика кількість програмного забезпечення для опрацювання результатів вимірювань з електронних тахеометрів. Усі фірми-виробники намагаються вдосконалювати свої продукти, робити програми універсальними та зручними у користуванні. Ці питання недостатньо розкриті, тому що більшість публікацій містить інформацію рекламного характеру.

**Постановка завдання.** Завдання дослідження – проаналізувати сучасне програмне забезпечення для опрацювання геодезичних вимірів електронними тахеометрами, виконати класифікацію програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Програми для опрацювання геодезичних вимірів зчитують дані з тахеометрів, що являють собою файл із координатами точок знімання та їх ідентифікаторами, а також інформацією, що отримана в результаті вимірів. Файли створюються або у спеціальних форматах залежно від приладу або у звичайному текстовому форматі ASCII. Вихідні текстові дані перетворюються на координати опорних точок, відносно яких за виміряними величинами (кутами та відстанями, які можна редагувати) визначають місця розташування об'єктів на місцевості. Після цього створюють графічний векторний файл. Отримані файли можна конвертувати у потрібні формати та створювати різноманітні звітні документи [1].

Камеральне опрацювання даних є важливим етапом геодезичних робіт, що вимагає використання спеціального програмного забезпечення, яке здатне вирішувати будь-які професійні завдання та долати проблеми, що можуть виникнути у виконавців на цьому етапі робіт. Камеральні роботи можна поділити на такі етапи:

попереднє опрацювання результатів вимірів електронних тахеометрів; графічне опрацювання результатів (візуалізація); редагування отриманих даних; створення технічних звітів.

Залежно від того, які етапи камерального опрацювання даних забезпечує програма, можна виділити спеціалізоване, загальне та універсальне програмне забезпечення.



Рис. Класифікація програмного забезпечення.

*Спеціалізоване програмне забезпечення* дає змогу виконувати імпорт/експорт, редагування та опрацювання вимірів електронних тахеометрів, але водночас не забезпечує візуалізації одержаних даних.

Комунікаційне програмне забезпечення, інстальоване в персональний комп'ютер або ноутбук, призначене для обміну даних між внутрішньою пам'яттю електронних інструментів (електронних тахеометрів, нівелірів, GPS-приймачів) та комп'ютером. Комунікаційне програмне забезпечення дає змогу також виконувати первинне редагування "сирих" польових даних [2].

На сьогодні існує велика кількість програмного забезпечення, що застосовується для попереднього опрацювання геодезичних вимірів. Зазвичай такі програми можуть працювати лише з певними типами файлів залежно від електронного тахеометра тощо [3].

Програма Sokkia Link розроблена для забезпечення комунікації електронних інструментів Sokkia (цифрових нівелірів, тахеометрів, GPS). Крім завантаження й вивантаження даних, програма надає можливість керування інструментом за допомогою настільного або планшетного комп'ютера, перетворюючи, таким чином, апаратно-програмний комплекс в "електронну мензулу".

Можливості Sokkia Link: прийом даних із цифрових нівелірів, тахеометрів, GPS компанії Sokkia; імпорт/експорт даних у форматі Sokkia, текстових файлів в Excel; підвантаження файлів AutoCAD й експорт в AutoCAD (2D й 3D); графічне представлення вимірювань; графічні можливості (малювання лінії, кола, прямокутників), вставка тексту; створення й завантаження у прилад списку кодів; обчислення координат; обчислення розбивних елементів і винесення точок; перетворення з однієї системи координат в іншу (Гельмерта); обчислення площі; управління тахеометром (вимірювання, орієнтування, обернена засічка) [4].

Можливості ProLINK Comms: імпорт польових даних з електронних тахеометрів, контролерів-накопичувачів або GPS-приймачів у персональний комп'ютер для подальшого редагування, редукування і трансформування даних. ProLINK Comms підтримує такі формати імпорту: SDR, MOSS, SDMS і ASCII; редагування польових даних; редукування даних; трансформація даних; вибір координатної системи; експорт даних. ProLINK Comms підтримує такі формати експорту: SDR, DXF, MOSS, ICS, SDMS і ASCII; створення власних форматів даних. У програмі ProLINK Comms можна створювати власні нестандартні формати даних, для чого передбачений Менеджер конвертування (Conversion Definition Manager). Він дозволяє переносити рядки і колонки даних з файлів зовнішніх форматів у рядки і колонки польового журналу ProLINK Comms і, навпаки, з рядків і колонок польового журналу – у рядки й колонки файлів зовнішніх форматів [4].

LEICA GEO office містить такі стандартні функції: управління даними; імпорт та експорт даних; засоби для GNSS, TPS та нівелірів; візуалізація та редагування; просте створення звітів. Стандартні функції можна розширити потужними додатковими модулями: обробка GPS/ГЛОНАСС вимірювань; перетворення координат; імпорт даних у форматі pinex; зрівнювання мережі; експорт даних у GIS/CAD формат [5].

Спеціалізовані програми використовують для передавання даних між електронними тахеометрами різних фірм-виробників та персональним комп'ютером.

*Загальне програмне забезпечення* містить кілька модулів, що забезпечують опрацювання геодезичних вимірів на всіх етапах камеральних робіт. Під час опрацювання геодезичних вимірів за допомогою загального програмного забезпечення виконавець має змогу вибрати спосіб обчислення, контролювати точність розрахунків, створювати графічні файли з отриманих даних та візуально

аналізувати коректність результатів, формувати звіти. Як додаткові матеріали можна використовувати зіскановані карти і плани, аерознімки тощо.

Крім основних, функції програми можуть містити додаткові модулі для опрацювання GPS/ГЛОНАСС-вимірів, результатів нівелювання, врівноваження мереж, перетворення координат тощо. Виконана певна уніфікація, що дає змогу опрацьовувати інформацію більшості типів електронних тахеометрів, для чого застосовують спеціальні універсальні формати даних вимірів.

Крім зазначених функцій попереднього опрацювання даних тахеометричного знімання, таке програмне забезпечення містить набір графічних інструментів для побудови топографічних карт і планів (візуалізації), дозволяє розв'язувати безліч прикладних задач та формувати звітну документацію.

*Універсальне програмне забезпечення* дає змогу більше зосередитися на візуалізації отриманих результатів. Це програмні засоби для виконання растрово-векторного перетворення (векторизації) просторових даних, автоматизації опрацювання даних геодезичного знімання місцевості та інженерного проектування, візуалізації та аналізу просторових даних. За допомогою саме таких програм можна легко виготовляти звітну документацію.

Серед універсального програмного забезпечення в нашій країні доволі поширений продукт українського виробництва. Програмний пакет Digitals розроблений у ДНВП "Геосистема" (м. Вінниця Україна), призначений для створення цифрових планів і карт та виконання робіт із землеустрою, розв'язування інженерних і прикладних задач.

Digitals Standard — початкова версія програми, що містить базові можливості: створення цифрових карт в умовних знаках, запис IN4 та інших форматів, моделювання рельєфу, розрахунок площ та об'ємів, друк державних актів та інших графічних документів.

Delta/Digitals – програмне забезпечення цифрової фотограмметричної станції (ЦФС) для фотограмметричного опрацювання результатів аерофотознімання. Ґрунтується на картографічному ядрі Digitals з можливістю виконання стереоскопічних вимірів.

Підпрограма Geodesy призначена для обробки польових вимірювань теодолітного і тахеометричного знімання, полігонометричних ходів та мереж, проводить їх зрівноваження з виданням звітів, виконує контроль помилок у вхідних даних з можливістю редагування вимірювань.

Програмний комплекс CREDO v 3.1 (фірми "Кредо Діалог", Білорусь) розроблений для камеральної обробки геодезичних вимірювань, створення та редагування ЦМР, формування креслень, планів та карт і розв'язання багатьох задач у будівництві, землевпорядкуванні та геодезії. Програмний комплекс CREDO має модульну систему (комплексні технології) взаємодоповнювальних програмних продуктів, які зібрані в автоматизовані технологічні лінії: інженерна геодезія, інженерна геологія, землеустрій, проектування генеральних планів об'єктів промислового і цивільного будівництва, а також проектування об'єктів транспорту, зокрема автомобільних доріг усіх категорій (ремонт і нове будівництво).

Програма CREDODAT призначена для автоматизації камеральної обробки інженерно-геодезичних даних під час вишукувань об'єктів цивільного, про-

мислового і транспортного будівництва, геодезичного супроводу будівництва, маркшейдерських робіт, робіт зі створення і реконструкції геодезичних опорних мереж [2].

Програма CREDODAT імпортує дані у форматах приладів: Nikon, Trimble, Geodimeter, Sokkia, Leica, Topcon, YOM3 (2TA5, 3TA5), а також із текстових файлів. Програмне забезпечення дає змогу виконувати попереднє опрацювання та редагування вимірів, створення та використання власних систем польового кодування, зрівноваження та проектування геодезичних мереж, виготовлення звітних документів.

Серед особливостей програми – відсутність обмежень на обсяг інформації, що опрацьовується в мережах і під час знімання, графічна ілюстрація процесів опрацювання даних, а також можливості налаштування процедур введення, опрацювання і створення вихідних документів під стандарти підприємства, національні стандарти і мови.

Програмний комплекс «Маркшейдерсько-геодезичні мережі і зйомки» призначений для прорахунку точності і врівноваження планово-висотних мереж довільної конфігурації. У програмному комплексі поєднано унікальні можливості для врівноваження будь-яких мереж та пошуку грубих помилок, які на сьогодні не може надати жодна з існуючих програм щодо врівноваження мереж. Містить такі програмні модулі:

- імпорт результатів вимірювань з електронних тахеометрів і супутникових GNSS-вимірювань;
- урівнювання планових, висотних і комбінованих мереж знімальної основи спільно із супутниковими вимірюваннями;
- обробка вимірів топографічних зйомок і експорт результатів у САПР;
- інтерактивне проектування та попередній розрахунок точності планових і висотних геодезичних мереж.

Програмний комплекс орієнтований на роботу з електронними тахеометрами, але дозволяє вводити і обробляти дані з польових журналів для оптичних геодезичних інструментів.

**Topocad** – це система автоматизованого проектування (САПР), створена спеціально для обробки результатів площинних і лінійних вишукувань, створення ЦММ, підготовки топографічних креслень, геодезичного забезпечення будівництва, маркшейдерського забезпечення розробки родовищ корисних копалин, збору та оновлення даних ГІС.

Topocad дозволяє виконати комплексну обробку даних від збору результатів польових спостережень і створення моделі підоснови до підготовки даних проекту будівництва для виносу в природу. У програмі є вбудований генератор звітів, який дозволяє модифікувати звіти залежно від вимог.

**Висновки.** На сьогодні на ринку пропонується велика кількість програмного забезпечення для опрацювання результатів вимірювань з електронних тахеометрів та GPS-спостережень. Усі фірми-виробники намагаються вдосконалювати свої продукти, робити програми універсальними та зручними у користуванні. Залежно від того, які етапи камерального опрацювання даних (попереднє опрацювання вимірів, візуалізація, редагування та формування звітів) забезпечує

програма, можна виділити спеціалізоване, загальне та універсальне програмне забезпечення.

#### **Бібліографічний список**

1. Мороз О. І. Геодезичні прилади / О. І. Мороз, І. С. Тревого, Т. Г. Шевченко. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2006. – 464 с.
2. Тревого І. Аналіз програмного забезпечення для опрацювання геодезичних вимірів електронних тахеометрів / І. Тревого, М. Гур’єва // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва : зб. наук. пр.– Львів, 2012. – Вип.1 (23). – С. 159–161.
3. Світличний О. Основи геоінформатики : навч. посіб. / О. О. Світличний, С. В. Плотницький ; за заг. ред. О. О. Світличного. – Суми : Унів. кн., 2006. – 295 с.
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.demetra5.kiev.ua/ua/catalog/programmnoe-obespechenije>.
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.doka-geo.com.ua/catalog/programne-zabezpechenna/programy-dla-geodeziji-ta-geodezychnyh-vyshukuvan/products/leica-geo-office/>.

#### **Рій І., Бочко О. Аналіз програмного забезпечення для опрацювання результатів вимірювань електронних тахеометрів**

Проаналізовано сучасне програмне забезпечення для опрацювання геодезичних вимірів електронних тахеометрів. Взято до уваги основні характеристики і функціональні особливості програм та програмних пакетів, виконано їх класифікацію.

**Ключові слова:** електронні тахеометри, програмне забезпечення, результати вимірювань.

#### **Riy I., Bochko O. Analysis software for processing geodetic measurements of TPS**

The analysis of modern software for processing geodetic measurements of TPS was performed. Main characteristics and functional features of software and software packages were taken into account and their classification was made.

**Key words:** electronic theodolite, software, measurement results.

#### **Рій И., Бочко О. Анализ программного обеспечения для обработки результатов измерений электронных тахеометров**

Проанализировано современное программное обеспечение для обработки геодезических измерений электронных тахеометров. Приняты во внимание основные характеристики и функциональные особенности программ и программных пакетов, проведена их классификация.

**Ключевые слова:** электронные тахеометры, программное обеспечение, результаты измерений.