

Література

1. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність: Закон України від 23 груд. 1998 р. № 353-XIV
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14/conv>
2. Державна геодезична мережа України: веб-сайт.
URL: <http://dgm.gki.com.ua/>
3. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник. Київ: Знання, 2009. 557с.
4. Геодезія: підручник / Т.М. Гребенюк, В.Д. Макаревич, І.С. Тревога, В.М. Корольов, О.П. Полець, В.Ю. Жидков. Львів: Видавництво Львівська політехніка, 2011. 416с.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Калембет Ю.Р.,

Буркун І.В.

(науковий керівник д-р техн. наук, проф. Батракова А.Г.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

Існують різні методи створення топографічних планів: теодолітне знімання, тахеометричне знімання, мензурна зйомка, нівелювання поверхні, фотограмметрична зйомка. Основними технологіями збору і обробки просторових даних є:

- технології лазерного сканування (повітряне, мобільне, наземне);
- технології різних видів зйомок з безпілотних літальних апаратів, в основному, пасивні зйомки.

Ці технології є величезним кроком у забезпеченні точності, швидкості і зниженні вартості збору просторових даних. Впровадження в практику геодезичних вимірювань

нових електронних приладів змінило технологію геодезичного забезпечення будівельних робіт. Автоматизація геодезичних вимірювань сприяє скороченню строків виконання геодезичних робіт, зниженню впливу багатьох погрішностей, зменшує обсяг обчислень. Для автоматизації геодезичних польових вимірювань і зйомок застосовуються [1]:

- супутникові геодезичні приймачі систем ГЛОНАСС /GPS;
- електронні тахеометри;
- лазерні системи;
- цифрові аерофотознімальні комплекси;
- електронні теодоліти;
- лазерні далекоміри, у тому числі безвідбивні;
- електронні (цифрові) нівеліри.

Супутникові геодезичні приймачі призначені для визначення координат точок місцевості по прийнятих від навігаційних супутників радіонавігаційних повідомленнях. З їх впровадженням повністю автоматизований комплекс польових геодезичних робіт при побудові нових і згущенні існуючих опорних геодезичних мереж [2].

Традиційна прив'язка траси автомобільних доріг до пунктів державної або місцевої геодезичної мережі за допомогою прив'язок лінійно-кутових ходів вимагає значних витрат часу і є зайвою у разі застосування високоточних супутникових приладів визначення місцеположення. Такі прилади використовуються як самостійні високоточні засоби GPS-технологій з визначення планових і висотних координат точок траси, а також притрасових опорних геодезичних пунктів під час вишукувань [2] і виконання зйомки (інвентаризації) існуючої дорожньої мережі.

Планове положення пунктів опорної геодезичної мережі повинно визначатися супутниковими (ГНСС) методами. При цьому опорна геодезична мережа повинна

створюватись виключно у вигляді замкнених геометричних фігур. Зйомочна мережа, що створюється з використанням ГНСС-технологій, повинна бути прив'язана не менше як до трьох вихідних пунктів опорної геодезичної мережі або трьох постійно діючих станцій спостережень ГНСС. При створенні висотних опорних мереж IV класу дозволяється застосування супутникового нівелювання. Спостереження повинні виконуватись двочастотними приймачами, при постобробці застосовуються сучасні глобальні та регіональні моделі геоїда. Зйомочна (планово-висотна) геодезична мережа створюється, як правило, з застосуванням супутникових ГНСС технологій, прокладанням теодолітних ходів з використанням електронних тахеометрів, методами триангуляції, прямими, оберненими та комбінованими засічками або поєднанням цих методів, прокладанням ходів геометричного та тригонометричного нівелювання, а також супутниковим нівелюванням. Розвиток планово-висотної зйомочної мережі з використанням електронних тахеометрів або ГНСС-технологій допускається виконувати одночасно з тахеометричною зйомкою. Зйомочна мережа з використанням ГНСС створюється статичним методом з постобробкою або RTK-методом. Висоти точок зйомочної мережі визначаються супутниковими методами, технічним або тригонометричним нівелюванням. Використання ГНСС дозволяє проводити геодезичні роботи в будь-який час доби, при будь-якій погоді. Для забезпечення можливості робіт використовується мінімум два приймача, один з яких встановлюється на пункті з відомими координатами (базова станція), а інший використовується безпосередньо для розмічувальних робіт (ровер). Обов'язковою умовою є забезпечення зв'язку між базовим приймачем і ровером. Перевагою систем ГНСС є також те, що від однієї базової станції можуть працювати кілька роверів.

Сучасні геодезичні системи також дозволяють здійснювати управління і контроль за роботою дорожньо-будівельної техніки. При цьому можуть застосовуватися або роботизовані тахеометри, або системи ГНСС [3].

Інженерно-топографічні плани створюються тахеометричним методом, лазерним скануванням місцевості, цифровим аерофотозніманням, фотограмметричним методом або їх комбінуванням. Висоти характерних точок (предметів та контурів) елементів забудови при зйомці повинні визначатися електронним тахеометром або геометричним нівелюванням [3] з середньою квадратичною похибкою 2 см незалежно від висоти перерізу рельєфу.

Електронні тахеометри застосовуються для згущення опорних геодезичних мереж, побудови мереж знімального обґрунтування, тахеометричної зйомки, межування земель, інвентаризації будівель та споруд, а також у прикладних геодезичних роботах. Найбільш поширені електронні тахеометри марок: Topcon, Sokkia, Trimble, Pentax, Leica, Nikon. Точність вимірювання кутів різними типами електронних тахеометрів знаходиться у межах від 0,5" до 10", що надає можливість використовувати їх як для створення високоточних опорних геодезичних мереж, так й для вирішення різноманітних інженерних, кадастрових завдань, проведення теодолітних і тахеометричних зйомок будь-яких масштабів. Основною проблемою використання електронних тахеометрів є необхідність закріплення пунктів геодезичних мереж в межах зони робіт [3]. Перевагою роботизованих тахеометрів є більш висока точність виконання робіт, однак для цих систем необхідно забезпечувати постійну взаємну видимість між дорожньо-будівельною машиною і приладом. У темний час доби можуть спостерігатися збої через світло фар, що необхідно враховувати в дорожньому будівництві.

Лазерні системи, що сканують, автоматизували процеси зйомки більших масивів точок і використовуються для детального відображення складних об'єктів, положення будівельних конструкцій. Лазерний сканер – це устаткування для проведення будь-яких геодезичних робіт. Прилад має декілька робочих назв: лазерний сканер, 3D-лазерний сканер, наземний лазерний сканер, сканувальна система. Лазерний сканер шляхом високошвидкісного сканування переносить сукупність точок поверхні в цифровий вид і надає результат у просторовій системі координат. Лазерний сканер може виконувати зйомку об'єктів, що перебувають у будь-якому місці сфери – повне коло по горизонталі 360° і 270° по вертикалі. Таке широке поле зору лазерного 3D-сканера дозволяє мінімізувати кількість станцій сканування. Точність безвідбивного далекоміра наземного лазерного сканера у середньому становить 4 мм. При цьому точність положення кожної обмірюваної точки по трьох осях – не нижче ніж 6 мм при відстані до об'єкта 50 метрів і менше. Програмне забезпечення результатів сканування розраховане на пост-обробку польових даних. Точність моделювання рельєфу поверхонь близька до ± 3 мм і досягається на відстанях сканування від 1 м до 80 м. Гранична відстань сканування становить близько до 350 м, при цьому точність визначення координат точки, що відбиває промінь, досягає від 5 мм до 7 мм, а точність моделювання рельєфу на максимальному віддаленні становить від 15 мм до 30 мм. Для розроблення проекту реконструкції дороги похибка просторових координат точок поверхні допускається до ± 5 мм [2]. Сучасні наземні лазерні сканери забезпечують необхідну точність зйомки доріг при дальності до 100 м. Відповідно приблизно через 100 м повинні розміщуватися марковані точки для планово-висотного «зшивання» координат суміжних станцій сканування.

Цифрові аерофотознімальні комплекси застосовуються для цифрової зйомки місцевості з літальних

апаратів. Інформація, що знімається, реєструється й через високошвидкісні інтерфейси переноситься на автоматизовані робочі місця для наступної обробки й зберігання. На основі знятої інформації в автоматизованих системах одержують електронні топографічні й тематичні плани й карти різних територій і об'єктів.

Електронні (цифрові) нівеліри дозволяють застосовувати цифрові технології при вимірюванні перевищень. Вони автоматично зчитують відліки зі спеціальних рейок, що мають Раb-Код, реєструють їх у пам'яті, проводять польову обробку. Випускаються високоточні, точні й технічні цифрові нівеліри. Широко розповсюджені у будівельних і монтажних роботах лазерні нівеліри, що забезпечують побудову видимими променями горизонтальних, вертикальних і похилих площин і напрямків. Застосування електронних нівелірів дозволяє виключити помилки виконавця й прискорити процес вимірювань. За допомогою цифрового нівеліра досягається 50 % економія часу в порівнянні зі звичайним нівеліром. Основними причинами є швидкий збір даних й збереження результатів у внутрішню пам'ять приладу.

Отже, застосування сучасного геодезичного обладнання у практиці проектування та будівництва автомобільних доріг дозволяє автоматизувати процес отримання та обробки даних [3].

Література

1. Тревого І.С., Шевченко Т.Г., Мороз О.І. Геодезичні прилади. Практикум. Навчальний посібник. Львів : Вид-во Нац. ун-ту Львів. політехніка, 2010. 235 с.
2. ДБН А.2.1-1:2014 Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва [Чинний від 2014-06-01]. Київ, 2014. 128 с. (Інформація та документація)

3. Петров А.Н., Марков В.И., Рожин Д.В. «Опыт использования современных геодезических приборов при строительстве автомобильных дорог». URL : <http://izron.ru/articles/razvitie-tekhnicheskikh-nauk-v-sovremennom-mire-sbornik-nauchnykh-trudov-po-itogam-mezhdunarodnoy-na-sektsiya-10-stroitelstvo-i-arkhitektura-spetsialnost-05-23-00/opyt-ispolzovaniya-sovremennykh-geodezicheskikh-priborov-pri-stroitelstve-avtomobilnykh-dorog/> (дата звернення : 20.03.2021).

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ НЕЖОРСТКОГО ТИПУ НА ДРЕНУВАННЯ

Качан Д.С.,
Штельмах Є.О.,
Болотський О.Ю.

(науковий керівник к.т.н., доц. Мусієнко І.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На даний момент у виробництві використовується програма РАДОН UA 1.0, яка підтримує розрахунок дорожнього одягу нежорсткого типу за українськими нормативами [1].

Є також програма для розрахунку дорожнього одягу нежорсткого типу за українськими нормативами, яка перебуває у стадії розробки – УКРРДО. В програмі реалізовано більшість розрахунків, але де яких розрахунків бракує [2]. Це дослідження присвячене впровадженню розрахунку дорожнього одягу нежорсткого типу на дренажування. Цей розрахунок визначено у ГБН В.2.3-37641918-559 [3].

Загальну схему алгоритму розрахунку можна представити у наступному вигляді (рис. 1).