

Підсумовуючи сказане, зробимо наступний висновок: при нівелюванні з середини впливом кривизни Землі, рефракцією атмосфери, залишковим невиконанням головної умови нівеліра, як систематичними похибками, можна знехтувати (при дотриманні вимог встановленої методики вимірювань).

Література

1. Види похибок. Веб-сайт. URL: <https://buklib.net/books/35994/> (дата звернення 25.03.2020).
2. Основні джерела похибок нівелювання. Веб-сайт. URL: <http://um.co.ua/11/11-5/11-55643.html> (дата звернення 26.03.2020).
3. Рефракція. Веб-сайт. URL: <https://tochno-rostov.ru/useful/slovar-geodeziya/r/refraktsiya.html> (дата звернення 26.03.2020).
4. Урдзік С.М. Вплив рефракції на точність геометричного нівелювання. Комунальне господарство міст. Серія : Технічні науки та архітектура. Х.: 2019. Вип. 1. С.194-196.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Швець В.М.,
Мазняк А.О.,
Вініченко Л.Р.,
Лабузов Ю. М.
(науковий керівник доц Мусієнко І.В.)
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В сучасних умовах розвитку техніки та технології на стадії інженерно - геодезичних вишукувань велику роль

відіграє використання новітніх методів та засобів виробництва робіт в тому числі для об'єктів електроенергетики. Ефективні методи дозволяють скоротити час на геодезичні роботи та підвищити якість.

Традиційна технологія виконання топографо-геодезичної зйомки передбачає використання пунктів Державної геодезичної мережі (ДГМ). На пункті ДГМ встановлюють одиночну глобальну навігаційну супутникову систему (GNSS, ГНСС) базову станцію яку відповідним чином настроюють для роботи в режимі RTK з GNSS -ровером. Сучасна технологія яка активно поширюється та розвивається представляє собою мережу постійно діючих супутникових базових станцій [1].

Українська перманентна мережа спостережень ГНСС забезпечує постійне відтворення європейської та загальноземної геодезичних СК і редукування результатів спостережень, визначень координат на єдину епоху з врахуванням рухів земної кори.

Українська перманентна мережа спостережень ГНСС функціонує завдяки спільній діяльності органів державної влади (відповідно до їх компетенції) та Національної академії наук України за допомогою засобів спостереження за навігаційними системами таких як Galileo, ГЛОНАСС, NAVSTAR GPS для задоволення потреб населення та економіки держави.

В Україні перманентна мережа спостережень ГНСС в себе включає:

- перманентні станції спостережень ГНСС, на яких постійно (безперервно) проводяться комплексні астрономо-геодезичні, супутникові, геофізичні та гравіметричні спостереження;

- періодично (не постійно) діючі станції спостережень ГНСС, на котрих не рідше кожні п'ять років проводяться комплексні геофізичні, супутникові, астрономо-геодезичні та гравіметричні спостереження;

– центри для оброблення інформації (Центр геодезичних досліджень НДІ геодезії і картографії, Центр контролю навігаційного поля ДКА та Головна астрономічна обсерваторія НАНУ) [2].

Наразі можливість отримання інформації про наявність та можливість подальшого використання пунктів Державної геодезичної мережі значно покращилась після впровадження Геопорталу Державної геодезичної мережі, який був розроблений у Науково-дослідному інституті геодезії і картографії (рисунок 1).



Рисунок 1 – Геопортал Державної геодезичної мережі [3]

Геопортал ДГМ є складовою частиною національної бази геопросторових даних, який необхідний для підтримки використання різних геопросторових даних на основі єдиної координатної системи України.

В режимі online сервіси геопорталу ДГМ надають такі сервісні послуги :

– ознайомлення зацікавлених користувачів з ДГМ України;

- доступ до інформації про Державну геодезичну систему координат УСК-2000 та паспортів регіональних місцевих систем координат, утворених від координатної системи УСК-2000,

- доступ до інформації про місцезнаходження геодезичних пунктів на необхідній території;

- зробити вибірку для оформлення замовлення та отримання точних геодезичних координат в установленому законом порядку;

- можливість трансформації координат з різних систем координат в необхідні з переліку;

- забезпечення зв'язку з користувачами для отримання актуальної інформації про пункти ДГМ, таких як стан пункту, його фотографії та інше [3].

Для підвищення точності позиціонування з сантиметровою точністю у розвинутих країнах створюються наземні системи радіомаяків та інформаційна радіосистема для передачі зацікавленим користувачам диференціальних поправок, які дають змогу значно підвищити точність визначення координат. Диференціальна поправка передається або з супутників (системи WAAS, EGNOS, MSAS і ін.), або з базових станцій розташованих на земній поверхні.

При використанні RTK-поправок досягається найбільша точність з наземних базових станцій. Така мережа System.NET (рисунок 2) працює з 2011 р в Україні [4].

Спільне українсько-швейцарське підприємство – приватне акціонерне товариство "System Solutions", мережа якого System.NET складається з більше 100 власних базових станцій.

Мережа System.NET дозволяє значно розширити зону позиціонування за значного підвищення точності: стало можливо по всій зоні покриття мобільної мережі визначення місця розташування, там де приймається GSM /

GPRS сигнал, а також в тих місцях де є можливість підключення до мережі Інтернет при використанні інших каналів зв'язку.

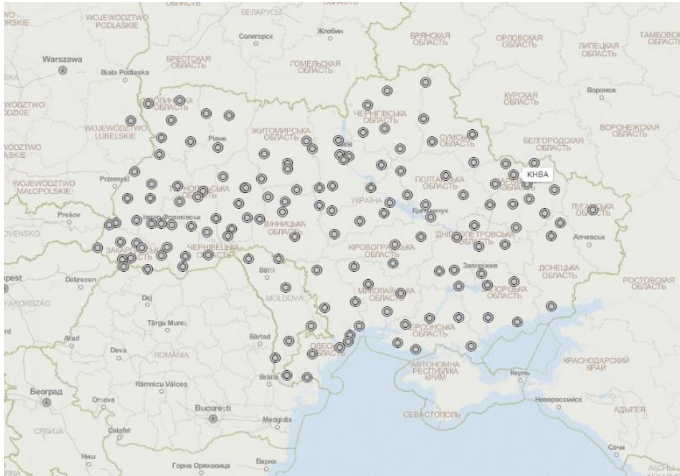


Рисунок 2 – Схема мережі System.NET [4]

Стали можливими також: підтримка єдиної міжнародної СК; виключення грубих помилок вихідних пунктів; надається можливість роботи в будь-якій необхідній СК; істотне зниження витрат на обладнання; контроль точності одразу під час виконання вимірювань; значне збільшення продуктивності праці; використання додаткових сервісів (за необхідності) – постобробка сирих даних RINEX, використання згенерованої віртуальної базової станції при постобробці кінематичних вимірювань (Virtual Reference Station), автоматична обробка даних і оцінка точності на сервері мережі (AutoPP, QC) [4].

На теперішній час System.NET – це найбільша мережа національного масштабу, хоча слід зауважити, що в своїй мережі використовує базові станції ZAKPOS, NGC-Net (Навігаційно-геодезичний центр) та інших операторів.

ZAKPOS (Transcarpathian Position Determination System) створена була у 2008 році за приватні кошти

ініціативною командою у Закарпатській області з центром обчислень у м. Мукачево [5].

Метою створення системи було задоволення потреб землевпорядних, геодезичних, вишукувальних підприємств у проведенні точних GPS-спостережень у режимі RTK.

Мережа ZAKPOS була повністю побудована згідно з принципами та вимогами European Position Determination System (www.eupos.org). Для роботи мережі застосовується програмне та технічне забезпечення виробництва Trimble (www.trimble.com).

За останні роки мережу ZAKPOS було розширено на території сусідніх регіонів: Чернівецької, Волинської, Рівненської, Івано-Франківської, Хмельницької, Тернопільської та Львівської областей. ZAKPOS фактично створила мережу та територію Західної України.

У 2010 році компанією Угоди про обмін даними були підписані 2010 року між компанією ZAKPOS та мережами сусідніх держав (Угорщиною, Словаччиною, Польщею.) Назву мережі ZAKPOS було офіційно змінено на - мережа UA-EUPOS/ZAKPOS.

Ряд станцій мережі UA-EUPOS/ZAKPOS було зареєстровано у базі EUPOS (<http://www.eupos.hu/EUPOS-ESDB.php>) [5].

Обчислювальний центр мережі UA-EUPOS/ZAKPOS базується на мережевому програмному забезпеченні фірми Trimble, та надає користувачам наступні послуги:

- дані від базових станцій мережі у форматі RINEX (CORS);

- дані від віртуальних станцій мережі у форматі RINEX (VRS створюються за запитом користувача), – інформація про актуальний стан мережі (іоносфера, геометрія тощо);

- поправки всіх типів та форматів для режимів RTK та DGPS, як від CORS так і від мережі в цілому [5].

Користувачам доступний також сервіс трансформації СК для території діяльності мережі (Західна Україна): Трансформація ETRS89 у СК63.

При формуванні мережі UA-EUPOS/ZAKPOS та її функціонування потрібно було прийняти опорну систему відліку координат (референцну систему), а також встановити її необхідні зв'язки з національною системою відліку УСК-2000. Ще на етапі розробки прийняли рішення, що референсні станції мережі UA-EUPOS/ZAKPOS мають реалізовувати Європейську земну референцну систему (ETRS89) на території України. Іншими словами активні референсні станції мають бути пунктами згущення вище вказаної референцної системи на усій території, яку вони собою покривають. В зв'язку з тим, що реалізацією референцної системи ETRS89 у 2009 р. була референцна системи ETRF2000, логічно що така система була названа ETRF2000-UA. З 2009 р. реалізація ETRF2000-UA базується на даних GNSS спостережень від окремих перманентних станцій мереж IGS/EPN, усіх доступних референцних станціях України і приграничних країнах близького зарубіжжя та GNSS-спостереженнях на періодично діючих станціях Української перманентної мережі спостережень ГНСС (УПМ ГНСС) [5].

Так само як і мережа System.NET, ZAKPOS в своїй мережі (рисунок 3) використовує базові станції інших операторів, що дає можливість більш гнучко реагувати на потреби ринку з надання послуг та більш повно задовольняти потреби своїх користувачів.

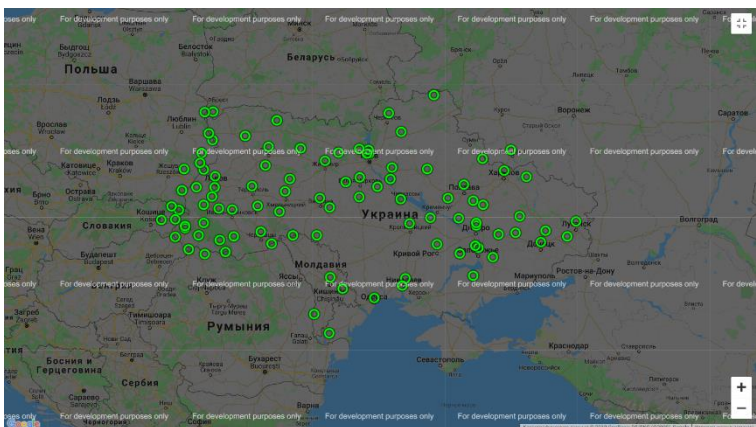


Рисунок 3 – Сучасна схема мережі UA-EUPOS/ZAKPOS [5]

Самостійними операторами мережі референсних станцій є дистриб'ютор японської корпорації TOPCON в Україні – фірма TNT-TPI (рисунок 4). TNT GNSS Network – мережа базових станцій, що діє по всій території України, з обчислювальним центром в м. Дніпро [6]. На даний час мережа постійно діючих базових станцій TNT TPI GNSS Network налічує 83 станції. До цієї кількості входить 51 базова станція компанії TNT-TPI та 32 станції партнерів мережі.

Отримати інформацію про стан мережі, скачувати RINEX файли спостережень базових станцій мережі та іншу корисну інформацію користувач може через звичайний web-браузер.

Для того, щоб виконувати роботи в режимі RTK, надається доступ до інформації у форматі RTCM по протоколу NTRIP.

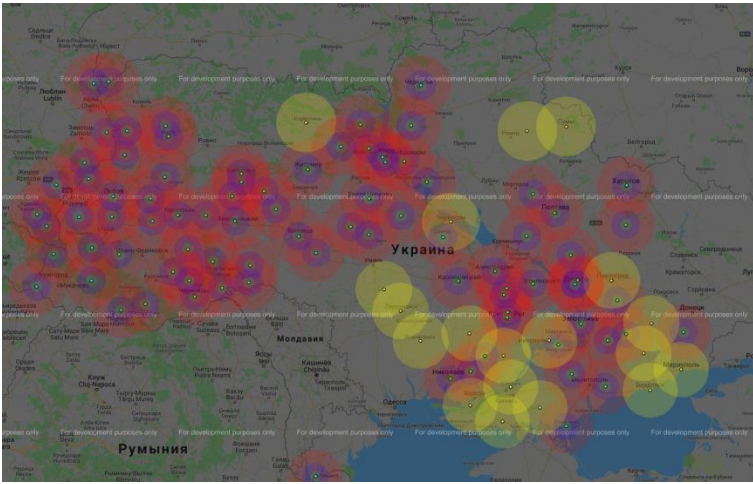


Рисунок 4 – Схема мережі TNT TPI GNSS Network [6]

Мережа TNT TPI GNSS Network співпрацюючи з ZAKPOS має усі можливості стати загальнонаціональним оператором та скласти суттєву конкуренцію мережі System.NET, що може позитивно вплинути на доступність послуги в тому числі на стрімко зростаючому ринку з надання послуги AgroRTK. AgroRTK – це послуга коригуючого сигналу RTK в процесі виконання агротехнічних робіт. Завдяки мережі станцій сервер передає RTK поправки на приймач трактора, що дозволяє досягти точність 2 см в будь-якій точці України.

Література

1. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия. Москва: КолосС, 2008. - 310 с.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 7 серпня 2013 р. № 646 Порядок побудови державної геодезичної мережі. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-п#n9> (дата звернення: 01.04.2020).

3. Офіційний сайт Порталу Державної геодезичної мережі. URL: <http://dgm.gki.com.ua/ua/terms> (дата звернення: 01.04.2020).
4. Офіційний сайт компанії System.NET. URL: <https://systemnet.com.ua> (дата звернення: 01.04.2020).
5. Офіційний сайт мережі UA-EUPOS/ZAKPOS. URL: <http://zakpos.zakgeo.com.ua/> (дата звернення: 01.04.2020).
6. Офіційний сайт мережі TNT-TPI NET. URL: <https://net.tnt-tpi.com/page> (дата звернення: 01.04.2020).