

ПРО ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

Мета. Сучасні вимоги із забезпечення потрібними даними органів державної влади та місцевого самоврядування, профільних підприємств, установ і організацій, а також громадян із метою регулювання земельних та інших відносин, дефініція розміру плати за землю і цінності земель у складі природних ресурсів, контролювання за застосуванням та охороною земель, економічного, екологічного мотивування бізнес-планів та хазяйських проєктів обумовили мету дослідження щодо аналізу практики організації геодезичних, картографічних робіт за кордоном на прикладі розгляду історії та теперішнього стану картографо-геодезичного забезпечення й проведення геодезичних робіт за кордоном, зокрема на території Сполучених Штатів Америки.

Методи дослідження. Поставлена мета та завдання дослідження дозволили використання загальнонаукових підходів, логічних законів формування висновків, професіональних методів пізнання. Під час виконання задач дослідження опиралися на світовий досвід застосування описового методу, порівняльно-історичного методу (компаративізму) на підставі комплексного та системного підходів. Інформаційною основою виконання роботи слугували збірники наукових праць, періодичні фахові видання, Інтернет-ресурси, нормативні документи.

Наукова новизна. Означено вибір результативних методів практики проведення геодезичних, картографічних і моніторингових робіт за кордоном на прикладі обговорення історії та сучасного стану картографо-геодезичного забезпечення, проведення геодезичних та інших спеціальних робіт на території Сполучених Штатів Америки.

Практична значимість. Позначається цільовою направленістю цього дослідження задля потреб спеціалістів геодезичної галузі та для землевпорядників і метою виконання результативної роботи щодо методів і способів збирання просторових даних, які можуть забезпечити оперативне автоматизоване отримання картографічної інформації з необхідною точністю і потрібним обсягом інформації як для потреб країни, так і зацікавлених користувачів.

Результати. У роботі досліджено історію та сьогодишній стан картографо-геодезичного забезпечення закордонної території, виконано розгляд практик виконання геодезичних і картографічних робіт Національною геодезичною службою NOAA (NGS) Сполучених Штатів Америки. Представлено правила проведення моніторингу та обстеження територій і споруд, описано правила проведення національної геодезичної й картографічної діяльності, які служать основою для прийняття управлінських рішень. Досліджено шляхи удосконалення інфраструктури просторових даних, яка є доступною для всіх користувачів на теренах Інтернету.

Ключові слова: геодезія, картографія, Сполучені Штати Америки, інфраструктура геопросторових даних, державна геодезична мережа, моніторинг

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Оскільки геодезичні, картографічні, землевпорядні роботи відносяться до робіт, що мають загальнодержавне значення і багатофункціональне призначення, то необхідно забезпечити їх перспективну ефективну організацію і відповідне достойне фінансування [5, 15]. Разом з тим, останнім часом спостерігається недостатня увага до науково-виробничого потенціалу, технологічного забезпечення та матеріально-технічної бази в Україні, хоча певні кроки у державі здійснено [16].

Забезпечення необхідною інформацією органів державної влади та органів місцевого самоврядування, зацікавлених підприємств, установ і організацій, а також громадян з метою регулювання земельних та інших відносин, визначення розміру плати за землю і цінності земель у складі природних ресурсів, контролю за використанням та охороною земель, економічного та екологічного обґрунтування бізнес-планів та господарських проєктів вимагає організації створення єдиної державної системи картографо-геодезичних робіт [7, 15]. Для цього необхідні високої якості картографо-геодезичні продукти, які б надавали перспективу достатньо повно і детально відобразити топографічну ситуацію, тобто потрібно відповідне картографо-геодезичне забезпечення виконання таких робіт, особливо в умовах воєнного стану.

Аналіз останніх публікацій. Функціонування картографо-геодезичних служб, перевірення та удосконалення геодезичних робіт висвітлено у працях науковців: М. Горковчука [3, 4, 13], Ю. Карпінського [6–12], А. Ляценка [6–13], А. Мартина [14], І. Тревого [16, 17], І. Юрченка [18] та ін. Концептуальні рішення оцінювання та забезпечення якості геопросторових даних показано в роботах Ю. Карпінського, А. Ляценка, М. Горковчука, особливості функціонування національної реєстраційної системи викладено у монографії А. Мартина. І. Юрченко дослідив діяльність державних агентств із управління земельними ресурсами країн Європи та України. У роботі [16], автори звернули увагу на відсутність науково-економічного обґрунтування допус-

тимой кількості втрат пунктів, а також на наявність пунктів, до яких немає доступу, та збільшення їх кількості у майбутньому. Розглянуто заходи щодо використання недоступних пунктів, що зумовлено збільшенням вагомості в суспільстві приватної власності на земельні ділянки. Розглянуто класифікацію, основні принципи створення і структури організації системи топографічного моніторингу місцевості як засобу актуалізації баз геопросторових даних у статтях [3, 4, 6–13], І. Тревого докладно виклав дослідження щодо стану і перспектив картографо-геодезичних робіт, використання кадастрової карти України [17].

Постановка задачі. Зрозуміло, що важливими задачами перспективного розвитку української геодезії, картографії та кадастру є розробка наукових основ системного картографування і картографічного моделювання, пошуки нових видів, типів карт, які глибоко і всесторонньо відображали б взаємозв'язки та динаміку природних і соціально-економічних явищ; розробка пакетів програм для автоматизованого створення інвентаризаційних карт на основі статистичних даних; широке використання матеріалів космічного знімання; формування нових напрямків тематичного картографування: еколого-географічного, медико-географічного, раціонального природокористування та видання карт, збільшення цифрових топографічних карт.

Прискоренню рішення проблем в умовах воєнного стану із створенню та поновленню топографічних карт і планів сприятиме вживання ГНСС та ГІС-технологій, ДДЗ [6, 7, 14]. Вживання відмінних систем координат, неоднакової системи розграфлення і номенклатури ускладнює їх розв'язання. Спільно з тим, сьогочасні технології, дослідження й застосування практики фахівців інших держав дасть перевагу реалізовувати усі дані процеси ефективно та раціонально [11, 18].

Мета. Розглянути досвід організації геодезичних, картографічних і моніторингових робіт за кордоном на прикладі розгляду історії та теперішнього стану їх здійснення на території США.

Виклад матеріалу і результати. Діяльність Національної геодезичної служби США NOAA полягає у визначенні, підтримці та наданні доступу до Національної системи просторових координат для задоволення економічних, соціальних та екологічних потреб Сполучених Штатів Америки [2].

Національна геодезична служба США (NGS) забезпечує основу для всієї діяльності з позиціонування в країні. Основні елементи: широта, довгота, висота над рівнем моря, інформація про берегову лінію та їх зміни з часом, сприяють прийняттю обґрунтованих рішень і впливають на широкий спектр важливих видів діяльності, щодо картографування, навігації, визначення ризику повеней, транспорту, землекористування та управління екосистемами. Авторитетні просторові дані, моделі та інструменти NGS є життєво важливими для захисту та управління природними і штучними ресурсами, а також для підтримки економічного процвітання, охорони навколишнього середовища країни.

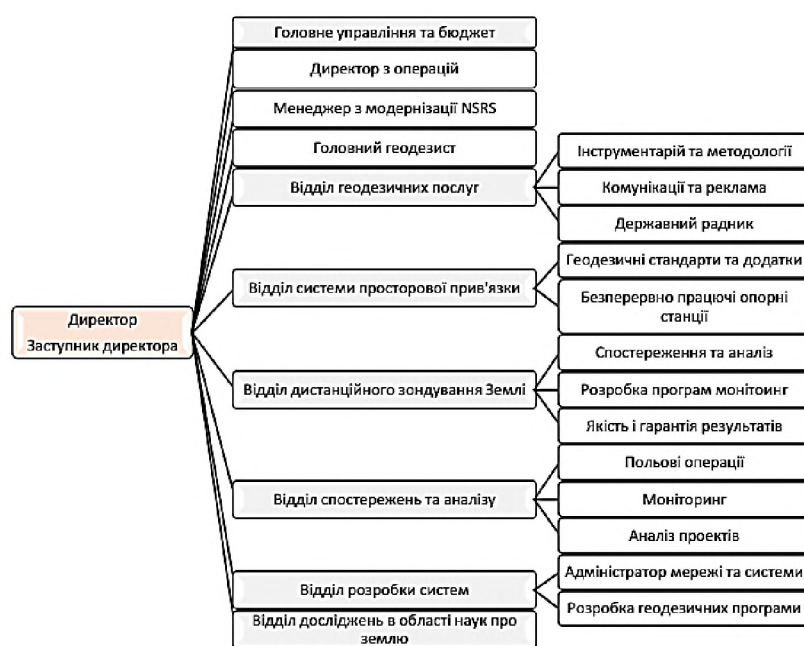


Рис. 1. Організаційна структура Національної геодезичної служби США

В NOAA простежується така структура: 1) Департамент: Міністерство торгівлі США; 2) Агентство: Національне управління океанічних і атмосферних досліджень; 3) Лінійний офіс NOAA: Національна служба океану (NOS); 4) Керівництво NGS та спеціалізовані департаменти. Організаційну структуру NGS показано на рис. 1.

У 2010 році NGS затвердила набір основних пріоритетів для діяльності,

а саме: орієнтація на клієнта, досконалість, повага, креативність і підзвітність.

Нижче наведено огляд основних проєктів та послуг NGS.

Національна геодезична служба NOAA (NGS) управляє мережею постійно діючих опорних станцій (CORS), які забезпечують дані глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS) для підтримки тривимірного позиціонування, метеорології, космічних і геофізичних досліджень на всій території Сполучених Штатів, окремих штатів і декількох зарубіжних країн. Мережа CORS – це багатопільове спільне підприємство, в якому беруть участь понад 200 урядових, академічних та приватних організацій. Партнери NGS підтримують мережу CORS, яка має понад 1200 станцій, що перебувають у державній власності та експлуатації.

Основною метою програми CORS є визначення та підтримка національної просторової інфраструктури NSRS. Програма CORS також: забезпечує вільний доступ до даних GNSS із мережі CORS, встановлює координати та швидкості станцій CORS щодо NSRS, позиціонує та рекламує Америку на майбутнє. Її використання дозволяє користувачам визначати положення на сантиметровому рівні щодо NSRS, одночасно обробляючи свої власні дані GNSS з використанням даних із мережі CORS; обчислює орбіти супутників GPS для підтримки спеціалізованих додатків для подальшої обробки, надає веб-сервіси для подальшого опрацювання даних ГНСС за допомогою системи онлайн-позиціонування служби користувача (OPUS), калібрує значення фазового центру антени GPS і надає рекомендації щодо експлуатації та використання активних геодезичних контрольних мереж.

NOAA керує національною програмою під назвою «Удосконалення висотної мережі», яка спрямована на встановлення точних і надійних висот із використанням ГНСС-технології в поєднанні з традиційним нівелюванням, гравіметрією і сучасною інформацією дистанційного зондування. Потреби та переваги точної висоти були спочатку обґрунтовані у національному дослідженні модернізації висот у доповіді Конгресу в 1998 році. Сьогодні роботи з модернізації висотних мереж здійснюються більш, ніж у десяти Штатах по всій країні, включаючи прибережні штати, схильні до сильних штормів, такі як Луїзіана в Мексиканській затоці і Північна Кароліна на узбережжі Атлантичного океану; а також у штатах, які відчувають коливання земної кори, такі як землетруси в Каліфорнії і післяльодовиковий підйом у Вісконсіні та на Великих озерах; і штати, де такі події, як повені на річках, і такі види діяльності, як точне землеробство, вимагають точного позиціонування.

Дана програма модернізації здійснюється на основі партнерських відносин із федеральними органами влади, органами влади штатів та місцевими органами влади, агентствами, академічними інститутами та професійними організаціями і адаптує програму до конкретних місцевих потреб. Ці точні, надійні та актуальні дані про висоту використовуються для широкого спектру заходів, включаючи управління будівельними та інфраструктурними проєктами, такими як мости, греблі та дамби; оповіщення фахівців із планування надзвичайних ситуацій про зміни висоти для маршрутів евакуації під час шторму, які повільно опускаються і схильні до затоплення; складання карт заплав для отримання точних даних, складання карт зон затоплення і визначення тарифів страхування від повеней; точного управління обладнанням, яке використовується в сільському господарстві, дорожньому будівництві та прибиранні снігу; моніторинг змін рівня моря; управління проєктами відновлення екосистем тощо.

Уточнення висотних координат дозволяє економити гроші, усуваючи непотрібні збори за сертифікат небезпеки повеней; рятує життя, допомагаючи літакам безпечно приземлятися в умовах поганої видимості; захищає навколишнє середовище, покращуючи можливості з моніторингу руху ґрунтових і поверхневих вод, тектонічних плит. NGS реалізує цю національну програму за трьома основними напрямками: надання доступу до Національної системи просторових даних, розробка моделей та інструментів та нарощування потенціалу місцевих користувачів щодо точного визначення висот; координує надання грантів місцевим організаціям, публікує та розповсюджує специфікації та посібники з польових досліджень та опрацювання даних; проводить форуми та семінари для виявлення місцевих потреб та навчання місцевих користувачів найефективнішим засобом задоволення цих потреб.

Національна геодезична служба NOAA (NGS) ініціювала і виконала в цілому 2021 році амбіційну програму уточнення вертикальних координат Сполучених Штатів. Проєкт називається Gravity for the Redefinition of the American Vertical Datum, або GRAV-D. Здійснення програми дозволило одержати нові вертикальні дані, засновані на гравітації із точністю ± 2 см на більшій

частині Сполучених Штатів. Відомо, що поточна вертикальна вихідна точка, NAVD 88, зміщена приблизно на 50 см із нахилом на 1 м по території Сполучених Штатів. Ортометричні висоти – на відміну від еліпсоїдальних висот, можуть бути використані для точного прогнозування потоку води, ризику зсуву та інших факторів, на які впливає гравітаційне поле Землі. В даний час глобальна система позиціонування забезпечує лише еліпсоїдальні висоти, але нові дані, отримані з GRAV-d, полегшують швидкий доступ до ортометричних висот. Проект GRAV-d приніс США соціально-економічні вигоди у розмірі 4,8 мільярда доларів.

GRAV-D складається з трьох основних етапів. По-перше отримують знімок гравітації з високою роздільною здатністю. Польоти по всій території США здійснювалися в наступному порядку: Пуерто-Ріко і Віргінські острови, Аляска, узбережжя Мексиканської затоки, Великі озера, східне і західне узбережжя континентальної частини Сполучених Штатів, Гавайї, американські території тихоокеанських островів і внутрішня частина континентальної частини країни.

По-друге, створюється монтаж карти із низькою роздільною здатністю про зміни гравітації. В першу чергу – наземні роботи, другий етап включає періодичні відвідування об'єктів для моніторингу змін гравітації з часом. Цей етап дозволяє проводити моделювання геоїду за часом – і, отже, моніторинг ортометричної висоти за часом – за допомогою технології глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS). На цьому етапі широко відбувалися консультації з представниками наукової спільноти держави. По-третє: проект GRAV-D спрямований на співпрацю з місцевими партнерами (урядовими, комерційними та академічними), готовими підтримати аерофотозйомку, наземні дослідження або відстежувати локальні зміни гравітаційного поля.

Програма NGS Ecosystem and Climate Operations (ECO) адаптує технології геодезичної зйомки, прилади та процедури на сприяння стійкості прибережних громад, екосистемних послуг та екологічної цілісності, особливо при реагуванні на зміну клімату. ECO проводить спільні дослідження та розробки в декількох лінійних офісах NOAA, особливо в рамках традиційних навігаційних служб: Національної геодезичної служби, Центру оперативних океанографічних продуктів та послуг та управління берегової зйомки. ЕКО також допомагала керувати зусиллями NOAA щодо створення спостережних пунктів для моніторингу впливу зміни рівня моря та затоплення прибережних районів.

Також Національна геодезична служба проводить аеронавігаційні обстеження з 1920-х років, коли вона була відома як Берегова та геодезична служба США. Дані моніторингу надають інформацію про критичну злітно-посадкову смугу, перешкоди, навігаційні засоби та характеристики аеропорту, необхідні для безпечного польоту в аеропорти по всій країні (рис. 2).

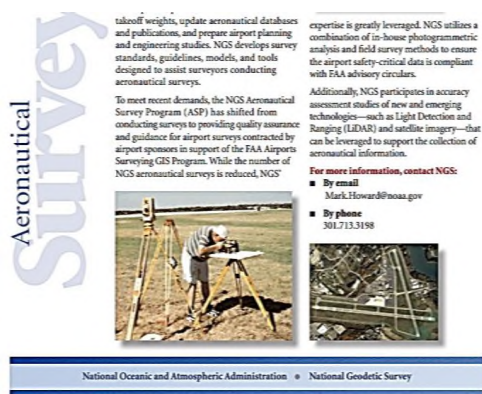


Рис. 2. Фрагмент сторінки сайту NGS (ASP) [2]

Федеральна авіаційна адміністрація (FAA) використовує ці дані для розробки процедур підходу та вильоту повітряних об'єктів, визначення максимальної злітної ваги, оновлення авіаційних баз даних та публікацій, а також підготовки планів аеропортів та інженерних досліджень. NGS розробляє стандарти зйомки, керівні принципи, моделі та інструменти, призначені для надання допомоги геодезістам, які проводять аеронавігаційні зйомки. Щоб задовольнити останні вимоги, програма аеронавігаційної зйомки NGS (ASP) перейшла від проведення зйомок до забезпе-

печення гарантії якості та керівництва щодо проведення зйомок в аеропортах за контрактом зі спонсорами аеропортів на підтримку програми FAA Airports Surveying gis.

Хоча кількість аеронавігаційних зйомок NGS зменшується, досвід NGS значно розширюється. NGS використовує комбінацію власного фотограмметричного аналізу та методів польових досліджень, щоб забезпечити відповідність критично важливих даних щодо безпеки польотів нових технологій, таких як виявлення світла та дальності (lidar), аналіз супутникових знімків, які можуть бути використані для підтримки збору аеронавігаційної інформації.

NGS надає спрощений доступ до високоточних координат Національної системи просторових даних (NSRS) через веб-сервіс під назвою Online Positioning User Service (OPUS). Користу-

вач може відправити в OPUS файл даних GNSS, зібраних за допомогою приймача геодезичного класу, отримати координати NSRS по електронній пошті. OPUS – один із найпопулярніших геодезичних інструментів NGS. Щомісяця користувачі добровільно надсилають десятки тисяч файлів даних GNSS; кожен з них автоматично обробляється за допомогою стандартних даних NGS та моделей для обчислення точного місцезнаходження. OPUS вимагає мінімального введення даних від користувача та використовує програмне забезпечення, яке обчислює координати для мережі постійно працюючих опорних станцій NGS (CORS). Отримані координати точні та узгоджуються з даними інших користувачів Національної системи просторових даних. OPUS тепер надає спрощений метод публікації розташування об'єктів монументальної зйомки, таких як контрольні пункти припливів та інші місця зйомки. Ця нова опція OPUS дозволяє користувачам постійно ділитися своїм звітом про рішення через веб-сайт NGS. Функції, надані OPUS для обробки, зберігання та форматування, роблять результати вимірювань користувачів більш послідовними, надійними та доступними.

Спільно розроблений національною геодезичною службою NOAA, управлінням берегової зйомки та центром оперативних океанографічних продуктів та послуг vdatum.info@noaa.gov інструмент вертикального перетворення вихідних даних (VDatum), призначений для вертикального перетворення геопросторових даних із різних вихідних даних. Ця процедура дозволяє користувачам перетворювати свої дані з різних вертикальних прив'язок у загальну систему, забезпечуючи об'єднання різноманітних геопросторових даних, особливо в прибережних регіонах. В даний час VDatum підтримує вертикальні перетворення вихідних даних для розміщення в трьох категоріях: еліпсоїдальні: реалізуються за допомогою космічних систем, таких як GPS; ортометричний: визначається відносно геопотенціальної поверхні і одночасно реалізується за допомогою геодезичних контрольних точок; припливний: заснований на середній відмітці рівня води, розподіленої в часі. Програмний інструмент VDatum в даний час доступний тільки для окремих районів Сполучених Штатів і призначений для підтримки безлічі різноманітних додатків. Інструмент VDatum дозволяє перетворювати одну глибину/висоту або файл / файли точок із однієї системи висот в іншу. Незначеності, пов'язані з VDatum, в даний час надаються для інформування користувачів і надання допомоги в перетворенні висот серед різних підтримуваних вертикальних вихідних даних.

Щоб використовувати OPUS необхідно завантажити файл даних GNSS, результат обчислення надсилається електронною поштою. За бажанням користувача він також може бути опублікованим на веб-сайті NGS або додано до даних інших більших за обсягом проєктів. Рекомендовано записувати дані з інтервалом в 1, 2, 3, 5, 10, 15, або 30 секунд. Прийняті формати даних: для проєктів кінематичних (RTK) – GVX у реальному часі та вектори з подальшою обробкою RINEX 3, RINEX 2; формати UNIX, gzip, pkzip і Hatanak, які обробляються спільно з одним типом антени + висотою, введеною при завантаженні (рис. 4).

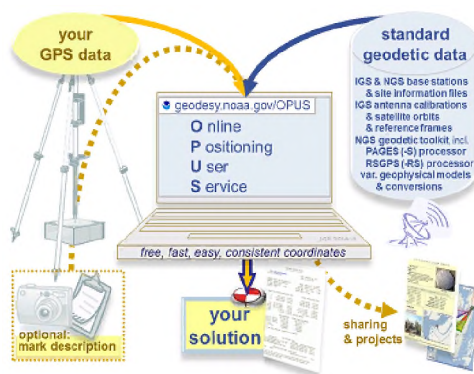


Рис. 3. 5 кроків процедури використання OPUS [2]



Рис. 4. Визначення висоти антени GPS-приймача

Залежно від тривалості файлу даних, OPUS використовує або статичну, або швидку статичну обробку. Статичні файли тривалістю від 2 до 48 годин обробляються за допомогою статичного програмного забезпечення PAGES. При цьому координати є середнім значенням трьох незалежних рішень із однією базовою лінією, кожне з яких обчислюється за допомогою вимірювань фази несучої частоти з подвійною різницею в одному з трьох суміжних пунктів CORS.

Rapid-Static файли із тривалістю від 15 хвилин до 2 годин обробляються за допомогою програмного забезпечення RSGPS rapid-static. Для швидкої статичної обробки існують більш жорсткі вимоги до безперервності даних та геометрії; у деяких віддалених районах країни OPUS-RS може не працювати. У нормальних умовах більшість визначень позиціонування можна обчислити з точністю до декількох сантиметрів. Однак оцінити точність для конкретного рішення складно, оскільки поширення формальних помилок, як відомо, оптимістично для швидкого знімання. Помилки користувача (наприклад, неправильне визначення антени або висоти ARP) не можуть бути виявлені. Локальна багатоприменевість або несприятливі атмосферні умови також можуть негативно вплинути на рішення. Для кожної координати (X, Y, Z, Φ , λ , h і H) для опрацювання статичних спостережень забезпечується діапазон із трьох окремих базових ліній, які можуть включати будь-яку помилку в координатах і базової станції. Під час опрацювання швидких знімків Rapid-Static найкращими оцінками помилок координат є стандартні відхилення, отримані при аналізі однієї базової лінії. Як показують експерименти [1], фактична похибка менша за ці розрахункові значення точності більш ніж у 95 відсотках випадків. Для покращення результатів OPUS рекомендується збільшувати час спостережень: довший сеанс надає OPUS кращу можливість точно виправити неоднозначності та зменшити помилку багатоприменевості. На рис. 5, 6 нижче показана кореляція між тривалістю сеансу та точністю. Зверніть увагу: цей показник є результатом опублікованого регіонального дослідження [1], і продуктивність OPUS також залежить від географічного розташування ділянки спостережень.

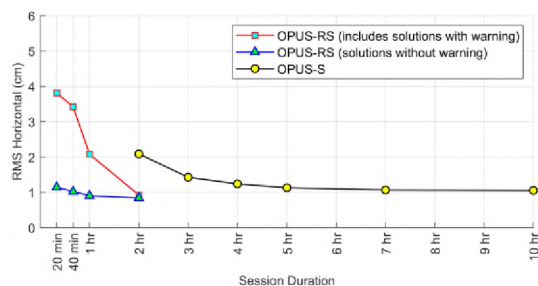


Рис. 5. Залежність точності в плані від тривалості сеансу

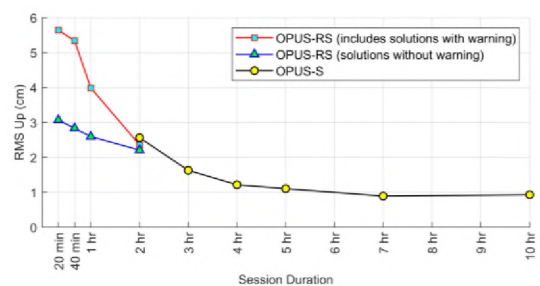


Рис. 6. Залежність точності по висоті від тривалості сеансу

Доступні два формати рішення: стандартне або розширене. У розширеній версії на додаток до інформації в стандартному рішенні надається більш детальна інформація про використані базові станції і статистику рішення. Отримані дані або рішення допомагають підтримувати локальні зв'язки з національною системою просторових даних (NSRS), є підґрунтям для підготовки до модернізації NSRS, для накопичення додаткових даних на контрольних точках GPS кампанії Transformation Tool (GPS на BM). Наприклад, отримані дані були основою для модернізації мереж із використанням нових даних про геопотенціал Північної Америки та Тихого океану 2022 року (NAPGD2022). Опрацювання результатів вимірювань дозволило створити Національну геодезичну карту NGS, що уявляє собою веб-картографічну програму ArcGIS Online, яка дає право користувачам переглядати безліч наборів даних, що надаються національними геодезичними дослідженнями (рис. 7).

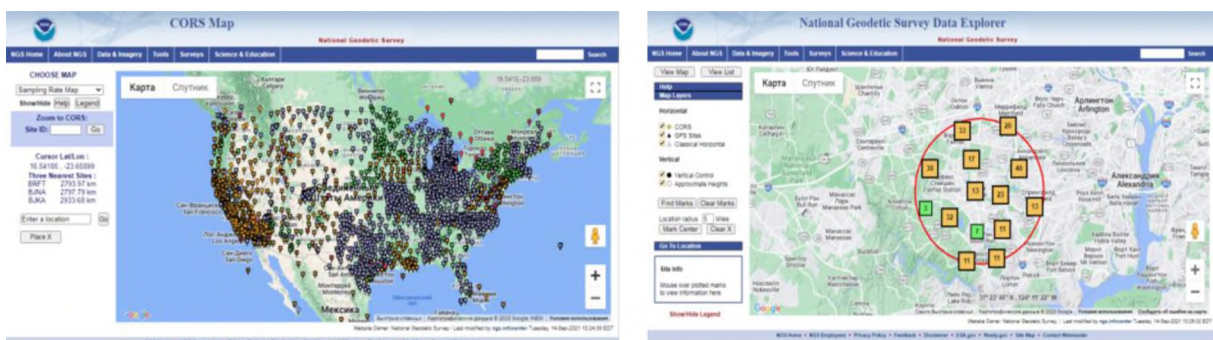


Рис. 7. Скріншоти екрана Національної геодезичної карти NGS [2]

Ця програма не тільки дозволяє користувачам відображати набори даних та взаємодіяти з об'єктами для перегляду атрибутів, але й надає безліч інших функцій, включаючи: інструмент пошуку, інструмент вимірювання, вибір базової карти, інструмент вибору та експорту об'єктів та таблиць атрибутів для перегляду і фільтрації атрибутів. Головне меню сторінки карти має такі набори даних: цільові сторінки NGS, таблиці даних NGS, загальні рішення OPUS, мережа CORS NOAA, сервіси функцій AGOL, загальні рішення OPUS, мережа CORS NOAA. Також веб-сторінка має інструкції та навчальні відео, які були створені, щоб допомогти користувачам дізнатися про всі функції, доступні в цьому новому додатку.

Особливу увагу CORS NOAA приділяє комплексному картографуванню океану та прибережних районів. Ця ініціатива NOAA підтримує план дій США щодо океану на основі прийнятого закону про картографування океану та прибережних районів 2009 року, який рекомендував NOAA очолити Міжвідомчий комітет з картографування океану та прибережних районів.

В останні роки дані про берегову лінію були отримані в цифровій формі. Багато старих друкованих рукописів берегової лінії також були переведені в цифрову форму, в основному в рамках проєктів, що здійснюються центром прибережних служб NOAA. Вважається, що ці цифрові набори даних мають цінність, яка виходить за рамки застосування до морських карт, особливо для тих користувачів, які проводять аналіз ГІС і створюють карти спеціального призначення, зокрема у прибережній зоні (рис. 8).

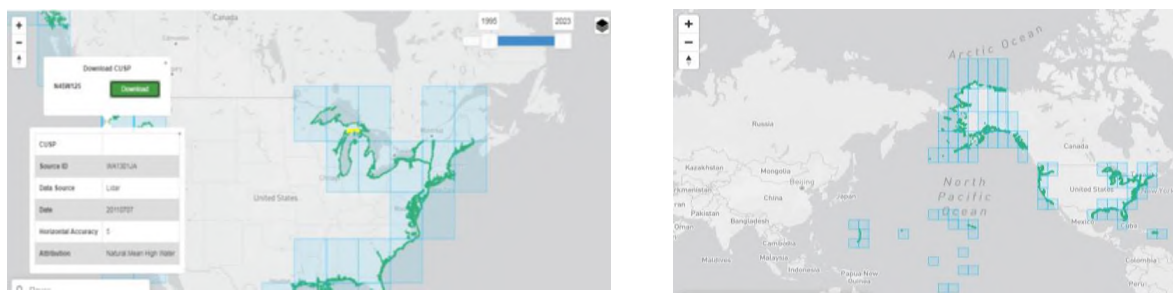


Рис. 8. Скріншоти сторінок бази даних берегової лінії

NGS надає інформацію про пункти національної геодезичної мережі (включаючи контрольні пункти) у текстових таблицях даних або у файлах форм ГІС. Таблиці даних можна переглядати в текстових редакторах або у вигляді текстових файлів он-лайн, використовуючи програмне забезпечення ГІС на інтерактивних картах. Є можливість збільшення масштабу для місця пошуку із контролем NGS Map, NGS Data Explorer або DS World.

NGS створює свою базу даних берегової лінії. Функції, доступні через це місце розташування, підтримують географічний перегляд бази даних, вибір проєктів, що представляють інтерес за обранням місця розташування чи іншими атрибутами, перегляд вибраних проєктів та завантаження вибраних проєктів на комп'ютер користувача. Історичні та сучасні векторні дані берегової лінії можна вільно завантажувати із сторінки даних берегової лінії NOAA.

Постійно виконуються дослідження на тему «Програма аналізу змін узбережжя та берегової лінії (CSCAP)», яке дозволяє аналізувати зміни берегової лінії в районах портів шляхом порівняння останніх комерційних супутникових знімків високої роздільної здатності з існуючими електронними навігаційними картами NOAA (ENCs). Шляхом цифрового накладення супутникових знімків на дані карти виявляються неточності у визначенні місця розташування та зміни берегової лінії і берегових об'єктів (пірси, пристані і т.д.), а виправлення та оновлення компілюються та відправляються для швидкого оновлення карт NOAA і ENC.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Вивчення й обмін досвідом із іншими країнами є одним із шляхів пошуку ефективних варіантів знаходження правильних рішень удосконалення геодезичних робіт України. Дослідження дозволили відзначити, що Національна геодезична служба, надає користувачам безкоштовні дані глобальної навігаційної супутникової системи, підтримуючи тривимірне позиціонування, метеорологію, космічну та геофізичні програми по всій території Сполучених Штатів. Практична значимість відзначається цільовим спрямуванням даного дослідження для потреб фахівців геодезичної галузі, для землевпорядників, для фахівців із організації ефективної роботи щодо методів та способів збирання просторових даних, які можуть забезпечити оперативне автоматизоване отримання картографічної інфо-

рмації з заданою точністю і необхідним обсягом інформації як для потреб країни, так і зацікавлених користувачів різних галузей.

Список літератури

1. Daniel T. Gillins. Evaluation of the Online Positioning User Service for Processing Static GPS Surveys: OPUS-Projects, OPUS-S, OPUS-Net, and OPUS-RS / Daniel T. Gillins, Darren Kerr, Brian Weaver // Journal of Surveying Engineering. – 145(3). [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/>.
2. National geodetic survey [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <https://geodesy.noaa.gov/>.
3. Горковчук, Д. В. Аналіз інтегрування геоінформаційних ресурсів систем просторового планування території в Європейську інфраструктуру геопросторових даних INSPIRE [Текст]: наук.-техн. зб. / Горковчук Д. В. // Містобудування та територіальне планування. – 2013. – № 50. – С. 118–125.
4. Горковчук, Д. В. Розроблення геоінформаційної моделі зонування міських територій для використання в системах містобудівного кадастру [Текст]: наук.-техн. зб. / Горковчук Д. В. // Scientific Journal «ScienceRise». – 2016. – № 12/2(29). – С. 11–18.
5. Земельний кодекс України [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. – 2001. – Режим доступу: <https://goo.gl/jnT3A2>.
6. Карпінський Ю.О. Еталонна модель бази топографічних даних / Ю.О. Карпінський, А. А. Лященко, Р. В. Рунець // Вісник геодезії та картографії. – 2010. – № 2. – С. 28–36.
7. Карпінський Ю.О. Концептуальні засади оцінювання та забезпечення якості геопросторових даних / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, М.В. Горковчук // Вісник геодезії та картографії. – 2012. – № 4. – С. 33–42.
8. Карпінський Ю.О. Концептуальні засади створення національної інфраструктури геопросторових даних України / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2005. – С. 295–301.
9. Карпінський Ю.О. Концептуальні засади створення системи державного топографічного моніторингу місцевості / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Т. М. Квартич // Вісник геодезії та картографії. – 2011. – № 3. – С. 27–31.
10. Карпінський Ю.О. Системотехнічні аспекти формування топологічного земельно-кадастрового покриття / Ю.О. Карпінський // Вісник геодезії та картографії. – 2015. – № 5. – С. 62–68.
11. Карпінський Ю.О. Склад і принципи розроблення національного профілю стандартів з географічної інформації / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Окада Ясуюкі // Інженерна геодезія. – 2016. – Вип. 63. – С. 110–121.
12. Карпінський Ю.О. Уніфікація структури, правил кодування та цифрового опису векторних моделей у базах топографічних даних / Ю.О. Карпінський, А. А. Лященко, Р. В. Рунець // Вісник геодезії та картографії. – 2010. – № 5. – С. 35–41.
13. Лященко А. А. Принципи цифрового подання та організації зберігання містобудівної документації в геоінформаційній системі містобудівного кадастру / А. А. Лященко, Д. В. Горковчук, Ю. С. Максимова, М.М. Шматько // Вісник геодезії та картографії. – 2015. – № 4. – С. 31–37.
14. Мартин А.Г. Формування кадастрово-реєстраційної системи в Україні: моногр. / А.Г. Мартин, О.В. Тищенко. – К.: Медінформ, 2015. – 580 с.
15. Постанова КМ «Про Державну службу України з питань геодезії, картографії та кадастру» [Електронний ресурс] Кабінет Міністрів України. – 2015. – Режим доступу: <https://goo.gl/r6XdTk>.
16. Тревого І. Аналіз сучасного стану ДГМ України / І. Тревого, Є. Ільків, М. Галярник // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2019. – Вип. 2. – С. 54–60.
17. Тревого І. Стан і перспективи використання кадастрової карти України / І. Тревого, Ю. Карпінський // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2013. – Вип. 2. – С. 137–147.
18. Юрченко І.В. Управління земельними ресурсами в контексті реалізації земельно-кадастрової політики Європейського Союзу / І.В. Юрченко // Економіка агропромислового комплексу. – К., 2017. – № 9. – С. 63–66.

Рукопис подано до редакції 16.04.2023

УДК 622.1:622.271.3

А.В. ПЕРЕМЕТЧИК, канд. техн. наук, доц.,
С.О. ФЕДОРЕНКО, Т.О. ПОДОЙНІЦИНА, старші викладачі
Криворізький національний університет

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ЗАЛІЗНИХ РУД

Мета. Розробка методики геометризації та якісних показників залізрудних родовищ для побудови такої гірничо-геометричної моделі родовища, яка давала б можливість описати закономірності розміщення найважливіших якісних показників у просторі для того, щоб спрогнозувати їх зміну в процесі розвитку гірничих робіт.

Методи дослідження. Застосовано комплексний метод досліджень, що включає проведення теоретичних дос-