

УДК 004

А.Шепель, магістр гр. КН-22М-2

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОНОВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ ХМАРИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Об'єктом дослідження є процес оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Предметом дослідження є методи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Методи дослідження базуються на методах теорії побудови геоінформаційних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Впровадження нових інформаційно-телекомунікаційних технологій дозволило по-новому вирішити проблеми координатно-часового забезпечення. Широке використання супутникових методів, таких як Глобальна навігаційна супутникова система (GNSS), стало основою для розвитку Національної географічної інформаційної системи (NGIS) в Україні та завдання розробки основ для створення та використання нової національна відкрита система координат. У 2005 році в країні стартувала програма створення Державної геодезичної мережі (ДГМ) на основі вимірювань ГНСС. Досягнуті вагомні результати по створенню Фундаментальної астрогеодезичної мережі (FAGN), удосконаленню методів її побудови та підвищенню точності координат шляхом впровадження нових технологій вимірювань та коллокації з існуючими станціями Міжнародної мережі GNSS. Всесвітня геодезична система (WGS-84) є системою відліку для системи GNSS. Однак досі в Україні для координатно-часової опори використовується місцева опорна геодезична система Координатна система 1942 (CS42), заснована на еліпсоїді Красовського. Національна система висот країни є Балтійською нормальною системою висот. Він був прийнятий в 1977 році і прив'язаний до середнього рівня моря з нульовою відміткою Кронштадтського мареографа в Пулково. Такі чинники, як спосіб реалізації CS42, його орієнтування в просторі та, особливо, регіональні геодинамічні особливості призвели до різниці у визначенні положення об'єктів у цих геодезичних системах від кількох метрів до кількох сотень метрів. На сьогоднішній день геодезичні підприємства країни мають великий картографічний матеріал, координати якого визначаються в системі Гаусса-Крюгера 1942 року, а висоти – в Балтійській нормальній системі висот. Щоб максимально використати геодезичний і картографічний потенціал, створений на даний момент, постало завдання надати користувачам методологію та дані для полегшення перетворення координат між місцевою геоцентричною системою координат на основі еліпсоїдів CS42 і WGS84.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

– Дослідження системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

– Програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

Об'єктом дослідження є процес оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

Предметом дослідження є методи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

Методи дослідження базуються на методах теорії побудови геоінформаційних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Проведемо аналіз поточного стану технологій проведення топографічних зйомок, існуючих методик, апаратних і програмних засобів для проведення робіт. У цей час для виконання робіт застосовують різні сучасні методи й засоби. Але не всі методики й устаткування, що використовується для досягнення поставлених завдань, завжди економічно й технічно обґрунтовано.

Застосування лазерного 3D сканування обумовлено високою вартістю устаткування, зайвою щільністю й точністю вимірів, однак є перспективним методом.

Стереотопографічний метод має недоліки при зйомці з високою щільністю забудови й густою деревною рослинністю, вимагає певних правил і часових рамок виконання, кваліфікованого персоналу і є не раціональним з погляду вартості робіт і устаткування.

Велике застосування знайшли сучасні методи тахеометричної й супутникової технології. Ці технології динамічно розвиваються при інтеграції з областю високих комп'ютерних технологій і дозволяють вирішувати більший спектр геодезичних і картографічних завдань. Тому надалі розглянуті технологічні процеси з використанням сучасних приладів і апаратно-програмних засобів. Дане дослідження було б не повним, якщо не розглянути хоча б основні й найпоширеніші апаратно-програмні засоби. На сьогоднішній день дані програми стали невід'ємною частиною технологічного процесу при створенні, зберіганні й відновленні ТП і К усього масштабного ряду. Протягом останнього сторіччя безупинно відбувалися зміни в стані технічних і програмних засобів, використовуваних для виконання польових геодезичних робіт, створення й відновлення картографічної інформації. Ці зміни пов'язані з розвитком ІТ-технологій, вимог автоматизації всіх видів геодезичних робіт і впровадження у виробництво останніх досягнень у галузі науки й техніки.

Актуальні завдання, розв'язувані в теперішній час геодезистами, вимагають застосування нових технологій і високотехнологічної техніки, застосування інтегрованих приладів і програмних засобів, що дозволяють вирішувати їх у найкоротший термін з максимальною економічною ефективністю. У цей час на ринку геодезичного устаткування існують інтегровані геодезичні прилади нового покоління, що дозволяють оперативно вирішувати завдання геодезії й картографії в автоматизованому режимі з абсолютно новим принципом збору просторової інформації про місцевість. Такі вимірювальні прилади постачені убудованими обчислювальними засобами, повнокольоровими екранами й запам'ятовувальними пристроями, що створюють можливість реєстрації й зберігання результатів вимірів для подальшого їхнього використання в технологічному процесі.

Також велике значення має перспективність даного напрямку для геодезії, картографії й ГІС. Тому при виборі ІАСВК, у першу чергу, спочатку необхідно визначити:

- для яких цілей необхідно дане устаткування;
- тип виконуваних завдань;
- необхідна точність позиціонування;
- вивченість району, де будуть вироблятися роботи й т.д.

Тільки після цього можна приступитися до вибору необхідного устаткування, тому що ціни на супутникові приймачі коливаються в більших межах, і не варто переплачувати за недопрацьовані, непотрібні опції й можливості. Для цього проаналізовані існуючі інтегровані супутникові приймачі, найбільш відомих фірм виробників, їхні технічні характеристики й програмне забезпечення що дозволяють вирішувати великий спектр завдань. Обробка результатів польових вимірів, як правило, виробляється за допомогою спеціального програмного забезпечення. При викладі матеріалу даного розділу розглядаються ГІС, орієнтовані на роботу з ІАСВК і спільного використання растрових і векторних матеріалів (фотопланів, карт, цифрових моделей місцевості), які забезпечують:

- перекодування й перетворення масиву «сирих» даних;
- переклад вихідних матеріалів у векторний вид;
- прив'язку до векторних об'єктів баз даних семантичної інформації;
- організацію взаємозв'язків між об'єктами;
- що володіють великими функціями за аналізом спільно й роздільно метричної й семантичної інформації.

Програмні засоби можуть обробляти значні обсяги даних. Однак створення геоінформаційних систем і їхня інтеграція з апаратурою ГНСС при створенні й відновленні топографічної інформації, баз даних, у тому числі в On-line і режимі пост-обробки, залишають велику кількість питань щодо використання даних видів програмних продуктів. Підбиваючи підсумок аналізу даного етапу можна зробити наступний висновок: основним критерієм для вибору приладового й апаратного засобу стає можливість роботи з більшою кількістю інформації, простота використання й сумісності з ГІС пакетами. У результаті, мабуть, що існуючі технології й методи не дозволяють говорити про впровадження нової техніки у виробництво. За результатами проведеного аналізу при існуючих приладах, апаратно-програмних засобів необхідно розробити універсальну методику й технологію для спільного використання, застосування сучасних методів зйомки, сучасних технічних засобів і ГІС. Дана тенденція диктується вимогами до строків виконання робіт і є актуальним завданням в області геодезії й картографії. Надто важливо, з погляду економічної ефективності, використання сучасного комбінованого методу для процесу створення, обробки, зберігання поширення й відновлення цифрових ТП і К.

Розробка структурної схеми

Проведемо проектування структурної схеми системи створення й відновлення ТП і К із застосуванням ІАСВК і ГІС технологій, що відповідають принципам і вимогам її побудови, виявлених за підсумками аналізу предметної області.

Архітектура системи націлена на рішення наступних завдань: оперативного моніторингу й відновлення топографічних карт і планів; універсальність і простота використання всієї гео– просторової інформації; максимальна автоматизація проведення всіх процесів; мінімізація витрат і працезатрат; сумісність форматів і конвертація інформації; виключення грубих помилок і контроль якості готової продукції.

Дана структурна схема припускає використання сучасних методів топографічної зйомки й апаратно-програмних засобів. Розроблена структурна схема показана на (рис.1).

Технологічний процес містить у собі чотири основних етапи: підготовчий; польовий; камеральний; контроль якості й прийом готової продукції.

По суті структурна схема реалізує навігаційну парадигму пошуку рішення, коли за результатами аналізу вихідної інформації приймається рішення по питанню вибору методу зйомки.

На першому етапі з існуючого банку гео– просторових даних збирається вся наявна інформація про місцевість, у якій передбачається вести роботи. Після вивчення або аналізу існуючої інформації приймається рішення про необхідність залучення додаткових даних, отриманих від міністерств і відомств, адміністрації, або інших органів самоврядування. У процесі необхідно з максимальною ймовірністю встановити зміни, що відбулися, для вибору методу зйомки. Якщо дана інформація відсутня або повністю застаріла, приймається рішення

про вибір економічно ефективного методу первісного створення карт і планів аерофотознімання. Якщо дана інформація застаріла частково, приймається рішення про вибір комбінованого методу для оперативного відновлення. Після вибору методу вирішується питання фінансування. Розробляється або використовується наявний класифікатор об'єктів, пункти з відомими координатами. Всі зібрані дані завантажуються в прилади.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

На другому етапі виконується робота у полі. При супутниково-тахеометричному методі бригада може складатися із двох чоловік, що значно скорочує витрати на заробітну плату. У полі виробляється обстеження вихідних реперів, визначаються зміни, що відбулися, із часу останнього відновлення плану або карти. Наступний крок – створення знімальної основи. Для цієї мети традиційно прокладаються тахеометричні ходи. Однак з появою супутникових методів створення знімального обґрунтування сталася більше простим і швидким. Проблема існуюча в тахеометрів – необхідність у видимості. У супутникових методах не потрібна видимість між пунктами й можливість роботи одночастотної апаратури до 25 км із заявленою точністю фірми виготовлювача. Новий рівень геодезичного устаткування дозволяє зробити максимальну інтеграцію з використовуваною ГІС. Крім геодезичних вимірів приймач дозволяє у полі збирати семантичну інформацію, що кодується за допомогою обраного й завантаженого класифікатора. При проведенні польових робіт додатково збираються різні фото- і відеоматеріали, які також можна прив'язати до об'єкта й розмістити в банку даних. Крім того, до будь-якої пікетної точки можна записати інформацію в текстовому або аудіо форматі, використовуючи прилад як диктофон. Для проведення польових робіт з високою точністю необхідно мінімум два пристрої: одне (базова станція) працює на пункті з точно відомими координатами, інше (ровер) – у точці, що підлягає зйомці. Треба відзначити, що при базовій лінії в 10 км час стояння на пункті в середньому становить 20 хв. Більшість статичних спостережень може бути виконане в автоматизованому режимі, так що оператор не потрібно. Однак корисно виконувати

перевірку даних протягом сесії, і будь-які відхилення необхідно відзначати в польовому протоколі. Обробка й малювання об'єктів звичайно автоматизовані, так що роботи у полі не займають багато часу. Запис нових ГІС-даних починається після вибору класифікатора й створення проекту зйомки. При даному виді зйомки можливий контроль створення й відновлення цифрових топографічних карт безпосередньо у полі (у реальному масштабі й часі), у тому числі виявлення помилок, невідповідностей і недоліків (з'єднання лінійних умовних знаків, додавання інформації про матеріал, стан і інші параметри й т.п.). Після дані повинні бути переміщені на ПК для їхньої наступного аналізу, обробки урівняння й коректування існуючих цифрових топографічних карт.

На третьому етапі проводиться аналіз і обробка польових вимірів і їхня конвертація в ГІС середовище для: створення, наповнення, зберігання, відновлення й поширення цифрових топографічних карт, підготовки карт до друку.

По закінченні польових робіт із приладів необхідно скачати інформацію на ПК. У ході камеральної обробки застосовують інтегровано-автоматизовану обробку даних. Після отриманні результати необхідно конвертувати в зрозумілий формат ГІС середовища для їхньої подальшого використанні. Тому при даній технології розроблений конвертор імпорту й експорту цифрових даних. Зокрема, перетворення координат повністю відповідають стандарту OpenGIS. Для рішення зазначеного двоєдиного завдання при реалізації програмних засобів імпортування й експортування даних від геодезичних приладів урахувалися об'єктивні й суб'єктивні фактори даного питання. Об'єктивним фактором є широка розмаїтість цифрових геодезичних приладів і, як наслідок, велика кількість форматів зберігання даних. До суб'єктивних факторів можна віднести правила ведення зйомки, або вірніше їхня відсутність, при виконанні польових вимірів багатьма геодезистами. Функції експорту й імпорту даних покликані забезпечити взаємодія ГІС із іншими інформаційними системами. Для підтвердження розробленої методики й технології надалі на підставі експериментальних досліджень будуть наведені обґрунтовані результати по виявленню точнісних характеристик супутникових вимірів на прикладі комплексного дослідження декількох класів супутникової апаратури.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари; Досліджена система оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
3. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
4. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*. Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
10. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
13. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
14. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», *10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019*; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», *10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019*; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019*, P. 395-399.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: *ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures*. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
18. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. *Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1*, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
19. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. *Asian Journal of Information Technology*. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
20. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. *Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційна безпека та комп’ютерні технології”*, м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
21. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. *International Conference «information technologies, systems and networks ITSN-2017»*. Chisinau, Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces “Alexandru cel Bun”. 2017. P7.
22. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. *Науково-практичний журнал кібербезпеки (SPCSJ) № 1*. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.
23. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. *Системи управління, навігації та зв'язку*. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.