

Олена Поморцева, Марина Пілічева, Тетяна Анопрієнко

ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ОБРОБЦІ ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ

Актуальність теми дослідження. Останніми роками в Україні у сфері геодезії та інших суміжних галузях науки активно розроблюються та впроваджуються інформаційні технології, що дозволяють прискорити процеси вирішення науково-технічних і господарських завдань.

Постановка проблеми. Обробка значних об'ємів геодезичних даних є трудомістким процесом, тому для автоматизації камеральної обробки результатів топографо-геодезичних робіт доцільно використовувати геоінформаційні технології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні публікації вчених із цієї теми присвячені розробці методології і методик використання геоінформаційних технологій при виконанні геодезичних робіт, обробці і створенні геопросторових моделей даних.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Недостатньо дослідженим є питання використання при камеральній обробці геодезичних вимірювань популярних програмних продуктів, таких як Digital, AutoCad і ArcGIS та можливості їхнього застосування в зазначених роботах.

Постановка завдання. Метою дослідження є технологія обробки результатів геодезичних вимірювань із використанням геоінформаційних систем, зокрема програмних комплексів Digital, AutoCad і ArcGIS.

Виклад основного матеріалу. Наведено технологію використання можливостей геоінформаційних систем AutoCad Civil 3D і ArcGIS при автоматизації процесів на всіх етапах проведення топографо-геодезичних робіт. Доведено доцільність використання безкоштовних інтернет-ресурсів – Публічна кадастрова карта України і картографічний сервер «Публічна карта GISFile» – на етапі збору та аналізу вихідних даних на район робіт. Наведено правила і принципи побудови бази геоданих на прикладі топографо-геодезичних даних ділянки залізниці. Показана можливість графічного представлення профілів як тривимірних об'єктів. Вирішені інженерно-геодезичні завдання з використанням розробленої геоінформаційної технології – визначено об'єм земляних робіт ділянки залізниці і розраховані техніко-економічні показники проекту.

Висновки відповідно до статті. Розроблено технологію синтезу функцій різних геоінформаційних систем, яка дозволяє автоматизувати: процеси збору й аналізу вихідних даних; камеральну обробку результатів геодезичних вимірювань із наступною побудовою топографічних карт (планів) і профілів; створення тривимірної моделі місцевості; рішення складних інженерно-геодезичних задач; розрахунки техніко-економічних показників проектів.

Ключові слова: геоінформаційна система; топографо-геодезичні дані; камеральні роботи; база геоданих; автоматизація.

Рис.: 5. Бібл.: 13.

Актуальність теми дослідження. Одним із найважливіших напрямів державної політики більшості країн світу, як і України, у сфері сталого розвитку територій з метою ефективного та раціонального використання природних ресурсів, зокрема і природних копалин, є розробка та впровадження інформаційних технологій, що дозволяють прискорити процеси вирішення науково-технічних і господарських завдань.

Подібні технології застосовуються в геодезії та інших суміжних галузях науки, таких як землеустрій та кадастр, ґрунтознавство, геологія, екологія, будівництво тощо. Це стосується активного впровадження автоматизованих вимірювальних систем і програмно-технічних комплексів на всіх етапах виконання геодезичних робіт.

Постановка проблеми. Найчастіше для обробки значної сукупності отриманих даних, особливо що подаються в режимі реального часу, використовуються можливості геоінформаційних систем (ГІС). Останні дозволяють приймати оптимальні рішення за порівняно короткий проміжок часу, що, у кінцевому підсумку, підвищує якість робіт і мінімізує витрати на їхнє виконання. Ефект від використання прикладних ГІС істотно підвищується в тому випадку, якщо з ними синхронізована робота інших інформаційних систем, наприклад, реляційних систем управління базами даних.

При топографо-геодезичних роботах сьогодні застосовуються цифрові високоточні вимірювальні прилади, які дозволяють виконати зйомку великих територій за один виїзд і накопичити всі дані в одному інформаційному масиві. Однак обробка цих даних вручну досить трудомістка, тому для автоматизації подібних робіт, а також виконання складних математичних розрахунків, які притаманні камеральній обробці результатів зйомки, доцільно використовувати геоінформаційні технології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методологію і методику використання геоінформаційних технологій при виконанні геодезичних робіт, обробці і створенні геопросторових моделей даних представлено в наукових роботах як зарубіжних (М. Effati, М. А. Rajabi [1], С. Liqueste, S. Kleeschulte, J. Maes, В. Grizzetti [2]), так і вітчизняних учених (В. Б. Балакірський, С. В. Захаров, Ю. О. Литвиненко, Р. В. Куришко [3], П. І. Біда [4], Н. Г. Русіна, В. О. Люльчик [5] та інших).

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. При цьому більшість досліджень вищезгаданих науковців спрямовано на використання при камеральній обробці геодезичних вимірювань програмного комплексу CREDO і не враховують наявні у виконавців геодезичних робіт таких популярних програмних продуктів, як Digital, AutoCad і ArcGIS та можливості їхнього застосування в зазначених роботах.

Постановка завдання. Метою дослідження є технологія обробки результатів геодезичних вимірювань з використанням геоінформаційних систем, зокрема програмних комплексів Digital, AutoCad і ArcGIS.

Виклад основного матеріалу. У запропонованій технології проведення геодезичних робіт і обробки отриманих даних з використанням геоінформаційних систем виконуються такі основні етапи:

1. Передпроектні роботи.
2. Польові роботи.
3. Камеральні роботи.
4. Вирішення інженерно-геодезичних завдань.

На етапі передпроектних робіт виконується збір і аналіз наявних даних на район робіт, до яких відносяться:

- проекти землеустрою, матеріали інвентаризації земель;
- кадастрові карти (плани) існуючих земельних ділянок;
- топографічні карти і плани відповідних масштабів, вибір яких залежить від площі земельної ділянки та цілі проведення топографічних робіт;
- кроки і списки координат існуючих пунктів Державної геодезичної мережі (ДГМ);
- кроки і списки координат пунктів мереж згущення;
- координати поворотних точок межі земельної ділянки;
- відомості про обмеження та обтяження.

Одним із джерел отримання кадастрової інформації про район робіт на передпроектному етапі є Публічна кадастрова карта України [6], за допомогою якої можна отримати такі загальнодоступні відомості про земельні ділянки: кадастровий номер, форма власності, площа, цільове призначення.

Також на безкоштовному картографічному сервері «Публічна карта GISFile» [7] доступна така інформація про район робіт:

1. Базові карти (дорожні карти (Road, StreetMap), карта супутникових знімків високого просторового розрізнення (Satellite, Aerial), об'єднання звичайної і супутникової карти (Hybrid). При цьому доступні такі базові шари, як OpenStreetMap, Google Road, Google Satellite, Google Hybrid, Yandex Map, Yandex Satellite, Yandex Hybrid, Yandex Public, Bing Road, Bing Aerial.

2. Кадастрова інформація – просторова інформація, яка включає в себе дані про земельні ділянки (кадастровий номер, форма власності, цільове призначення, площа земельної ділянки).

3. Дані про рельєф місцевості – просторова інформація, що містить дані про рельєф місцевості з висотою перетину 5 м, а також існує можливість отримання значення висоти для будь-якої точки по координатах на основі даних SRTM (Shuttle radar topographic mission) (довгота, широта і висота точки в системі координат WGS84).

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

4. Дані про ґрунти – просторова інформація, яка включає дані про тип ґрунтів (шифр і тип ґрунту).

5. Геопункти – просторова інформація про дані розташування геодезичних пунктів Державної геодезичної мережі України.

Результатом цього етапу є попередня інформація про стан об'єкта дослідження, його основних фізичних характеристик і місцезнаходження [8]. При цьому також можна максимально швидко, без виїзду на місцевість, оцінити якісний і кількісний склад угідь території робіт, рельєф і ґрунти.

Об'єктом робіт, на прикладі якого розглядається запропонована технологія, є територія шахти, для якої виконується проектування нової ділянки залізничної колії.

Після вибору початкової і кінцевої точок залізничної колії проводиться геодезична лінія, яка стане напрямом майбутньої траси. З метою більш детального вивчення рельєфу пересічної місцевості і виявлення можливих перешкод між початковим і кінцевим пунктами виконуються польові геодезичні роботи, за результатами яких будуть побудовані поздовжні та поперечні профілі залізничного полотна, а також побудований топографічний план смуги відведення залізничної колії.

Перед початком польових робіт проводиться рекогностування місцевості, яке виконується з метою перевірки збереження існуючих пунктів Державної геодезичної мережі та наявних межових знаків поворотних точок земельної ділянки, вибору оптимальної технології проведення робіт і розміщення пунктів геодезичної мережі згущення.

Після проведеного обстеження проводиться топографічна зйомка ділянки робіт, яка виконана з урахуванням нормативно-правових актів України з проведення геодезичних робіт [9; 10] та інструкції [11] в системі координат УСК-2000 (система координат висот– Балтійська). Вона включала в себе побудову мережі згущення ДГМ, наприклад, прокладанням теодолітних ходів з подальшим проведенням тахеометричної зйомки для складання плану в масштабі 1 : 500 (1 : 1 000) незабудованих територій.

Зрівнювання теодолітних ходів і обробка тахеометричної зйомки виконувалися в програмному продукті Digitals, у результаті чого було отримано текстовий файл із координатами X, Y, Z точок зйомки. Також цей файл можна отримати при перенесенні даних зйомки з тахеометра на комп'ютер.

Складання топографічного плану виконувалося в програмному продукті AutoCAD Civil 3D. Перевагою використання цієї програми є те, що дані можна вводити як безпосередньо із сучасних геодезичних приладів (імпортуючи зовнішні дані), так і створювати вручну, використовуючи дані польових журналів, промірів, лінійних і кутових засічок:

- за непрямыми даними (напрямок, відстань від об'єктів, кути, ухили, зміщення);
- розбиваючи та розмічаючи об'єкти (відрізки, полілінії, траси, горизонталі, характерні лінії коридору).

Також цей програмний продукт підтримує стилі точок та стилі міток точок, що дозволяє відобразити в кресленні їх умовні позначення. Точки, у свою чергу, можна об'єднувати в групи за параметрами (опис, номер, відмітки). Зміна стилів точок і стилів міток групи дозволяє змінювати вид на кресленні всіх точок одночасно, скорочуючи час при оформленні топографічного плану [12].

Для подальшої роботи отримана група точок була імпортована з текстового файлу в креслення, створений на основі шаблону «AutoCADCivil3DRussian(Metric).dwt» (рис. 1).

Після цього необхідно розбити пікети, а діаметри отриманих з пікетів кіл змінити у вікні властивостей. У зв'язку з тим, що необхідною умовою геоінформаційної технології є зв'язок просторової інформації і атрибутивних даних, то для вирішення даного завдання використовуються електронні таблиці, які створюються у додатку Microsoft Office Excel. При цьому необхідно враховувати, що назву активного аркуша в книзі електронних таблиць необхідно починати з цифри.

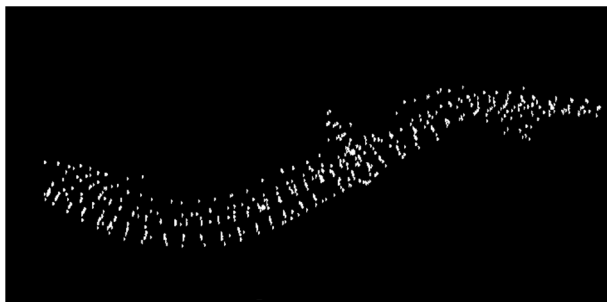


Рис. 1. Вид креслення, отриманий після імпорту групи точок

Потім за допомогою утиліти «Майстра очищення креслення» в AutoCAD Civil 3D усі кола були перетворені в полілінії. Таким чином створюються зв'язки між колами й даними електронних таблиць, тобто створюється зв'язок із базою даних. У результаті чого були отримані кола, центри яких відповідають плановому положенню пікетів, а як атрибутивні дані використовується висота.

Далі, використовуючи стандартний набір команд AutoCAD Civil 3D, проводиться побудова горизонталей і отримання необхідного набору точок, які будуть використовуватися для побудови поверхонь.

При виборі конкретного програмного продукту, що реалізує ГІС-технологію, необхідно враховувати, що проектування залізниць висуває специфічні вимоги, що полягають у наступному:

- наявність ефективних засобів створення і підтримки зручного для користувача інтерфейсу;
- наявність засобів програмування, що дозволяють створювати модулі для вирішення специфічних завдань, що виникають під час проектування;
- наявність засобів впровадження нової або розширення існуючої моделі предметної області;
- наявність можливості мережевої роботи.

З урахуванням всіх цих вимог було обрано програмне забезпечення від компанії ESRI – ArcGis.

Для подальшої автоматизації робіт необхідне створення бази геоданих, що містить перелік шарів з атрибутивними даними. Для цього в програмному продукті ArcCatalog файли *.dwg, попередньо отримані в AutoCAD Civil 3D, були конвертовані в *.shp. У результаті чого були отримані відповідні шари, кожному з яких притаманний свій набір атрибутивних даних. Отримані таким чином атрибутивні дані в подальшому можна використовувати для проектування ділянки залізничної колії.

База геоданих (БГД) використовує модель даних на основі топологічних зв'язків класів просторових об'єктів, яка визначає узагальнену модель даних для географічної інформації. Ця модель може бути використана для створення різних проблемно орієнтованих моделей даних, спрямованих на вирішення конкретних завдань користувача. На етапі концептуальної розробки системи, необхідно розглянути вимоги до створюваної бази геоданих, і виходячи з цього, розробити структуру бази даних. З огляду на наявні вихідні дані, були визначені такі класи об'єктів:

- точкові (дерева);
- лінійні (ділянки верхньої та нижньої межі насипу, залізничні колії);
- полігональні (будівлі, зелені насадження).

Схема бази даних - це набір таблиць, пов'язаних між собою за допомогою полів зв'язками один до багатьох. Надалі база даних була нормалізована до четвертої нормальної форми. Тобто дані були організовані в базі таким чином, що всі таблиці пов'язані між собою відповідно до правил, що забезпечують захист даних. Це робить базу даних більш

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

гнучкою, усуваючи надмірність і неузгоджені залежності [13]. Надмірність даних призводить до непродуктивного витрачання вільного місця на жорсткому диску і ускладнює обслуговування бази даних. На рис. 2 наведена схема бази геоданих проекту.

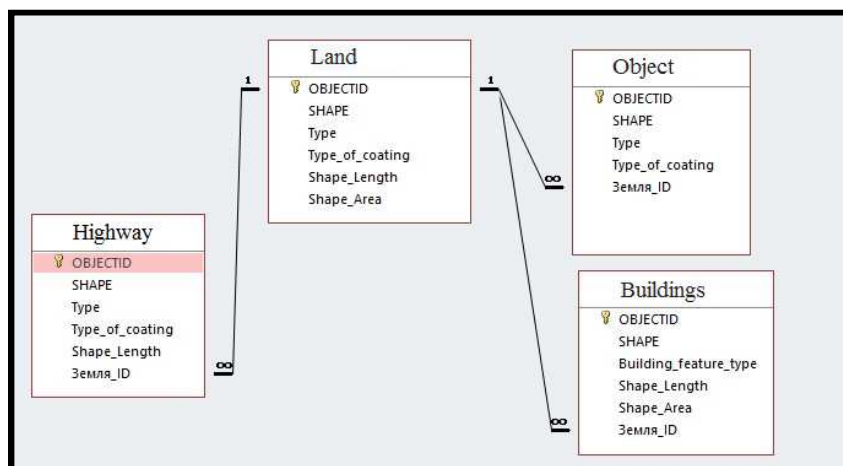


Рис. 2. Схема бази геоданих

Після створення бази геоданих і відповідних класів просторових об'єктів можна виконувати векторизацію просторових об'єктів у програмному середовищі ArcMap. При цьому необхідно дотримуватися тих шарів і просторових об'єктів, які вже були попередньо створені (рис. 3).

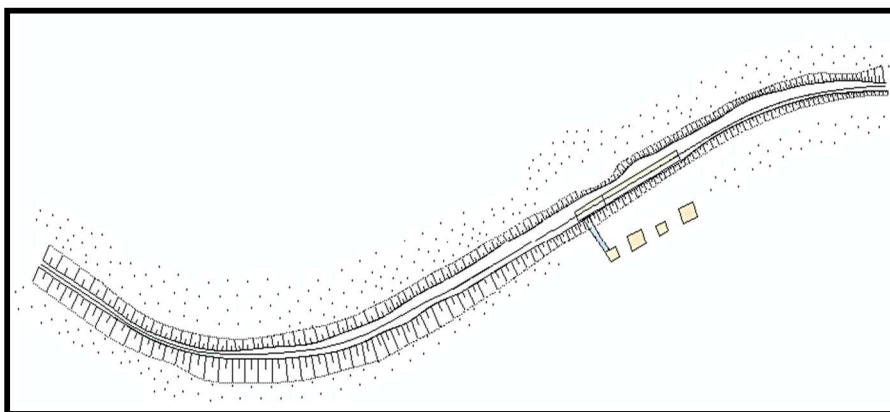


Рис. 3. Вид об'єктів ділянки залізниці у векторному вигляді

Отриманий план може бути використаний у процесі формування ділянки залізничної колії. Завдяки можливостям програмного продукту ArcGis, заповнення бази даних і формування об'єктної моделі відбувалося практично паралельно.

Під час векторизації по кожному об'єкту вноситься відповідна атрибутивна інформація. При формуванні моделі залізниці здійснюється перевірка топології. Отримані матеріали використовуються в подальшому для вирішення інженерно-геодезичних задач із використанням ГІС, зокрема – визначення обсягів земляних робіт. Перше, що необхідно зробити для визначення обсягів земляних робіт, – створити інтерпольовану поверхню. Поверхня може бути растром, триангуляційною мережею або оболонкою. Якщо поверхня – триангуляційна мережа або оболонка, аналізується розмір кожного трикутника, з якого складається поверхня, до загальної площі й об'єму. Результатом буде сума частин. Якщо поверхня – растр, центри пікселів растра з'єднуються в трикутники. І такі трикутники обробляються за аналогією з триангуляційною мережею.

Висота площини в мові програмування Python, яка використовується в ArcGIS, являє собою висоту горизонтальної площини, використовуючи яку виконують обчислен-

ня, зазначаючи відповідні одиниці виміру. За параметром «Висота площини» (Plane Height) визначається параметр «Базова площина» (Reference Plane). Якщо значення «Базова площина» – Above, необхідно встановити значення Висоти площини, що дорівнює мінімальній висоті площини. Якщо ж він дорівнює Below, за замовчуванням встановлюється значення, що дорівнює максимальній висоті площини. Таким чином, можна створити поверхню в програмному продукті ArcMap.

За допомогою інструменту TIN to Raster були отримані два растра – до створення насипу на залізничному полотні й після. За допомогою інструменту Minus необхідно відняти висоти з растрового файлу з насипом і без нього. У результаті було отримано інформацію про різниці висот між початковим і існуючим рельєфом. З допомогою інструменту Surface Volume в програмному продукті ArcScene можна обчислити на основі створеної поверхні площу і об'єм, обмежений базовою площиною і поверхнею рельєфу. Аргумент Базова площина (Reference Plane) визначає, буде розрахований об'єм «вище» або «нижче» поверхні. Таким чином, було визначено об'єм земляних робіт і отримано текстовий файл з потрібною інформацією (рис. 4).

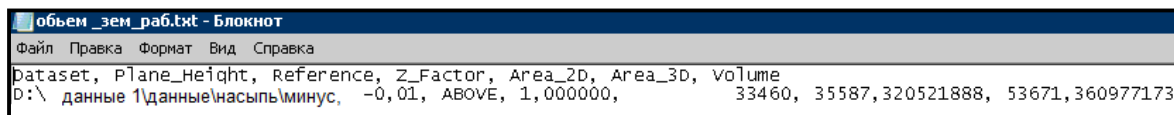


Рис. 4. Вид текстового файлу з результатами обчислень

Вихідний текстовий файл складений за результатами робіт (рис. 4) – це ASCII текстовий файл із роздільниками – комами. Перший рядок файлу містить назви полів: Набір даних (Dataset), Висота площини (Plane_Height), Базова площина (Reference), коефіцієнт Z (Z_Factor), Площа 2D (Area_2D), Площа 3D (Area_3D), Об'єм (Volume). Решта рядків містять значення цих параметрів.

Під час проектування залізничної колії за обраним маршрутом необхідно враховувати перешкоди, які знаходяться на проектному шляху. Їх візуалізація здійснюється за допомогою профілів. Для побудови графічного представлення профілів був використаний інструмент тривимірного аналізу – Графік профілю (Profile Graph) у програмному продукті ArcMap. Профілі можна моделювати на основі будь-яких лінійних тривимірних об'єктів, нанесених на поверхню, з використанням наборів растрових даних або наборів даних поверхонь. Графіки профілів створюються за допомогою тривимірної лінії, проведеної по набору точок (рис. 5).

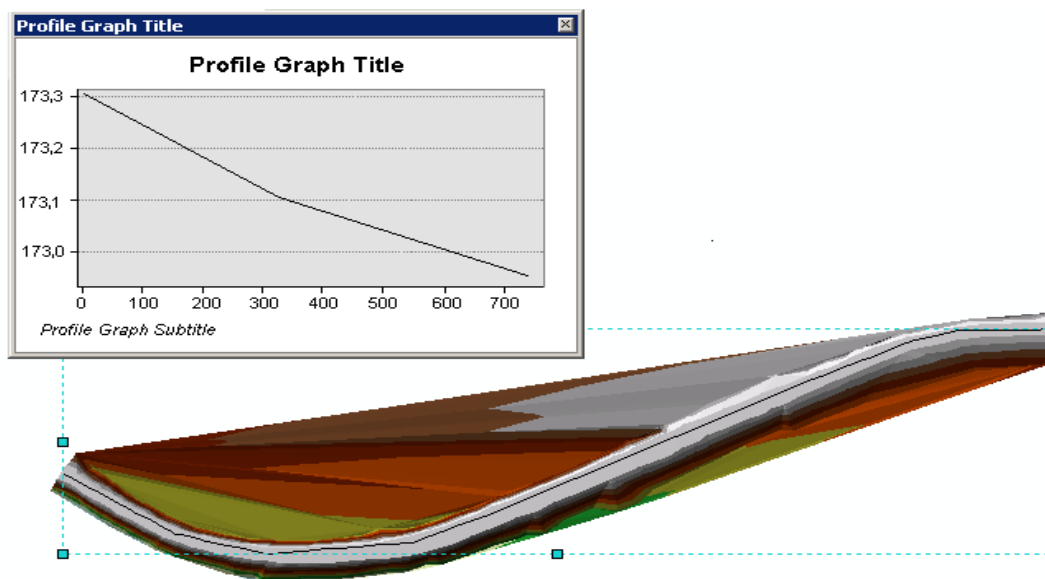


Рис. 5. Форма профілю ділянки залізничної колії

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Спираючись на певний об'єм земляних робіт і існуючі тарифи на виконання відповідних видів робіт, можна автоматизувати розрахунки техніко-економічних показників земляних робіт і вартості будівництва залізничних колій.

Висновки відповідно до статті. У результаті проведених досліджень була розроблена технологія синтезу функцій різних геоінформаційних систем, яка дозволяє автоматизувати:

- 1) процеси збору і аналізу вихідних даних;
- 2) камеральну обробку результатів геодезичних вимірювань з наступною побудовою топографічних карт (планів) і профілів;
- 3) створення тривимірної моделі місцевості;
- 4) вирішення складних інженерно-геодезичних завдань;
- 5) розрахунки техніко-економічних показників проєктів.

Також застосування запропонованої технології дозволяє оптимізувати строки проведення всіх етапів топографо-геодезичних і проєктних робіт, при цьому підвищуючи якість збору, обробки та систематизації даних.

Список використаних джерел

1. Effati M., Samadzadegan F., Rajabi M. A. Risk Analysis of Transportation Networks Using a Fuzzy Based Multi-Criteria Decision Making System. *1st Annual International Conference on Transportation and Logistics, Chiangmai*. 2009. P. 125-130.
2. Liqueste C., Kleeschulte S., Dige G.; Maes J., Grizzetti B., Olah B., Zulian G. Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study. *Environ. Sci. Policy*. 2015. Vol. 54. P. 268–280.
3. Балакірський В. Б., Захаров С. В., Литвиненко Ю. О., Куришко Р. В. Використання геодезичного обладнання та ГІС-технологій для формування геопросторових даних. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія Екологія*. 2014. Вип. 11. № 1140. С. 9-13.
4. Біда П. І. Використання ГІС-технологій у землевпорядному проєктуванні. *Український журнал прикладної економіки*. 2017. Т 2, № 2. С. 120-128.
5. Русіна Н. Г., Люльчик В. О. Програмне забезпечення геодезичних розрахунків у землеустрої. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія технічні науки*. 2019. № 1. Т. 30 (69). Ч. 2. С. 156-160.
6. Сайт Публічної кадастрової карти України. URL: <https://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>.
7. Сайт Публічної карти GISFile. URL: <http://gisfile.com/publicmap.htm?sl=UA>.
8. Паздрій І. М., Білінський Ю.В. Використання геоінформаційних систем для зображення рельєфу земної поверхні. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2006. Вип. 33. С. 301-309.
9. 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>.
10. Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» : Постанова Кабінету Міністрів України від 7 серпня 2013 р. № 646. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-%D0%BF>.
11. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98>.
12. Использование AutoCAD для решения профессиональных задач. Лабораторный практикум: учебное пособие. Харьков: ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2018. 195 с.
13. Пілічева М. О., Кінь Д. О., Поморцева О. Є. Інтеграція топографічної та кадастрової інформації базового набору геопросторових даних земельної ділянки. *Містобудування та територіальне планування*. 2018. № 66. С. 523-531.

References

1. Effati, M., Samadzadegan, F., Rajabi, M. A. (2009). Risk Analysis of Transportation Networks Using a Fuzzy Based Multi-Criteria Decision Making System. *1st Annual International Conference on Transportation and Logistics, Chiangmai*, 125-130.
2. Liqueste, C., Kleeschulte, S., Dige, G.; Maes, J., Grizzetti, B., Olah, B., Zulian, G. (2015). Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study. *Environ. Sci. Policy*, 54, 268–280.

3. Balakirskiy, V. B., Zakharov, S. V., Lytvynenko, Yu. O., Kuryshko, R. V. (2014). Vykorystannia heodezychnoho obladnannia ta HIS-tekhnologii dlia formuvannia heoprostorovykh danykh [Using of geodetic equipment and GIS technologies for the formation of geospatial data]. *Visnyk KhNU imeni V. N. Karazina. Seriiia Ekolohiia – Bulletin of V. N. Karazin KhNU. Ecology series*, 11, 1140, 9-13 [in Ukrainian].
4. Bida, P. I. (2017). Vykorystannia HIS-tekhnologii u zemlevporiadnomu proektuvanni [Using of GIS technologies in land planning]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky – Ukrainian Journal of Applied Economics*, 2, 120-128 [in Ukrainian].
5. Rusina, N. H., Liulchuk, V. O. (2019) Prohramne zabezpechennia heodezychnykh rozrakhunkiv u zemleustroi [Software of geodetic calculations in land management]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriiia tekhnichni nauky – Scientific notes of V. I. Vernadsky TNU. Technical Sciences Series*, 1, 30(69), 2, 156-160 [in Ukrainian].
6. Sait Publichnoi kadaastrovoi karty Ukrainy [Site of the Public Cadastral Map of Ukraine]. Retrieved from <https://map.land.gov.ua/kadastrova-karta> [in Ukrainian].
7. Sait Publichnoi karty GISFile [Public Map Website GISFile]. Retrieved from: <http://gisfile.com/publicmap.htm?sl=UA>.
8. Pazdrii, I.M., Bilinsky, Y.V. (2006). Viktoristannya geoinformacijnih sistem dlya zobrajennya reľefu zemnoi poverhni [Use of geoinformation systems to represent terrain surface]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia heohrafichna – Bulletin of the University of Lviv. The series is geographical*, 33, 301-309 [in Ukrainian].
9. Pro topografo-geodezichnu i kartografichnu diyalnist [On Topographical-Geodetic and Cartographic Activities]. № 353-XIV (December 23, 1998). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14>.
10. Deiaki pytannia realizatsii chastyny pershoi statti 12 Zakonu Ukrainy «Pro topografo-heodezichnu i kartografichnu diyalnist» [Some Issues of Implementation of Part 1 of Article 12 of the Law of Ukraine” On Topographical-Geodetic and Cartographic Activities”]. № 646 (August 7, 2013). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-%D0%BF>.
11. Instruktsiia z topografichnoho znimannia u mashtabakh 1:5000, 1:2000, 1:1000 ta 1:500 (HKNTA-2.04-02-98) [Topographic Survey Manual in Scales 1:5000, 1:2000, 1:1000 and 1:500 (GKNTA-2.04-02-98)]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98>.
12. Pomortseva, O. E. (2018). Ispol'zovanie AutoCAD dlya resheniya professional'nyh zadach. Laboratornij praktikum [Use AutoCAD to solve professional problems. Laboratory workshop]. Kharkiv: O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv [in Russian].
13. Pilicheva, M. O., Kin, D. O., Pomortseva, O. E. (2018). Intehratsiia topografichnoi ta kadaastrovoi informatsii bazovoho naboru heoprostorovykh danykh zemelnoi dilianky [Integration of topographic and cadastral data of the basic dataset of geospatial data of the land plot]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia – Urban Planning and Territorial Planning*, 66, 523-531 [in Ukrainian].

UDC 528:004.04:625.1

Olena Pomortseva, Maryna Pilicheva, Tetiana Anopriienko

THE TECHNOLOGY OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS USING IN THE SURVEYING DATA PROCESSING

Urgency of the research. In recent years in Ukraine in the field of geodesy and other related fields of science information technologies have been actively developed and implemented, which allow to accelerate the processes of solving scientific, technical and economic problems.

Target setting. Processing a significant amount of geodetic data is a labour-intensive process; therefore it is advisable to use geographic information technologies to automate desk processing of the results of topographic and geodetic surveys.

Actual scientific researches and issues analysis. Recent publications of scientists on this topic are devoted to the development of methodology and techniques for the use of geofomation technologies in the implementation of surveying, processing and creation of geospatial models of data.

Uninvestigated parts of general matters defining. The problem of using of popular software products such as Digitals, AutoCad and ArcGIS for desk processing of the geodetic measurements and the possibility of their application in these works is not well researched.

The research objective. The purpose of the research is the technology of processing the results of geodetic measurements using geofomation systems, in particular the software complexes Digitals, AutoCad and ArcGIS.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

The statement of basic materials. The technology of using the capabilities of the AutoCad Civil 3D and ArcGIS geoinformation systems in the automation of processes at all stages of topographic and geodetic works is presented. The expediency of using free Internet resources – Public cadastral map of Ukraine and map server "Public map GISFile" – at the stage of gathering and analyzing the output data for the area of work is proved. The rules and principles of building a geodatabase on the example of topographic and geodetic data of a railway section are given. The possibility of graphical representation of profiles as three-dimensional objects is shown. Engineering and geodetic tasks were solved using the developed geoinformation technology – the volume of earth-works of the railway section was determined and the technical and economic indicators of the project were calculated.

Conclusions. The technology of synthesis of functions of various geoinformation systems has been developed, which allows to automate: processes of gathering and analysis of initial data; cameral processing of geodetic measurements with subsequent construction of topographic maps (plans) and profiles; creation of a three-dimensional terrain model; solving complex geodetic engineering problems; calculations of technical and economic indicators of projects.

Keywords: geographic information system; topographic and geodetic data; desk works; geodatabase; automation.

Fig.: 5. References: 13.

Поморцева Олена Євгенівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна).

Pomortseva Olena – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Land Administration and Geoinformation System, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (17 Marshal Bazhanov Str., 61002 Kharkiv, Ukraine).

E-mail: elenapomor7@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4746-0464>

Пілічева Марина Олегівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна).

Pilicheva Maryna – PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Land Administration and Geoinformation System, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (17 Marshal Bazhanov Str., 61002 Kharkiv, Ukraine).

E-mail: maryna.pilicheva@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1733-7534>

Анопрієнко Тетяна Володимирівна – старший викладач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна).

Anopriienko Tetiana – Senior Lecturer of the Department of Land Administration and Geoinformation System, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (17 Marshal Bazhanov Str., 61002 Kharkiv, Ukraine).

E-mail: atatyana2017@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7143-0591>