

УДК 528.32.504.95

Казаченко Л.М.к.т.н., доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків**Мусянко І.В.**к.т.н., доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ТА РОБОТА ТАХЕОМЕТРА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТОВОЇ СПОРУДИ

Анотація. *Проектування лінійних споруд – автошляхів, мостів тощо, пов'язано з проведенням топографо-геодезичних вимірювань на місцевості. Це завжди займає багато часу, є дорогим і пов'язано з погодними умовами. Отримання вихідних даних для проектування лінійних споруд у важкодоступних місцях ускладнює вирішення задач. Використання новітнього геодезичного обладнання – робота – електронного тахеометра – сканера SX-10 дає змогу за короткий час отримати геодезичні дані об'єкта проектування. Використання ГІС-технологій, нових комп'ютерних програм під час обробки результатів геодезичних вимірів для подальшого проектування інженерних споруд дає змогу за короткий час і з високою точністю розробити проектні рішення. Усі проектні розрахунки ведуться в автоматичному режимі в комп'ютерних програмах, таких як Credo-Dat та Topomatik-Robur-Вишукування. Побачити результати проектних рішень – реконструкцію мостової споруди через Печенізьке водосховище – дає можливість побудова моделей місцевості і моделей інженерної споруди. Моделювання інженерної споруди в різних формах дає змогу прийняти остаточне вірне рішення і побачити, як виглядає проектна споруда у 3-D форматі. На етапі проектування замовник проекту має можливість наочно ознайомитись із цими результатами і погодити або не погодити проект. Це економить час проектних робіт та гарантує швидке отримання результатів.*

Ключові слова: *ГІС-технології, мостова споруда, робот тахеометр-сканер, тахеометричне знімання, сканування земної поверхні, сучасне програмне забезпечення, космічні знімки, інформаційні шари, геодезичні дані, реконструкція мостової споруди, водний об'єкт, отримання результатів програмування.*

Постановка проблеми

Отримання вихідних геодезичних даних для проекту реконструкції мостових споруд є дуже складними і залежать від доступності до них, погодних умов і пори року. Це завжди ускладнює проектування і потребує багато часу. Новітні геодезичні прилади і ГІС-технології у програмуванні вирішують задачі, здешевлюють роботу і економлять час.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми

Вирішенню цієї проблеми сприяли наукові розробки вчених [1; 2]. Автори [3; 4] говорять про екологічно безпечне землекористування і здійснення моніторингу земель [5], надають рекомендації щодо систем захисту еродованих ґрунтів [6; 7], пропонують застосування ГІС-технологій під час виявлення деградації ґрунтів.

Мета роботи

Сучасні ГІС-технології дозволяють виявити руйнування ґрунтового покриву та прогнозувати подальший розвиток негативних процесів. Здійснювати моніторинг розвитку зсувних процесів потрібно з певною періодичністю для запобігання та можливого попередження. Виявлення руйнування земної поверхні та припинення розвитку зсувних процесів є важливим, а попередження цих явищ і прогнозування їх виникнення є вкрай необхідним.

Результати досліджень

ГІС-технології спрощують задачі проектування мостових споруд, автомобільних шляхів, гідротехнічних споруд там, де важко здійснити отримання геодезичних даних на об'єкт проектування, та сприяють управлінню

складною територіальною інфраструктурою. Геоінформаційна система (ГІС) утворилася як засіб створення та актуалізації сучасного картографічного зображення, необхідного під час отримання повної і сучасної інформації про об'єкт проектування.

Під час проектування складних інженерних споруд – мостів, залізниць, автошляхів – потрібна сучасна деталізована інформація про об'єкт проектування, що виконується шляхом топографо-геодезичних вимірювань на місцевості. Ці роботи виконують інженери-геодезисти і землевпорядники, які виїжджають на місце розташування об'єкта, роблять топографо-геодезичні вимірювання і отримують набір геодезичних даних для подальшої їх обробки та використання під час проектування.

Сучасні ГІС-технології спрощують задачу в знаходженні об'єкта, використовуючи космічні знімки і дистанційне зондування Землі з космічного простору.

Задачею наукового дослідження **було** отримання комплексу інженерно-геодезичних вишукувань на об'єкт дослідження для виконання завдання «Реконструкція мостової споруди на ділянці км 46+798 автомобільної дороги державного значення Т-21-04 Харків-Вовчанськ-контрольно-пропускний пункт «Чугунівка», розташованої на території Старосалтівської об'єднаної територіальної громади Вовчанського району Харківської області».

Для реконструкції складаної мостової споруди через Печенізьке водосховище потрібно було виконати топографо-геодезичні вишукування – детальну висотну зйомку. Довжина моста по проекції на горизонталь складає між передніми гранями шафових стінок 156,74 м.

Ця мостова споруда застаріла, має ширину 7,6 м, тобто недостатню на сьогодні ширину для проїзду сучасних автомобілів, особливо великовантажних. Проїзд по мос-



Рис. 1. Космічний знімок об'єкта проектування

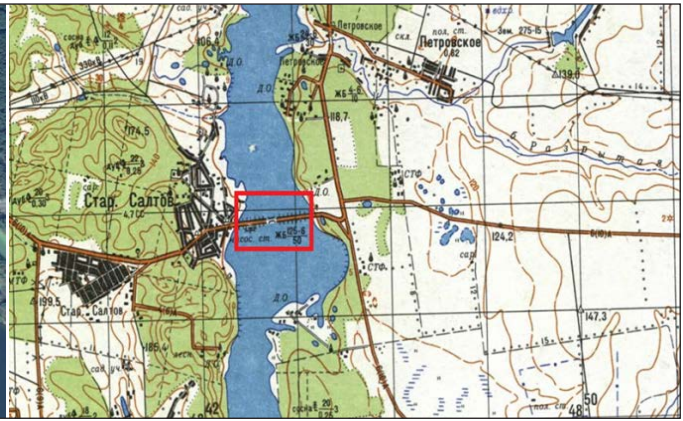


Рис. 2. Топографічна карта об'єкта- моста

ту здійснюється в одній полосі з одного боку, тому для двох великовантажних машин, які рушають у різних напрямках на зустріч один одному, немає достатньої ширини проїзду, що створює дуже великі незручності і займає певний додатковий час на рух.

Проведення землепорядних та топографо-геодезичних вишукувань виконується для отримання точних, повних та достовірних даних про об'єкт проектування – складної інженерної споруди – моста – через Печенізьке водосховище, тобто точок геодезичного зйомочного обґрунтування для побудови складної інженерної конструкції для розширення мостового шляху та прийняття подальших проектних рішень із його реконструкції.

Із метою отримання достовірної інформації про складну інженерну споруду – мостову конструкцію, план і профіль автодороги, земляного полотна, штучних споруд, існуючу ситуацію і рельєф місцевості, виконані топографо-геодезичні вишукування території.

Для виконання топографо-геодезичних вишукувань території інженерами-геодезистами та інженерами-землепорядниками завжди витрачається багато часу. Ці робо-

ти завжди вважалися багатоквиторисними. Але в складних умовах, таких як виконання топографо-геодезичного знімання мостових споруд, переправ, гідротехнічних споруд, не завжди є доступ до точок знімання території – не все можна було зняти приладами, заважали водні об'єкти, тому використання найсучаснішого геодезичного обладнання спрощує виконання таких задач.



Рис. 3. Фото мостової споруди під реконструкцію

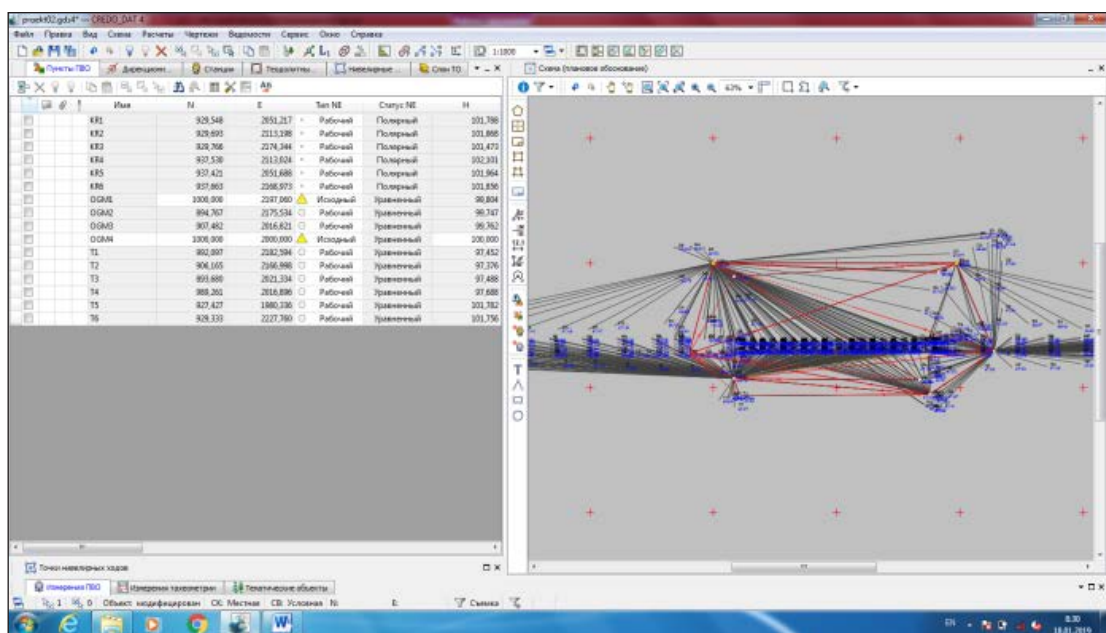


Рис. 4. Оцифровка точек із визначенням їх координат (у лівому куті вікна таблиця координат)

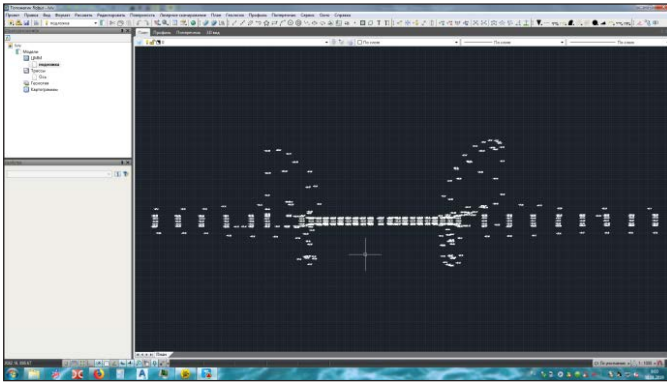


Рис. 5. Хмара точок, визначених роботом-сканером

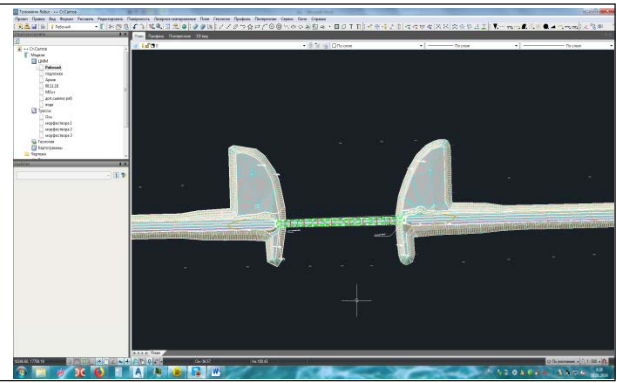


Рис. 6. Побудова мостової споруди

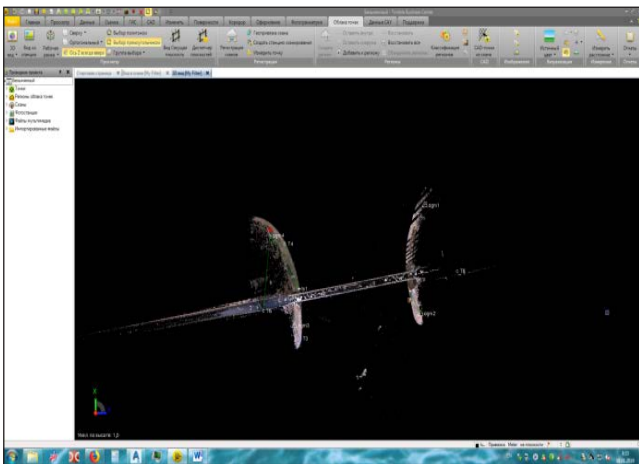


Рис. 7. Креслення бетонних опор

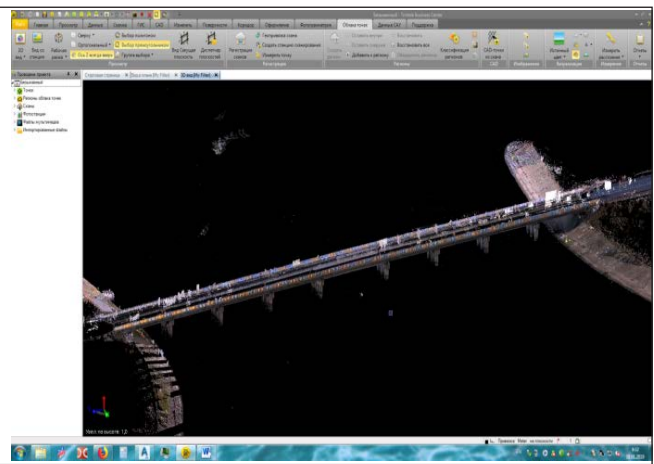


Рис. 8. Креслення мостової споруди 2D формати

Визначення планово-висотного положення центрів пунктів знімальної мережі виконано з використанням ГНСС із застосуванням геодезичних GPS-приймачів фірми виготовлювача Trimble. Сучасні геодезичні прилади та геоінформаційні системи дуже швидко витіснили класичні теодоліти, нівеліри, пластики, олівці, пера.

Застосовуються сучасні геодезичні прилади, сучасне комп'ютерне забезпечення, електронні засоби, призначені для більш точного і швидкого видання картографічного зображення не тільки в паперовій формі, а також і в електронній.

До сучасних геодезичних приладів, які здійснюють топографо-геодезичне знімання території за лічені хвилини, відноситься електронний тахеометр-сканер SX-10.

Цей прилад – високоточний тахеометр – робот, швидкісний сканер із трьома відкаліброваними камерами без окулярів та навідних гвинтів; є тільки одна кнопка включення і вимкнення приладу. Прилад роботизований, тобто настройки і всю роботу виконує сам згідно із заданою програмою. Людина управляє цим приладом за допомогою планшета, при цьому електронний тахеометр-сканер працює без людини, самостійно, знімає всю територію за лічені хвилини.

Робота тахеометру-сканеру SX-10 полягає в тому, що прилад сканує всю земну поверхню, обертаючись круг своєї осі на 360°, визначає самостійно точки знімання в безвідбиваючому режимі. Прилад створює хмару точок, оцифровує їх самостійно (рис.4), при цьому створюється безліч точок – так звана хмара точок (рис. 5).

Хмара точок зйомки об'єкта виникає після оброблення результатів топографо-геодезичних вимірювань на місцевості тахеометром – сканером. На рис. 5 можна

побачити безліч отриманих точок мостової споруди, залізобетонних опор, дамби.

Правильність нанесення та характеристик інженерних підземних комунікацій підтверджена в експлуатуючих ці комунікаційні організації.

Робота цього геодезичного приладу проводиться через планшет по Wi-Fi на відстані 800м. Електронний тахеометр-сканер SX-10 працює з точністю до 1'.

Подальша обробка результатів тахеометричної зйомки тахеометру-сканеру виконувалася в програмі Credo-Dat та **Topomatik-Robur**-Вишукування.

У програмі Credo-Dat урівнювали результати геодезичного знімання тахеометра-сканера SX10.

Після урівнювання отриманих результатів занесли з програми отриманий файл формату –top, і цей файл перенесли в програмне забезпечення **Topomatik-Robur**-Вишукування для подальшої обробки. Після отримання результатів – геодезичних даних на території дослідження згідно з абрисом, складеним у час знімання території, – побудували необхідні креслення (рис. 6).

Інженерні підземні комунікації знімалися за вказівниками і по виходах на поверхню. Визначено призначення прокладок, їх кількість, діаметр та матеріал, комунікації до початку мосту (кабельна каналізація, гл. 0,7- 1,0 м. Каналізація 2 канали а/ц. ВОЛЗ 2 шт. МРМ 1Ч2хЧ1.2 1шт. МКС 4Ч4Ч1,2 1шт. МКПВ 1Ч4Ч1,2 1 шт.; КЛ-10кВ не діюча гл. 0,6-0,7м).

Комунікації, які проходять через міст: кабель зв'язку в сталевій трубі 50 – підвищена; кабель зв'язку в сталевій трубі 100 – підвищена; кабель зв'язку в сталевій трубі 50 – підвищена бетонними плитами.

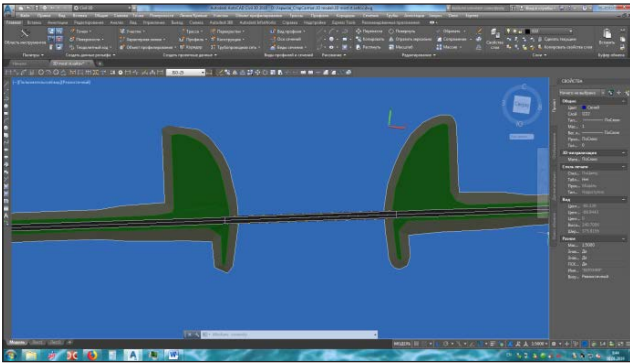


Рис. 9. Макет мостової споруди під реконструкцію

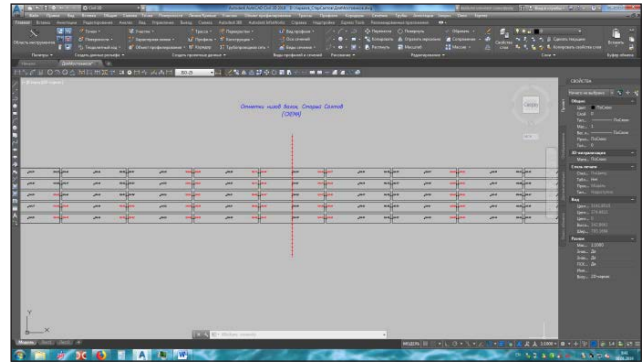


Рис. 10. Схема отримання висот низу балок

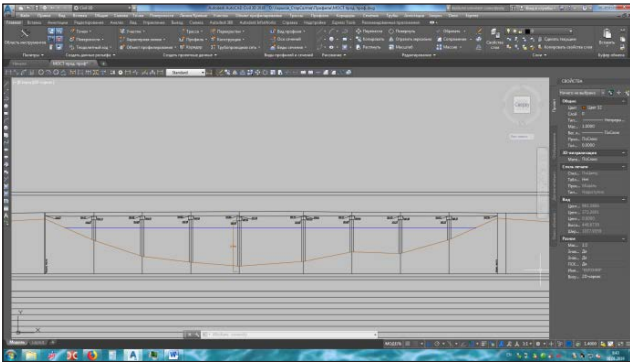


Рис. 11. Побудова повздовжнього профілю траси моста

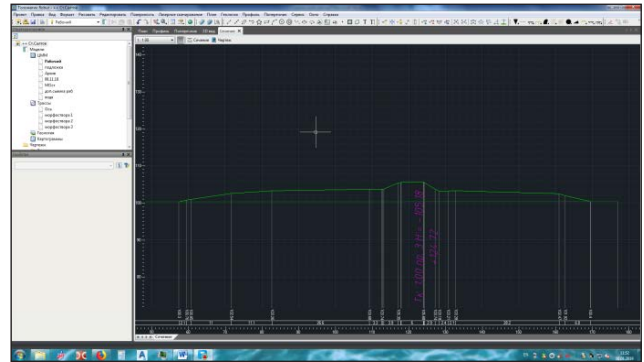


Рис. 12. Поперечний профіль траси моста

Правильність нанесення та характеристик інженерних підземних комунікацій підтверджена в експлуатуючих ці комунікації організаціях.

Подальша обробка тахеометричної зйомки виконувалася в програмі **Topomatik-Robur**-Вишукування, яка призначена для використання на ПК. Для роботи необхідно установити в USB-порт комп'ютера ключ HASP.

Програма **Topomatik-Robur**-Вишукування має такі функціональні можливості:

- перенесення і розпізнавання геодезичних даних із цифрових геодезичних приладів;
- розрахунок геодезичних координат полотна дороги для побудови траси дороги;
- розрахунок крайніх точок траси для винесення проектних рішень у природу (на місцевість);
- розрахунок полігонометрії, тахеометрії, нівелювання;
- розрахунок обсягів виконуваних земляних робіт (за поперечними профілями та картограмою);
- розрахунок рихтувань автомобільних кривих;
- розрахунок координат точок для складання планів, креслень, профілів;
- створення ЦММ цифрової моделі місцевості;
- створення ЦММ цифрової моделі мостової конструкції;
- оформлення планшетів;
- трасування автомобільних доріг;
- створення поздовжніх і поперечних профілів;
- нанесення геологічних контурів на повздовжній і поперечний профілі;
- редагування креслень.

Переваги Комп'ютерної програми **Topomatik-Robur**-Вишукування:

- єдність моделі;
- пряме експортування об'єктів у програмне забезпечення Autocad і інші відомі і частіше використовувані програми;

- багатифункціональність, пов'язана з польовим кодуванням (бровок, насипів, подошв, канал, ЛЕП);
- оформлення відкосів в умовних знаках;
- програма рекомендована для лінійних інженерних вишукувань, транспортного будівництва.

Занесені дані вишукувань дозволяють будувати в програмі повздовжні і поперечні профілі траси.

У програмі **Topomatik-Robur**-Вишукування отримали розрахунки висоти низу балок (рис. 10).

Моделювання інженерних конструкцій для будівництва будь-яких споруд за допомогою ГІС-технологій дає набагато більше можливостей у наш час. Це і моделювання дорожнього одягу для будівництва і реконструкції автомобільних доріг, мостів, гідротехнічних споруд, різного виду опор під будь-яку конструкцію.

У нашому дослідженні для реконструкції існуючої мостової конструкції на ділянці – км 46+798 автомобільної дороги державного значення Т-21-04 Харків-Вовчанськ-контрольно-пропускний пункт «Чугунівка» ми використовували моделювання. Спочатку в програмі **Topomatik-Robur** за отриманими даними шляхом сканування поверхні роботизованим тахеометром сканером **SX10** побудували каркас мостової споруди для її реконструкції (рис. 13).

Далі після обробки отриманих даних і занесених та оброблених за допомогою програмного забезпечення отримали цифрове зображення місцевості, або мостової конструкції, або висоти, ширини моста, або просто модель місцевості в 3-D зображенні.

Інженерні розрахунки за допомогою програми виконуються з великою точністю. На екрані бачимо поступове конструювання мостової споруди (рис. 14) починаючи з визначення висоти вертикальних опор, ширини траси, ширини поперечних опор. У програмному забезпеченні передбачена функція – конструювання і моделювання інженерних конструкцій.

Обрисовка моста, опор, залізобетонних конструкцій, уловлюючих стінок траси велась шляхом програмування,

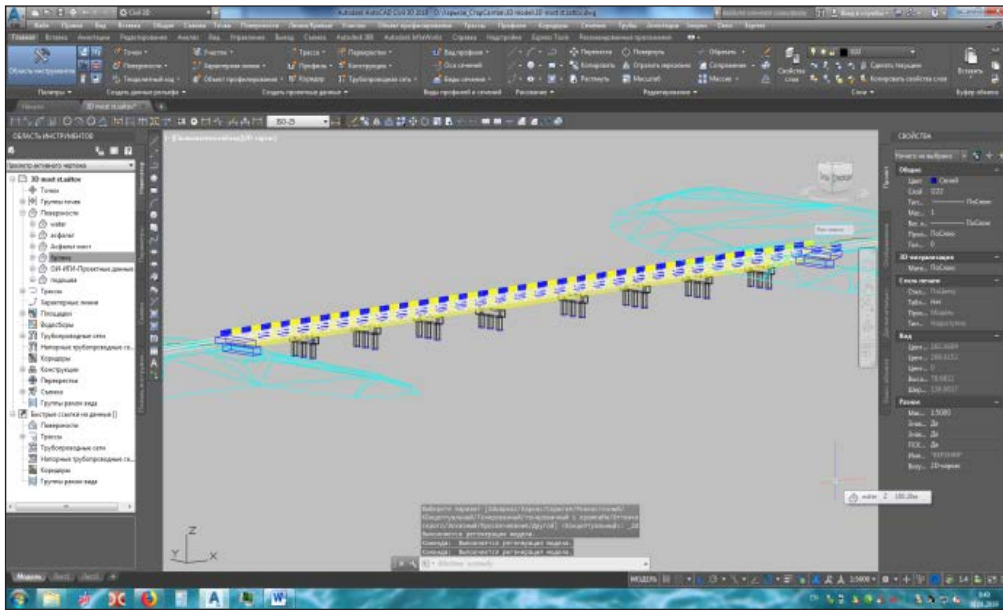


Рис. 13. Каркас мостової конструкції для моделювання

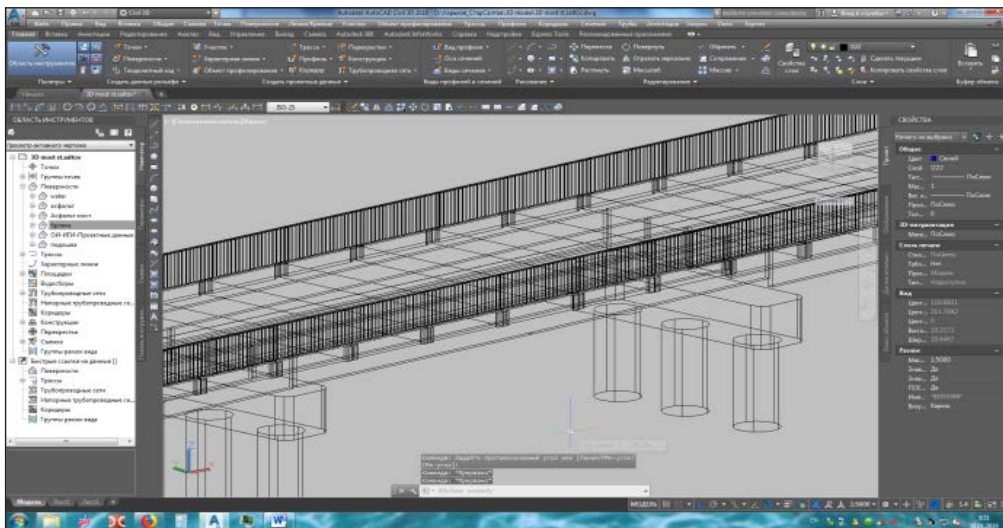


Рис. 14. Конструювання мостової споруди в програмі

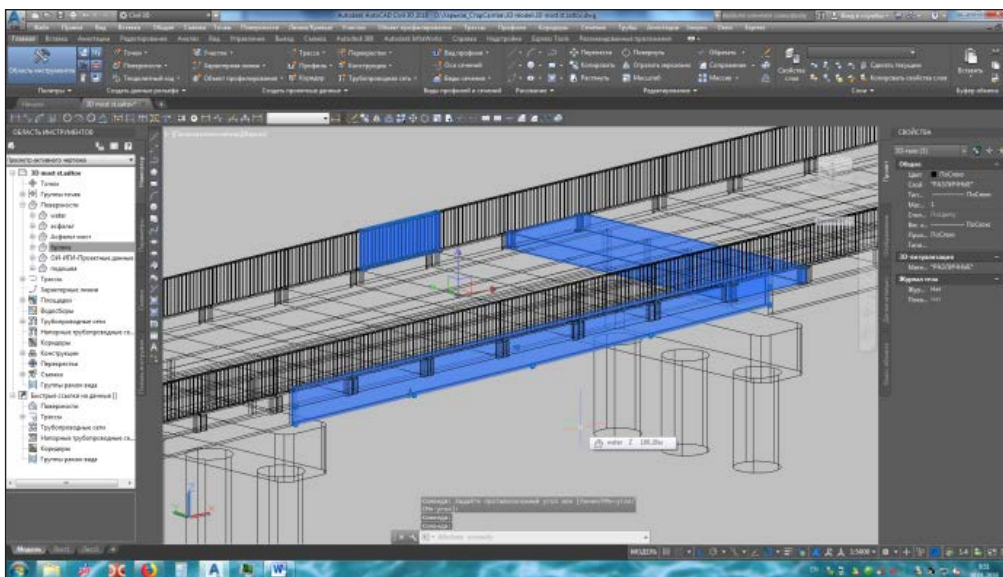


Рис. 15. Конструювання висоти дорожнього одягу траси мостової споруди

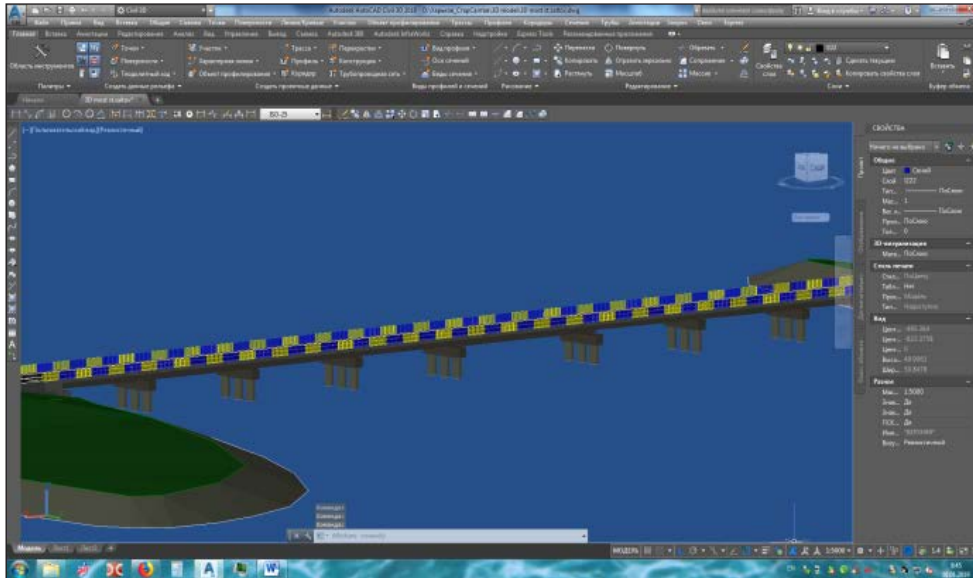


Рис. 16. Цифрове зображення місцевості та мостової конструкції

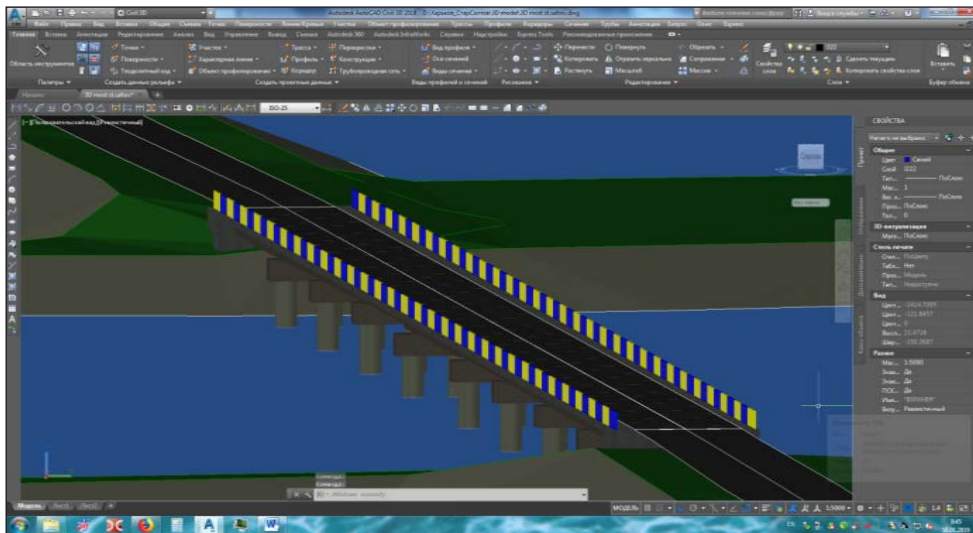


Рис. 17. Моделювання мостової споруди у форматі 3-D зображення

з постійним уточненням вихідних даних та проектних розрахунків. Закладалися вихідні дані існуючих інженерних споруд мосту та дамби, і шляхом моделювання були отримані різні зображення проектних споруд.

Далі в програмному забезпеченні були враховані ширина і товщина залізобетонних конструкцій для потовщення та додаткового укріплення (рис. 15), також у програмному забезпеченні було враховано ширину проїжджої частини мостової споруди для безпечного руху автотранспорту.

Програма визначає і висоту мосту. Візуалізація і побудова цифрової моделі за допомогою комп'ютерної програми дає уявність про подальшу реконструкцію складної інженерної споруди – мостової конструкції.

У програмі Топоматік Робур отримали цифрове зображення місцевості та мостової конструкції: висоти, ширини моста, модель місцевості в 3-D зображенні.

Шляхом моделювання місцевості в 3-D зображенні отримали модель реконструкції мостової споруди на ділянці – км 46+798 автомобільної дороги державного

значення Т-21-04 Харків-Вовчанськ-контрольно-пропускний пункт «Чугунівка», що розташована на території Старосалтівської об'єднаної територіальної громади Вовчанського району Харківської області.

Висновки

GIS-технології спрощують задачі проектування мостових споруд, автомобільних шляхів, дозволяють швидко, з високою точністю і економією часу і коштів вирішити ряд завдань.

Застосування геодезичних вимірювань в автоматичному режимі у важкодоступних містах роботом тахеометром-сканером SX10 дозволили отримати високоточні дані в лічені хвилини.

Обробка результатів у програмах Credo-Dat та Топоматік Робур дозволила побудувати проектну трасу складної мостової конструкції для подальшої її реконструкції.

Побудовані 3-D модель місцевості та мостової споруди в програмному забезпеченні дає уявлення про реконструкцію та виконання комплексу завдань.

Література

1. ДБН А. 2.1-1-2014 «Інженерні вишукування для будівництва».
2. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000 – 1:500. (ГКНТА-2.04-02-98).
3. Інструкція про порядок контролю і приймання топографо-геодезичних та картографічних робіт. *Укргеодезкартографія*, № 19 від 17.02.2000 р.
4. Інструкція з обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі України. *Укргеодезкартографія* № 23 від 29.02.2000 р.
5. Інструкція про умови і правила виконання аерофотознімальних, топографо-геодезичних, картографічних робіт, кадастрових знімачів суб'єктами підприємницької діяльності, порядок видачі ліцензій та контроль за їх дотриманням (ДКНТА-2.07.01-93).
6. Правила безпеки під час проведення вишукувань автомобільних доріг (Київ-2001 р.)

References

1. DBN A. 2.1-1-2014 «Inzhenerni vyshukuvannia dlia budivnytstva».
2. Instrukttsiia z topografichnoho znimannia u masshtabakh 1:5000 – 1:500. (HKNTA-2.04-02-98).
3. Instrukttsiia pro poriadok kontroliu i pryimannia topografo-geodezychnykh ta kartografichnykh robot. *Ukrheodezkartohrafiia*, № 19 vid 17.02.2000 r.
4. Instrukttsiia z obstezhennia ta onovlennia punktiv Derzhavnoi geodezychnoi merezhi Ukrainy. *Ukrheodezkartohrafiia* № 23 vid 29.02.2000 r.
5. Instrukttsiia pro umovy i pravyla vykonannia aerofotoznymalnykh, topografo-geodezychnykh, kartografichnykh robot, kadastrovykh znyman subiektamy pidpriemnytskoi diialnosti, poriadok vydachi litsenzii ta kontrol za yikh dotrymanniam (DKNTA-2.07.01-93).
6. Pravyla bezpeky pid chas provedennia vyshukuvan avtomobilnykh dorih (Kyiv-2001r.)

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И РОБОТА-ТАХЕОМЕТРА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. Проектирование линейных сооружений – автодорог, мостов и тому подобное связано с проведением топографо-геодезических измерений на местности. Это всегда занимает много времени, является дорогим и связано с погодными условиями. Получение выходных данных для проектирования линейных сооружений в труднодоступных местах усложняет решение задач. Использование новейшего геодезического оборудования – робота – электронного тахеометра – сканера SX-10 дает возможность за короткое время получить геодезические данные объекта проектирования. Использование ГИС-технологий, новых компьютерных программ во время обработки результатов геодезических измерений для дальнейшего проектирования инженерных сооружений дает возможность за короткое время и с высокой точностью разработать проектные решения. Все проектные расчеты ведутся в автоматическом режиме в компьютерных программах, таких как Credo-Dat и Topomatik-Robur- изыскания. Увидеть результаты проектных решений – реконструкцию мостовой сооружения через Печенежское водохранилище – дает возможность построения моделей местности и моделей инженерного сооружения. Моделирование инженерного сооружения в разных формах дает возможность принять окончательное верное решение и увидеть, как выглядит проектное сооружение в 3-D-формате. На этапе проектирования заказчик проекта имеет возможность наглядно ознакомиться с этими результатами и согласовать или не согласовать проект. Это экономит время проектных работ и быстрое получение результатов.

Ключевые слова: ГИС-технологии, мостовая, сооружение, робот тахеометр-сканер, тахеометрическая съемка, сканирование земной поверхности, современное программное обеспечение, космические снимки, информационные слои, геодезические данные, реконструкция мостового сооружения, водный объект, получение результатов программирования.

Казаченко М.Л.

к.т.н., доцент кафедры проектирования дорог, геодезии и землеустройства,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков

Мусиенко И.В.

к.т.н., доцент кафедры проектирования дорог, геодезии и землеустройства,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков

APPLICATION OF GIS- OF TECHNOLOGIES AND ROBOT OF TACHEOMETRIC FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGE CONSTRUCTION

Summary. Linear civil engineering – motorways, bridges, and others like that it is related to realization of the monograf-geodesic measuring on locality. It always occupies plenty of time, is expensive and related to the weather terms. The receipt of weekend of data for the linear civil engineering in difficult of access places complicates the decision of tasks. Use of the newest geodesic equipment – robot – electronic tacheometer – scintiscanner of SX – 10 gives an opportunity for short time to get geodesic data of planning object. Use of GIS – of technologies, new computer programs during treatment of results of the geodesic measuring for the further engineering civil engineering gives an opportunity for short time and with high exactness to work out project decisions. All project calculations are conducted in the automatic mode in the computer programs, such as Credo – Dat and Topomatik – Robur are researches. To see the results of project decisions – the reconstruction of building roadway through the Печенежское storage pool is given possibility construction of models of locality and models of engineering building. The design of engineering building in

different forms gives an opportunity to accept a final faithful decision and see as project building looks in 3-D format. On the stage of planning the customer of project has the opportunity evidently to become familiar with these results and co-ordinate or not co-ordinate a project. It saves time and rapid receipt of results project works.

Key words: GIS technologies, bridge construction, robot, geometric scanner, tacheometric removal, scanning of the earth's surface, modern software, space images, information layers, geodetic data, reconstruction of a bridge structure, water object, obtaining programming results.

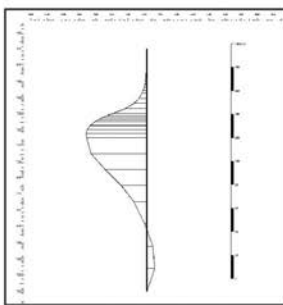
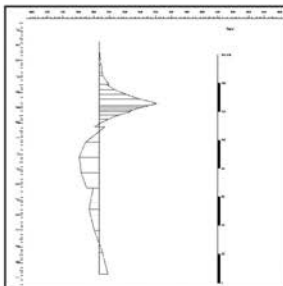
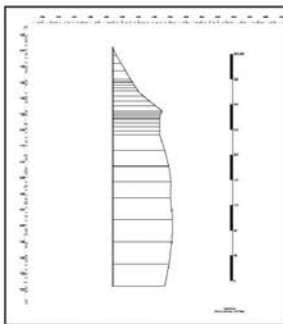
Kazachenko L.M.

Ph.D., Associate Professor of the Department of Highway Design, Geodesy and Land Management, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

Musienko I.V.

Ph.D., Associate Professor of the Department of Highway Design, Geodesy and Land Management, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

Сектор спеціальних споруд.



1. Експертиза проектних рішень з влаштування протизсувних заходів.
2. Виконані дублюючі розрахунки стійкості схилу у різних умовах його снування та за різними даними інженерно-геологічних вишукувань.
3. Аналіз проектних рішень щодо влаштування підпірних стін та заходів по водовідведенню.
4. Надані рекомендації по укріпленню схилів.
5. Виконання дублюючих розрахунків стійкості огороження котлованів.
6. Вибірковий контроль конструктивно-технологічних параметрів огороження.
7. Контроль поярусної розробки ґрунту котловану.
8. Вибірковий контроль міцності бетону «стіни в ґрунті».
9. Фіксація дефектів та розробка пропозицій з їх усунення.
10. Виконання щомісячного аналізу деформацій будинків, що оточують забудову.



Тел.: (044) 248-06-21, Факс.: (044) 248-88-84
e-mail: sector.spsp@gmail.com, www.ndibv.kiev.ua

