

ных металлов при добыче и переработке. Дисс. докт техн. наук. - Киев, 1993.

6. **Дрига В.В.** Исследование и классификация факторов, влияющих на геофизический мониторинг массовой доли магнетита в горной массе / **В.В.Дрига** // Вісник Криворізького технічного університету. Кривий Ріг, 2006. – Вип.14. – С.150-153.

7. **Азарян В.А.** Управление качеством в рудопотоках железорудных карьеров Украины» - материалы 6 международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании», Варна, 4-10 июня 2010 г.

8. **Азарян А.А., Колосов В.А., Ломовцев Л.А., Учитель А.Д.** Качество минерального сырья. – Кривой Рог: Минерал, 2001 – 201 с.

9. **Бызов В.Ф., Вилкул Ю.Г., Максимов И.И.** Об усреднении качества руд при объединении грузопотоков / *Металлургическая и горная промышленность.* – 1982. - №2. - С. 64-65.

10. **Азарян В.А., Трачук А. А.** Обоснование геометрических и технологических параметров системы оперативного контроля качества исходной руды и продуктов обогачения // *Материалы 3-ой международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании».*-Варна 2007 Т.1.-с.487-491.

11. **Азарян В.А.** Анализ влияния технологических факторов на себестоимость производства железорудных ГО-Ков Украины. Сборник трудов КТУ, Кривой Рог, 2009 г.

12. **Жеребцов А.С., Троп А.Е., Зобнин Б.Б.** К измерению содержания магнетита в потоке руды. – Изв. вузов. Горный журнал, 1974. – №7.

13. Система автоматического контроля качества железорудного сырья в конвейерных потоках (СКРП), Интернет-сайт ООО ИПП «Уралрудоавтоматика». <http://uralrudoavtomatika.ru/>

14. **Белявский Ю.В., Старцев Н.В.** Индуктивный датчик с равномерным магнитным полем. – Изв. вузов. Горный журнал, 1971. – №4.

15. **Владимиров Д.Я., Клебанов А.Ф., Перепелицын А.И.** Система диспетчеризации "КАРЬЕР": от мониторинга большегрузных автосамосвалов к управлению горно-транспортным комплексом и оптимизации горных работ в карьере. "Горная промышленность" №4 - 2004

16. **Федоров М.Ю.** Основные технические и конструктивные принципы ренгенометрических сепараторов РАДОС» *Материалы 3 международной научно-технической конференции «Рентгенометрическая сепарация минерального сырья и техногенных отходов».* Г. Екатеринбург. 2007. с.70-79

17. **Федосеев В.А.** Экономика обогащения железных руд. Изд-во «Наука», Ленингр. От., 1-112

18. **Бастан П.П.** Усреднение руд как эффективное средство использования недр. В сб.: *Вопросы рудничной геологии.* - Белгород: ВЮГЕМ. -1970. -С. 14-16.

19. **Баранов А.Н., Марков А.П., Смирнов А.А., Тузов Ю.В.** Оперативный элементарный анализ металлосо-держающих природных и техногенных материалов. Электронное научное издание «ГЕОразрез»[http:// georazrez.unidubna.ru](http://georazrez.unidubna.ru)

20. **Галиев С.Ж., Бояндинова А.А., Астраханцев В.А., Жусупов К.К.** Структура и организация информационного обеспечения автоматизированной системы диспетчеризации работы экскаваторно-автомобильного комплекса «АДИС-Авто» // *Научно-техническое обеспечение горного производства: Сб. научн. тр. ИГД им. Д.А. Кунаева.* Т. 72. Алматы, 2006. С. 138–143.

Рукопись поступила в редакцию 12.03.14

УДК 528.8.042:622.2

В.Д. СИДОРЕНКО, д-р. техн. наук, проф., М.В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц.,
О.Л. ТОПЧІЙ, М.П. СЕРГЄЄВА, Криворізький національний університет,
В.Я. КОВТУН, НВП «УКРКОВІД», ДП «УКРГЕОДЕЗМАРК ПАТ КИЇВМЕТРОБУД»,
корпорація УКРМЕТРОТУНЕЛЬБУД,
Ю.Л. СЕРЕБРЯНИЙ, С.П. ВОЛЧКО, канд. техн. наук, НВФ «ДОКА»

КОМПЛЕКСНІ ПРОГРАМИ КАМЕРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНУВАННЯ

Розглянуто особливості камеральної обробки наземного лазерного 3D-сканування, які базуються на створенні комплексних програмних продуктів, що дозволяють одночасно вирішувати завдання управління лазерним сканером та обробкою отриманих результатів в системі автоматизованого проектування.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Програмне забезпечення камеральної обробки польових вимірювань базується на створенні комплексних програмних продуктів, що дозволяють одночасно вирішувати завдання управління наземним лазерним сканером, обробки отриманих результатів, що і включають функції систем автоматизованого проектування, наприклад: порівняння реальної моделі із проектною і виведення графічної інформації про наявні розбіжності; редагування векторної тривимірної моделі; створення моде-

лі у вигляді *Solid* різної форми, тобто у вигляді твердого тривимірного тіла, а не набору полігонів і структурних ліній і ін.

Аналіз досліджень та публікацій. Програмне забезпечення, призначене для керування наземним лазерним сканером, є невід'ємною частиною приладів, тому що враховує різного роду помилки в результатах вимірів (наприклад, постійні і закономірні помилки віддалеміра, ексцентриситети вісей обертання і інші). Виробники наземних лазерних сканерів пропонують своє програмне забезпечення для керування сканером і обробки результатів сканування. При цьому більшість програм обробки дозволяє вирішувати прикладні завдання в різних областях народного господарства. На основі аналізу програм, призначених для керування сканером і обробки даних наземного лазерного сканування, і практичного досвіду їх застосування рекомендується при виборі програмного забезпечення для розв'язання конкретних завдань враховувати їхні функціональні можливості, зручність інтерфейсу і швидкість виконання тих або інших операцій.

Постановка завдання. Для прискорення маркшейдерсько-геодезичних робіт, а також для підвищення інформативності отримуваних при цьому даних, пропонується використовувати технологію тривимірного наземного сканування при розв'язуванні задач геоінформаційного забезпечення інфраструктури гірничо-видобувного підприємства. Створення високоточної технології тривимірного наземного лазерного сканування на автомобільній дорозі «Техбаза - кладовище «Західне», яка знаходиться на віддаленні 1300 м від залізничного переїзду у напрямку кладовища, знаходиться на території гірничого відводу шахтоуправління по підземному видобуванню руди (на правах шахт) ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і проходить над виробленим простором шахти «Родіна» ПАТ «Криворіжзалізорудком». Розміри виробленого простору: довжина в площині пласта -360 м; глибина від 900 до 1140 м; потужність по нормалі -75 м, по вертикалі -100 м. Розробка інтерактивної системи у вигляді окремого програмного середовища, що дозволяє оперувати великими об'ємами польових даних.

Викладення матеріалу та результати. Програмні продукти, застосовувані в технології лазерного сканування, залежно від їхнього функціонального призначення можна розділити на наступні групи: керуюче програмне забезпечення, програмне забезпечення для створення єдиної точкової моделі, програмне забезпечення для побудови тривимірних моделей і двовимірних креслень за даними сканування і комплексне програмне забезпечення (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація програмних продуктів, застосовуваних при наземному лазерному 3D-скануванні, по функціональному призначенню

Програмне забезпечення	Призначення програмного забезпечення
Керуюче програмне забезпечення	Керування сканером для завдання роздільної здатності сканування, сектору сканування шляхом візуального вибору об'єктів, режиму сканування, режиму роботи цифрової камери; візуалізація сканів у режимі реального часу; контроль отримуваних результатів; налаштування і калібрування сканера; тестування сканера, виявлення можливих несправностей; облік помилок, пов'язаних із впливом зовнішніх умов навколишнього середовища; об'єднання сканів; зовнішнє орієнтування сканів; експорт результатів сканування.
Програмне забезпечення для створення єдиної точкової моделі	Об'єднання сканів; зовнішнє орієнтування сканів; редагування точкової моделі; сегментування і розрідження; візуалізація точкової моделі; експорт і друк.
Програмне забезпечення для побудови тривимірних моделей і двовимірних креслень за даними сканування	Створення по масиву точок нерегулярної триангуляційної мережі (<i>TIN</i>) і <i>NURBS</i> -поверхні; редагування <i>TIN</i> ; створення моделі об'єкта за допомогою геометричних примітивів; профілювання; побудова креслень; проведення вимірів (довжин, діаметрів, площ, об'ємів об'єктів); візуалізація побудованої моделі; автоматизовані механізми створення креслень; побудова ізольованих; можливість порівняння побудованої моделі із проектною; текстурування тривимірної моделі; експорт і друк результатів обробки даних наземного лазерного сканування.
Комплексне програмне забезпечення	всі функції керуючого програмного забезпечення; створення точкової моделі; побудова тривимірних моделей і двовимірних креслень по даним наземного лазерного сканування.

Вибір області і роздільної здатності сканування. Дані функції необхідні, по-перше, для того, щоб скоротити час роботи сканерної станції, по-друге, це дозволяє зменшити об'єм отриманої інформації. У більшості випадків спочатку зйомку території навколо сканера виконують по параметрах, рекомендованим заводом-виготовлювачем. Ця зйомка зветься «оглядове» або

«панорамне» сканування. Потім більш детально (з більш високою роздільною здатністю) знімають область, яка цікавить і яка являє собою частину всього поля зору лазерного сканера.

Залежно від моделі сканера, вибір області сканування здійснюється одним зі способів: шляхом уведення чисельних параметрів, що представляють собою початкові і кінцеві значення кутів сканування по горизонталі і вертикалі; по цифровій світлинці або відеозображенні, отриманих за допомогою вбудованої в наземний лазерний сканер камери; по «оглядовому» або «панорамному» скану, отриманому на даній точці стояння сканера.

У кожному програмному продукті реалізовано кілька способів завдання області сканування.

При використанні першого способу ділянка сканування фактично задається координатами його кутів у полярній системі координат скана. У цьому випадку область сканування являє собою прямокутник. При використанні двох інших способів зону сканування можна задати у вигляді полігона довільної форми.

Деякі програмні продукти дозволяють одночасно вказати кілька областей сканування і для кожної з них вибрати індивідуальну роздільну здатність зйомки. При цьому після запуску сканера буде послідовно виконуватися сканування кожної ділянки без втручання оператора. Для кожної області можна задати або кількість повторних сканувань при реалізації в наземному лазерному скануванні безперервного способу обертання головки і скануючої призми, або число вимірів на кожену точку у випадку крокового способу повороту скануючих елементів. Дана функція дозволяє зменшити величину випадкових помилок у результатах сканування. Як показали практичні дослідження, збільшення кількості даних параметрів (понад дев'яти) не приводить до підвищення точності, однак при цьому зростає час сканування. Роздільна здатність сканування залежно від видалення об'єкта зйомки щодо сканера можна задавати як у кутовий, так і в лінійній мірі.

Візуалізація сканів. У різних керуючих програмних продуктах візуалізація сканів здійснюється в 2D або 3D режимі. Дана функція дозволяє в *on-line* режимі контролювати процес зйомки (якість і детальність) і визначати «мертві» зони при скануванні.

Облік метеорологічних параметрів і введення параметрів калібрування наземного лазерного сканування є дуже важливими функціями при виконанні високоточних робіт за допомогою лазерних сканерів, тому що дозволяють виключити помилки сканування, викликані впливом атмосфери, і інструментальні похибки приладу.

Зовнішнє орієнтування сканів. У перших версіях багатьох керуючих програмних продуктів не були реалізовані алгоритми зовнішнього або взаємного орієнтування сканів, що викликало певні труднощі при подальшому використанні результатів сканування. У цьому випадку для приведення сканів у задану систему координат необхідно було виконати експорт отриманих сканерних даних в інші програмні продукти, що вимагало значних тимчасових витрат. У наш час зовнішнє орієнтування сканів виконується в керуючому програмному забезпеченні. Крім того, деякі виробники пропонують додаткові модулі до керуючого програмного забезпечення для зрівнювання сканів. У наш час найбільш потужним програмним продуктом для обробки даних наземного лазерного 3D-сканування з метою побудови тривимірних моделей є програмне забезпечення «CycloneSCAN». Основна частина робіт у технології побудови тривимірних моделей об'єктів ситуації і рельєфу по даним наземного лазерного сканування припадає на камеральну обробку результатів зйомки, виконаної за допомогою наземного лазерного 3D-сканування.

Програмне забезпечення «CycloneSCAN» призначене для побудови тривимірних моделей у вигляді геометричних примітивів, *Mesh*-поверхні, а також структурних ліній об'єктів. Крім того, у цьому програмному продукті реалізовані функції, що дозволяють створювати векторну модель у вигляді плоских креслень. Для побудови тривимірних векторних моделей у програмному забезпеченні «CycloneSCAN» використовуються наступні режими: автоматичний; напів-автоматичний; інтерактивний. Сутність даних режимів для побудови тривимірних векторних моделей полягає в наступному.

Автоматичний режим побудови тривимірної моделі об'єкта. При використанні даного режиму виконується аналіз точкової моделі навколо обраної точки, на основі чого здійснюється вбудовування геометричного примітива в масив точок. Реалізація даної функції в програмному продукті «CycloneSCAN» полягає в наступному. На першому етапі за допомогою функції *Create Object→Region Grow* виділяється масив точок і вказується тип примітива, що вбудовується. Потім виводиться вікно з розрахованими параметрами примітива, а на точковій моделі в білий

колір розфарбовуються точки, прийняті в обробку. У вікні приводяться кількість точок, прийнятих в обробку при побудові примітива, його геометричні параметри, середня квадратична помилка вписування і час виконання розрахунків.

Програмне забезпечення «CycloneSCAN» дозволяє операторові при вбудовуванні геометричного примітива втручатися в роботу алгоритму. Шляхом пересування джойстиків можна змінити розмір вибірки, що брали участь в обробці, що створює зручність при роботі із програмою професіоналам, а наявність налаштувань «за замовчуванням» робить її зручною для новачків. У випадку задовільної якості вписування примітива створюється тривимірний об'єкт шляхом натискання кнопки *OK*. З досвіду побудови тривимірних моделей об'єктів у програмному забезпеченні «CycloneSCAN» автоматичний режим слід використовувати для моделювання об'єктів, відсканованих з високою щільністю, і при обробці даних з низьким рівнем «шуму».

Автоматичний режим створення тривимірних моделей об'єктів є найбільш точним, тому що розмір і положення модельованого об'єкта обчислюються математично. Така процедура дозволяє добитися найбільш точного положення геометричного примітива в точковій моделі, однак іноді вона вимагає досить багато часу.

Напівавтоматичний режим побудови тривимірної моделі. Ця функція заснована на оцінці всієї точкової моделі, наявної у вікні перегляду даних наземного лазерного сканування (*Model Space*), і обчисленні параметрів геометричного тіла або примітива, що вписується в цю модель. Для тривимірного моделювання об'єкта із застосуванням цієї функції виконується наступний порядок дій. Спочатку за допомогою інструмента *Polygonal Fence Mode* виділяється масив точок, що належать об'єкту, і проводиться процес копіювання даних у нове вікно *ModelSpace* з використанням функції *Copy Fenced to New ModelSpace*. Потім віддаляються точки, що не ставляться до обраного об'єкта моделювання. Після цього за допомогою функції *Create→Fit to Cloud* вказується вид геометричного тіла або примітива, який необхідно вписати в масив точок.

У результаті виконаних операцій буде побудована тривимірний модель об'єкта в напівавтоматичному режимі, приклад якої представлено на рис. 1.

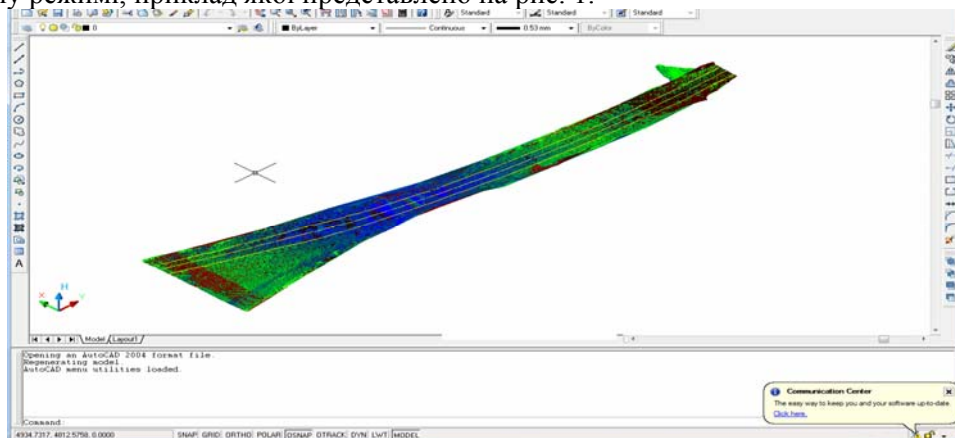


Рис. 1. Тривимірний модель проїжджої частини ділянки автодороги «Техбаза - кладовище «Західне»

При використанні напівавтоматичного режиму побудови тривимірної моделі об'єктів оцінка якості моделювання проводиться візуально. Також можливий інший варіант технології побудови тривимірних моделей об'єктів у напівавтоматичному режимі.

На точковій моделі за допомогою функції *Polygonal Fence Mode* вказуються точки, у які необхідно вмонтувати геометричне тіло або примітив, задається функція *Create Object →Fit to Fenced*, у результаті буде створена тривимірний модель об'єкта. Застосування того або іншого варіанта побудови тривимірної моделі в напівавтоматичному режимі в програмному продукті «CycloneSCAN» насамперед обумовлене ступенем завантаженості об'єктами ділянки моделювання.

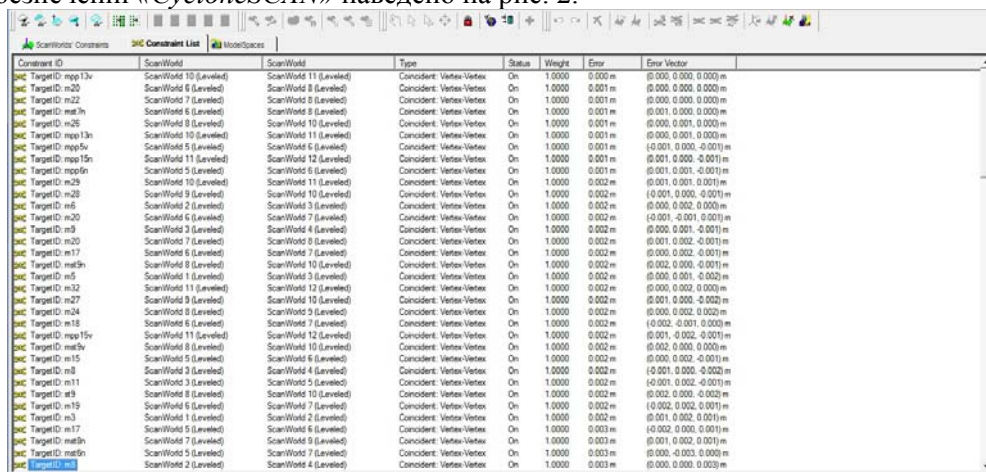
При моделюванні складних технологічних об'єктів найбільше ефективно використовувати другий варіант напівавтоматичного режиму побудови моделей. *Інтерактивний режим побудови тривимірної моделі.* Цей режим використовується у випадку моделювання дрібних деталей об'єктів або при наявності сканерних даних низької якості. Спочатку з використанням абрисів або цифрових знімків створюється геометричне тіло або примітив, найбільш відповідний елементу об'єкта, із застосуванням функції *Create Object →Insert*. Потім виконується редагування

положення і орієнтації створеного тіла (примітива), яке можна або виконувати вручну за допомогою інструмента *Edit Object*→*Handles*→*Show Rotation Handles*, або за допомогою функції *Edit Object*→*Move/ /Rotate* задаються напрямком, величина переміщення тіла, а також вказується вісь, щодо якої буде виконуватися його обертання, і величина кута повороту. Після цього проводиться редагування параметрів (розмірів) геометричного тіла або примітива.

Функція зміни параметрів примітивів також використовується при автоматичному і напів-автоматичному режимах моделювання об'єктів у програмному забезпеченні «*CycloneSCAN*». Інтерактивний режим моделювання об'єктів менш точний у порівнянні з автоматичним і напів-автоматичним, однак при наявності в користувача достатнього досвіду роботи з програмним забезпеченням використання його дозволяє отримати необхідну точність формування тривимірної моделі і заощаджувати час. Оскільки відображення кожної окремої точки на екрані монітора вимагає певного об'єму оперативної і графічної пам'яті, при роботі в програмному забезпеченні «*CycloneSCAN*» оператор вказує обмеження по кількості відображуваних точок, що одночасно завантажуються. Тривимірну модель об'єктів ситуації можна створювати за допомогою тривимірних поліліній і креслень профілів.

Для цих цілей у програмному забезпеченні «*CycloneSCAN*» реалізовано два режими рисовки поліліній: автоматичний і інтерактивний. Після виклику функції *Create Objects*→*Fit Edge* з'являється діалогове вікно автоматичного вбудовування поліліній, у якому вказується поперечний переріз об'єкта, по якому необхідно створити структурні лінії. Після цього оператор показує місця, у які необхідно вмонтувати полілінії, і натискає кнопку *Fit*.

Координати точок тимчасової знімальної мережі для побудови *TIN*-моделі нерегулярної поверхні полотна проїжджої частини обстеженої ділянки автодороги визначені в березні 2013 року за результатами наземного 3D-сканування відносно *St1* ($x=0, y=0, H=0$) з точністю не гірше $\pm 0,011$ м в плані і $\pm 0,010$ м по висоті. Урівнювання й оцінка точності координат в програмному забезпеченні «*CycloneSCAN*» наведено на рис. 2.



Constraint ID	ScanWorld	ScanWorld	Type	Status	Weight	Err	Err Vector
TargetID: mpp 13v	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 11 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.000 m	(0.000, 0.000, 0.000) m
TargetID: m20	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.000, 0.000, 0.000) m
TargetID: m22	ScanWorld 7 (Levelled)	ScanWorld 5 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.000, 0.000, 0.000) m
TargetID: mat 7h	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 5 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.001, 0.000, 0.000) m
TargetID: m25	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.000, 0.001, 0.000) m
TargetID: mpp 13h	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 11 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.000, 0.001, 0.000) m
TargetID: mpp 1v	ScanWorld 5 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(-0.001, 0.000, -0.001) m
TargetID: mpp 15n	ScanWorld 11 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.001, 0.000, -0.001) m
TargetID: mpp 1n	ScanWorld 5 (Levelled)	ScanWorld 6 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.001, 0.001, -0.001) m
TargetID: m29	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 11 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.001, 0.001, 0.001) m
TargetID: m28	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(-0.001, 0.000, -0.001) m
TargetID: m6	ScanWorld 2 (Levelled)	ScanWorld 3 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.000, 0.002, 0.000) m
TargetID: m20	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(-0.001, -0.001, 0.001) m
TargetID: m3	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 4 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.000, 0.001, -0.001) m
TargetID: m20	ScanWorld 7 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.001, 0.002, -0.001) m
TargetID: m17	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.000, 0.002, -0.001) m
TargetID: mat 9n	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.002, 0.000, -0.001) m
TargetID: m5	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(-0.002, 0.001, -0.002) m
TargetID: m32	ScanWorld 11 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.000, 0.002, 0.000) m
TargetID: m27	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.001, 0.000, -0.002) m
TargetID: m24	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 9 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.000, 0.002, 0.002) m
TargetID: m18	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(-0.002, 0.001, 0.000) m
TargetID: mpp 15v	ScanWorld 11 (Levelled)	ScanWorld 12 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.001, 0.002, -0.001) m
TargetID: mat 9v	ScanWorld 10 (Levelled)	ScanWorld 8 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.002, 0.000, 0.000) m
TargetID: m15	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 9 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.000, 0.002, -0.001) m
TargetID: m8	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 4 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(-0.001, 0.000, -0.002) m
TargetID: m11	ScanWorld 3 (Levelled)	ScanWorld 5 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(-0.001, 0.002, -0.001) m
TargetID: m9	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 10 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.002, 0.000, -0.002) m
TargetID: m19	ScanWorld 6 (Levelled)	ScanWorld 7 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(-0.002, 0.002, 0.001) m
TargetID: m3	ScanWorld 11 (Levelled)	ScanWorld 2 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.001, 0.002, 0.001) m
TargetID: m17	ScanWorld 5 (Levelled)	ScanWorld 6 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(-0.002, 0.000, 0.001) m
TargetID: mat 9n	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 9 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.001, 0.002, 0.001) m
TargetID: mat 9n	ScanWorld 9 (Levelled)	ScanWorld 9 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.000, 0.002, 0.000) m
TargetID: m3	ScanWorld 2 (Levelled)	ScanWorld 4 (Levelled)	Concident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.000, 0.000, 0.003) m

Рис. 2. Урівнювання і оцінка точності координат точок тимчасової знімальної мережі в програмному забезпеченні «*CycloneSCAN*»

Координати точок тимчасової знімальної мережі IV етапу робіт: *St3, St4, St9, St10*, в системі координат 1963 р. визначені в березні 2013 р. комплектом двочастотних приймачів *GNSS Leica GX1230GG* і *ATX1230GG* в режимі статички від початкової точки знімальної мережі *St1*.

Точність вимірювань відносно початкової точки знімальної мережі *St1* $\pm 0,010$ м.

На останньому етапі програма пропонує операторові вибрати ступінь згладжування поліліній, що вбудовуються, після чого дія функції завершується. Представлені способи побудови тривимірних моделей об'єктів є основними для тривимірного моделювання технологічних об'єктів.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Отже, концепція повної автоматизації при зборі просторових даних про об'єкти місцевості засобами лазерної локації дозволяє розв'язати дві основні проблеми будь-якого виробництва: підвищити продуктивність робіт, якість і надійність одержуваної продукції. Фактично, точність визначення координат точок місцевості з використанням наземних лазерних сканерів залежить в основному від характеристик приладу, тобто виключається ряд помилок при наведенні на марку, установці вішки, нумерації

пікетів і т.п. Підвищення надійності результатів сканування обумовлене, насамперед, зниженням впливу людського фактора при роботі із приладом. При камеральній обробці матеріалів польових сканерних зйомок як і раніше більшу роль відіграє досвід оператора в інтерпретації великого об'єму даних лазерного сканування, і проблема автоматизації обробки цих даних стає головною. Однак у цьому напрямку ведуться активні розробки алгоритмів і програмних продуктів, що дозволяють спростити і автоматизувати камеральні роботи.

Список літератури

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ. М.:Недра, 1987,-240с.
2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ в Криворожском железорудном бассейне. Ленинград.: ВНИМИ, 1975.-68с.
3. **Здещиц В.М., Сидоренко В.Д.** Сучасна техніка виявлення підземних порожнеч / Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг: КТУ. - Вип. 29, 2011. - С. 59-64.

Рукопис подано до редакції 17.03.14

УДК 624.046.5: 622.012

В.В. ХВОРОСТ, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ І НАДІЙНОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБ'ЄКТІВ, РОЗТАШОВАНИХ НА ПОВЕРХНІ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Виконано аналіз оцінки ризику стану будівельних об'єктів поверхні гірничопромислового комплексу за критерієм зниження їх несучої здатності функціонально пов'язаного з імовірністю ризику обвалення будівель і споруд.

Аварійні ситуації на об'єктах поверхні гірничопромислового комплексу, викликані за проектними впливами, в загальному випадку непередбачувані і зводяться до локальних аварійним впливів на окремі конструкції однієї будівлі: вибухи, пожежі, карстові провали, дефекти конструкцій і матеріалів, некомпетентна реконструкція (перепланування) і т.п. випадки.

Як правило, вплив розглянутого типу призводить до місцевих пошкоджень несучих конструкцій будівель. При цьому в одних випадках надзвичайні ситуації цими початковими ушкодженнями і вичерпуються, а в інших - несучі конструкції, що збереглися в перший момент аварії, не витримують додаткового навантаження, раніше сприймалася пошкодженими елементами, і теж руйнуються.

Існуюча нормативна база з управління безпекою будівельних об'єктів не повною мірою справляється з покладеними на неї завданнями, а норм, що регламентують ризик аварії будівель, немає взагалі. Використання в будівництві методики нормування, заснованої на коефіцієнтах надійності, теоретично забезпечує безпеку будівельних конструкцій. Проте досвід експлуатації конструкцій показує, що надійність є необхідним, але не достатньою умовою безпеки.

Встановлено, що в 80 % випадків причиною будівельних аварій є грубі людські помилки, що допускаються при проектуванні, виготовленні та монтажі несучих конструкцій, які при невігідному сполученні з непередбачуваними факторами природнокліматичного і техногенного характеру стають причинами обвалення споруджуваних і вже побудованих будівель і споруд.

Отже, формування процедур і методик, що дозволяють встановлювати ступеня конструкційної безпеки будівель з урахуванням ризику, є досить актуальною потребою будівельного комплексу. Механізмом практичної реалізації політики забезпечення безпеки будівельних об'єктів має стати система управління ризиками на всіх стадіях життєвого циклу будівлі і споруди.

Значний знос існуючих будівель і споруд з великим терміном експлуатації, а також низька якість будівельних об'єктів, зведених в країні за останні чверть століття, є причинами зростання числа обвалення будівель і споруд, нерідко супроводжуються загибеллю людей. У цьому зв'язку для підвищення надійності та безпеки експлуатації будівельних об'єктів в останні роки розроблений цілий ряд нормативних документів у галузі діагностування, обстеження та моніторингу технічного стану будівель і споруд.