

Якщо встановлено, що частота динамічного навантаження потрапляє в резонансну зону, конструкція перевіряється на резонанс.

При цьому для забезпечення надійності визначення амплітуд резонансних коливань конструкції застосовується метод їх оцінки.

На закінчення необхідно відмітити, що обґрунтування принципової можливості допущення резонансу в будівельних конструкціях було б неправильно тлумачити як заперечення бажаності його виключення там, де це можливо. Навпаки, у всіх випадках, коли є можливість виключення резонансу, а її здійснення не зустрічає утруднень і виправдовується економічно, слід нею скористатися.

Список літератури

1. **Сорокин Е.С.** Динамический расчет несущих конструкций зданий / Е.С. Сорокин. М.: Госстройиздат, 1958. - 120 с.
2. **Сорокин Е.С.** Динамический расчет несущих конструкций зданий / Е.С.Сорокин. – Москва: Госстройиздат, 1956. – 340 с.
3. Справочник инженера проектировщика промсооружений, т. II и IV. Госстройиздат, 1934.

Рукопис подано до редакції 12.01.14

УДК 528.8.042: 622.2

В.Д. СИДОРЕНКО, д-р техн.наук, проф., М.В. ШОЛОХ, канд.техн.наук, доц.,
О.С. НАМІНАТ, М.П. СЕРГЄЄВА, Криворізький національний університет
В.Я. КОВТУН, керівник НВП «УКРКОВІД», головний інженер ДП «УКРГЕОДЕЗМАРК»
ПАТ «КІЇВМЕТРОБУД», корпорація «УКРМЕТРОТУНЕЛЬБУД»,
Ю.Л. СЕРЕБРЯННИЙ, генеральний директор,
Є.П. ВОЛЧКО, канд.техн.наук, землевпорядник НВФ «ДОКА»

СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ГІРНИЧОГО ВІДВОДУ

Розглянуто методику виконання просторового зображення автодороги «Техбаза - кладовище «Західне» методом лазерного 3D-сканування в рішенні задач геоінформаційного забезпечення інфраструктури гірничо-видобувного підприємства.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Застосування сучасних технологій, що базуються на використанні передових програмних розробок і обладнання, вимагає детального вивчення в області дослідження параметрів і їх точності. Насамперед, це пов'язане з тим, що не всі сучасні засоби вимірювання включені в діючі інструкції із проведення маркшейдерських і геодезичних робіт [1]. Розробка технологій польових вимірювань і камеральна обробка даних на об'єктах гірничо-видобувної промисловості залишаються актуальними. Зокрема, маркшейдерські зйомки є трудоємним завданням, що обумовлене високою навантаженістю технологічними елементами виробничих цехів, значною кількістю інженерно-технічних споруд на об'єктах гірничої промисловості, а також необхідністю оперативного проведення маркшейдерського забезпечення гірничих робіт.

Аналіз досліджень та публікацій. Теоретичні основи технології лазерного сканування викладені в роботах [2], де розглядається впровадження технології наземного лазерного сканування в рішенні задач геоінформаційного забезпечення інфраструктури гірничо-видобувного підприємства.

У нормативних документах застосування технології наземного лазерного сканування як методу отримання маркшейдерсько-геодезичних вимірів згадується тільки в [1]. Насправді технологія наземного лазерного сканування може бути використана для рішення багатьох завдань маркшейдерсько-геодезичного забезпечення на об'єктах гірничої промисловості, відповідаючи при цьому по точністним параметрам необхідним нормам і правилам, а по продуктивності перевершуючи раніше існуючі методи маркшейдерської зйомки.

Постановка завдання. Оцінка відповідності точності технології тривимірного наземного лазерного сканування діючим нормативним документам при рішенні завдань маркшейдерсько-

го забезпечення на об'єктах гірничо-видобувної промисловості (при контролі над полотном автодороги «Техбаза - кладовище «Західне»).

Розробка технології топографічної зйомки методом тривимірного наземного лазерного сканування. Камеральне опрацювання польових результатів досліджень для оцінки точності тривимірного лазерного сканування базується на використанні: теорії помилок вимірів, методів математичної статистики і методу найменших квадратів. У якості експериментального методу використовувати аналіз застосування технології тривимірного лазерного сканування на гірничо-видобувному підприємстві.

Викладення матеріалу та результати. Об'єкт виконання робіт знаходиться на території гірничого відводу шахтоуправління по підземному видобуванню руди (на правах шахт) ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Досліджується відрізок полотна автодороги з твердим покриттям (асфальт), довжиною 1080 м, шириною 10-12 м на ділянці «Техбаза - кладовище «Західне» і проходить над виробленим простором шахти «Родіна» ПАТ «Криворіжзалізрудком».

Розміри виробленого простору: довжина в площині пласта -360 м; глибина від 900 до 1140м; потужність по нормалі -75 м, по вертикалі - 100 м. Для виявлення можливих (прогнозованих) вертикальних і планових деформацій полотна автодороги в досліджуваній зоні вибрано метод наземного лазерного 3D-сканування.

Наземне лазерне сканування об'єкту виконувалось приладом «Leica ScanStation 2» s/n 1251517.

За підсумками проведеного рекогнозціювання району робіт прийняті рішення:

Збільшити кількість точок тимчасової знімальної мережі, на яких встановлюються марки-рефлектори, для поліпшення точності «зшивання» окремих сканів в загальну хмарину координованих точок;

На станціях сканування і пунктах полігонометрії встановлювати по дві марки-рефлектори на вертикальній металевій штанзі;

Визначити координати точок тимчасової знімальної мережі: *St3, St4, St9, St10* відносно *St1* автономними супутниковими методами в режимі статички для контролю точності «зшивання» окремих сканів в загальну хмарину координованих точок;

Включити в мережу точок тимчасової знімальної мережі доступні для сканування пункти полігонометрії: *III3 – III5* для подальшого порівняльного аналізу приростів координат і перевищень за матеріалами сканування і лінійно-кутових спостережень.

Збільшити кількість станцій сканування до 13 для поліпшення густини координованих точок на ділянці автодороги між станціями сканування 11 і 12;

Порівняльний аналіз для виявлення можливих деформацій проводити виключно накладанням TIN-моделей нерегулярної поверхні проїжджої частини ділянки автодороги «Техбаза – кладовище «Західне» з результатів сканувань.

Схема точок тимчасової знімальної мережі на етапі робіт показана на рис. 1.

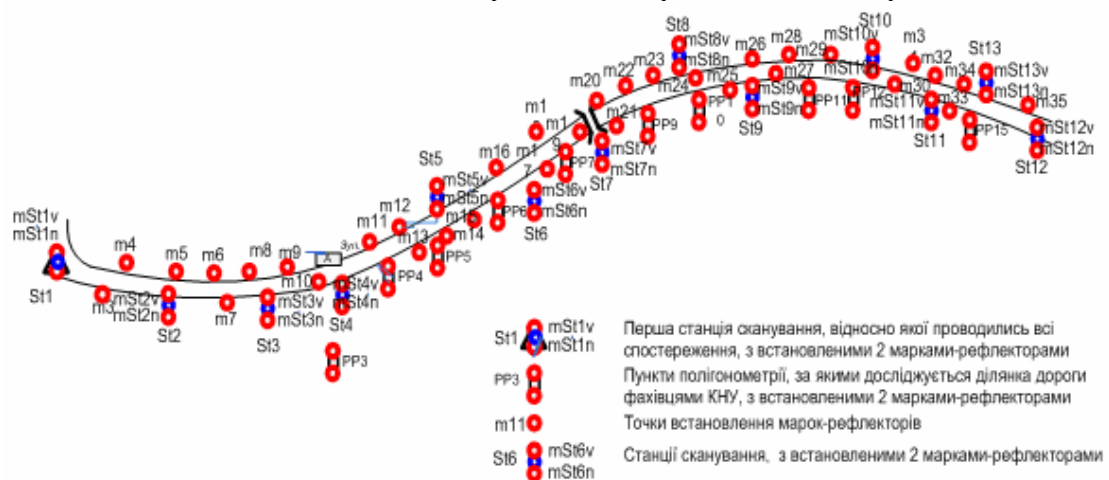


Рис. 1. Схема закладки точок тимчасової знімальної мережі етапу робіт

Рух автомобільного транспорту в районі робіт інтенсивний і потребує додаткових затрат в часі і кількості сканувань окремих секторів дороги «зашумлених» великовантажним транспортом (ТІР).

На етапі робіт 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 і оцінка точності координат в програмному забезпеченні «CycloneSCAN» наведені на рис. 2.

Координати точок тимчасової знімальної мережі етапу робіт: $St3, St4, St9, St10$, в системі координат 1963 р. визначено в березні 2013 року комплектом двохчастотних приймачів GNSS Leica GX1230GG і ATX1230GG в режимі статики від початкової точки знімальної мережі $St1$. Точність вимірювань відносно початкової точки знімальної мережі $St1 \pm 0,010$ м.

Constraint ID	ScanWorld	ScanWorld	Type	Status	Weight	Error	Error Vector
TargetID: m8	ScanWorld 2 (Leveled)	ScanWorld 4 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.000, 0.000, 0.003) m
TargetID: m12	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.001, 0.002, 0.002) m
TargetID: m17	ScanWorld 5 (Leveled)	ScanWorld 7 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(-0.002, 0.002, 0.001) m
TargetID: m25	ScanWorld 8 (Leveled)	ScanWorld 9 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.001, 0.001, 0.002) m
TargetID: mst4v	ScanWorld 3 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(-0.001, -0.003, -0.001) m
TargetID: m34	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 12 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(-0.001, 0.003, -0.001) m
TargetID: m34	ScanWorld 12 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.000, -0.001, 0.003) m
TargetID: m32	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 11 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.003, 0.001, 0.003) m
TargetID: m2	ScanWorld 1 (Leveled)	ScanWorld 3 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.000, 0.001, -0.003) m
TargetID: mst5v	ScanWorld 5 (Leveled)	ScanWorld 7 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.003, -0.001, 0.000) m
TargetID: m4	ScanWorld 1 (Leveled)	ScanWorld 2 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(-0.002, -0.002, 0.002) m
TargetID: mst11n	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 12 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.000, -0.003, 0.000) m
TargetID: m33	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 12 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.002, 0.002, -0.001) m
TargetID: m11	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.003, -0.001, -0.002) m
TargetID: m4	ScanWorld 3 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(1 2 3 4)) (Le...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.003, 0.000, 0.000) m
TargetID: mst10n	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 11 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.000, 0.001, 0.003) m
TargetID: m35	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(-0.003, 0.001, 0.002) m
TargetID: m10	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 11 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.000, 0.001, 0.003) m
TargetID: m34	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(-0.001, 0.002, 0.002) m
TargetID: mst4v	ScanWorld 3 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(1 2 3 4)) (Le...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.000, 0.004, 0.000) m
TargetID: mpp4n	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.001, 0.003, 0.001) m
TargetID: m29	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 11 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(-0.002, 0.000, 0.003) m
TargetID: m16	ScanWorld 5 (Leveled)	ScanWorld 6 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(-0.003, 0.002, -0.001) m
TargetID: mst2n	ScanWorld 1 (Leveled)	ScanWorld 3 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.000, 0.001, -0.004) m
TargetID: m13	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.000, -0.002, 0.003) m
TargetID: mst7v	ScanWorld 6 (Leveled)	ScanWorld 8 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.003, 0.001, -0.002) m
TargetID: m35	ScanWorld 12 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.001, 0.001, 0.004) m
TargetID: mpp6v	ScanWorld 5 (Leveled)	ScanWorld 6 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.004, -0.001, -0.001) m
TargetID: mst10v	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 11 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.002, -0.001, 0.003) m
TargetID: m35	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 12 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(-0.003, 0.000, -0.002) m
TargetID: m29	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 10 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(-0.003, -0.001, 0.002) m
TargetID: mpp11n	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 10 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(-0.002, -0.001, -0.004) m
TargetID: m33	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.000, 0.001, 0.004) m
TargetID: m30	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 11 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.003, 0.003, 0.001) m

Constraint ID	ScanWorld	ScanWorld	Type	Status	Weight	Error	Error Vector
TargetID: m30	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 11 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.003, 0.003, 0.001) m
TargetID: m32	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 12 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.003, 0.003, 0.000) m
TargetID: mst4v	ScanWorld 5 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(1 2 3 4)) (Le...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.004, 0.001, 0.002) m
TargetID: m31	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 11 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.003, 0.003, 0.001) m
TargetID: m32	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.000, 0.001, 0.004) m
TargetID: m5	ScanWorld 1 (Leveled)	ScanWorld 2 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.000, 0.002, 0.004) m
TargetID: m11	ScanWorld 3 (Leveled)	ScanWorld 4 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.004, 0.003, 0.001) m
TargetID: mst4n	ScanWorld 3 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(1 2 3 4)) (Le...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.004, -0.001, -0.001) m
TargetID: mpp11v	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 10 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.001, -0.002, -0.004) m
TargetID: mst11v	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 12 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.001, -0.005, 0.001) m
TargetID: m14	ScanWorld 5 (Leveled)	ScanWorld 6 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.003, 0.002, -0.003) m
TargetID: mpp4v	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.004, 0.003, 0.001) m
TargetID: mst4n	ScanWorld 3 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.001, -0.004, -0.003) m
TargetID: mst12n	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.000, 0.001, 0.005) m
TargetID: mst4n	ScanWorld 5 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(1 2 3 4)) (Le...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.003, 0.003, 0.002) m
TargetID: m12	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.000, 0.001, 0.005) m
TargetID: m3	ScanWorld 2 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(1 2 3 4)) (Le...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.004, -0.002, 0.001) m
TargetID: m8	ScanWorld 2 (Leveled)	ScanWorld 3 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.001, 0.000, 0.005) m
TargetID: mst2v	ScanWorld 1 (Leveled)	ScanWorld 3 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.001, -0.005, 0.001) m
TargetID: m32	ScanWorld 12 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.003, -0.002, 0.004) m
TargetID: mst12v	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.000, -0.004, -0.004) m
TargetID: mpp3n	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.003, 0.004, 0.000) m
TargetID: m32	ScanWorld 11 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.003, 0.001, 0.004) m
TargetID: mst8v	ScanWorld 7 (Leveled)	ScanWorld 9 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.005, -0.003, -0.001) m
TargetID: m10	ScanWorld 3 (Leveled)	ScanWorld 4 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.001, 0.005, 0.002) m
TargetID: mst10v	ScanWorld 11 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(0.005, 0.001, 0.001) m
TargetID: m26	ScanWorld 8 (Leveled)	ScanWorld 9 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(0.003, -0.001, 0.005) m
TargetID: mst5v	ScanWorld 8 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.006, -0.001, -0.002) m
TargetID: m33	ScanWorld 12 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.002, -0.002, 0.005) m
TargetID: mst3n	ScanWorld 8 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.005, -0.001, -0.002) m
TargetID: m26	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 10 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.003, 0.002, -0.005) m
TargetID: m7	ScanWorld 2 (Leveled)	ScanWorld 3 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(0.003, 0.003, 0.004) m
TargetID: m9	ScanWorld 8 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.005, -0.001, -0.003) m
TargetID: m23	ScanWorld 7 (Leveled)	ScanWorld 8 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.005, 0.002, 0.002) m

Constraint ID	ScanWorld	ScanWorld	Type	Status	Weight	Errr	Error Vector
stc TargetID: mst8v	ScanWorld 7 (Leveled)	ScanWorld 9 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.005, -0.003, -0.001) m
stc TargetID: m10	ScanWorld 3 (Leveled)	ScanWorld 4 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.001, 0.006, 0.002) m
stc TargetID: mst10v	ScanWorld 11 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(0.005, 0.001, 0.001) m
stc TargetID: m26	ScanWorld 8 (Leveled)	ScanWorld 9 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(0.003, -0.001, 0.005) m
stc TargetID: mst9v	ScanWorld 8 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.006, -0.001, -0.002) m
stc TargetID: m33	ScanWorld 12 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.002, -0.002, 0.005) m
stc TargetID: mst9n	ScanWorld 8 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.005, -0.001, -0.002) m
stc TargetID: m26	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 10 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.003, 0.002, -0.005) m
stc TargetID: m7	ScanWorld 2 (Leveled)	ScanWorld 3 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(0.003, 0.003, 0.004) m
stc TargetID: st9	ScanWorld 8 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.005, -0.001, -0.003) m
stc TargetID: m5	ScanWorld 7 (Leveled)	ScanWorld 3 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.005, 0.002, 0.002) m
stc TargetID: mst10n	ScanWorld 11 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(0.006, 0.000, 0.000) m
stc TargetID: st10	ScanWorld 11 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(0.006, 0.000, 0.000) m
stc TargetID: mst5n	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(0.003, -0.006, 0.002) m
stc TargetID: m14	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(-0.002, -0.004, 0.005) m
stc TargetID: mpp3v	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 5 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(0.001, -0.001, -0.007) m
stc TargetID: mst3n	ScanWorld 4 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(1 2 3 4)) (Le...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(-0.006, -0.001, -0.003) m
stc TargetID: mst10n	ScanWorld 9 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(0.006, 0.002, 0.003) m
stc TargetID: st9	ScanWorld 10 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(-0.007, -0.001, -0.001) m
stc TargetID: mst9n	ScanWorld 10 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(-0.007, -0.001, -0.001) m
stc TargetID: st10	ScanWorld 9 (Leveled)	ScanWorld 3 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(0.006, 0.002, 0.003) m
stc TargetID: m21	ScanWorld 7 (Leveled)	ScanWorld 3 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(-0.005, -0.006, 0.000) m
stc TargetID: mst5v	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 6 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(0.006, -0.005, 0.002) m
stc TargetID: mst9v	ScanWorld 10 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(-0.008, -0.001, -0.002) m
stc TargetID: mst3v	ScanWorld 4 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(1 2 3 4)) (Le...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(-0.007, 0.002, -0.003) m
stc TargetID: mst10v	ScanWorld 9 (Leveled)	GPS_osnova(za 5 sk(9 10 12)) (L...	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(0.008, 0.000, 0.004) m
stc TargetID: m14	ScanWorld 4 (Leveled)	ScanWorld 6 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.009 m	(-0.005, 0.006, 0.002) m
stc TargetID: mst11v	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.010 m	(0.002, -0.003, -0.009) m
stc TargetID: mst11v	ScanWorld 12 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.011 m	(0.003, 0.002, -0.010) m
stc TargetID: mst11n	ScanWorld 12 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.011 m	(0.004, 0.002, -0.010) m
stc TargetID: mst11n	ScanWorld 10 (Leveled)	ScanWorld 13 (Leveled)	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.011 m	(0.004, -0.002, -0.010) m

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

Результати урівнювання і оцінки точності координат точок тимчасової знімальної мережі етапу робіт в програмному забезпеченні «LeicaGeoOffice» наведені на рис. 3.

Таблиця 1

П'ятье сканування

Назва і №	Статус	Дата	Y, м	X, м	H, м	Δ, м пункту
M5st1	Control	07/18/2011 07:44:08	4364767.4980	5304676.4470	98.8870	0.0000
st3	Measured	03/22/2013 09:15:54	4364998.4237	5304667.5079	98.1378	0.0003
st4	Measured	03/22/2013 08:22:24	4365090.8787	5304678.3725	96.1711	0.0002
st9	Measured	03/21/2013 17:11:48	4365554.1779	5304887.7312	96.7029	0.0003
st10	Measured	03/21/2013 16:22:34	4365635.2047	5304898.4396	96.4815	0.0005

Урівнювання і оцінка точності координат точок знімальної мережі виконані в програмному забезпеченні «LeicaGeoOffice»

Точність визначення координат точок знімальної мережі відносно базової станції st1 не гірше $\pm 0,010$ м

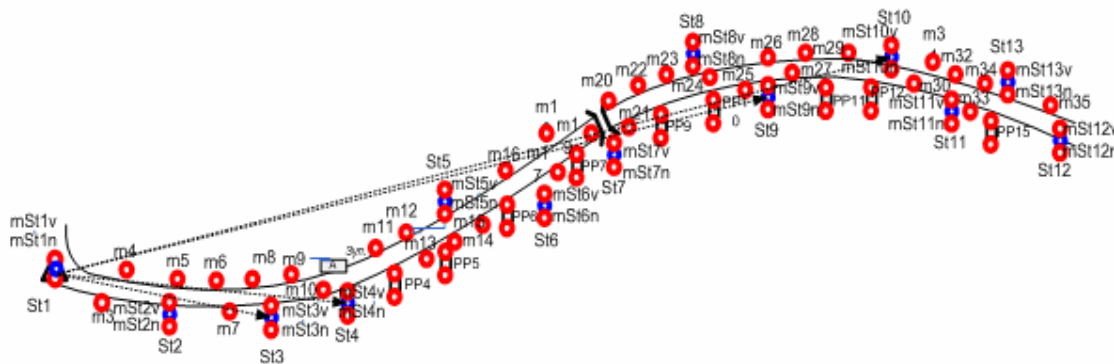


Рис. 3. Урівнювання і оцінка точності координат точок знімальної мережі в програмному забезпеченні «LeicaGeoOffice»

Абрис «зшитих» хмарин координованих точок з сканування проїжджої частини всієї ділянки автодороги на етапі робіт наведений на рис. 4.

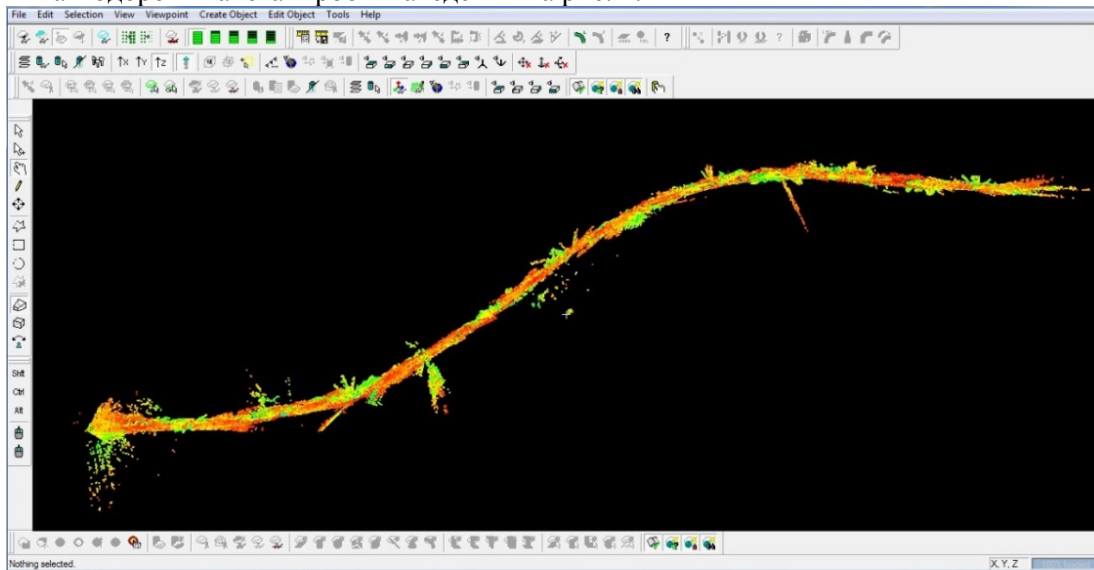


Рис. 4. Абрис хмарини координованих точок на проїжджу частину автодороги

TIN-модель нерегулярної поверхні відсканованої проїжджої частини ділянки автодороги побудована в програмному забезпеченні «CycloneSCAN». Тверде покриття дороги відтворене за фатичними розмірами і положенням в просторі. Часткові ушкодження асфальту, утворені внаслідок інтенсивного руху автотранспорту і не пов'язані з деформаціями полотна дороги, на TIN-моделях не показувались з метою зменшення графічного навантаження і обсягу інформації на магнітних носіях.

Для проведення порівняльного аналізу TIN-моделей нерегулярної поверхні проїжджої частини ділянки автодороги «Техбаза – кладовище «Західне» за результатами сканувань і побудови графіків розбіжностей по осях координат x , y і по висоті вибраний крок між суміжними точками вздовж всієї кривої ділянки автодороги «Техбаза - кладовище «Західне» - 3 м. Точки країв відрізків, за якими проводиться аналіз всієї ділянки автодороги «Техбаза - кладовище «Західне», пізнані на TIN-моделях нерегулярної поверхні проїжджої частини ділянки автодороги «Техбаза - кладовище «Західне» з сканування за елементами подібності і точками тимчасової знімальної мережі. На кожному відрізку ділянки автодороги «Техбаза - кладовище «Західне» аналізу підлягають лінії лівого (північного), правого (південного) країв твердого покриття і осьова лінія автодороги. Це полілінії побудовано й відображено на кожній з TIN-моделей нерегулярної поверхні із сканувань. З врахуванням пролягання досліджуваної ділянки автодороги із заходу на схід відрізки накладених одна на одну TIN-моделей нерегулярної поверхні з п'ятого і четвертого сканувань спроектовані на пряму лінію паралельну вісі y . Початок першого відрізка (0-180 м) віддалений від $st1$ на 14,473 м.

Абрис накладених одна на одну TIN-моделей нерегулярної поверхні проїжджої частини ділянки автодороги «Техбаза - кладовище «Західне» з результатів сканувань наведений на рис. 5.

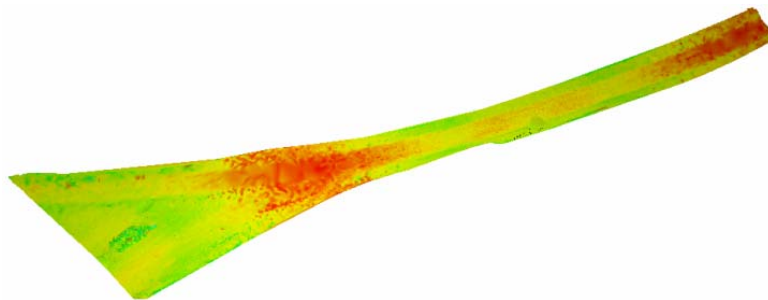


Рис. 5. Абрис накладених TIN-моделей нерегулярної поверхні автодороги «Техбаза – кладовище «Західне».

Графіки розбіжностей TIN-моделей нерегулярної поверхні проїжджої частини ділянки автодороги «Техбаза - кладовище «Західне» по осях координат x , y і по висоті H з результатів сканувань наведені на рис. 8.

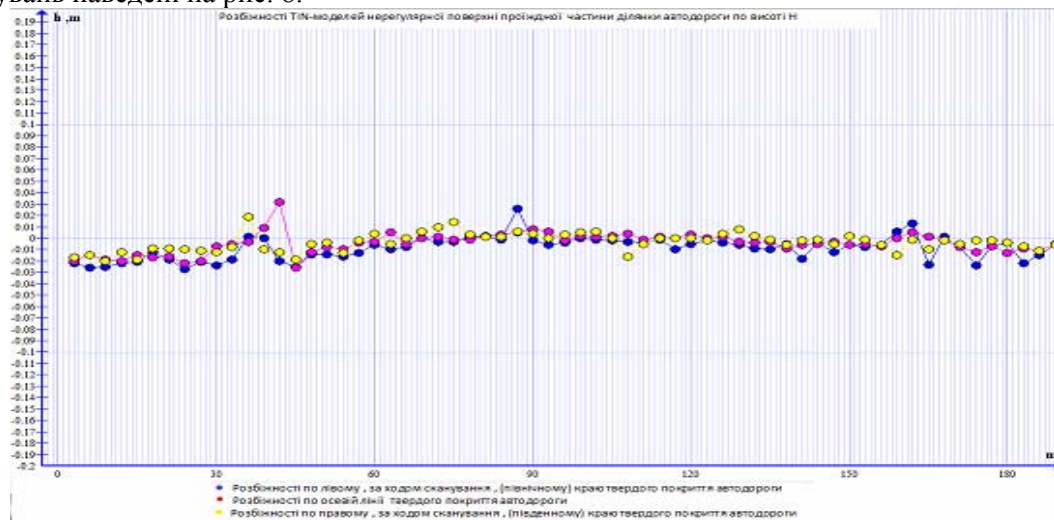


Рис. 8. Графіки розбіжностей TIN-моделей нерегулярної поверхні проїжджої частини ділянки автодороги «Техбаза – кладовище «Західне» по вісях координат x , y і по висоті H з результатів сканувань

Висновки та напрямок подальших досліджень. Метод наземного лазерного 3D-сканування за точністю кінцевих результатів і вартістю технологічного процесу доступний у застосуванні для досліджень (визначення площ, об’ємів, деформацій, конфігурацій і точних розмірів) не лише лінійних об’єктів шляхів сполучення, а і кар’єрів, підземних виробок будь-якої конфігурації і призначення.

Таким чином, наземні лазерні сканери є новим вимірювальним засобом, що дозволяють зробити реальним і повсякденним одержання тривимірних моделей різного призначення.

Усе це дозволяє говорити про те, що найближчим часом технологія наземного лазерного сканування якщо не повністю витисне, то, принаймні, займе провідне положення в області польового збору метричної інформації з метою тривимірного моделювання об’єктів і територій.

Список літератури

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ. М.:Недра, 1987,-240с.
2. GS100 3D laser scanner [Електронний ресурс]: сайт Mensi.- Режим доступу: <http://mensi.com/Website2002/Specs/Spec G100.pdf>.

Рукопис подано до редакції 20.03.14

УДК 624.31.2

В.А. СТРИХА, канд. техн. наук, доц., О.С. МОРОЗ, канд. сільгосп. наук, доц.,
 А.О. МОРОЗ, студент, Національний університет водного господарства та природокористування» м. Рівне
 С.О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., В.І. АСТАХОВ, канд. техн. наук, доц.,
 Криворізький національний університет

ЕКОЛОГО-УРБАНІСТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТОРФОДЕРНОВИХ КИЛИМІВ

Виконано аналіз використання існуючих газонів для створення зелених зон міст і селищ. Аналіз типів і видів рослин а також їхньої біології пояснює максимальну відповідність деяких з них міським умовам. Наведено переваги й недоліки газонів різних типів. Визначено сировинно-ресурсні передумови вирішення проблеми. Запропоновано для облаштування міських територій використовувати торфодернові килими. Обґрунтовано доцільність та ефективність запропонованих рішень.

Ключові слова: міське екологічне середовище; зелена зона; газон; торфодерновий килим.