

RTC 360 ՄԱԿՆԻՇԻ ԼԱՋԵՐԱՅԻՆ ՍԿԱՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՇԻՆԱՐԱՐԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՓՈՐՃԱՔՆՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՇՐՋԱՆԱԿՆԵՐՈՒՄ

Միրաքյան Ա.Ռ.

Փորձաքննությունների ազգային բյուրո,
Երևան, Հայաստան

Հոդվածում ներկայացվում են շինարարատեխնիկական փորձագիտական հետազոտությունների ընթացքում լազերային սկանների կիրառմամբ ընդերքօգտագործման նպատակով հանքավայրերի փարածքից արդյունահանված լեռնային զանգվածի, այդ թվում՝ օգտակար հանածոների ծավալների որոշման հնարավորությունները և այդ ընթացքում ի հայտ եկած խոչընդոտները:

Այն փաստը, որ լազերային սկաները հնարավորություն է տալիս ստեղծել ապացուցողական լրացուցիչ հիմքեր՝ տնտեսավարողների կողմից օգտակար հանածոների ապօրինի արդյունահանման ծավալների և պեղությանը հասցված վնասի որոշման համարեքստում, սույն հետազոտությամբ ամրապնդվում է՝ միևնույն ժամանակ ներկայացնելով հետազոտական այնպիսի արդյունքներ, որոնք հնարավորություն են տալիս նաև եզրակացնել, որ նման հետազոտությունների իրականացման ընթացքում անհրաժեշտ է կիրառել չափագրող գործիքների համալիր, ինչի դեպքում, կիրառվող գործիքները համալրելով կամ լրացնելով միմյանց, հնարավորություն են տալիս չեզոքացնել առանձին գործիքի կիրառման դեպքում ի հայտ եկող բարդությունները:

Բանալի բառեր. լազերային սկաներ, համակարգչային ծրագիր, չափագրող գործիք, չափագրություն, լեռնային զանգված, օգտակար հանածո:

Վերջին տարիներին ՀՀ ԳԱԱ «Փորձաքննությունների ազգային բյուրո» ՊՈԱԿ-ի շինարարատեխնիկական փորձաքննությունների բաժնում իրականացվող փորձագիտական հետազոտությունների ընթացքում շենք-շինությունների տարածքում որպես անհրաժեշտ ինֆորմացիա հավաքագրող սարք ակտիվորեն օգտագործվում է ամերիկյան հանրահայտ Լեյկա ֆիրմայի արտադրության RTC 360 մակնիշի լազերային սկաները, ինչը հնարավորություն է տալիս էլեկտրոնային ամպի տեսքով արագ հավաքագրել փորձաքննության իրականացման համար անհրաժեշտ ողջ տեղեկատվությունը [1]: Գործիքը հնարավորություն է տալիս շուրջ 130մ շառավիղով սկանավորել տարածքը՝ վայրկյանում

Թղթակցական հասցեն՝ Միրաքյան Արթուր Ռաֆիկի, ՀՀ ԳԱԱ «Փորձաքննությունների ազգային բյուրո» ՊՈԱԿ-ի շինարարատեխնիկական փորձաքննությունների բաժնի պետ, Հայաստան, ք.Երևան, Իսակովի պող., 24, e-mail: evamkrtchyan17@gmail.com

Չմլն/կետ արագությամբ: Մեկ կայանատեղիում գործիքի աշխատանքի տևողությունը կազմում է շուրջ 2 րոպե [2]:



Նկ. 1. RTC 360 մակնիշի լազերային սկաների արտաքին տեսքը:

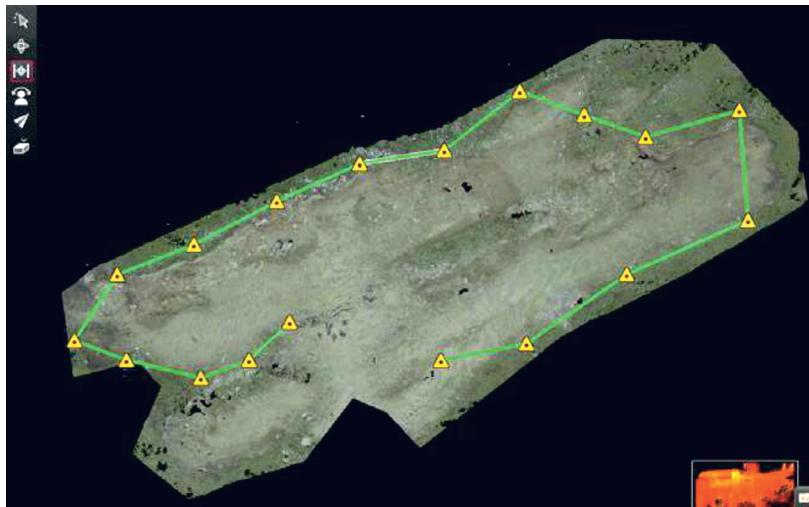
Քրեական վարույթ իրականացնող մարմինների կողմից վերջին շրջանում մեծ ուշադրություն է դարձվում ընդերքօդագործման ոլորտին, որում դեռևս բավականին մեծ են խախտումները: Նշվածը վերաբերում է ինչպես ապօրինի ընդերքօդագործման դեպքերին, այնպես էլ ընդերքօդագործողների կողմից ընդերքի ոչ ճիշտ օգտագործմանը, արդյունահանված օգտակար հանածոյի ծավալները թաքցնելուն, տրամադրված տարածքներից դուրս ընդերքի շահագործմանը և այլ չարաշահումներին: Ընդերքին հասցված վնասի որոշման համար անհրաժեշտ է պարզել արդյունահանված լեռնային զանգվածի, այդ թվում՝ օգտակար հանածոյի ծավալները:

Հայաստանի Հանրապետությունում դեռևս առկա է համապատասխան որակավորում ունեցող մարկշեյդերների՝ ընդերքօդագործման ոլորտում չափագրումների կատարման համար անհրաժեշտ գիտելիքներ ունեցող մասնագետների պակաս, ինչի արդյունքում քրեական վարույթն իրականացնող մարմինների կողմից հնարավոր չի լինում փորձաքննության կատարմանը ներգրավել համապատասխան որակավորում ունեցող մասնագետների, և որի արդյունքում նշանակված փորձաքննությունների իրականացումն անհարկի կերպով ձգձգվում է: Ելնելով վերոգրյալից՝ որոշում է ընդունվել փորձագետներին առաջադրված հարցերի լուծումները ստանալ նշված խնդրի լուծման նպատակով ձեռք բերված չափագրող գործիքակազմի՝ լազերային սկաների (տե՛ս նկար 1), և ստացված տվյալների մշակման համար նախատեսված Cyclone 3DR և Register 360 համակարգչային ծրագրերի (Leica Cyclone 3DR 2023.1.6 REL, Leica Cyclone REGISTER 360 QuickStartGuide) կիրառմամբ:

Հարկ է նշել, որ տեղագրական հանույթներին ներկայացվող պահանջները կարգավորվում են ՀՀ կառավարությանն առընթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի նախագահի 11.07.2022թ-ի թիվ 392-ն հրամանով: Համաձայն սկաների

տեխնիկական բնութագրերի՝ վերը նշված գործիքակազմն ամբողջովին բավարարում է հրամանի պահանջները: Սակայն, պետք է արձանագրել, որ եթե փորձաքննությունների ընթացքում շինարարական օբյեկտներում լազերային սկանների կիրառման մեթոդիկական տարիների ընթացքում մշակվել և հաջողությամբ կիրառվել է, ապա հանքավայրերի տարածքներում սկանների կիրառման հնարավորությունները դեռևս պարզված չեն: Վերջինս կապված է սկանների աշխատանքի առանձնահատկություններով, մասնավորապես՝ չափագրումների ընթացքում գործիքը մեկ կայանից մյուսը տեղափոխելու ընթացքում այն ավտոմատ կերպով ընտրում է տեղանքում առկա որոշակի բնորոշիչ կետեր, դրանք ավտոմատ կերպով պահում օբյեկտիվների առանցքում և նոր կայանատեղիում, ըստ այդ բնորոշիչ կետերի, կարողանում տեղորոշվել տարածության մեջ: Հանքավայրերի հետ կապված դեռևս պարզ չէր՝ գործիքը կկարողանա՞ շրջապատում առանձնացնել նման կետեր և ըստ դրանց տեղորոշվել, թե՛ ոչ:

Ելնելով վերոգրյալից՝ նախանական հետազոտություններն իրականացվել են համեմատաբար պարզ կառուցվածք ունեցող հանքավայրերի սկանավորումից, որոնք բարդացված չեն ռելիեֆի առանձնահատկություններով, չափսերով մեծ չեն և միասեռ են: Նման հանքավայրերի դասին են պատկանում շինանյութերի, մասնավորապես՝ ավազի, բազալտի, տուֆերի հանքավայրերը: Հաշվի առնելով, որ գործիքն ավտոմատ սկանավորում է ավելի մեծ տարածք, քան փորձաքննության առարկա հանդիսացող օբյեկտն է՝ համակարգչային ծրագրերը հնարավորություն են տալիս տվյալների մշակման նախնական փուլում հեռացնել բոլոր այն տարածքները, որոնք չեն վերաբերում սկանավորվող օբյեկտին:



Նկ. 2. Սկանավորված հանքավայրը՝ մինչև համակարգչային մշակումը

Նկար 2-ում դեղին եռանկյունիներով պատկերվում են գործիքի կայանման տեղադիրքերը՝ դրանք թվով 18-ն են, իսկ կանաչ գծերով ցուցադրվում են գործիքի կողմից կայանատեղերի միջև ստեղծված կապերը, այլ կերպ ասած՝ գործիքը տեղանքում կարողացել է առանձնացնել որոշակի բնորոշ կետեր և ըստ դրանց տեղորոշվել (հանքավայրին չվերաբերող տարածքները հեռացվել են): Անհրաժեշտ է փաստել, որ աշխատանքների կատարման որոշակի ընթացակարգի պահպանման պայմաններում հնարավոր է նաև սկանավորել առանձին հանքավայրերի տարածքներ, սակայն նման մեթոդիկայի մշակումը դեռևս գտնվում է աշխատանքային փուլում:

Ի դեպ, փորձագիտական հետազոտական աշխատանքների ընթացքում տեղանքի սկանավորումը դա աշխատանքների նախնական փուլն է, իսկ հիմնական փուլը՝ սկանավորման արդյունքի համակարգչային մշակումն է, իսկ հանքավայրերի սկանավորման դեպքում՝ հանքավայրի տարածական 3D մակերևույթի ստացումը և որպես արդյունք՝ արդյունահանված լեռնային զանգվածի ծավալի հաշվարկումը: Ստացված տվյալների մշակումը կատարվում է Լեյկա ընկերության կողմից մշակված Register 360 և Cyclone 3DR համակարգչային ծրագրերով՝ հաջորդաբար:



Նկ.3 Բազալտի հանքավայրում կատարված սկանավորված պատկերն է:

Register 360 ծրագիրն ինքնաշխատ կերպով որոշում է կատարված սկանավորման որակը և որոշում չափագրման ճշտությունը: Օրինակ, նկար 3-ում ներկայացված բազալտի հանքավայրում կատարված չափագրումների սխալը կազմում է 2մմ (անհրաժեշտ տվյալները բերվում են էկրանի աջ հատվածում):

Նշված գործառույթից և համապատասխան քայլերից հետո Cyclone 3DR համակարգչային ծրագրով ստացվում է հանքավայրի 3D տարածական մոդելը: Ծրագիրը հնարավորության է տալիս հանքավայրի տարածքը դիտարկել տարբեր հարթություններով՝ հատել ըստ բարձրությունների և ստանալ հանքավայրի տեսքն ըստ հորիզոնականների: Որպես առավելություն կարելի է նշել, որ սկանավորված պատկերը հնարավոր է պահպանել տարբեր համակարգչային, այդ թվում՝ այնպիսի (dwg) ֆորմատով, ինչը թույլ է տալիս սկանավորված պատկերի հետ աշխատել AutoCad գծագրական ծրագրով (Leica CloudWorx for AutoCAD):

Հաշվի առնելով, որ սկանավորման աշխատանքները գտնվում է փորձարկման սկզբնական փուլում և սկանավորման միջոցով կատարվող չափագրումների հետ կապված հնարավոր են անճշտություններ, սկանավորման արդյունքները ստուգելու նպատակով սկանավորված տարածքներում կատարվել են նաև գործիքային ստուգողական չափագրումներ, այդ աշխատանքները կատարվել են GPS տեղորոշման արբայնակային համակարգով և էլեկտրոնային տախտոմետրով: Սկանավորման և գործիքային չափագրմամբ ստացված արդյունքերի համադրմամբ հնարավոր է եղել փաստել, որ պատկերները համապատասխանում են միմյանց, սակայն սկանավորմամբ ստացված պատկերներն ավելի մանրակրկիտ են: Տարբեր հանքավայրերի տարածքներում կատարված սկանավորման

աշխատանքների ընթացքում հնարավոր է եղել արձանագրել և եզրակացնել ստորև ներկայացված նպաստավոր պայմանները և խոչընդոտները:

1. Նպաստավոր պայմաններ են համարվել.

- Սկանավորման աշխատանքներն արագ են իրականացվել: Ավազահանքի սկանավորման համար գործիքին պահանջվեց 18 կայանատեղի և եթե հաշվի առնենք, որ յուրաքանչյուր սկանավորման համար պահանջվում է շուրջ 2 րոպե, ստացվում է, որ հանքավայրի տարածքի սկանավորման համար պահանջվել է 36 րոպե, տեղափոխումների համար 1 րոպե, ընդամենը՝ 18 րոպե, այսինքն՝ հանքավայրի տարածքը սկանավորվել է մոտ 1 ժամում:

- Նույն տարածքի գործիքային չափագրման ժամանակ չափագրված կետերի թիվը 223-ն էր [3]: Եթե ընդունենք, որ յուրաքանչյուր կետի չափագրման համար պահանջվել է 0.5 րոպե, ստացվում է, որ նույն տարածքի չափագրման համար ծախսվել է մոտ 2 ժամ, այսինքն՝ սկանավորումից երկու անգամ ավել ժամանակ է պահանջվել:

- Տեղանքում սկանավորվող կետերի խտությունը՝ սկանավորման ընթացքում գործիքը չափագրման ժամանակ 1 վրկ-ում գրանցել է 2 մլն կետ: Հանքավայրի մոդելի կառուցումը կատարվել է 207,966 հազ. կետերի համադրմամբ այն դեպքում, երբ գործիքային չափագրման արդյունքում հանքավայրի տարածքը կառուցվել է 223 չափագրումների արդյունքում: Սկանավորման արդյունքներն ավելի մոտ են փաստացի իրավիճակին:

Ի հայտ եկած խոչընդոտներ են համարվել.

- Սկանավորման աշխատանքների վրա ազդեցություն ունի հանքավայրի իրավիճակը, մասնավորապես տարածքի բուսական ծածկույթը: Դրա առկայությունը ինքնին խոչընդոտ է և փոքրացնում է չափագրումների արժանահավատությունը՝ այսինքն՝ խոտածածկը սկաների կողմից ընկալվում է որպես ռելիեֆ, և առատ և բարձր խոտածածկույթի դեպքում սկանավորում կատարելը դառնում է անհնար:

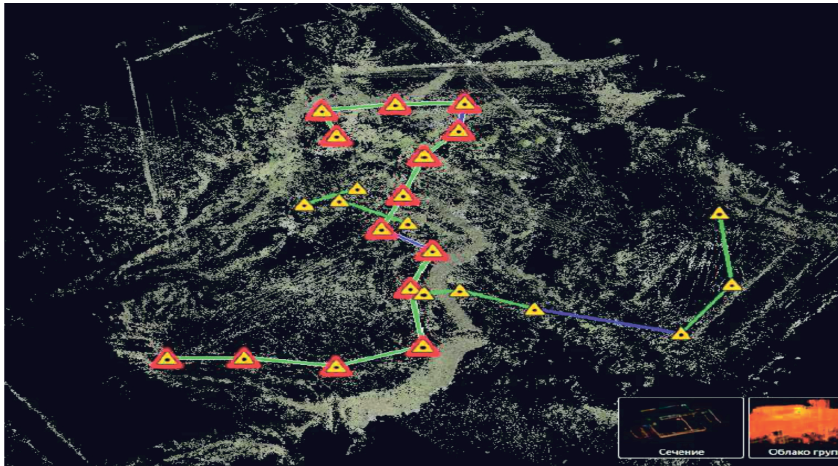
- Տուֆի հանքավայրում, որտեղ բնական կողմնորոշիչները քիչ են, կատարված չափագրումների ժամանակ գործիքը որոշ հատվածներում չի կարողացել տեղորոշվել և սկանավորված պատկերները համադրվել և խառնվել են միմյանց: Գտնում ենք, որ դա պայմանավորված է տեղանքի միատարրությամբ: Այս պարագայում ստացված արդյունքների ամբողջական օգտագործումը հնարավոր չէ (տե՛ս նկ. 4):



Նկ. 4 Քարհանքի փաստացի իրավիճակը

- Որպեսզի սկանների տվյալները կիրառվեն կոորդինատային համակարգում, անհրաժեշտ է, որպեսզի գործիքի կայանատեղիի կոորդինատները որոշվեն որևէ տեղորոշող գործիքով և մուտքագրվեն սկանների բազա: Միայն նման միջոցառումից հետո սկանները կարող է տեղակապվել տեղանքին ըստ կոորդինատների:

- Երկրի մակերևույթից բարձր գտնվող հատվածներում կատարված արդյունահանման աշխատանքների ծավալների հաշվարկը հնարավոր չէ առանց այլ գեոդեզիական գործիքների կամ համակարգչային ծրագրերի կիրառման:



Նկ. 5. Սկանավորման արդյունքները

Այսպիսով, ըստ արձանագրված հետազոտական տվյալների, Leica ֆիրմայի արտադրության RTC360 մակնիշի լազերային սկաներով համակարգը հնարավորություն է ընձեռում ընդլայնել լազերային սկանների միջոցով դաշտային պայմաններում շինարարատեխնիկական և էկոլոգիական փորձագիտական հետազոտական հնարավորությունները: Մասնավորապես, ներդրված մեթոդի կիրառմամբ հետազոտությունների ընթացքում հնարավոր է իրականացնել լազերային սկանների միջոցով հանքավայրերից լեռնային զանգվածի արդյունահանված կամ լցակույտային զանգվածների ծավալների ճշգրիտ հաշվարկ (տե՛ս նկ. 5):

Կատարված հետազոտությունների շրջանակներում ստացված փաստական տվյալների համադրումը թույլ է տվել հանգել հետևյալին.

- դաշտային պայմաններում լազերային սկանների կիրառմամբ հնարավոր է շրջակա միջավայրում առանձնացնել բնորոշ կետեր և դրանց հիման վրա կատարել ճշգրիտ տեղորոշում,

- տեղանքի բուսածածկույթը բացասական է անդրադառնում չափագրման արդյունքների վրա,

- որպեսզի սկանների տվյալները կիրառվեն կոորդինատային համակարգում, անհրաժեշտ է, որ գործիքի կայանատեղիի կոորդինատները որոշվեն որևէ գեոդեզիական տեղորոշիչ գործիքով և մուտքագրվեն սկանների բազա, քանի որ միայն նման միջոցառումից հետո սկանները կարող է տեղակապվել տեղանքին ըստ կոորդինատների,

- հանքավայրի սկանավորման արդյունքում ստացվող տվյալների արժանահավատությունը, չափագրված կետերի թիվը անցնում է 200.0 մլն-ը, այն դեպքում,

երբ նույն հանքավայրի այլ չափագրող գործիքով կատարվող չափագրման ժամանակ հավաքագրվող տվյալների թիվը կազմում է 200, այսինքն՝ 1մլն անգամ պակաս,

- «Cyclon 3DR» ծրագիրը համատեղելի է AutoCAD ծրագրին, սակայն սկանավորմամբ ստացվող կետերի մեծ խտությունը հնարավորություն չի տալիս վերջինիս համապատասխան պարամետրերի համաձայն աշխատել, ինչի արդյունքում հարկ է լինելու շուրջ 60%-ով պակասեցնել կետերի խտությունը, այսինքն՝ նվազեցնել ստացվող արդյունքի արժանահավատությունը,

- «Cyclon 3DR» ծրագիրն ի տարբերություն AutoCAD ծրագրի, հնարավորություն չի տալիս վերականգնել ռեփեֆի նախնական տեսքը և ըստ դրա կատարել արդյունահանված լեռնային զանգվածի ծավալների հաշվարկներ:

Այսպիսով, կատարված հետազոտական աշխատանքների վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս գալ այն եզրահանգման, որ **գործիքային չափագրումներն առավել արդյունավետ են դառնում, երբ փորձագիտական հետազոտական աշխատանքների ընթացքում կիրառվում է գործիքային համալիր, այսինքն՝ մեկ փորձաքննության ընթացքում կիրառվում են մեկից ավելի չափագրող գործիքներ, որոնք էլ համալրում կամ լրացնում են միմյանց:**

Վերը ներկայացված դիտարկումներն ամբողջովին հիմնված են բազմաթիվ փորձարկումների գործնական իրավիճակներում արձանագրված փաստացի տվյալների վրա, մասնավորապես՝ կատարվող բարդ բնույթի շինարարատեխնիկական և էկոլոգիական համալիր փորձագիտական հետազոտությունների ընթացքում միայն մեկ չափագրող գործիքի կիրառմամբ ստացված թերի տվյալները լրացվել և ամբողջացվել են մի քանի չափագրող գործիքների համալիր կիրառության արդյունքում ստացված տեղեկատվությամբ, ինչն էլ իր հերթին բարձրացրել է իրականացվող հետազոտությունների արդյունքում ստացված տվյալների արժանահավատությունը՝ տալով վերոնշյալ մոտեցմանը կարևոր կիրառական նշանակություն:

Գրականության ցանկ

1. LEICA GEOSYSTEMS:
 - 1.1 Quick Start Guide: Leica Cyclone REGISTER 360, 2020. 1. pp. 42.
 - 1.2 Leica Geosystems (Release Notes)- Leica Cyclone 3DR 2023. 1.0. pp.75.
 - 1.3 Программное обеспечение Leica CloudWorx for AutoCAD.
2. <https://www.geooptic.ru/product/leica>.
3. ՀՀ կառավարությանն առընթեր անշարժ գույքի կադաստրի պետական կոմիտեի նախագահի 11.07.2022թ-ի թիվ 392-ն հրաման:

ОЦЕНКА ДОКАЗАТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА “LEICA RTC 360” ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ОБЪЕКТОВ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Миракян А. Р.

В статье в контексте недропользования рассматриваются вопросы применения трёхмерного лазерного сканирования при производстве строительно-технической судебной экспертизы. На основе практического использования лазерного сканера “Leica RTC 360” анализируются его доказательные возможности при определении объёмов горной массы, включая полезные ископаемые, извлекаемые при разработке карьеров, а также при установлении объёмов незаконной добычи и оценке ущерба, причинённого государству.

Целью исследования является оценка эффективности применения технологий трёхмерного лазерного сканирования местности и объектов для получения дополнительных количественных доказательных данных в рамках судебно-экспертных исследований.

В статье представлены результаты анализа данных, полученных с использованием лазерного сканера “Leica RTC 360”, выявлены факторы, ограничивающие его самостоятельное применение в судебно-экспертной практике, а также источники возможных погрешностей измерений. Обоснована необходимость комплексного использования лазерного сканирования совместно с иными измерительными и геодезическими инструментами и специализированным программным обеспечением.

Сделан вывод о том, что применение комплекса взаимодополняющих измерительных средств позволяет повысить точность и достоверность экспертных выводов, а также минимизировать ограничения, присущие использованию исключительно лазерного сканера при проведении строительно-технической судебной экспертизы.

Ключевые слова: *строительно-техническая судебная экспертиза, лазерный сканер “Leica RTC 360”, трёхмерное лазерное сканирование, доказательные данные, горная масса, полезные ископаемые, оценка ущерба, недропользование.*

POSSIBILITIES OF USING THE RTC 360 LEICA LASER SCANNER IN CONSTRUCTION AND TECHNICAL FORENSIC EXPERTISE

Mirakyan A.R.

The article presents the possibilities of determining the volumes of rock mass extracted from the territory of deposits for subsoil use purposes, including useful minerals, through the application of a laser scanner during construction-technical expert examinations, as well as the obstacles that arose in the course of this process.

The study substantiates that laser scanning makes it possible to create additional evidentiary grounds in the context of determining the volumes of illegally extracted mineral resources by economic operators and assessing the damage caused to the state. At the same time, the research presents findings indicating that the conduct of such examinations requires the use of an integrated set of measuring instruments. When applied in combination, these instruments complement each other and allow for the mitigation of limitations and challenges that arise when relying on a single measuring tool.

Keywords: *laser scanner, software, measuring instrument, measurement, rock mass, mineral resources.*

Ներկայացվել է խմբագրության 13.06.2025

Ընդունվել է տպագրության 18.08.2025