

УДК 52.528.52

ЖЕР ҮСТІ ЛАЗЕРЛІК СКАНЕРЛЕУДІҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ, ЖҰМЫС ІСТЕУ ПРИНЦИПІ, КЕҢІСТІКТІК АҚПАРАТ АЛУДЫҢ БАСҚА ТӘСІЛДЕРІНЕН АРТЫҚШЫЛЫҒЫ

Маңғыбаева Бану Кендебайқызы

Banu--96@maul.ru

Магистрант 2 курса специальности 6М071100 - «Геодезия», Архитектурно –
строительного факультета, Евразийского Национального Университета им. Л.Н.Гумилева
Нур-Султан, Қазақстан

Научный руководитель – к.т.н. доцент Оразбаев К.Т.

***Аннотация:**Статья рассматривает опыт применения технологии наземного лазерного сканирования, принцип работы лазерного сканирования, а также достоинства по отношению к другим способам получения пространственной информации.*

***Ключевые слова:** наземное лазерное сканирование, 3D-модель*

Сандық деректерді жинақтау технологиясын интеграциялау, геодезиялық фотограмметриялық технологиялар жердің ландшафты жүйесі туралы кеңістіктік ақпараттарды жинауға арналған түбегейлі жаңа құралдардың пайда болуына әкелді.

Геодезиялық технологияның дамуы 3D лазерлік сканерлеу технологиясының пайда болуына себеп болды. Бүгінде ол ең заманауи және өнімді әдістердің бірі болып табылады. Жер үсті лазерлік сканерлеу - арнайы құралдар мен лазерлік сканерлерді пайдалану арқылы 3D беттерді өлшеуге арналған байланыссыз технология. Дәстүрлі оптикалық және спутниктік геодезиялық әдістерге қатысты ол өлшеудің егжей-тегжейлі, жылдамдығы мен дәлдігін сипаттайды. 3D лазерлік сканерлеу сәулет, өнеркәсіп, жол инфрақұрылымын, геодезия және маркшейдер, археология салаларында қолданылады.

Ақпаратты алу түріне қарай құрылғы тахеометрге ұқсас. Сканер лазерлі диапазонды іздеу құралын пайдаланып, объектіге дейінгі қашықтықты есептейді, сонымен қатар тік және көлденең бұрыштарды өлшейді, XYZ координаталарын алады. Тахеометрден айырмашылығы лазерлік сканермен күнделікті түсіріс жұмыстарын жүргізу миллиондаған нүктелерді қамти алады, ал тахеометрден осындай ақпарат алу жүз жылдан астам уақытты қажет етеді. [1]

Сканердің бастапқы нәтижесі нүктелердің бұлты. Түсіру барысында олардың әрқайсысы үш координат (XYZ) және шағылысқан сигнал қарқындылығының сандық көрсеткіші. Ол лазер сәулесі түсетін жердің қасиеттерін анықтайды. Нүктелер бұлты қарқындылық дәрежесіне байланысты және сканерлегеннен кейін үшөлшемді сандық фотосуретке ұқсайды. Лазерлік сканерлердің қазіргі заманғы модельдерінің көпшілігі орнатылған бейне немесе камераға ие, сондықтан нүктелердің бұлты да нақты түстермен боялуы мүмкін.

Тұтастай алғанда, құрылғымен жұмыс схемасы келесідей. Лазер сканері штативте түсіріс жұмыстары жүргізілейін деп отырған объектіге қарама-қарсы орнатылады. Пайдаланушы нүктенің бұлттық тығыздығын (ажыратымдылықты) және зерттеу аймағын орнатады, содан кейін сканерлеу процесін бастайды. Объект бойынша толық деректер алу үшін, әдетте, осы операцияларды бірнеше станциядан (позициялар) орындау керек.

Содан кейін сканерден алынатын бастапқы деректерді өңдеу және өлшеу нәтижесін дайындау жұмыстары орындалады. Бұл кезең далалық жұмыстардан кем емес және объект өлшеміне сәйкес болады. Сканермен жұмыс істеудің соңғы нәтижесі ретінде профильдер

мен секциялар, жазық жоспарлар, үш өлшемді модельдер, беттердің аудандары мен көлемдерін есептеу сынды барлық қажетті ақпаратты алуға болады.

Жер үсті лазерлік сканерден алынған суреттер, әдетте, кейбір жағдайларда артық ақпараттың өте үлкен көлемін қамтиды. Біріншіден, осындай ақпарат статистикалық артықшылыққа ие, бұл көрші сурет элементтерінің бір-бірін қайталайтындығынан тұрады. Екіншіден, суреттерде психо-визуалды артықшылық бар, яғни, алынған сканерлеу туралы кейбір ақпарат адамның қабылдауына ешқандай салдарсыз алынуы мүмкін. Қайта сканерлеудің тағы бір түрі олардың «семантикалық» табиғатымен анықталады, бұл нақты әлемді ұйымдастырудың ерекшеліктерін ескере отырып, кескінді өңдеуге мүмкіндік береді.

Бұл объект туралы ақпарат жинау үдерісін толық автоматтандыру туралы айтуға мүмкіндік беретін резервтіліктің қасиеттері. Автоматтандырудың жоғары дәрежесімен қатар жердегі лазерлік сканерлеу кеңістіктік ақпаратты алудың басқа әдістеріне қатысты келесі артықшылықтарға ие:

1. Дала жағдайында объективтік нүктелердің кеңістіктік координаттарын анықтау мүмкіндіктері (сканерлеу кезінде, қашықтық, тік және көлденең бұрыштар өлшенеді, олардан нүктелердің X, Y, Z координаттары есептеледі).

2. Далалық жұмыстар кезеңінде «өлі» аймақтарды анықтауға мүмкіндік беретін үш өлшемді нақты уақыттағы визуализация.

3. Ақпарат алудың бұзылмайтын тәсілі.

4. Фотограмметриялық әдіске қарағанда объектінің нүктелерін жобалаудың екі орталығынан сканерлеуді қамтамасыз етудің қажеті жоқ.

5. Жоғары дәлдіктегі өлшеу.

6. Ақпаратқа қашықтан қол жеткізу қағидаты қашықтан және қауіпті аймақтарда түсіру кезінде орындаушының қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

7. Жоғары өнімділік. Жер үсті лазерлік сканерлеуді пайдаланудың маңызды артықшылығы - объектілердің цифрлық модельдерін жасау кезінде далалық жұмыстардың қысқаруы, сондықтан бұл технология басқаларға қарағанда тиімдірек.

8. Жұмыстар кез-келген жарықтандыру жағдайында, яғни күндіз-түні жүргізіледі. Сондықтан, сканер - белсенді түсіру жүйесі болып табылады.

9. Детальдандыру жоғары дәрежесі.

10. Лазерлік сканерлеу нәтижелерін көп мақсатта пайдалану. [2]

Жер үсті лазерлік сканерлеу жергілікті жерлерде әуелік лазерлік сканерлеуді пайдалануға қарағанда экономикалық себептер бойынша барлық микроформалар мен күрделі жер аймақтарын көрсететін жергілікті жерлерде түсіріп, құрастырылған кезде пайдаланылады. Лазерлік сканерлеу түсіру аймағында орналасқан барлық жер рельефі формаларын және белгілі бір элементті көрсету қажеттігін түсіндіру үшін өңдеуден кейінгі процесс барысын түсіруге мүмкіндік береді.

Сканерде нақты көрініс түрі бар немесе басқаша айтқанда, көзқарас өрісі бар. Зерттелетін объектілерге сканердің алдын-ала бағытталуы кіріктірілген цифрлы камераның көмегімен немесе алдын-ала сұйылтылған сканерлеу нәтижелері бойынша жүзеге асады. Сандық фотокамерамен түсірілген кескін компьютер экранына жіберіледі және оператор қажетті сканерлеу аймағын бөлектеп, құрылғының бағдарын визуалды бақылауды жүзеге асырады.

Сканерлеу жұмыстары жиі бірнеше сеанстарда орын алады, себебі барлық беттерді бір ғана байқау нүктесінен көруге болады. Ең қарапайым мысал - ғимараттың төрт қабырғасы. Әрбір нүктеден алынған сканерлер бір-бірімен арнайы бағдарламалық модульде бір кеңістікке біріктіріледі. Дала жұмыстары кезеңінде сканерден өткізу үшін аймақтарды қамтамасыз ету қажет. Сонымен қатар сканерлеу басталғанға дейін осы аймақтарға арнайы мақсаттар қойылады. Осы мақсаттардың координаттары «тігу» процесі болады. Жойылатын объектінің сипаттамалық нүктелерін пайдаланып, нүктелердің бұлттарын нысаналарсыз біріктіруге болады. [3]

Целью проведения мониторинга с помощью радиолокационных данных является регистрация каких либо смещений, деформаций земной поверхности и зданий для предотвращения или уменьшения риска чрезвычайных ситуаций. В данной статье описана обработка радарных снимков интерферометрических пар сделанных спутником на территории Карагандинского угольного бассейна.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, радарная интерферометрия, радиолокатор, горнопромышленное производство, COSMO-SkyMed.

The purpose of monitoring using radar data is the registration of any displacements and deformations of the earth's surface buildings to prevent or reduce the risk of emergencies. This article describes the processing of radar imagery satellite interferometric pairs made in the territory of the Karaganda coal basin.

Keywords: remote sensing, radar interferometry, radar, mining industry, COSMO-SkyMed. Жер бетінің табиғи және техногенды жылжуын, карьер шұңқырының деформациясын, қатты пайдалы қазбаларды өндіру территорияларына жақын орналасқан ғимараттардың деформациясын зерттеу мақсатында Жерді қашықтықтан зондтау мәліметтерін алып өңдеу қызметтерін көрсету бойынша кәсіпорындар бар. Бұл мәліметтер жоғарыда айтылған мәселелерді жерсеріктік радиолокациялық бейнелер тізбегін интерферометриялық өңдеу әдістемесін қолдана отырып шешуге мүмкіндік береді. Бұл әдістің негізгі артықшылығы – бейненің бүкіл ауданы бойынша тәуелсіз дистанционды бағалануы [1].

Интерферометрия – бұл екі түсірістің фазалық ақпараты негізінде рельеф биіктігін ажырату технологиясы. Интерферометриялық өңдеуді радарлық мәліметтерді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл әдіс, белгілі бір территория кеңістіктегі ығысуы бар, радиолокатордың қабылдаушы антеннасымен түсірілу керектігін көздейді.

Интерферометриялық өңдеу өткізу кезінде рельефтің сандық моделін (интерферометриялық жұпты қолданғанда), әртүрлі уақыт түсірістерін қоса өңдеуін қарастыратын, дифференциалды интерферометрия әдістері көмегімен жер бетіндегі өзгерістерді анықтауға болады. Жұмысты орындаудың негізгі кезеңдері болып, интерферограмманы құру, фильтрация, бір ізділігін есептеу, фазалық ашылу.

Радарлық интерферометрияны өткізу кезінде оператор жұмыстың әрбір сатысында нәтиженің сапасын бағалайды. Соңғы нәтижелер GPS өлшеулерімен және тірек ақпаратпен сәйкестендіру жолымен тексерілуі мүмкін [2].

Қарағандының тау-кен өнеркәсібінің үлесі барлық облыстың 80% алады. Arcelor Mittal Steel ресми сайтындағы ақпарат бойынша, Костенко атындағы шахтадан жылына 1,8 миллион тонна көмір алынады.

Бұл мақалада Қарағанды көмір бассейні территориясында COSMO-SkyMed жерсерігімен жасалған радарлық жұп суреттерін өңдеу.

Жерді қашықтықтан зондтау мәліметтерін өңдеу анализі, көрнекілендіру, ортотрансформациялау, қажетті ақпарат алғанша дейінгі суреттің кеңістіктік байланысын жасау және геоақпараттық жүйелер ақпаратымен интеграциялауды қазіргі кезде сәтті әрі қолжетімді Exelis VIS (АҚШ) кәсіпорыны шығаратын ENVI бағдармалық кешені болып табылады. Ал «Совзонд» кәсіпорыны ENVI бағдармалық кешенінің 2005 жылдан бастап ТМД елдері үшін Ресей территориясындағы дистрибьютер.

ENVI бағдарламалық кешенінде жұмыс. SARscape модуліндегі SmallBaselines (SBas) технологиясымен ғарыштық суретті өңдеу.

Бұл жұмыста біз 4 ғарыштық суретпен жұмыс істедік.

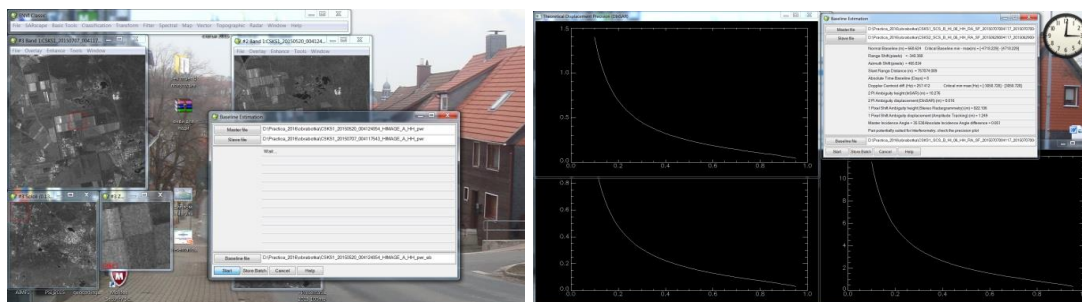
1. “.h5” форматы суреттердің «шикі» немесе бастапқы түрде екенін білдіреді. Олармен жұмыс жасау үшін ең алдымен “.slc” форматына ауыстырамыз.

SARscape бөлімінде ImportData→StandartFormats, кейін бізге керек жерсерікті COSMO-SkyMed. DatafileList... бөлімінде терезені ашамыз да бізге керек «шикі» суретті таңдаймыз. Файлдың сақталу орнын таңдаймыз.

2. Sarscape бөлімінде Basic→Multilooking функциясын таңдаймыз. Бастапқы файлды таңдағаннан кейін Looks пернесін басамыз. Бағдарлама керекті параметрлерді өзі таңдап, суретке төртбұрыш көрінісін жасайды. “.rwg” форматына ауыстырылады.

3. Базалық сызықтарды есептеу. Есептеу қорытындысы Блокнотта және Excel бағдарламасында көрсетіледі. Доплер эффектісін, базалық сызық зындығын және осы аудан түсірістері арасындағы уақыт аралығын көруге болады.

Бірінші тәсіл: Sarscape бөлімінде Interferometry → Baseline Estimation функциясын таңдаймыз.



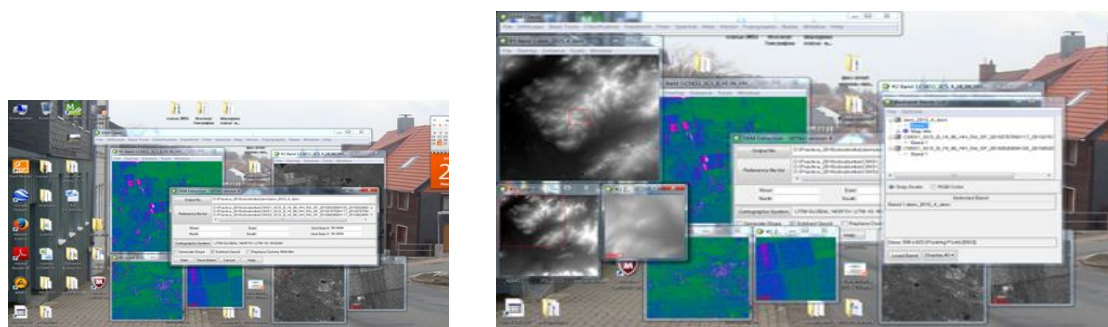
1 сурет. Базалық сызықтарды есептеу

Екінші тәсіл: Interferometry → Interferometric Tools → Multi Baseline Calculation.

4. 3D моделін құру. Tools→3DSurfaceView... бөлімі арқылы құрастырамыз.

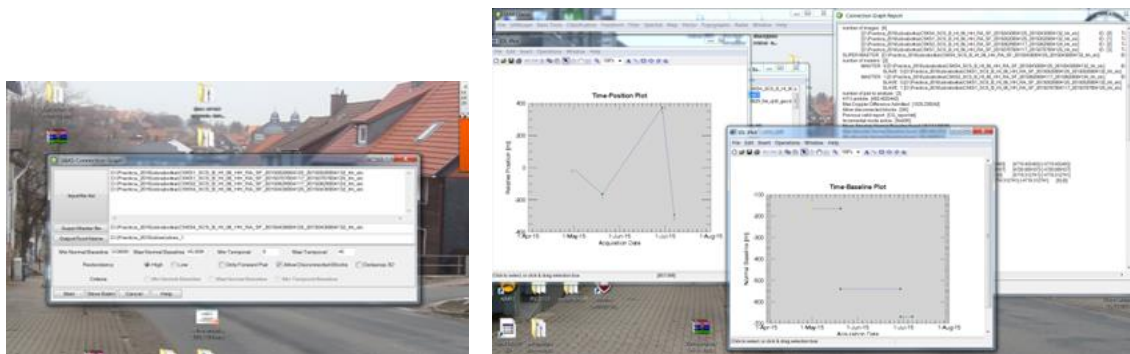
5. Суреттегі түстерді ауыстыру. Tools бөлімінде ColorTables функциясын таңдаймыз. Түстер гаммасын таңдауға болатын терезесімен жұмыс жасаймыз.

6. Жердің сандық моделін құрастырамыз. Sarscape бөлімінде Generaltools→DigitalElevationModelExtraction→SRTM3 Version4 таңдаймыз.



2 сурет. Жердің сандық моделін құрастыру

7. Жер бетінің жылжуын мен деформацияларын миллиметрлік дәлдікпен анықтауға SARscape Interferogram Stacking модулі арналған. Ол екі технологиядан тұрады: PersistentScatterers (PS) және SmallBaselines (SBas). Бұл жұмыс SARscape - SmallBaselines (SBas) технологиясымен орындалды. Бірінші қадам SARscape - Interferogram Stacking - SmallBaselines - Connection Graph . Барлық суреттер бастапқы мәлімет арқылы байланысқан жұптарды құрайды. Жұптар барлық нұсқалардың ішінен белгілі бір критерийлері арқылы таңдалады: максималды рұқсат етілген базалық сызық пен түсіріс арасындағы уақыт аралығы. ConnectionGraph құралы жоғарыда айтылған критерийлерді ескере отырып, интерактивті автоматтандырылған режимде жұптарды дұрыс ажыратып береді.

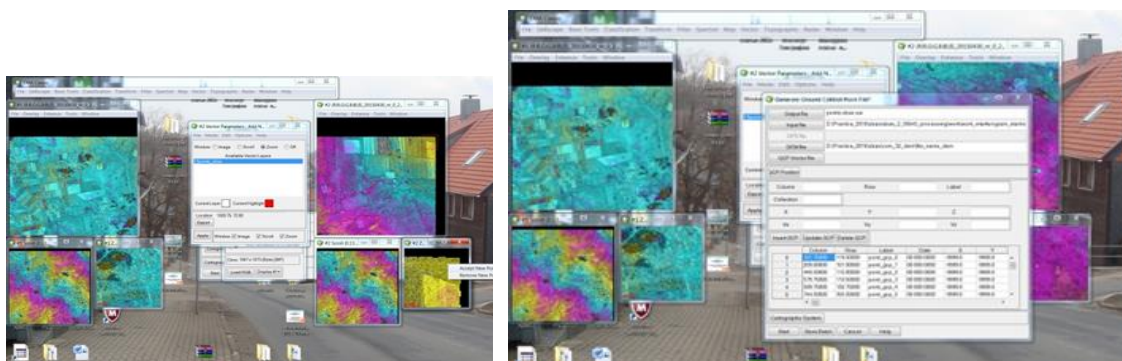


3 сурет. SARscape - Interferogram Stacking - SmallBaselines - Connection Graph

3 суретте түсірістің уақыттық интервалы үзілізсіз және алғашқы мен соңғы сурет арасы 68 тәулік, ал базалық сызық 295,126 м құрағаны көрініп тұр.

Екінші қадам - SARscape - Interferogram Stacking - SmallBaselines - Interferometric Workflow. Әрбір жұп үшін автоматты түрде интерферограммалар құрастырылды, интерферометриялық фазаның фильтрленуі мен когеренттілікті есептеу орындалды. Соңында ғарыштық суреттің бүкіл аумағының жер беті жылжу интерферограммасы алынды.

Ground Control Point барлық мүмкін интерферометриялық жұптар үшін орындалу керек. Жаңа векторлар ретінде Polygon, lines, Point ұсынылады.

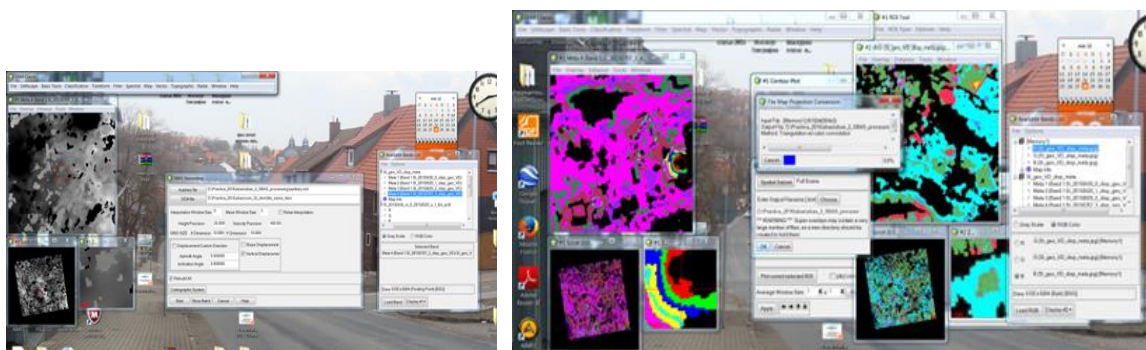


4 сурет. Ground Control Point функциясы

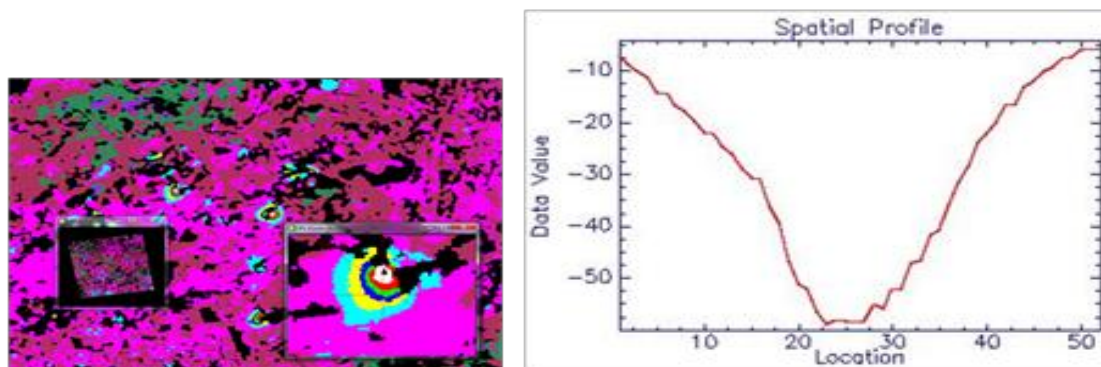
Үшінші қадам - SARscape - Interferogram Stacking - SmallBaselines - Refinement and Re-flattening орбитаның түзетілуін көрсетеді.

Келесі қадам SBAS Inversion екі сатыда орындалады: First Step және Second Step. Бұл сатыларды кеңістіктік және уақыттық өзгерулермен байланысты атмосфералық түзетулер орындалады. SARscape - Interferogram Stacking - SmallBaselines - First Step; - Second Step.

Соңғы қадам - SARscape - Interferogram Stacking - SmallBaselines - Geocoding. Өңдеудің барлық нәтижелері белгілі бір картографиялық жүйеде бейнеленеді. Мәліметтер міндетті түрде жерге байланған болуы қажет.



5 сурет. SARscape - Interferogramm Stacking –SmallBaselines - Geocoding
Таңдалған шөгу мұлдасында жер беті шөгуінің графигі сызылды.



6 сурет. Жер беті шөгуінің графигі

Жерсеріктік радарды интерферометрия әдісін қолдану, оның көрнектілігін мен тиімділігін көрсетті. Ал, бұл өз кезегінде бұл әдісті өндірілген территорияларға ұсынуға жол береді.

SmallBaselines технологиясымен 4 ғарыштық суреттерді өндегенде Костенко атындағы шахта маңында шөгу мұлдалары анықталды. 19 суреттегі графикте көрсетілгендей шөгу мәні 58 мм тең болды. Жер беті шөгуін анықтау үшін мониторингі жүйелі түрде жүргізіп отыру қажет. Жоғарыда баяндалған ғарыштық суреттерді өндеу әдісі нәтижелерді қысқа мерзімде алуға мүмкіндік береді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Толеубекова Ж.З., Мозер Д.В., Омарова А.К., Туякбай А.С. Статья на тему: применение радарной интерферометрии при изучении подработанных территорий// VIII международная специализированная выставка и научный конгресс – «Интерэкспо ГЕО-СИБИРЬ-2012», 2012. – Новосибирск: – том 1. – 5с
2. Дифференциальная радарная интерферометрия: <http://www.scanex.ru>