

№1 2019

научно-технический и производственный

ГОРНЫЙ

ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

Қазақстанның кен журналы



ISSN 2227-4766



9 772227 476197

® – материал на правах рекламы

① – информационное сообщение

✍ – статья публикуется в авторской редакции

4 Колонка редактора

6 Президент вручил «Казцинку» Гран-при республиканской премии «Парыз» ®
Сотрудница «Казцинка» получила высокую государственную награду ®

Геотехнология

9 *Крупник Л.А., Шапошник Ю.Н., Шокарев Д.А., Нуриайыкова Г.Т.*
Разработка технологии «мокрого» метода торкретирования в сложных горно-геологических условиях (окончание)

14 *Кудияров Д., Мамырбаева К.К., Гусейнова Г.Д., Луганов В.А.*
Повышение эффективности скважин месторождения Мынкудык обработкой бифторидом аммония

Геодезия

21 *Касымканова Х.М., Кудайбергенов М.К.*
Жер беті жылжуын ғарыштан мониторинг жүргізу

Крепление горных выработок

28 *Демин В.Ф., Мусин Р.А., Халикова Э.Р., Позднякова И.Ю.*
Разработка модели применения технологии анкерного крепления в горных выработках

Металлургия

35 *Жолдасбай Е.Е., Досмұхамедов Н.К.*
Мыс, қорғасын және ілеспелі металдардың шахталық қысқартып балқыту өнімдерінде табылу түрлері

Страницы истории

43 *Антоненко И.Н.*
Ретроспектива и перспектива технического обслуживания, ориентированного на безотказность

51 Сведения об авторах

52 Требования к оформлению статей

реп
нег
сп
ре
что
пр
доб

ос

Код МРНТИ 52.13.04:36.23.31

Х.М. Касымканова, М.К. Кудайбергенов

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті (Алматы қ., Қазақстан)

ЖЕР БЕТІ ЖЫЛЖУЫН ҒАРЫШТАН МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ

Мониторинг кезінде жер қойнауының жай-күйі тұрақты бақылау, ақпарат жинау, жинақтау, өңдеу және талдау, геологиялық ортаның жай-күйін бағалау және табиғи факторлардың, жер қойнауын пайдаланудың және басқа да антропогендік қызметтің әсерінен болжаудың өзгеруін болжау жүйесі ретінде түсініледі. Қазіргі таңда арақашықтан зерделеу мәліметтері көптеген салада кең қолданысқа ие. Ал картографиялауда жанарту үрдістерінің заңдылығы әрі тиімді әдісі болып келеді.

Под мониторингом состояния недр понимается система регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки и анализа информации, оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием естественных природных факторов, пользования недрами и другой антропогенной деятельности. Для обеспечения качества мониторинга геодинамических процессов при разработке месторождений твердых полезных ископаемых требуется постоянное совершенствование технологий.

Түйінді сөздер: аэрофототүсіріс, картография, радарлық түсірілімдер, арақашықтықтан зерделеу, мониторинг, ғарыштық суреттер, ғарыштық геодезия, құрылыс, геоақпараттық жүйелер.

Ключевые слова: аэрофотосъемка, картография, радарные снимки, дистанционное зондирование земли, мониторинг, космические снимки, космическая геодезия, строительство, геоинформационные системы.

Құрылыс (ғимарат) пен жер бетінің жылжуы мен деформациясын ғарыштық радарлық сурет серияларын интерферометрикалық әдісті қолдана отырып, дер кезінде бақылау төтенше жағдайлардың алдын алу үшін қажет. Бұл технология маркшейдерлік-геодезиялық бақылаулар жүйесіне ене отырып, құрылыс пен жер бетінің жылжуы мен деформациясын бірнеше миллиметрге дейін дәл анықтауға көмектеседі.

Табиғат кен және болжау нысандары бойынша жер бетінің деформациясын технологиялық үрдістердің мониторингі 2010 жылдың 24 маусымындағы № 291-IV «Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы», 2007 жылғы 9 қаңтардағы «ҚР экологиялық Кодексі», 2003 жылдың 9 маусымындағы ҚР су кодексі және «Ашық әдіспен кенді, кенсіз қанылған орындарға қойылатын қауіпсіздік талаптары» 2009 жылғы 26 қарашадағы №1939 ҚР Басқару заңына сәйкес орындалуы керек, мұндай жер бетінің деформациясын, кемшіліктерді және жер сілкінісін жандандыру сияқты әртүрлі өнеркәсіптік процестердің дамуын тудыратын, литосфераның күрт дамуы және бұзылуы геодинамикалық тепе-теңдік секілді фактісіне байланысты мониторинг кен геодинамикалық мониторинг қажеттілігі туындайды [1, 2]

Белгілі экономикалық шығын әкелетін төтенше және шұғыл жағдайлар туындайды. Бұл минералды

және көмірсутек ресурстары әсіресе Қазақстан үшін қарқынды шынайы болып табылады немесе қазірдің өзінде тау-кен және қыртысының тепе-теңдік балансының бұзылуына әкеледі.

Демек, жерсеріктік геодезия мен қашықтан зерделеу әдістерін пайдалана отырып, жер бетіндегі жер бетіне техногендік деформациялау үрдістерін кешенді мониторингтеудің жүйесін әзірлеу жердің геодинамикалық әдістерімен қатар, геокатастрофияны болжау мен алдын алудың дәлдігі мен тиімділігін және техносфера объектілерінің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Соңғы жылдары байқаушы кеңістікті дамыту және кешенді ақпаратты өңдеудің геодинамикалық әдістерінің арқасында геодинамикалық процестердің дамуын қадағалауды ұйымдастыру мүмкін болды. Осы бағытты дамыту аппаратураның одан әрі жетілдірілуімен оның тиімділігі өсіп келе жатқан объектілердің мониторингісін (мемлекеттік бақылау, бағалау және болжау) жасауға әкеледі. Ғарыштық және геодезиялық мониторингтің жоғары сезімтал жүйелерін қолдану кен орындарының орналасқан жерлеріндегі массивтердің ауысымының және сейсмикалықлығының параметрлерін сенімді түрде сақтауы мүмкін [3]

Геологиялық ортаның геодинамикалық мемлекеттік қажетті бақылау іс-шараларының бағалау және зерттеудің (әдістерін тандау, геодинамикалық полигондар құру,

мүмкін техногендік апаттардың тәуекелін талдау және бағалау, олардың салдарын болжау, т. б.) барлық спектрін қоса алғанда, нақты бағдарламаларды, құрды. Бағдарлама қызметті жүзеге асыру басым бағыты тәжірибеде қазіргі заманғы әдістері және мониторинг (радиолокациялық интерферометрия, жерүсті геодезиялық өлшеулер, GPS-мониторинг,) кешені қою есебінен халық, техникалық құралдар аумағында және инфрақұрылымын қорғауды қамтамасыз ету болып табылады¹.

Бедерге тән жер бетінің жылжуын арақашықтықтан мониторинг жүргізу үшін алынған күрделі объект ретінде рельефі күрделі және таулы аумақ Алматы қаласы алынды. Бұл аумақта 20 жылдан астам жер асты жұмыстары жүргізілуде. Яғни Алматы қаласының жер асты жолы – метро салынууда. Бұл аймақтың геологиялық құрылымы өте күрделі болғандықтан метро салу барысында қауіпті жағдайлар көп кездесуде. Сонымен қатар, зерттеліп отырған аймақ Алматы қаласы 9-балдық жер сілкіну сейсмикалық зонасында орналасқан. Осы себептерге байланысты зерттеліп отырған аймақта жер бетінің жылжуы, жер астының сумен толуы, опырылу, сырғу, бедердің бұзылуы сияқты қауіптер кездесуде. Осы қауіптердің ішінде ең қауіптісі ретінде жер бетінің жылу және опырылуды қарастырамыз. Жер бетінің жылжуын арақашықтықтан зерделеу нәтижесі

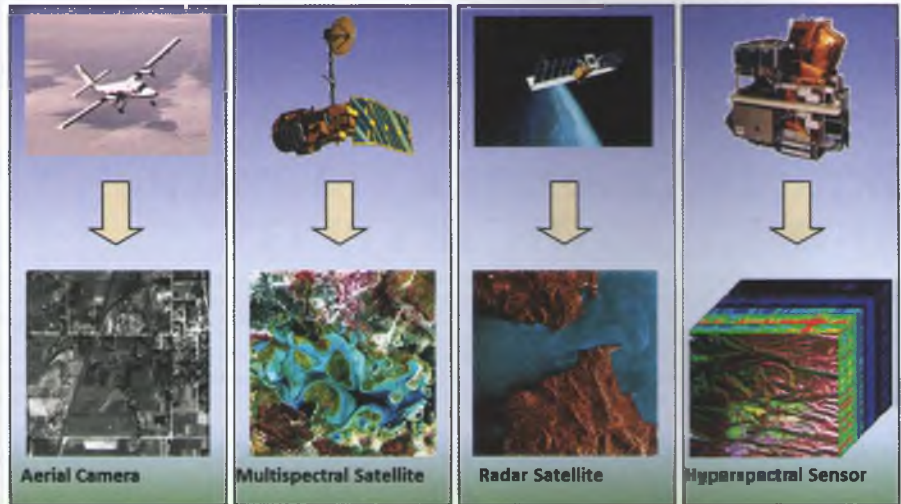
¹Guochang Xu. GPS theory, algorithms and applications (second edition). // Springer Berlin Heidelberg. – New York, 2009. – 337 p.

ретінде әуеғарыштық суреттерден бақылау жүргіземіз. Себебі әуеғарыштық суреттер жерден шағылысқан сәулелік спектрдің оптикалық, жылу инфрақызыл және радиодиапазондардың әртүрлі бөліктерін қабылдауда алынады.

Спектрдің көрінетін (0,4-0,7 мкм) және жақын инфрақызыл (0,7-3,0 мкм) облыстарында шағылысқан күн радиациясы қабылданады. Әуеғарыштық суретте салыстырмалы түрде ірі нысандар, мысалы, жеке ауылшаруашылық алқаптарының түстік рендері бойынша жақсы ажыратылады. Ғарыштық суреттерде дәл сол нысандардың өлшемдерін қабылдау мүмкіндігінің болуы жақын болғанда ғана, оның түстері айырмашылықсыз бейнеленеді. Әуетүсірісте фотографиялық түсіріс жүйесін қолдану басым болып келді. Ғарыштан түсіріс жасаудың кемшілігі – оның баяулығында².

Жерді арақашықтықтан зерделеу (ЖАЗ) мәліметтерін қолдана отырып, шөгү үдерісін бақылау (мониторинг) әдісі 15 жыл бұрын ғана бастады. Аталған әдіс қозғалысты бақылаудың (мониторинг) классикалық әдісіне қарағанда көптеген артықшылықтарға ие, нивелерлеу және ғаламдық жайғастыру әдісі көмегімен, аумақты зерттеуші мен өндіріс үшін қызығушылық танытқан аумақты айтарлықтай ауқымды қамтуға мүмкіндігі бар.

Ғарыштан жерді арақашықтықтық зерделеу (ЖАЗ) мәліметтері әртүрлі мәселелерді шешуде кеңінен қолданылады, оның ішінде Жер беті қозғалысының шөгү жылдамдығын болжауда сәтті қолданылуда. Жетуге жолы қиын (қолжетімсіз) аудандарда дәстүрлі әдіс арқылы геологиялық-геофизикалық ақпаратты алу қиындығы мен жоғары бағасы, мәліметті арақашықтықтық технологиялары арқылы алу маңызын арттырады. Қазіргі дағдарыс кезінде, ірі компаниялардың өздері геологиялық барлау жұмыстарының көлемін қысқартуда, осы сәтте ғарыштан алынған түсірілімдерді қолдану өзекті болуда.



1 сурет. Арақашықтан алынған түсірілімдер.

ЖАЗ мәліметтерін өңдеу кезінде айтылған әдісті қолдану атмосфералық әсерге байланысты көптеген қателіктерді болдырмауға (алдын-алуға) және бағалауға мүмкіндік береді. Ең бастысы, аталған әдіс арқылы, осы уақытқа дейін бағаланбаған, тек оның пайда болу мүмкіндігі қысқартылған өрістеу фазасының қателіктерін болдырмауға және бағалауға мүмкін болады. Өрістеу фазасының өрескел қателіктерін бағалауда жер бетілік құрал-жабдықтық бақылау арқылы мәліметтерді тексеру қажеттілігі жоқ, себебі ЖАЗ мәліметтері интерферометрикалық жоғары дәлдікті анализді өзін-өзі бақылау құрал-жабдығы болады.

Төмендегі суретте арақашықтықтан түсірілетін түсірілімдердің түрлері көрсетілген (1 сурет). Олардың көрсету мүмкіндіктері әр түрлі болып келеді. Барлық түсірілімдер жер бетін мониторинг жүргізуде өзіндік ерекшеліктері бар.

Мультиспектральды таспалардың екі, ал көп жағдайда үш жарыққа сезімтал 3 қабаты болады. Соңғы жағдайда қабаттардың біреуі спектрдің жақын инфрақызыл аумағына сезімтал боып келеді. Біздің көзімізде ондай сәулелерді қабылдайтын қабілет болмайды. Сондықтан мұндай қабатты енгізу мультиспектральды суреттердегі түстердің бұрмалануына алып келеді. Мысалы, ондағы өсімдіктердің

түсі қызыл немесе көгілдір болып көрінуі мүмкін.

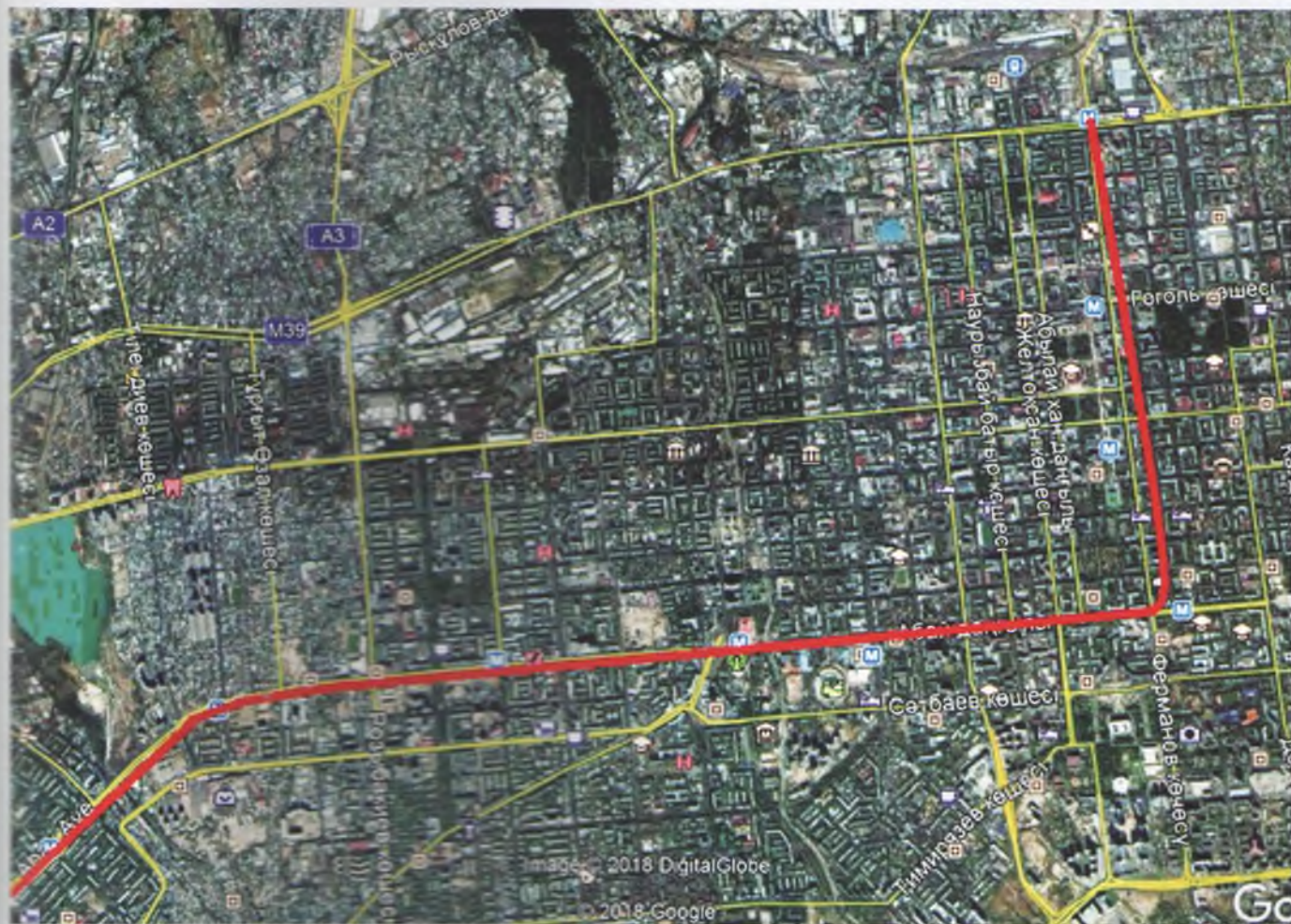
Мультиспектральды таспалардан түс фильтрлерінің сәйкестерін таңдау арқылы, оларды басып шығарғанда, нағыз түстерге жақын суреттерді алуға болады. Мультиспектральды суреттердің түрлі түсті спектрінің саны және олардың реніне қарамастан басымдығы айқын болады. Соған байланысты түрлі түсті мультиспектральды таспадағы түсіріс әуетүсірісте және ғарыштан түсіріс кезінде кең қолданылады.

Бұл түсірілімге Google Earth қосымшасынан алынатын суреттерді жатқызуға болады және де мониторинг жасауға өте қолайлы (2 сурет).

Радарлық түсірілім арқылы алынған негізгі ақпарат болып амплитуда мен фаза табылады. Қайта радарлық түсірілім жер бетінің жылжуымен байланысты болған, фазалардың айырмасын анықтауға көмектеседі. Мұндай жылжулар радарлық түсірілім мәліметтерін әртүрлі әдістер арқылы мамандандырылған бағдарламалық өнімдерде өңдеу кезінде анықталуы мүмкін.

Радиолокациялық (РЛ) немесе радарлық түсірілім – арақашықтықтық түсірілімдердің маңызды түрі. Жер бетін бақылауда түрлі табиғи кедергілер: тығыз бұлттылық, тұман және т. б. жағдайларда қолданылады. Ол активті болып табылғандықтан, түнгі уақытта жүргізіле алады. Радарлық түсірілім

²Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. / Учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.



2 сурет. Алматы қаласының метро жолдары.

үшін, әдетте ұшақтар мен жердің жасанды серіктеріне орнатылған бүйірлік шолу радиолокаторлары (БШЛ) қолданылады³.

Радарлық түсірілімдерді арақашықтықтық зерделеуде сурет тоны мен оның текстурасын әскери пәтерек. РЛ-түсірілімдердің тоны әртүрлілігі тау жыныстарының литологиялық ерекшелігіне, түйіршікті құрылымдардың көлеміне, мүжілу үдерісіне тұрақтылығына байланысты. Тондық әртүрлілік қара түстен ақ түске дейін өзгеруі мүмкін. РЛ-түсірілімдермен жұмыс жасау тәжірибесі көрсеткендей, қара тон жіберілген радиотолқынның толық шағылысуы болатын тегіс жер бетіне сәйкес келеді. Ірі өзендер үнемі қара тонға ие. РЛ-түсірілімдердің текстуралық әртүрлілігі жер бедерінің тілімденген денгейіне байланысты және жұқа торлы қуысты,

массивті және т.б. болуы мүмкін. РЛ-түсірілімдердің қуысты текстурасы шөгінді немесе метаморфты тау жыныстары қабаты кезектесетін таулы аймақтар үшін тән болса, массивті текстура интрузивті шөгінділер жамылған аймаққа тән болады. Әсіресе РЛ-түсірілімдерде гидротор жақсы көрінеді. Ол фотосуреттерге қарағанда жақсы зерделенеді. Қалың өсімдікпен жамылған аудандардағы РЛ-түсірілімдердің жоғарғы ажыратымдылығы оны пайдаланудың үлкен мүмкіндігін ашады.

Радарлық ғарыштық түсірілім радиотолқындардың ультракысқатолқынды облысында орындалады, олар Х-, С- және L-диапазондарға бөлінеді⁴. Радиолокатор электромагнитті импульстардың сәулесін нысанға бағыттайды. Импульстың бір бөлігі нысаннан шағылысады, дегенімен шағылысқан дыбыстың

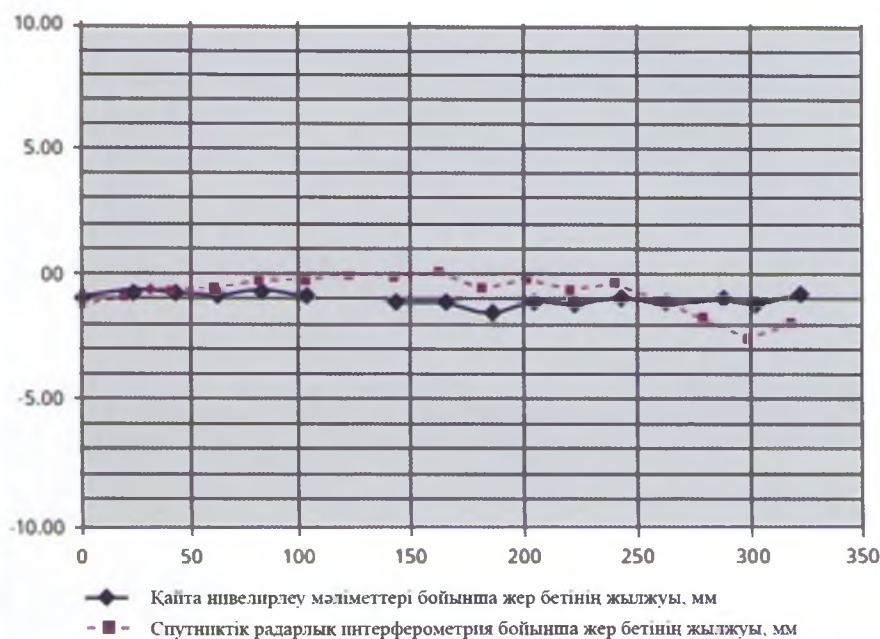
сипаттамалары мен нысанға дейінгі арақашықтықты өлшейді. Барлық заманауи ғарыштық радарлық жүйелер – ол синтезделген апертуралы радиолокаторлар (SAR).

Радиолокаторлар белгілі жиілікте өзінің дыбысын жібереді және оны тіркейді (шағылысқан күн сәулесін тіркейтін оптикалық сенсордан ерекшелігі), сондықтан да жарықтылыққа байланысты емес. Сантиметрлік диапазонды радиотолқындар бұлттар арқылы өтеді, сондықтан радарлық түсірілімдер бұлттылыққа байланысты емес.

Радарлық ғарыштық жүйелердің көбі 0,5-тен 75 см-лік (2) ұзындық толқындарымен жұмыс жасайды⁴:

X-диапазон: 2,4 см-ден – 3,75 см дейін (12,5 ГГц-тен 8 ГГц-ке дейін); бұл диапазон мәліметтері әскери барлау жұмыстары кезінде және азаматтық көптеген міндеттерді де

³Верба В.С., Неронский Л.Б., Осипов В.Г., Турец В.Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования. / Монография. – М.: Радиотехника, 2010. – 690 с.
⁴<https://sovzond.ru/products/special-data-bank/>



3 сурет. Зерттеліп отырған метро аумағы бойынша спутниктік радарлық интерферометрия бойынша жер бетінің жылжуы.

шешуге, соның ішінде мұздықтарды зерттеу мен классификациялау үшін қолданылады;

S-диапазон: 3,75 см-ден – 7 см дейін (8 ГГц-тен 4 ГГц-ке дейін); бұл диапазон мәліметтері азаматтық секторда көптеген міндеттерді шешуде кеңінен қолданылады, соның ішінде жергілікті жердің сандық үлгісін құруға (ЖСҮ) және жер бедерінің сандық үлгісін (ЖБСҮ) құруда, жер бетінің жылжуын бақылауда қолданылады;

S-диапазон: 7,5 см-ден – 15 см дейін (4 ГГц-тен 2 ГГц-ке дейін). Диапазон әскери және азаматтық біршама міндеттерді шешуде қызығушылық танытады;

L-диапазон: 15 см-ден – 30 см дейін (2 ГГц-тен 1 ГГц-ке дейін); өсімдік жамылғысы көрінеді, соның ішінде онша қалың емес орман; бұл диапазон сәулелері құрғақ қар, мұз, құрғақ топырақ жамылғысына (бірнеше метрге дейін) өте алады;

P-диапазон: 30 см-ден – 100 см дейін (1 ГГц-тен 0,3 ГГц-ке дейін); өсімдік жамылғысы көрінеді, соның ішінде құрғақ қар, мұз, құрғақ топырақ жамылғысына бірнеше метрге дейін өтеді. Биомассаны бағалау үшін қолданылады. Тек қана әуе-тасығыштарына орнатылған.

Радиолокациялық мәліметтердің көмегімен бақылау жасау мақсаты ғимараттар мен жер бедерінің деформациясы мен жылжуын апаттың алдын алу мақсатында өз уақытылы анықтау және апаттардың алдын алу болып табылады. Негізгі шешілетін міндет – бұл арақашықтықтан зерделеу әдісімен ғимараттар мен жер бедерінің деформациясы және жылжуы туралы үздіксіз ақпараттар алу. Осы аталған әдістердің ең тиімдісі – ол спутниктік радарлық интерферометрияны пайдалана отырып жерді қашықтықтан зерделеу әдісі. Зерттеліп отырған метро ауданының жер бетінің жылжуын бақылау жасау үшін Landsat-8 ғарыштық суреті негізінде спутниктік радарлық интерферометрия жасалды. Бұл өңдеу ENVI (модуль SarScape Interferometric Stacking) бағдарламасында Sbas технологиясында жасалды. Бұл кіші базалық сызықтар интерферометриясы (3 сурет).

Бұл диаграммада біз зерттеп отырған аумақты 2 тәсілмен зерттей келе нәтижесін алдық. Оның бірі қайта нивелирлеу әдісі, ал екіншісі спутниктік радарлық интерферометрия әдісі. Осы 2 әдіспен де біз жер бетінің жылжуын бақылап көрдік. Интерферометрия әдісінде жер бетінің жылжуы

әлде қайда жоғары байқалады. Қазіргі таңда ауқымды аумақтардың деформация үдерісін бақылау (мониторинг), әдетте, жоғары дәлдіктегі нивелирлеу және жоғары дәлдіктегі ғарыштық бақылау сияқты дәстүрлі маркшейдерлік-геодезиялық әдістермен жүзеге асырылады. Бұл әдістер эталонды болып табылғандықтан, үлкен материалдық және уақыт шығындарын талап етеді. Сонымен қатар, осы әдістер арқылы ақпарат алу жеделдігі төмен, себебі деформация үдерісі дамуының динамикасы туралы ақпарат алу үшін үнемі бақылап және оның нәтижесін үнемі өңдеуді талап етеді.

Радиолокациялық сәулелердің өткізгіштік қабілеті толқын ұзындығының өсуімен өседі. Ұзындығы 2 см артық толқынды радарлар бұлттылықтан өтеді, ұзындығы 4 см артық толқынды радарлық жүйелер үшін жаңбыр мен қар қиындық туғызатын факторлар болып табылады³.

ЖСҮ-н құрастыру мақсатында немесе жер бетінің топырақ шөгіндісін анықтау үшін түсірілімдердің жұбы мен серияларын интерферометрикалық өңдеу радарлық түсірілімдерді пайдалануда уникалды және перспективалы бағыт болып табылады. Радарлық интерферометрия – электромагниттік толқындардың интерференциялық эффектісін қолданатын әдістердің бірі. Радиолокациялық мәліметтерді интерферометрикалық өңдеу техникасы радиолокатордың қабылдағыш антеннасын кеңістікте жылжыта отырып, жер бетінің сол бір ауданының бірнеше когерентті өлшемдерін алуды көздейді [4].

Ғарыштық радарлық жүйенің дамуында кеңістіктің ажыратылымдардың өсуі мен түсірілімдер режимдер санының артуымен қатар, маңызды тенденция болып поляризациялық мүмкіндіктердің кеңеюі, әсіресе төрт поляризацияда бір уақытта түсірілім жасау табылады. Поляриметриялық мәліметтердің ерекшелігі шағылысудың физикалық типіне байланысы түсірілімде нысанды классификациялау мүмкіндігінде.

Радарлық интерферометрия пайдаланылатын қазбаларды жер асты өндіру

³Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования. – М.: Техносфера, 2006.

аудандарының жер бетінің жылжуы мен дәл уақытыты анықтауда қарсыр көмері мен бүйірінің деформациясын картаға түсіруде, сонымен қатар апараттардың табиғи және техногенді жылжуы мен деформациясын бақылауда таптырмас әдіс.

Радарлық интерферометрия бірнеше миллиметрге дейінгі азғана жылжуды да анықтайды, төтенше жағдайлардың пайда болу қауіпін төмендетеді және оның салдарын жағұрлым азайтады.

Радарлық интерферометрияның негізгі артықшылығы – түсірілімнің барлық алаңы бойынша өзгерістерді тәуелсіз арақашықтықтан бағалау. Есептеу үшін айына 8 рет алынған ғарыштық радарлық мәліметтердің массиві қолданылады.

Жылжулар мен деформацияларды радарлық бақылау екі кезең арқылы жүреді [5]:

- мақсатты көпжолды радарлық ғарыштық түсірілімді жоспарлау мен тапсырыс арқылы; бұл кезеңде радарлық бақылаулар – 30 радарлық түсірілім 30 түрлі уақытта алғашқы массив мәліметтерін алу керек;

- радарлық бақылау мәліметтері 5-6 айда (жылына 1 метрге дейін қарқынды жылжуды бақылау сәуірден қазанға дейінгі уақыт қолайлы) немесе бірнеше жылда (жылжу қарқынды байқалмайтын қалаларды бақылауға болады) алуға болады.

Көп жолды радарлық ғарыштық түсірілімдер мәліметтерін интерферометрлік өңдеу.

Бұл кезеңде радарлық түсірілімдердің алғашқы мәліметтер массиві жер беті мен құрылыстардың

жылжуы мен деформациясы карталарына шегізделген.

Нәтижесінде тапсырыс беруші жер беті мен құрылыстың түсірілім жүргізген уақыттағы векторлық және растрлық форматтағы өзгерістері белгілеген карталарды және техникалық есептерді алады. Қосымша вертикалды және горизонталды жылжулар карталары есептеле алады, сонымен қатар нәтижесінде жылжулардың растрлық файлдары мен жылжулар изосызықтары берілген, SBAS әдісі арқылы мәліметтерді аудандық өңдеуге болады.

Сейсмикалық белсенді аймақты ықтималдық карталарының құрылуымен ықтимал күшті жер сілкінісінің пайда болуы үшін бағалаудың жаңа әдісі айтарлықтай әлеуметтік-экономикалық әсерге ие. Зерттеу нәтижелері техногендік объектілердің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету және гео-апаттардың алдын-алу бойынша жұмыстардың қажетті бөлігі болып табылады.

Соңғы жылдары байқаушы кеңістікті дамыту және кешенді ақпаратты өңдеудің геодезиялық әдістерінің арқасында геодинамикалық процестердің дамуын қадағалауды ұйымдастыру мүмкін болды. Осы бағытты дамыту аппаратураның одан әрі жетілдірілуімен оның тиімділігі өсіп келе жатқан объектілердің мониторингісін (мемлекеттік бақылау, бағалау және болжау) жасауға әкелді. Ғарыштық және геодезиялық мониторингтің жоғары сезімтал жүйелерін қолдану кен орындарының орналасқан жерлеріндегі

массивтердің ауысымының сейсмикалығының параметрлерін сенімді түрде сақтауы мүмкін.

Геологиялық ортаның геодинамикалық мемлекеттік қажетті қылау іс-шараларының баға және зерттеудің (әдістерін таңдау) геодинамикалық полигондар құруы мүмкін техногендік апаттарды тәуекелін талдау және бағалау олардың салдарын болжау, табиғи барлық спектрін қоса алғанда, жаңа жағдайларды бағдарламаларды құруды. Бағдарлама қызметті жүзеге асыруға басым бағыты тәжірибеде қазіргі заманғы әдістері және мониторинг (радиолокациялық интерферометрия, жерүсті геодезиялық өлшеулер, GPS-мониторинг.) кешенді қою есебінен халық, техникалық құралдар аумағында және инфрақұрылымын қорғауды қамтамасыз ету болып табылады.

Сонымен, техногенді жүктемелі аумақтардың радарлық анализі, сонымен қатар өндірістік және азаматтық нысандар тығыз салынған аумақтарда деформация белсенділігі мен оның кеңістікте таралуы туралы өте маңызды және практикалық нәтижелер береді. Нүктелік анализді қолдану арқылы деформацияның кеңістікте ғана емес, уақытта да таралуы туралы ақпарат алуға болады. Ауқымды аумақтарда деформациялық үдерістерді жедел бақылауға мүмкіндік туады. Бұл жағдайда радарлық түсірілім оптикалық сенсордан алынатын ақпарат сапасы жағынан және визуалды арақашықтықтық зерделеу нәтижесіне лайықты баламасы болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Охотин А.Л., Хач В., Просекин Б.А., Кантемиров Ю.И. Космический радарный мониторинг деформаций стенок угольного разреза Уртуйский. // Геоматика, 2012. – №2 (15). – С. 63-65.
2. Козырев А.А., Панин В.И., Савченко С.Н. Геомеханические исследования и обоснования при ведении горных работ на Кольском полуострове. // Формирование основ современной стратегии природопользования в Евро-Арктическом регионе: сб. науч. тр. – Аналиты: КНЦ РАН, 2005. – С. 122-131.
3. Miyazaki S., Hatahaka Y., Sagiya T., Tada T. The Nationwide GPS Array as an Earth Observation System. // Bulletin of Geographical Survey Institute, 1998. – Vol. 44. – P. 11-22.
4. Евтюшкин А.В., Филатов А.В. Технология построения цифровых моделей рельефа и оценки смещений методом радарной интерферометрии. // Вестник НГУ. – Новосибирск, 2009. – Т. 7. – Вып. 1. – С. 66-72.
5. Кантемиров Ю.И., Лебедев Е.Д. Применение данных всепогодных космических радарных съемок при мониторинге чрезвычайных ситуаций. // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2012.

Статья публикуется по решению редакционной коллегии, доктора технических наук М.Б. Нуриевой