

Композит МТС показал свою пригодность как для тематического картографирования, так и для задач мониторинга изменений в лесном хозяйстве. С таким же успехом он может быть использован для мониторинга сельскохозяйственных процессов, строительства и любой наземной активности, влияющей на изменение амплитуды отражения радарного сигнала и на когерентность фаз радарных съемок.

Библиографические ссылки

1. Новый продукт МТС, рассчитываемый по данным COSMO-SkyMed / Л. Пиетранера, Ф. Бритти, Л. Чезарано и др. // Геоматика, Совзонд. 2012. № 1 (14). С. 46–51.

2. Полуавтоматическое выявление вырубок леса на мультитременных радарных и радарно-оптических цветных композитах / Е. В. Бахтинова, А. Ю. Соколов, Д. Б. Никольский, Ю. И. Кантемиров // Геоматика, Совзонд. 2012. № 1 (14). С. 52–55.

References

1. Pietranera L., Britti F., Cesarano L. etc. Geomatica, Sovzond, 2012, № 1 (14), pp. 46–51.

2. Bakhtinova Ye. V., Sokolov A. Yu., Nikolskiy D. B., Kantemirov Yu. I. Geomatica, Sovzond, 2012, № 1 (14), pp. 52–55.

© Кантемиров Ю. И., 2013

УДК 528.88

ПРИМЕНЕНИЕ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОПОЛЗНЕВЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «УРТУЙСКИЙ УГОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ»

В. Д. Хан

Национальный исследовательский иркутский государственный технический университет
Россия, 664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83. E-mail: Mithril1990@mail.ru

Рассматривается возможность осуществления мониторинга деформаций бортов карьера по данным многопроходных радарных съемок.

Ключевые слова: деформации земной поверхности, радарные съемки, интерферометрия.

APPLICATION RADAR INTERFEROMETRY FOR MONITORING THE LANDSLIDE PROCESSES AT MINING PLANT AT THE EXAMPLE OF JSC “URTUYSKIY COAL MINE”

V. D. Khan

National Research Irkutsk State Technical University
83 Lermontov st., Irkutsk, 664074, Russia. E-mail: Mithril1990@mail.ru

In the article the author considers the possibility of monitoring deformations of the coal mine beads according to multipass radar surveys.

Keywords: deformation of the earth's surface, radar imaging, interferometry.

Существуют компании, предлагающие свои услуги в области получения и обработки данных дистанционного зондирования Земли, в целях выявления деформаций бортов карьеров, а также природных и техногенных смещений земной поверхности, деформаций сооружений над месторождениями твердых полезных ископаемых вблизи разработки предприятий. Эти данные позволяют решать приведенные задачи с применением методики интерферометрической обработки серий спутниковых радиолокационных изображений [1].

Данная технология, будучи интегрированной в систему маркшейдерско-геодезических наблюдений, позволяет определять вертикальные и горизонтальные

смещения поверхности и объектов инфраструктуры, а также деформации неразрабатываемых бортов карьера с очень высокой точностью. Основное преимущество метода – это независимая дистанционная оценка смещений по всей площади снимка. Для расчета смещений используется массив спутниковых данных, которые получают с космических аппаратов с определенной периодичностью.

Целью мониторинга с помощью радиолокационных данных является снижение рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и уменьшение их возможных последствий за счет современного выявления смещений и деформаций земной поверхности и сооружений.

Основная решаемая задача это регулярное получение информации о смещениях и деформациях земной поверхности и сооружений дистанционными (космическими) методами.

В 2012 г. сотрудниками НИ ИрГТУ совместно с компанией «Совзонд» был опробован метод дистанционных исследований на действующем горнодобывающем предприятии ОАО «Уртуйский угольный разрез» [2]. Угольный разрез Уртуйский расположен к северо-западу от г. Краснокаменск, на котором ведется добыча бурого угля открытым способом. Разрез был снят 15 раз с радарных спутников группировки COSMOSkyMED (E-GEOS, Италия) в режиме HImage (разрешение 3 м, площадь сцены 40 × 40 км). Схема покрытия территории Уртуйского разреза данными COSMOSkyMED приведена на рис. 1.

Основная цель выполнения проекта – установить возможно ли по данным многопроходных радарных

съемок осуществить мониторинг деформаций бортов карьера с достаточно высокой точностью [3]. Данные 15-проходной радарной съемки Уртуйского угольного разреза были интерферометрически обработаны по методике «Small Baselines Interferometry (SBAs)» в программном комплексе SARscape (Exelis VIS, США) с применением трехмерной развертки фазы. Всего было обработано 105 пар снимков, показанных на диаграмме «время – базовая линия», рис. 2.

Для каждой из пар в автоматизированном режиме были построены интерферограммы, дифференциальные интерферограммы, выполнены фильтрация интерферометрической фазы, расчет когерентности и развертка фазы [4].

На выходе были рассчитаны смещения земной поверхности на каждую дату съемки, результирующая карта смещений и файл точек – постоянных рассеивателей радиолокационного сигнала [5].



Рис. 1. Схема покрытия территории данными COSMOSkyMED

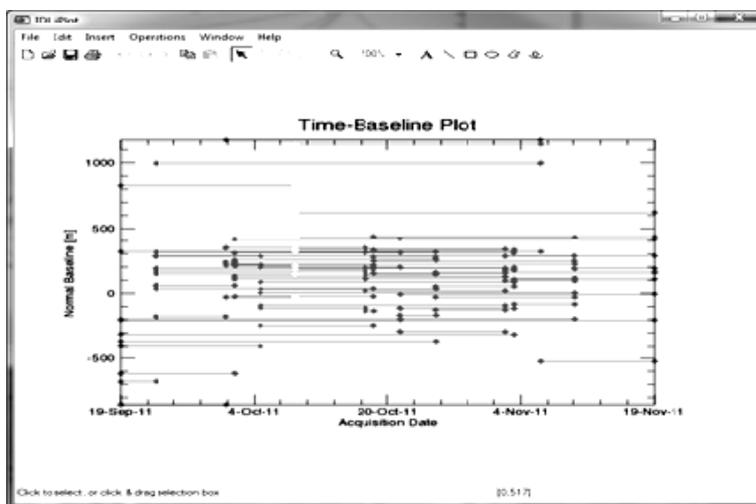


Рис. 2. Диаграмма время – базовая линия

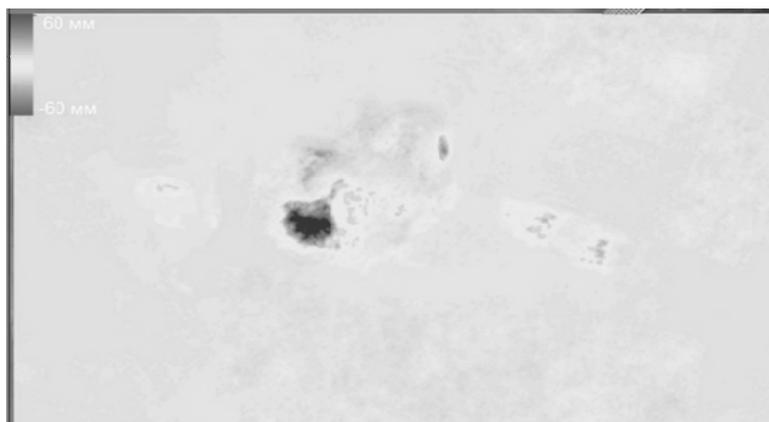


Рис. 3. Карта смещений и деформаций земной поверхности

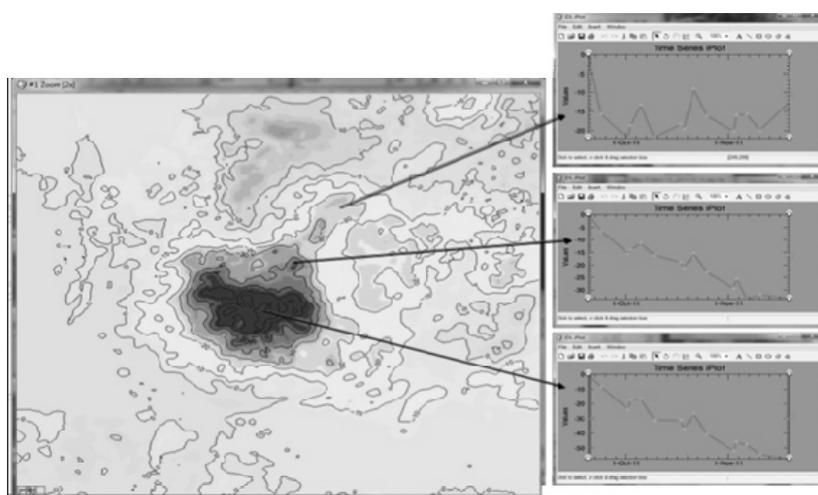


Рис. 4. Основной очаг оседаний крупным планом, графики смещений для нескольких типовых точек

Оптический снимок и пространственно соответствующая ему карта смещений приведены на рис. 3. Основной выявленный очаг оседаний находится в юго-западной части карьера. Основной очаг оседаний крупным планом и график смещений для нескольких типовых точек в пределах этого очага показаны на рис. 4. Кроме того, на крупном плане заметны несколько участков поднятий, эти поднятия образованы за счет формирования отвалообразований.

По результатам работ установлено наличие деформаций бортов карьера с максимальной интенсивностью до 6 см за 2 месяца. Результаты дистанционного зондирования угольного разреза Уртуйский были проконтролированы наземной съемкой с применением геодезического GNSS оборудования методом статических наблюдений. В результате контроля были выявлены деформации с аналогичной интенсивностью [6].

Полученные результаты показали, что при частоте порядка 6–8 съемок в месяц даже на незастроенной территории удается поддерживать когерентность фаз радарных съемок за разные даты на необходимом для выполнения обработки уровне. Что делает данную технологию применимой для выполнения мониторинговых работ.

Библиографические ссылки

1. Гужов В. И., Ильиных С. П. Компьютерная интерферометрия : учеб. пособие. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2004.
2. Компания «Совзонд» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sovzond.ru/>.
3. Cumming I. G., Wong F. H., Digital processing of synthetic aperture radar data. Norwood : Artech House, Inc., 2005.
4. ENVI – Программный комплекс ENVI [Электронный ресурс]. URL: <http://www.envisoft.ru/>.
5. Радиолокационное исследование Земли из космоса [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gis.gorodok.net/>.
6. Кашников Ю. А., Ашихмин С. Г. Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья / ООО «Недра-Бизнесцентр». М., 2007.

References

1. Guzhov V. I., Ilyin S. P. Komp'yuternaya interferometriya (Computer interferometry). Novosibirsk: Publishing House of the NSTU, 2004.
2. Company Sovzond. Available at: <http://www.sovzond.ru/>.

3. Cumming I. G. and Wong, F. H. Digital processing of synthetic aperture radar data. Norwood, MA: Artech House, Inc., 2005.

4. ENVI – software package ENVI. Available at: <http://www.envisoft.ru/>.

5. Radar study of the Earth from space. Available at: <http://www.gis.gorodok.net/>.

6. Kashnikov Y. A., Ashikhmin S. G. Mekhanika gornykh porod pri razrabotke mestorozhdeniy uglevodorodnogo syr'ya (Rock mechanics in the development of hydrocarbon fields). Moscow, LLC Core-business centers, 2007.

© Хан В. Д., 2013

УДК 528.71

СПУТНИКОВЫЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЗОНЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ НАЗЕМНЫХ GPS-ИЗМЕРЕНИЙ*

А. А. Феоктистов¹, А. И. Захаров², П. В. Денисов¹, М. А. Гусев¹

¹Научный центр оперативного мониторинга Земли ОАО «Российские космические системы»
Россия, 127490, Москва, ул. Декабристов, 51/25. E-mail: alexey.a.feoktistov@ntsomz.ru

²Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники
имени В. А. Котельникова Российской академии наук
Россия, 141190, Фрязино Московской области, площадь им. акад. Б. А. Введенского, 1.
E-mail: izakhar@sunclass.ire.rssi.ru

Сообщается о результатах дифференциальной интерферометрической обработки данных PCA ASAR/ENVISAT по зоне землетрясения в Японии с использованием программного пакета SARscape. Представлены результаты совместного анализа данных дистанционного зондирования и подспутниковых GPS-измерений.

Ключевые слова: PCA, дифференциальная интерферометрия, деформация земной поверхности, ASAR/ENVISAT, SARscape, фильтр Goldstein, землетрясение.

SAR MONITORING OF TERRESTRIAL SURFACE DEFORMATION IN THE EARTHQUAKE ZONE USING GPS DATA

А. А. Feoktistov¹, А. И. Zakharov², P. V. Denisov¹, M. A. Gusev¹

¹Research Center for Earth Operative Monitoring JSC “Russian Space Systems”
51/25, Dekabristov st., Moscow, 127490, Russia. E-mail: alexey.a.feoktistov@ntsomz.ru

²Fryazino Branch of Institute of Radio Engineering and Electronics named after V. A. Kotelnikov
of Russian Academy of Sciences
1 Vvedensky square, Fryazino, Moscow region, 141190, Russia. E-mail: aizakhar@sunclass.ire.rssi.ru

The results of ASAR/ENVISAT data DInSAR processing for earthquake in Japan by means of SARscape software are presented. Results of the joint analysis of SAR data and ground-based GPS precision measurements are presented.

Keywords: SAR, DInSAR processing, surface deformation, ASAR/ENVISAT, SARscape, coherence, interferogram, Goldstein filter, earthquake.

В Научном центре оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) ОАО «Российские космические системы» проводится отработка комплексных технологий интерферометрической и дифференциальной интерферометрической обработки данных перспективных российских радиолокаторов с синтезированной апертурой (РСА) с использованием тестовых данных современных зарубежных РСА. Исследуются практические возможности использования данных разных диапазонов для построения цифровых моделей местности (ЦММ) и цифровых карт смещений (ЦКС) по территории Российской Федерации; проводится

выбор оптимальных алгоритмов совмещения, фильтрации и развертки фазы для различных типов подстилающей поверхности.

Проведено несколько циклов интерферометрической обработки данных РСА COSMO-SkyMed (Италия), работающего в коротковолновом X-диапазоне с длиной волны излучения 3,1 см, включая: (1) серию из четырех изображений по территории Астраханской области, (2) серию из трех изображений по территории Краснодарского края (Черноморское побережье в районе г. Сочи) и (3) серию из 15 изображений по территории Амурской области (вблизи г. Шимановск).

* Исследования выполнены в рамках ОКР «Регион В-Архив».