

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

4 (302)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2015 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2015 г.

JULY – AUGUST 2015

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 302 (2015), 92 – 98

**MAPPING OF MODERN GEODYNAMIC PROCESSES
IN URBAN AREAS USING REMOTE SENSING DATA**

A. Zh. Bibossinov, S. M. Nurakynov

«Institute of Ionosphere» JSC «NCSRT», Almaty, Kazakhstan.
E-mail: nurakynov@gmail.com

Key words: synthetic aperture radar, displacement earth surface, remote sensing, Geographic information system.

Abstract. Mapping and monitoring of modern movements of the Earth's surface, buildings and structures to be the most relevant and meaningful in the framework of the rapid growth of urban infrastructure. Less labor-intensive and cost effective for remote monitoring of deformation processes are advanced methods of processing satellite radar images have been successfully used to monitor cities of Europe. This method is well suited to solve the task of definition of the relative small displacements of the Earth surface with the use of radio wave with a short wavelength. At the present time to detect subsidence in urban areas used technique of interferometric analysis of satellite images. As part of the work construction of displacements maps and deformations of earth surface for territory of Astana are provided. Initial data for mapping of displacements were space image with groups of radar satellites COSMO-SkyMed-1-4.

УДК 528.7

**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОВРЕМЕННОЙ
ГЕОДИНАМИКИ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ
ПО ДАННЫМ ДЗЗ**

А. Ж. Бибосинов, С. М. Нуракынов

ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: радарная интерферометрия, смещения земной поверхности, дистанционное зондирование земли, географическая информационная система.

Аннотация. Картирование и мониторинг современных движений земной поверхности, зданий и сооружений представляется наиболее актуальным и значимым в рамках быстрого роста городской инфраструктуры. Наименее трудозатратным и экономически эффективным для проведения дистанционного мониторинга деформационных процессов являются современные методы обработки спутниковых радарных снимков, которые успешно применяются для мониторинга городов Европы. Этот метод хорошо подходит для решения задач по определению небольших относительных смещений земной поверхности с применением радиоволн с короткой длиной волны сантиметрового порядка. В настоящее время для выявления оседаний урбанизированных территорий используются техника интерферометрического анализа спутниковых съемок. В рамках проведения работ предусматривалось построение карт смещений и деформаций земной поверхности на территории г. Астаны (в виде файла устойчивых отражателей радарного сигнала, содержащего информацию о смещениях по состоянию на каждую дату съемки). Исходными данными для построения карт смещений служили снимки с группировки радарных спутников COSMO-SkyMed-1-4 для территории г. Астаны.

Введение. Антропогенное влияние на земную поверхность может сопровождаться как обычными проседаниями земной поверхности, так и аномальными деформациями и проявлениями сейсмической активности, что может вызвать значительный экономический и экологический ущерб, особенно в районах промышленно-гражданской застроенной территории [4]. В этой связи возникает необходимость проведения мониторинга за состоянием земной поверхности. Геодинамический мониторинг выполняется методами как наземных наблюдений, так и по данным ДЗЗ. В последнее время все более широкое применение находят метод радарной интерферометрии SAR, которые дают возможность оценить смещение земной поверхности с точностью до миллиметра. В отличие от геометрического нивелирования и GPS-измерений, которые позволяют по смещениям отдельных точек, судить о динамике всего участка исследования, радарные снимки покрывают значительные территории и дают достоверную информацию о смещении всего геодинамического поля (ГДП). Также, большую роль играет возможность представления ГДП в трехмерной матричной форме, с достаточной плотностью точек, как в пространстве, так и во времени. Получение таких результатов позволит выявить закономерности пространственного распределения смещений земной поверхности [13] и определить природу их происхождения – техногенную или естественную (тектоническую).

Исходные данные. Исходными данными для обработки служили снимки с группировки радарных спутников COSMO-SkyMed-1-4 (в период с 18.06.2011 года по 20.04.2014 года). Снимки были выполнены в режиме съемки Himage (пространственное разрешение 3 метра, размеры сцены 40x40 км, поляризация HH) (рисунок 1).

В данной работе для проведения интерферометрических расчетов и анализа результатов использовано программное обеспечение ENVI с модулем SARscape.



Даты съемки	Поляризация	Даты съемки	Поляризация
2011-06-18	HH	2012-09-08	HH
2011-07-04	HH	2012-09-24	HH
2011-07-20	HH	2012-10-26	HH
2011-08-05	HH	2012-11-27	HH
2011-08-21	HH	2012-12-29	HH
2011-09-06	HH	2013-02-19	HH
2011-09-22	HH	2013-03-19	HH
2011-10-08	HH	2013-04-04	HH
2011-10-24	HH	2013-04-20	HH
2012-01-12	HH	2013-05-22	HH
2012-02-03	HH	2013-06-07	HH
2012-02-29	HH	2013-07-25	HH
2012-04-01	HH	2013-08-26	HH
2012-04-25	HH	2013-09-27	HH
2012-05-19	HH	2013-10-29	HH
2012-06-04	HH	2013-11-30	HH
2012-06-20	HH	2013-12-16	HH
2012-07-06	HH	2014-01-17	HH
2012-07-22	HH	2014-03-06	HH
2012-08-07	HH	2014-04-07	HH
2012-08-23	HH	2014-04-23	HH

Рисунок 1 – Карта покрытия и даты съемок COSMO-SkyMed для территорий г. Астана, зеленый контур – для более детального анализа

В процессе составления и подготовки карт широко использованы программные комплексы Quantum GIS. С их помощью выполнены все графические материалы: макет компоновки, экспериментальные проекты, легенды и специальные тематические карты. Для хранения и отображения картографической информации в цифровом виде использованы принципиально различные методы представления графической информации: растровый и векторный.

Результаты обработки данных радарной съемки. Сначала программой SARscape с помощью функции Automatic Reference Selection было выбрано основное изображение, от которого построены интерферограммы со всеми остальными снимками более 40-проходной серий для территории г. Астана [2, 3, 5]. Затем для всех 39 пар снимков был выполнен полный цикл интерферометрической обработки, после чего проведен поиск устойчиво отражающих точечных целей с когерентностью выше 0.7 и для каждой из этих точек вычислен замер смещений.

Результаты обработки космоснимков методом PS – получены более 500 000 точек для территорий Астана со шкалой для среднегодовой скорости смещений земной поверхности (рисунок 2).

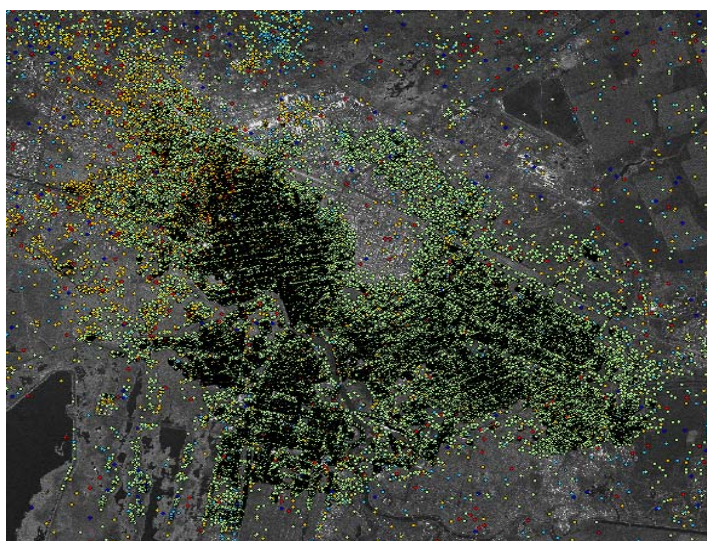


Рисунок 2 – Постоянные рассеиватели радарного сигнала, выявленные по методу PS – увеличение на застроенную территорию Астаны.

Рассеиватели покрашены по величине смещений с 2011 по 2014 гг.: от желтого цвета к красному – возрастающие оседания, голубой цвет – стабильные участки, синий цвет – поднятия.

Для каждой точки вычислены величины смещений в миллиметрах по состоянию на каждую дату съемки. Дополнительно рассчитаны среднегодовая скорость смещений в миллиметрах в год, а также высота в метрах над эллипсоидом WGS-84 [1, 17]. Результат визуально выглядит качественно, зашумленность низкая, четко отделяются стабильные точки от смещающихся. Весь векторный файл точек – постоянных рассеивателей радарного сигнала, рассчитанных на участок 10x10 км территории г. Астаны, содержится в цифровом виде в форматах *.shp и *.kmz.

Картирование результатов. Для достижения конечной цели работ были созданы цифровые географические основы масштаба 1:50 000 и составлены карты разломов, отражающих геодинамические процессы в земной коре региона (рисунок 3).

Полученные материалы по разломам позволяют говорить о том, что, несмотря на различия в истории развития и условиях реализации тектонических процессов, сказывающихся на специфике формирования разломов, все они обладают рядом общих черт [6-8]. Это не только принадлежность к единому классу тектонических структур, но и общность организации, выражающаяся в закономерной локализации структур оперения в пределах зон динамического влияния [9,10,12]. Для интерпретации полученных результатов обработки наложены разломы на территории г. Астана. Наложения разломов способствует для визуальной оценки полученных результатов обработки радарных снимков (рисунок 4).

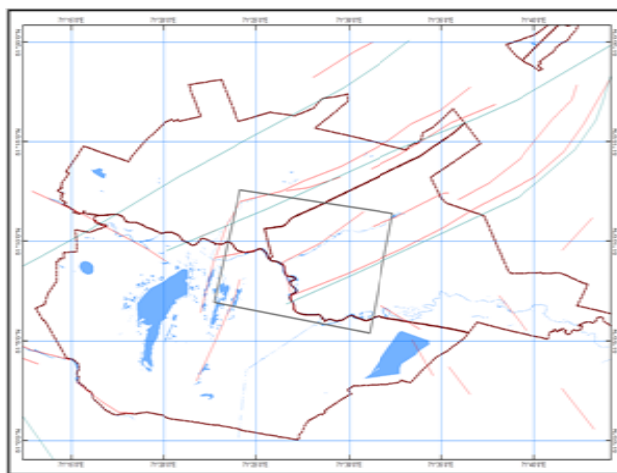
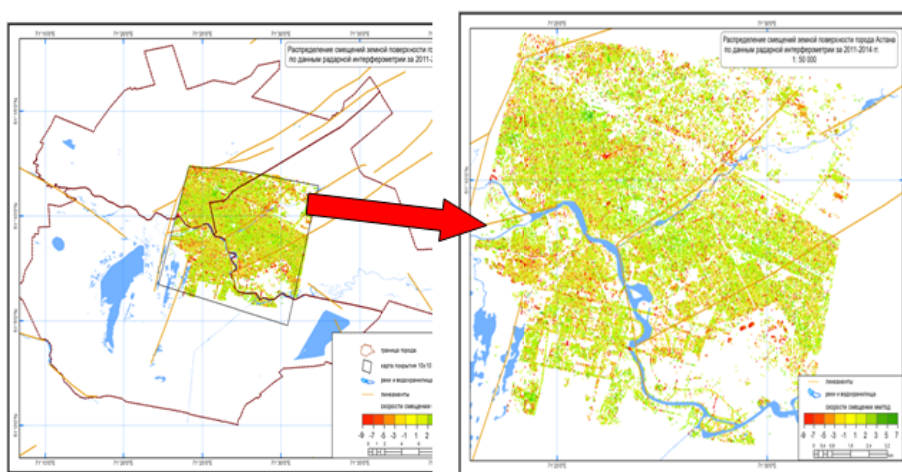


Рисунок 3 – Карта-схема современной тектонической обстановки на территории г. Астана



От желтого цвета к красному – возрастающие оседания, желтый цвет – стабильные участки, зелёный цвет – поднятия, коричневые сплошные линии – линеаменты.

Рисунок 4 – Распределение смещений земной поверхности города Астана по данным радарной интерферометрии за 2011-2014 гг.

Для анализа площадного распределения смещений земной поверхности выходные точечные значения были проинтерполированы в программной среде QGis в дополнительном модуле Interpolation. В результате интерполяции были выделены интегрированные области, связанные либо с опусканием, либо с поднятиями. Основные закономерности распределения смещений связаны с линеаментами и разломами, которые пролегают по территории г. Астана (рисунок 4). В частности, из рисунка 4 видно, что вытянутые зоны красного цвета пространственно относятся к близлежащим линеаментам, другие – к участку железной дороги, к некоторым частям русла рек и к промышленной зоне на северо-востоке города.

Таким образом, интерферометрический анализ радарных сцен техногенно нагруженных территорий, а также территорий с высокой плотностью застройки промышленными и гражданскими объектами дает очень важные и практические результаты об активности деформаций и их пространственном распределении. Применение точечного анализа позволяет получить информацию не только о пространственном распределении деформаций, но во времени. Стоит отметить, для территории Астаны, входная цепочка радарных снимков охватывает лишь небольшой временной отрезок в полные три года, что выражается в небольших значениях смещений, но следует обратить внимание и на то, что даже небольшие значения смещений выражаются в трендовых опусканиях и поднятиях.

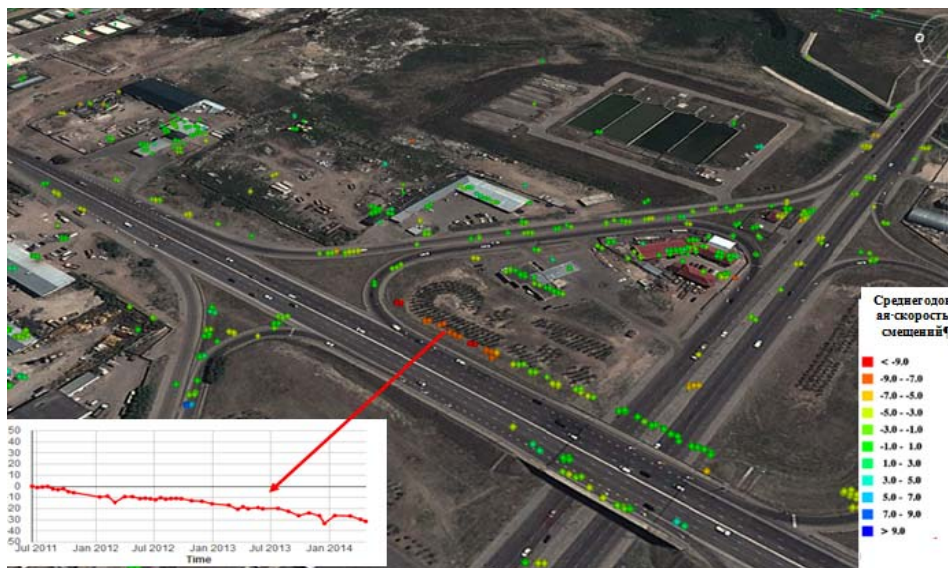


Рисунок 5 – Фрагмент карт вертикальных смещений земной поверхности г. Астаны, оползание насыпи вблизи развязки улиц Пушкина и Вишневого

Выводы. С использованием современных ГИС-технологий построены карты долговременных смещений на урбанизированных территориях. При учете величин сезонных смещений удалось выделить подвижки земной поверхности, связанные с техногенными факторами (рисунок 5). Для хранения и отображения картографической информации используются их растровые и векторные модели.

Карты смещений земной поверхности г. Астана рекомендуется использовать в планировании градостроительства и безопасной эксплуатации существующих зданий.

Работа выполнена по РБП 076 «Разработать методы математического моделирования деформационных процессов верхней части разреза земной коры урбанизированных территорий на основе данных дистанционного зондирования Земли».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Richards M. A. Beginner's Guide to Interferometric SAR Concepts and Signal Processing, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 2007, Vol.22, №9. – P. 78-84.
- [2] Ferretti., Prati C., Rocca F. Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry, Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions, –2000., Vol. 38, №5, Part 1. – P.2202–2212.
- [3] Ferretti., Prati C. Permanent scatterers in SAR interferometry, Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions. – 2001. – Vol.39, №1. – P.8–20.
- [4] Лысков И.А., Мусихин В.В. Мониторинг деформационных процессов земной поверхности методами радарной интерферометрии, Вестник Пермский ГТУ
- [5] Madsen S.N., Zebker H.N. Imaging radar interferometry. In: Henderson, F.M. and Lewis, A.J. (Eds.) Principles and Applications of Imaging Radar, 3rd Edition.
- [6] Тимуш А.В. Горообразование – ключевая проблема сейсотектоники // Геология Казахстана, Алматы: Гылым, 2004. –С.394-402
- [7] Гарагаш И.А., Паталаха Е.И. Приразломное смятие (сдвиговое течение) и складкообразование, Геотектоника, №6, 1990.
- [8] Конторович В.А., Жевлаков Л.П. Модель строения северной части Лугинецкого куполовидного поднятия, Геология нефти и газа, 6-98
- [9] Истрагов И.В. Геоморфолого-геодинамические исследования черногорской зоны северного кавказа, Геология нефти и газа, а 12-1998
- [10] Wetzel H.-U., Walter T.R. Land Subsidence pattern controlled by old alpine basement faults in the Kashmar Valley, Northeast Iran: results from InSAR and leveling, J. Anderssohn. – 2008. №174. – P.287-294.
- [11] Chester F., Evans J., Biegel R. Internal structure and weakening mechanisms of the San Andreas fault. J. Geoph. Res., v. 98, B1, 1993, p.771–786
- [12] Кантемиров Ю.И. Космический мониторинг смещений земной поверхности на месторождениях Кандым и Гумбулак Республики Узбекистан по данным космических радарных съемок // Геоматика. 2011. № 1. С.72–79.

- [13] Кантемиров Ю. Космический радарный мониторинг смещений и деформаций земной поверхности и сооружений, Вестник СибГАУ, №5(51), 2013
- [14] Кантемиров Ю., Мозер Д.В. Космический радарный мониторинг подработанных территорий с применением программного комплекса ENVI+SARSCAPE. Казахстан, Маркшейдерия және Геодезия, № 2(4), 2013
- [15] Costantini M., Falco S., Malvarosa F., Minati F. A new method for identification and analysis of persistent scatterers in series of SAR images// Proc. Int. Geoscience Remote Sensing Symp. (IGARSS), Boston MA, USA. –P.449-452.
- [16] Goldstein R.M., Zebker H.A., Werner C.L. Satellite radar interferometry// Two-dimensional phase unwrapping. Radio Science. –1988. №23. – P.713-720.
- [17] Li F., Goldstein R.M. Studies of multibaseline spaceborn interferometric synthetic aperture radars// IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 1990. №28
- [18] Gabriel A.K., Goldstein R.M., Zebker H.A. Mapping small elevation changes over large areas: differential radar interferometry// - 1989. № 94 (B7). – P.9183-9191
- [19] Жантаев Ж.Ш., Фремд А.Г., Нуракунов С.М. Космический радарный мониторинг смещений земной поверхности над нефтегазовым месторождением Тенгиз, Geomatics, vol. 1, декабрь 2012
- [20] Zhantaev Zh., Bibosinov A., Nurakynov S. Monitoring vertical surface deformation over a hydrocarbon reservoir by SBAS-DinSar //, International Symposium & Exhibition on Geoinformation (ISG) // Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur, Malaysia 24-25 September 201

REFERENCES

- [1] Richards M. A. Beginner's Guide to Interferometric SAR Concepts and Signal Processing, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 2007, Vol.22, №9. – P. 78-84.
- [2] Ferretti., Prati C., Rocca F. Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry, Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions, –2000., Vol. 38, №5, Part 1. – P.2202–2212.
- [3] Ferretti., Prati C. Permanent scatterers in SAR interferometry, Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions. – 2001. – Vol.39, №1. – P.8–20.
- [4] Costantini M., Falco S., Malvarosa F., Minati F. A new method for identification and analysis of persistent scatterers in series of SAR images// Proc. Int. Geoscience Remote Sensing Symp. (IGARSS), Boston MA, USA. –P.449-452.
- [5] Madsen S.N., Zebker H.N. Imaging radar interferometry. In: Henderson, F.M. and Lewis, A.J. (Eds.) Principles and Applications of Imaging Radar, 3rd Edition.
- [6] Timush A.V. Mountain building - a key issue seismotectonics, Geology of Kazakhstan. Reports to the XXXII Geological Congress. Almaty: Science, 2004. –C.394-402
- [7] Garagash I.A., Patalha E.A By the fault collapse (shear flow), and folding, Geotectonics. №6, 1990(in Russ)
- [8] Kontorovich V.A., Jevlakov L.P. Model structure of the northern part of Luginetskoe dome uplift, Geology of Oil and gas, 6-98 (in Russ)
- [9] Isratov I.B. Geomorphological-geodynamic studies of the Montenegrin areas of the North Caucasus, Oil and Gas Geology 12-1998 (inRuss)
- [10] Wetzel H.-U., Walter T.R. Land Subsidence pattern controlled by old alpine basement faults in the Kashmar Valley, Northeast Iran: results from InSAR and leveling, J. Anderssohn. – 2008. №174. – P.287-294.
- [11] Chester F., Evans J., Biegel R. Internal structure and weakening mechanisms of the San Andreas fault. J. Geoph. Res., v. 98, B1, 1993, p.771–786
- [12] Zebker H.A., Goldstein R.M. Topographic mapping from interferometric SAR observations// Journal of Geophysical Research. –1986. № 91. –P.4993-4999.
- [13] Kantemirov J. Space radar monitoring of displacements and deformations of the earth's surface and structures, Herald SibSAU, №5(51), 2013 (inRuss)
- [14] Kantemirov J., Mozer D.V. Space radar monitoring undermined areas with complex software ENVI + SARSCAPE, Mine Surveying and Surveying, № 2(4), 2013 (in Russ)
- [15] Lyskov I.A Monitoring of deformation processes of the earth's surface radar interferometry techniques, Bulletin of Perm State Technical University (in russ)
- [16] Goldstein R.M., Zebker H.A., Werner C.L. Satellite radar interferometry// Two-dimensional phase unwrapping. Radio Science. –1988. №23. – P.713-720.
- [17] Li F., Goldstein R.M. Studies of multibaseline spaceborn interferometric synthetic aperture radars// IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 1990. №28
- [18] Gabriel A.K., Goldstein R.M., Zebker H.A. Mapping small elevation changes over large areas: differential radar interferometry - 1989. № 94 (B7). – P.9183-9191
- [19] Zhantaev Zh., Fremd A., Nurakynov S. Space radar monitoring earth surface displacements over the Tengiz oil and gas field, Geomatics, vol. 1, December 2012 (in Russ)
- [20] Zhantaev Zh., Bibosinov A., Nurakynov S. Monitoring vertical surface deformation over a hydrocarbon reservoir by SBAS-DinSar, International Symposium & Exhibition on Geoinformation (ISG) // Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur, Malaysia 24-25 September 2013

**ЖАЗ МӘЛІМЕТТЕРІ АРҚЫЛЫ УРБАНИЗАЦИЯЛЫҚ АЙМАҚТАРДЫҢ
ҚАЗІРГІ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ҮДЕРІСТЕРІН КАРТОГРАФИЯЛАУ**

А. Ж. Бибосинов, С. М. Нуракынов

«Ионосфера институты» ЕЖШС «Ұлтық Ғарыштық Зерттеулер мен технологиялар орталығы» АО,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: радарлық интерферометрия, жер бедерінің ауытқулары, жерді арақашықтықтан зерттеу, географиялық ақпараттыр жүйесі.

Аннотация. Ғимараттар мен құрылымдарды және жер бетінің қазіргі қозғалыстарын бақылау мен картографиялау қазіргі кезде қалалық инфрақұрылымның шапшаң өсуі кезеңінде көкейкесті мәселенің бірі болып табылады. Еуропа қалаларын геодинамикалық бақылауда сәтті іске асырылып отырған әдістің бірі жер-серіктік радарлық суреттерді өңдеу яғни, деформациялық үдерістерді арақашықтықтан бақылау жүргізуде экономикалық тиімді және еңбек шығыны аз болып табылады. Бұл әдіс қысқа толқынды радиотолқын-дарды қолдануымен жер бетінің ауытқуларын анықтауда жақсы қолданыс тапқан. Қазіргі уақытта урбанизациялық аймақтардың отыруларын (ауытқулар) анықтауда ғарыштық суреттерді интерферометриялық талдау техникалары қолданылады. Жүргізіліп отырған жұмыс шеңберінде Астана қаласы жер қыртысының жылжулары және ауытқулар карталарын ЖАЗ мәліметтері арқылы құрастыру қарастырылған. Ауытқулар карталарын құрастыруда қолданған негізгі мәліметтер яғни, COSMO-SkyMed-1-4 радарлық жер серігтерінен алынған ғарыштықтық суреттер болып табылады

Поступила 07.07.2015 г.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 14.07.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

17,25 п.л. Тираж 300. Заказ 4.