

УДК 528.22

Муллоджанова Г.М

базовый докторант

Аминжанова М.Б

базовый докторант

Научный руководитель: Суюнов А.С., д.т.н

*Самаркандский государственный архитектурно-строительный
университет*

**КОНЦЕПЦИЯ МОНИТОРИНГА ЗА СМЕЩЕНИЕМ И
ДЕФОРМАЦИЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ПО ДАННЫМ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

Аннотация: в работе научно обоснована роль дистанционного зондирования при мониторинге за смещением и деформацией земли на подрабатываемых территориях. Приведена концепция и преимущества геодинамического мониторинга земной поверхности при помощи дистанционного зондирования.

Ключевые слова: InSAR, интерферометрическая пара, длины волны, диапазон, космический снимок, смещение земли, деформация, космический аппарат

Mullojanova G.M

basic PhD student

Aminzhanova M.B

basic PhD student

Scientific supervisor: Suyunov A.S., D. Sci.

Samarkand State University of Architecture and Construction

Abstract: the paper scientifically substantiates the role of remote sensing in monitoring the displacement and deformation of the earth in mined areas. The concept and advantages of geodynamic monitoring of the earth surface by remote sensing are presented.

Keywords: InSAR, interferometric pair, wavelengths, range, space image, earth displacement, deformation, spacecraft

CONCEPT OF MONITORING OF EARTH SURFACE DISPLACEMENT AND DEFORMATION BY REMOTE SENSING DATA

Введение. Мониторинг поверхностного движения земли необходим для прогнозирования активности эндогенных геологических процессов, таких как землетрясения и расколы, обеспечения безопасности населения и работников, защиты зданий и сооружений и природных объектов, от вредного воздействия добычи нефти и газа, учета вертикального смещения при создании геологических карт, а также совершенствования методов высокоточных измерений и количественной оценки вертикальных и горизонтальных смещений.

На сегодняшний день классические методы наблюдения за деформациями и смещениями земной поверхности считаются трудоемкими и требующими больших средств. Вдобавок ситуация может усложняться в зависимости от географического положения объекта, что, в свою очередь, может привести к снижению точности выполняемых работ. В настоящее время метод дистанционного зондирования Земли является перспективным направлением при решении проблем обнаружения деформаций земной поверхности.

На данный момент многими странами активно используются радарные данные для наблюдения. Италия, Англия, Нидерланды, Америка, Германия, Япония, Швейцария продолжают развивать и модифицировать методы анализа, интерпретации радарных данных. В США разработки в области радарной интерферометрии осуществляются в рамках научно-исследовательских работ Национальной службы воздухоплавания и исследования космических пространств NASA и в странах Евросоюза [7]. Как известный пример активного использования радарных данных можно

назвать результаты исследований, проводимых в период и после знаменитого землетрясения 2003 года в иранском городе Бам.

Основная часть. Радиолокационная спутниковая интерферометрия, с синтезированным оборудованием (или “ Interferometric Synthetic Aperture Radar” (InSAR) – это удобный способ контроля деформации и состояния земной поверхности с точностью, недоступной при наземной съемке.

В специализированном программном комплексе для обработки данных используется интерференционная пара (или цепь) радиолокационных изображений. Пространственная и временная основа - это ограничение, которое позволяет осуществлять интерференционную обработку пары или цепочки радиолокационной информации [8].

Диапазоны радиоволновой области электромагнитного спектра [1]

Таблица 1

Диапазон	Частоты, ГГц	Длины волн, см	Спутниковые системы
X	5.20 – 10.90	2.75 – 5.77 (2.4 – 3.8)	USGS SLAR, TerraSAR-X, Cosmo-SkyMed 1-4
C	3.9 – 6.2	3.8 – 7.6	ERS-1,2; ENVISAT-ASAR; RADARSAT- 1,2
L	0.39 – 1.55	19.3 – 76.9 (15 – 30)	Алмаз-1А, SIR-A,B, ALOS
P	0.225 – 0.391	40.0 – 76.9 (30 – 100)	AIRSAR

Чем короче волны, тем выше точность определения смещений (миллиметровая), но они подвержены влиянию атмосферы [1].

На качество космического снимка большое влияние оказывает когерентность. Термин “когерентность” означает качество поверхности изучаемого объекта, это определяет способность объекта отражать электромагнитное излучение. Чем выше значение данного параметра, тем точнее могут быть конечные результаты [1]. Хорошо когерентными зонами, как правило, можно назвать пустыню. Для получения четкого

космического снимка необходимо провести несколько пролётов космического аппарата над объектом сканирования.

Исходя из вышеуказанного можно привести основные преимущества радиолокационной интерферометрии перед классическими геодезическими методами:

- возможность регулярной независимой дистанционной оценки сдвигов по всей площади изображения;
- покрытие большой площади;
- независимость времени суток и погодных условий
- данные с космических аппаратов могут поступать периодически (до нескольких раз в месяц) с целью обнаружения деформаций.

Существенным преимуществом является то, что этот метод можно использовать в тех областях, где трудно применить классические методы.

Заключение. Технология радарной интерферометрического анализа деформаций земли на сегодняшний день является высокоэффективным методом. Однако, при проведении мониторинга нужно учесть влияние факторов на точность космической съёмки и обработки данных. В зондирующей территории должно быть достаточное количество отражательных поверхностей, и территория должна быть достаточно когерентной.

Использованные источники:

1. Акматов Д. Ж. и др. Радарная интерферометрия как дополнение к классическим методам наблюдений за сдвижением земной поверхности //Горная промышленность. – 2020. – №. 1. – С. 144-147. DOI 10.30686/1609-9192-2020-1-144-147
2. Шевчук Р.В., Маневич А.И., Акматов Д.Ж., Урманов Д.И., Шакиров А.И. Современные методы, методики и технические средства мониторинга

- движений земной коры // Горная промышленность. 2022;(5):99–104.
<https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-5-99-104>
3. Баранов Ю. Б. и др. Применение метода радиолокационной интерферометрии при маркшейдерском контроле смещений земной поверхности, вызванных разработкой месторождений нефти и газа // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2008. – №. 2. – С. 45-53
4. Гафаров Н.А., Баранов Ю.Б., Ванярхо М.А., Филатов Д.М., Денисевич Е.В., Кан-миров Ю.И., Кулапов С.М., Фейгин А.Е., Горяйнов М.С., Киселевский Е.В., Никифоров С.Э. Использование космической информации в газовой промышленности. - М.: ООО «Газпром экспо», 2010. - 132с
5. .А., Баранов Ю.Б., Ванярхо М.А., Филатов Д.М., Денисевич Е.В., Канмиров Ю.И., Кулапов С.М., Фейгин А.Е., Горяйнов М.С., Киселевский Е.В., Никифоров С.Э. Использование космической информации в газовой промышленности. - М.: ООО «Газпром экспо», 2010. - 132с
6. Кантемиров Ю. И. Космический радарный мониторинг смещений и деформаций земной поверхности и сооружений. Опыт компании «Совзонд» // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2013. – №. 5 (51). – С. 52-54
7. Мусихин В. В. Мониторинг процессов оседаний земной поверхности в районах интенсивного недропользования на основе интерферометрической обработки данных космического радиолокационного зондирования : дис. – Институт горного дела УрО РАН, 2012.
8. Беляев К. В. и др. Особенности использования данных аэро космосъемок в маркшейдерском деле // Маркшейдерия и недропользование. – 2013. – №. 2. – С. 66-71.

9. Нощенко Д. С., Пережогин А. С. О методе радарной интерферометрии для оценки деформации земной поверхности //Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. – 2010. – Т. 1. – №. 1. – С. 54-61.