

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ГЕОДИНАМИКИ В РАЙОНАХ ПОВЫШЕННОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ КУЗБАССА ПО ДАННЫМ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ALOS PALSAR.

М.И. Эпов¹, В.Л. Миронов², Т.Н. Чимитдоржиев³, А.И. Захаров⁴, Л.Н. Захарова⁴

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,

²Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН,

³Отдел физических проблем БНЦ СО РАН,

⁴Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН.

В докладе представлены результаты интерферометрических измерений в районе г. Полысаево Кемеровской области. Установлено, что вследствие повышенной природной и техногенной сейсмической активности на территории Кузбасса, в районах добычи угля локально отмечается повышенная геодинамика. Обнаруженные летом 2010 года просадки грунта достигают 13 см за полтора месяца.

Введение

Радиолокационная интерферометрия широко применяется для измерения рельефа поверхности и выявления мелкомасштабных смещений/деформаций подспутниковой поверхности за время между последовательно проведенными радиолокационными съемками. Этот метод дистанционного зондирования Земли использует информацию о разности фаз эхо-сигналов, зарегистрированных в съемках одного и того же участка местности одноантенной радиолокационной системой с повторяющихся орбит носителя (интерферометр с мягкой базой) или двухантенной системой с одной орбиты (интерферометр с жесткой базой). Получаемый методом дифференциальной радиолокационной интерферометрии (ДРИ) измерительный материал, как правило, предоставляет детальную площадную картину радиальных перемещений отражающей поверхности в пределах радиолокационного снимка, а не отдельные профили или точечные измерения. Измеряемые мелкомасштабные смещения имеют различную природу и могут быть следствием землетрясений, тектонической активности, оползневых и карстовых процессов, хозяйственной деятельности человека и др.

В связи с хозяйственным освоением Сибири и Дальнего Востока представляется актуальным привлечение методов спутниковой дифференциальной радарной интерферометрии для уточнения ареалов развития и оценки интенсивности деформаций рельефа, геодинамики в районах повышенной естественной и вызванной хозяйственной деятельностью сейсмической активности [1].

Исходные данные.

Тестовый полигон для оценки возможностей метода спутниковой ДРИ при изучении и картировании геодинамических процессов, связанных с сейсмической активизацией при разработке угля, располагался в окрестностях г. Полысаево Кемеровской области. Данный участок характеризуется повышенной природной и техногенной сейсмичностью [1], последняя связана с подземной добычей угля.

В данном проекте, для обнаружения деформаций подстилающей поверхности, использовались данные радара L-диапазона (PALSAR), установленного на спутнике ALOS (Японское аэрокосмическое агентство JAXA). Наиболее предпочтительны для исследований методами радарной интерферометрии режимы FBS (режим съемки на согласованной горизонтальной поляризации HH) и FBD (режим съемки на двух комбинациях поляризации – HH и HV), причем данные режима FBS характеризуются наиболее высоким пространственным разрешением (порядка 7 м), что обеспечивает наиболее детальную картину смещений участков поверхности. В режиме

FBD разрешение по дальности в два раза хуже. Минимально возможный временной интервал между двумя последовательными съемками равен 46 дням (период точного повторения орбиты для интерферометрической съемки).

Методика исследования и обсуждение результатов.

Для изучаемого участка выбраны следующие интерферометрические пары (год, месяц, день), для которых и проводился дальнейший анализ:

1. 20080628 – 20090816. (перпендикулярная компонента базы равна 230 м)
2. 20080727 – 20090914. (перпендикулярная компонента базы равна 2 м)
3. 200100617 – 20100802. (перпендикулярная компонента базы равна 277 м)

Для компенсации влияния рельефа на дифференциальной интерферограмме использовалась цифровая модель рельефа SRTM с разрешением 90 м, а для геопривязки был использован веб-портал Google.

Исторически первыми были получены данные, в которых интервал между съемками составляет примерно один год. Все четыре съемки, составившие две интерферометрические пары, были выполнены летом, в теплое время года. Поскольку эти две интерферометрические пары соответствуют практически одному периоду времени, то для целей дальнейшего анализа использовалась только одна пара (20080628 – 20090816), с лучшей когерентностью.

На рис.1 представлены изолинии поднятия и проседания с геопривязкой к данным Google.

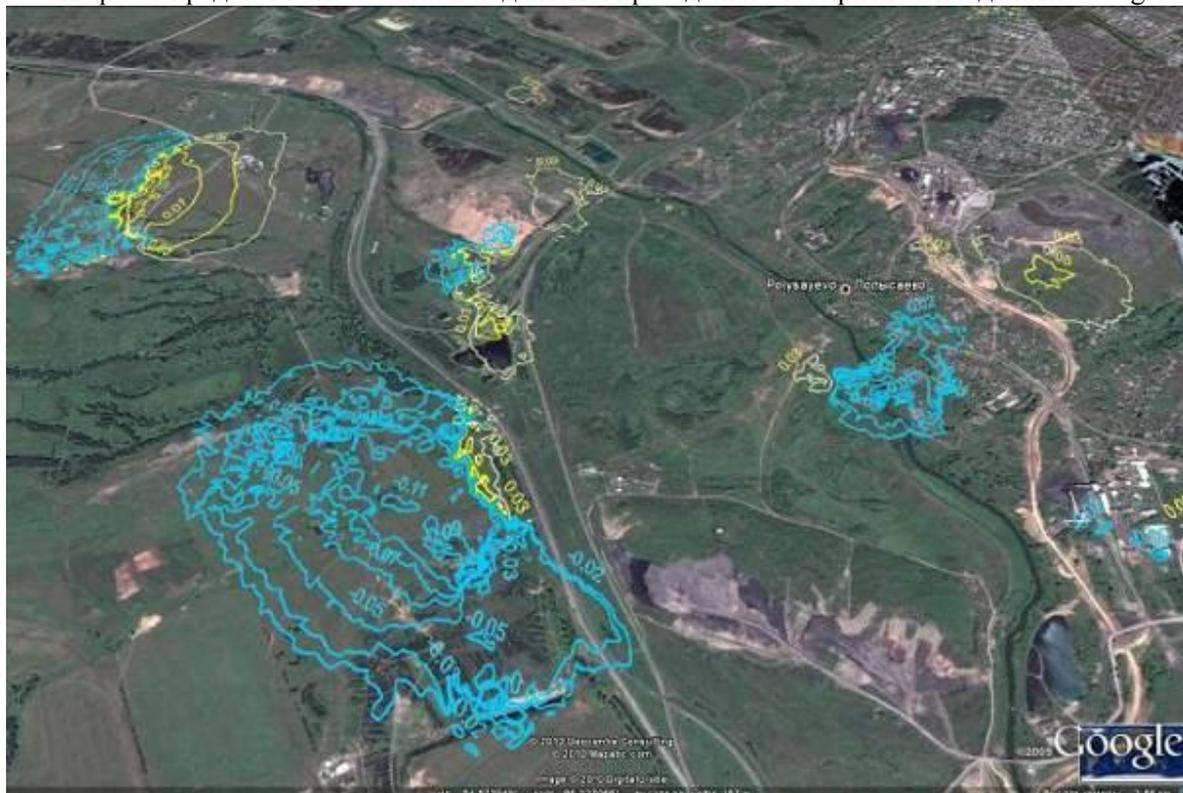


Рис.1. Изолинии просадок и поднятий с 28 июня 2008 по 16 августа 2009г.

Следующая пара снимков, полученная 17 июня и 2 августа 2010г., показывает, что в этом районе имеет место довольно сильная динамика поверхности. В данном случае временная база составляет 46 дней. Отметим, что качество интерферограммы здесь гораздо лучше, так как из-за более короткого интервала между съемками эффект временной декорреляции не столь значителен, как в предыдущем случае. Ниже приведена фильтрованная интерферограмма (рис.2-а), где хорошо заметны пятна овальной формы, говорящие о динамике земной поверхности, при этом полный

цикл изменения цвета соответствует половине длины волны – около 12 см. На фрагменте «развернутой» фазы (рис.2-б) светлые тона соответствуют просадкам земной поверхности, значения которых в виде контуров равного уровня смещения за 46 дней лета 2010 года приведены на следующем рис.3.

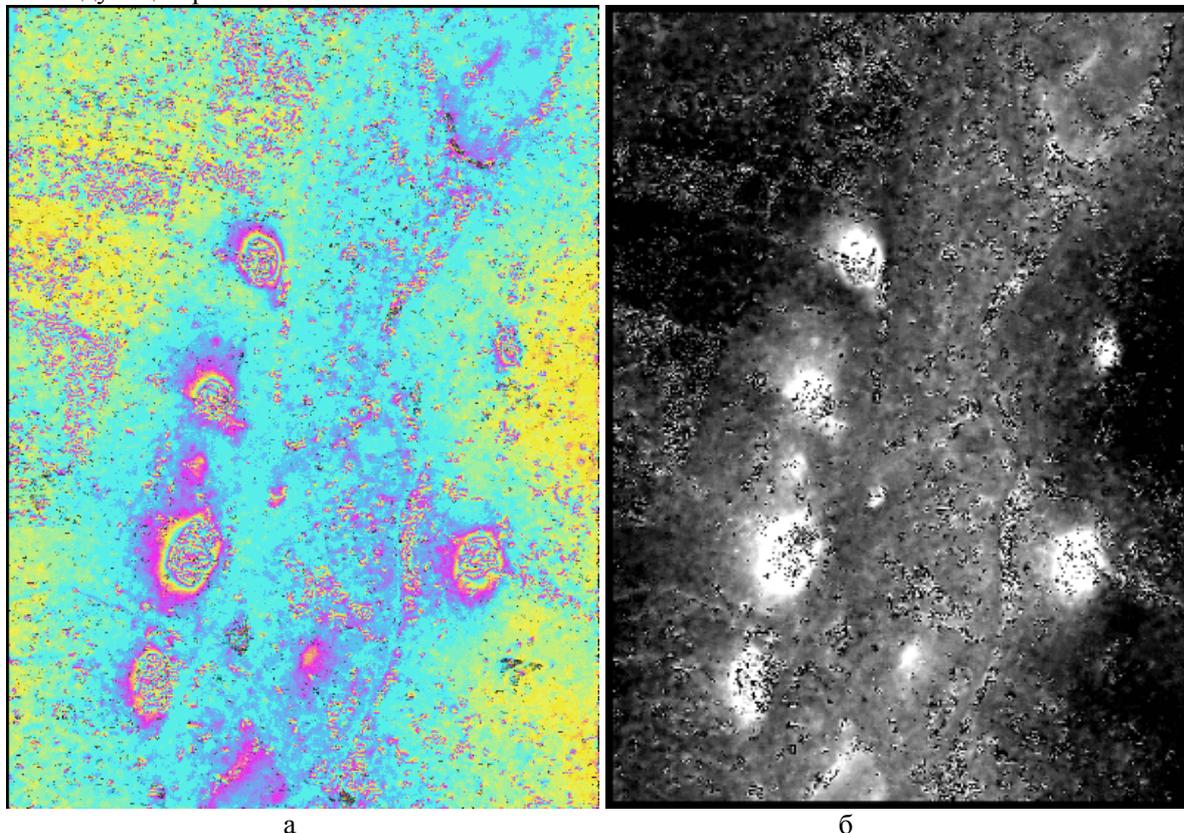


Рис.2. Интерферограмма в цветовом кодировании (а) и соответствующая ей черно-белая «развернутая» интерферограмма (б) для пары 17 июня - 2 августа 2010г.

На рисунке 3 представлены изолинии просадок с геопривязкой к данным веб-портала Google. Зеленым цветом выделены изолинии просадок на -2 см, голубым на -3 см, синим на -6 см, розовым на -9 см, красным на -12 см. Максимальные просадки до -13 см отмечались на небольших территориях и на данном рисунке не представлены.

На рис.4 представлены результаты площадных интерферометрических измерений в трехмерном виде в цветовой шкале: темно-синий/зеленый/красный/желтый. Красный и желтый цвет соответствует стабильной поверхности, зеленый – просадкам -3÷-6 см, темно-синий -6÷-13 см. В целом по рис. 3, 4 можно утверждать, что на окраине г. Польшаево происходит значительное по площади вертикальное смещение грунта (зеленый и темно-синий цвета на рис.4). Указанное обстоятельство необходимо учитывать при дальнейших разработках угля в непосредственной близости от населенного пункта.

Некоторое несоответствие результатов сравнения обработки пары с годичным интервалом времени (июнь 2008 г - август 2009 г) с обработкой парой июнь 2010 – август 2010, можно объяснить несколькими причинами. Первое – динамика на годичном интервале времени может быть порядка интервала неоднозначности измерений, что в условиях резкой границы области смещения поверхности может быть неверно интерпретировано. Второе – проседания поверхности в разные годы могут иметь разную скорость и амплитуду. Третье – нельзя исключить сезонных

циклических вариаций уровня смещения поверхности. Для однозначного выявления и уточнения характера искомого эффекта необходимо выбрать дополнительные пары сеансов с короткими интервалами времени между съемками, полученные в разные годы и сезоны года.



Рис.3. Квик-лук веб-портала Google с нанесенными изолиниями просадок грунта для пары 17 июня - 2 августа 2010г.

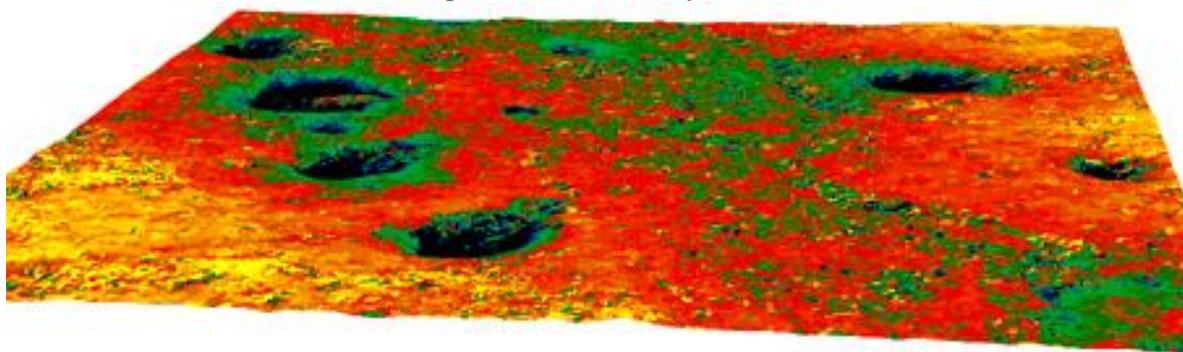


Рис.4. Трехмерное представление динамики просадок в районе исследований.

Литература

1. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова и др. Сейсмические активизации при разработке угля в Кузбассе. Физическая мезомеханика. 12-1, 2009г., стр. 37-43.