

КОСМИЧЕСКИЙ РАДАРНЫЙ МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ БОРТОВ КАРЬЕРОВ ОАО «ГАЙСКИЙ ГОК»

Заказчик: ОАО «Гайский горно-обогатительный комбинат».

Цель проекта: мониторинг смещений и деформаций бортов и уступов карьеров Гайского медно-рудного месторождения, зданий и сооружений промплощадки и хвостохранилищ, а также прилегающего города Гай по данным космических радарных съемок.

Выполненные работы:

- ⊕ спланирована и выполнена 30-проходная космическая радарная съемка территории Гайского месторождения со спутников COSMO-SkyMed-1-4 с апреля по октябрь 2012 г.;
- ⊕ выполнена интерферометрическая обработка 30 радарных съемок по методам интерферометрии парных постоянных отражателей (PSP-IfSAR), а также по методу интерферометрии серий малых базовых линий (SBaS). Использовались ПО ENVI, SARscape, ArcGIS, PSP-IfSAR.

Результаты:

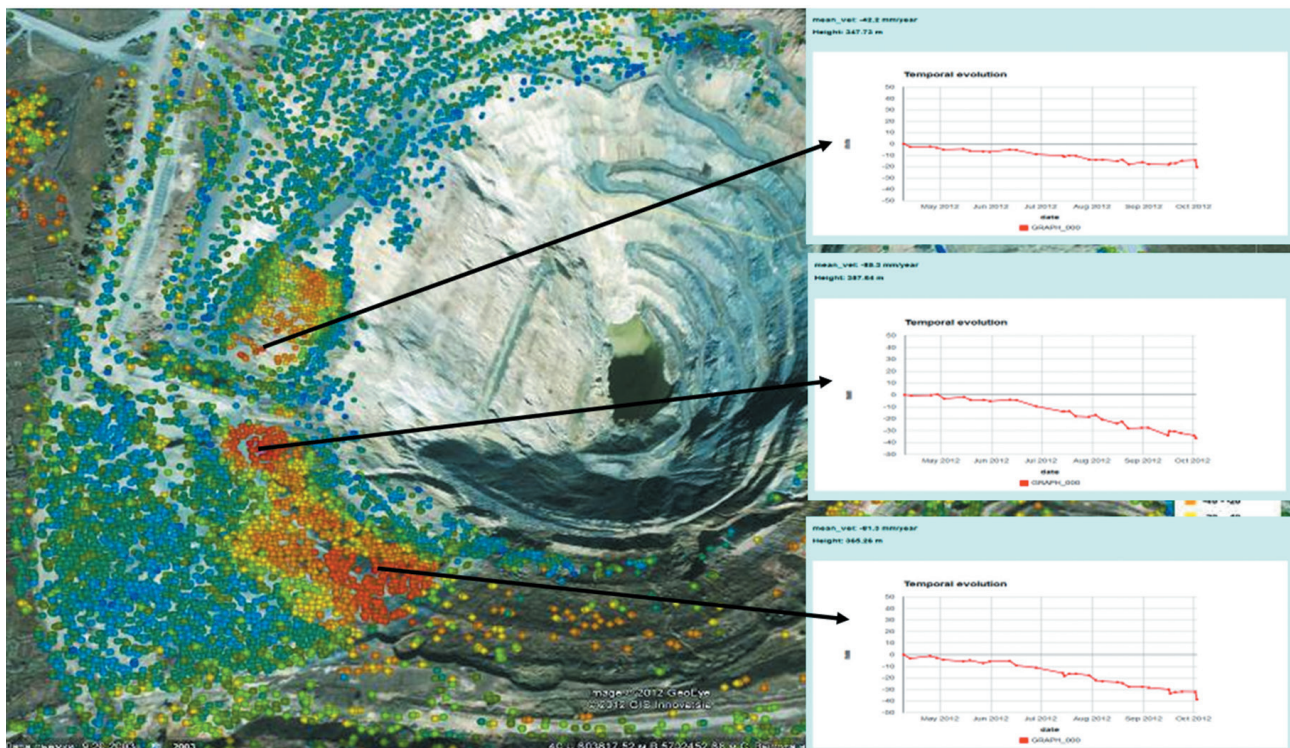
- ⊕ заказчику поставлены карты смещений и деформаций сооружений с миллиметровой точностью и карты земной поверхности — с сантиметровой точностью;
- ⊕ выявлены 2 млн точек на площади 100 кв. км (т. е. около 20 тыс. точек на кв. км), являющихся постоянными отражателями радарного сигнала, определяемыми на местности в процессе интерферометрической обработки серий радарных снимков;
- ⊕ для каждого из этих отражателей рассчитаны смещения в миллиметрах по состоянию на дату каждой из 30 съемок, сделанных в период с апреля по октябрь 2012 г. (смещения отсчитываются относительно даты первой по порядку съемки);
- ⊕ замер смещений по постоянным отражателям осуществляется с очень высокой точностью, но они не равномерно распределены в пространстве. Так, наиболее интенсивные оседания ожидалось на северном борту карьера №1, где вообще не определено постоянных отражателей, поскольку слишком интенсивно оседающие точки перестают быть постоянными отражателями из-за потери когерентности. Поэтому те же самые 30 радарных съемок были дополнительно обработаны по методу интерферометрии SBaS, дающему чуть менее точные, но более равномерные пространственно распределенные данные о смещениях;
- ⊕ представлены сопоставленные между собой результаты интерферометрии парных постоянных рассеивателей и интерферометрии SBaS.



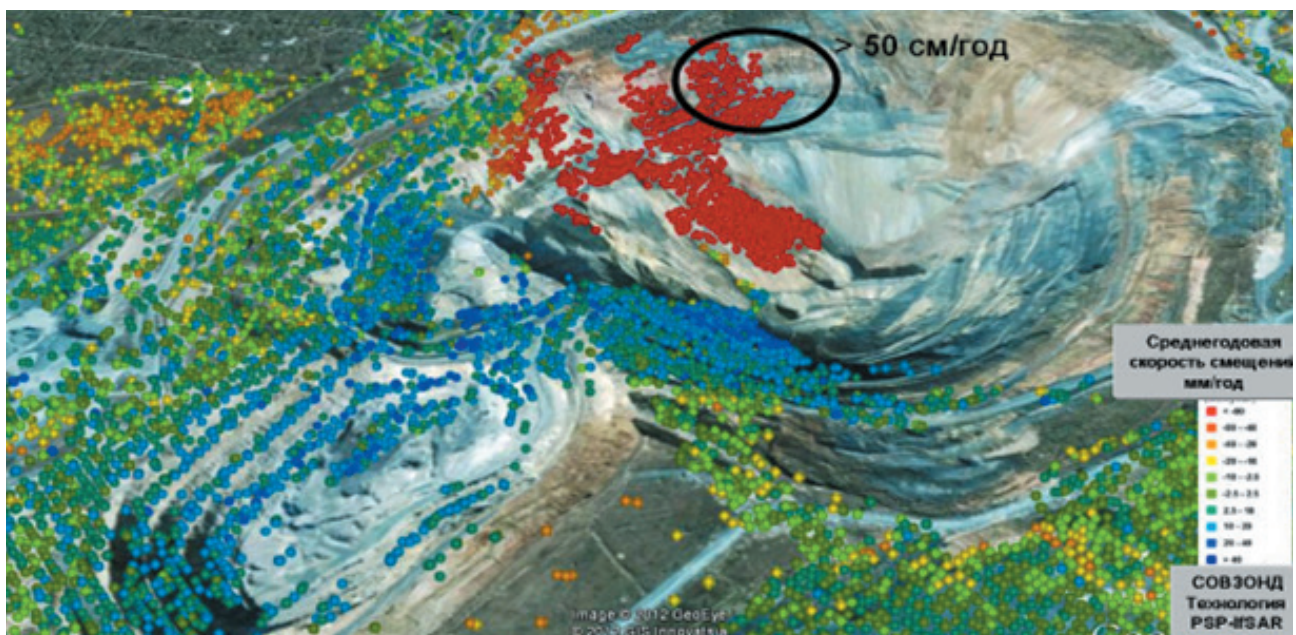
Технология радарной интерферометрии доказала свою эффективность в качестве дополнения к традиционным инструментальным наблюдениям за смещениями. Точность интерферометрического замера смещений была подтверждена наземными наблюдениями на промышленной площадке предприятия. При этом непосредственно в зоне интенсивных деформаций бортов карьера №1, где наземных наблюдений не проводилось, была получена новая информация о смещениях и деформациях. Полученные результаты позволяют рекомендовать технологию радарной интерферометрии к внедрению на горнодобывающих предприятиях в качестве одного из методов наблюдений за смещениями и деформациями земной поверхности и сооружений.



В. А. Горбунов, главный маркшейдер ОАО «Гайский ГОК»



Динамика смещений за апрель–октябрь 2012 г. для точек в центре очагов деформаций в юго-западной части карьера №2 (северный и южный очаги характеризуются линейными оседаниями в 2 и 4 см соответственно, а очаг между ними — ускоряющимися оседаниями до 4 см). Фоновая подложка — оптический снимок из Google Earth



Массив постоянных рассеивателей радарного сигнала, определенных в районе карьеров №1 и №3 Гайского месторождения (Оренбургская обл.). Выявлен очаг интенсивных оседаний амплитудой до 0,5 м в год над районом подземной добычи из-под карьера №1 (красные точки вверху рисунка), «утягивающий» за собой близлежащую автодорогу и сооружения промплощадки (оранжевые и красные точки к северо-западу от карьера). Синие точки, отбивающиеся от уступов бортов карьера №3, соответствуют поднятиям земной поверхности над внутренним отвалом (подземные полости от добычи руды заполняются породами-хвостами и затем цементной смесью, которая, набухая, вызывает обратное поднятие земной поверхности)