

П.Р. САКНЭ, аспирант КузГТУ,
Научный руководитель – Р.В. БЕЛЯЕВСКИЙ, к.т.н., доцент, зам. директора по научной работе института энергетики КузГТУ, чл.-корр. РЭА,
Консультант – В.П. ПОТАПОВ, д.т.н., профессор, академик РАЕН,
КФ ФИЦ ИВТ,
г. Кемерово

МЕТОДЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОДИНАМИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ (НА ПРИМЕРЕ НОРИЛЬСКОГО ГПК)

Процесс обработки радиолокационной информации, несомненно, является актуальной деятельностью, поскольку отличительной особенностью радарной информации является возможность её регулярного получения вне зависимости от погодных условий. Важна в ней также возможность использования архива снимков для ретроспективной оценки предыдущих состояний в интересующей области.

Современные интерферометрические методы интенсивно развиваются; в их числе, к примеру, метод постоянных рассеивателей PS (Persistent Scatters) и метод малых базовых линий SBAS (Satellite Based Augmentation System). Они основаны на совместном использовании длинных временных серий изображений. Целью данной работы является модификация алгоритмов для перечисленных методов.

В связи с произошедшей в Норильске аварией, связанной с разрушением ёмкостей с горючим, были проведены расчеты в двух зонах Норильска: в одной из них находится аварийный бак и три другие емкости, а в другой — 5 баков для хранения дизельного топлива. Для этих зон проведены расчеты по оценке скоростей и величин смещений, основанные на обработке серии из 30 снимков космического аппарата Sentinel-1A. Были сформированы массивы порядка 65 000 отражателей, показывающие зависимость смещений поверхности и их скоростей от времени. Зоны смещений для этих зон приводятся на рис 1.

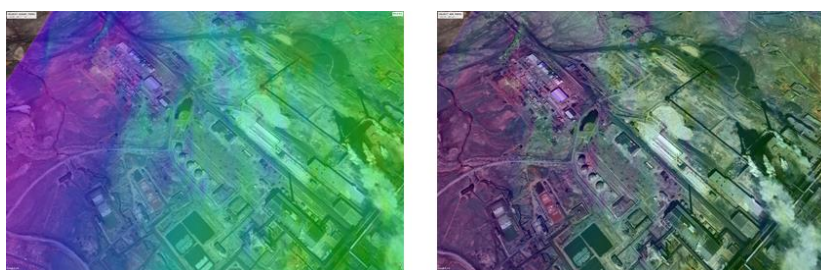


Рисунок 1. Карты смещений (август 2019 г. и май 2020 г.)

Ниже представлена диаграмма, на которой отражена динамика смещения поверхности в период с 21.06.2019 по 02.08.2020. Диаграмма построена по месяцам и имеет привязку к температуре поверхности (Temper). В результате ана-

лиза изображения можно отметить, что в период с 16.04.2020 по 10.05.2020 (т.е. за несколько недель до аварии) по точке N357 отмечено смещение в 19,79 мм.

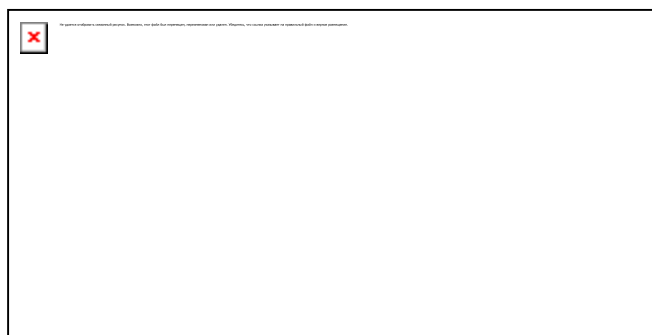


Рисунок 2. Точечный анализ района Норильской катастрофы

Разработанный программно-аппаратный комплекс существенно увеличил качество расчетов и позволил достигнуть высокой точности оценки смещений до 2-4 мм. Кроме этого, он даёт возможность решать в автоматизированном режиме широкий круг задач (как геомеханической, так и экологической направленности). В данном комплексе обработка данных зондирования Земли используется для:

- комплексной оценки напряженно-деформированного состояния в районах с высокими техногенными нагрузками;
- построения карт смещений почвы в городах с выделением опасных зон;
- оценка деформаций на территориях, подработанных горными работами;
- комплексной оценки зон с высокой природной и техногенной сейсмичностью;
- оценки зон вечной мерзлоты с высокими смещениями поверхности;
- оценки смещений зданий в городах.

Список литературы:

1. Ю. И. Шокин, В. П. Потапов, С. Е. Попов, О. Л. Гиниятуллина. Спутниковая радарная интерферометрия: информационно-вычислительные аспекты // Вычислительные технологии. – 2016. – Том 21. – № 1. – С. 141-151.
2. С. Е. Попов, В. П. Потапов, Программный комплекс для расчета смещений земной поверхности на базе Apache Spark API, ИТиВС, 2018, выпуск 2, 44– 59.
3. К.А. Трошко. Разработка методики использования радиолокационных данных для тематического картографирования: дис. канд. геогр. наук: 25.00.33. - Моск. гос. университет, Москва, 2018 - 158 с.