

«Сейфуллин окулары – 18(2): «XXI ғасыр ғылымы – трансформация дәуірі» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века - эпоха трансформации» - 2022 .- Т.І, Ч.ІV. – С.246-249

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

Ахмадия А.А., магистр, старший преподаватель  
Казахский агротехнический университет им.С. Сейфуллина г. Нур-  
Султан ,

Стихийного бедствия обычно затрагивают большую территорию, масштаб ущерба не может быть оценен в полной мере наземными наблюдениями. Службы ЧС не могут знать полностью всю обстановку, поэтому, кроме наземных наблюдений необходимы данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В настоящее время, группировкой современных спутников дистанционного зондирования Земли обладают такие страны как США, Канада, Европейского Союза, Российской Федерации, Китая, Японии и Индии. Казахстан также обладает двумя спутниками ДЗЗ KazEOSat-1/2, однако, они все еще отстают от современных, космоснимки Земли с таких спутников в оптическом диапазоне, и нет альтернативных, таких как космическая радиолокационная съемка.

На сегодняшний момент существует острая необходимость оперативного мониторинга стихийных бедствий и получения цифровых карт ущерба. Однако, первое что можно сказать, далеко не все данные ДЗЗ доступны из-за некачественных космоснимков и их высокой стоимости, если речь идет о данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения. Под некачественными космоснимками подразумевается то, что некоторые из них не могут быть использованы для последующей обработки из-за покрытие облачностью интересующих нас территорий. Данные проблемы решаются радиолокационными данными ДЗЗ, которые имеют ряд преимуществ: 1) снимки можно получать при любой погоде; 2) снимки любого времени суток (день и ночь) могут быть использованы для обработки. Таким образом, радиолокационные данные ДЗЗ (РДДЗЗ) могут служить альтернативой, или могут быть использованы совместно с оптическими.

Методы основанные на интерферометрии (фазовых изображений) были использованы для оценки землетрясения, где до и после землетрясения комплексные изображения РДДЗЗ с низким пространственным разрешением активно применялись на ранней стадии. Вместе с тем, методики с применением изображения коэффициентов корреляции интенсивностей, когерентности для оценки ущерба зданиям, районам городской местности получили такое же признание [1-3].

После землетрясения, здания могут быть полностью разрушены, от этого происходит изменение общей шероховатости поверхности Земли, это вызывает в свою очередь изменение яркости или значение интенсивности обратного рассеяния в радиолокационном изображении. Схема использования наблюдений по РДДЗЗ до- и после землетрясения для обнаружения поврежденного здания показана на Рисунке 1 [4].

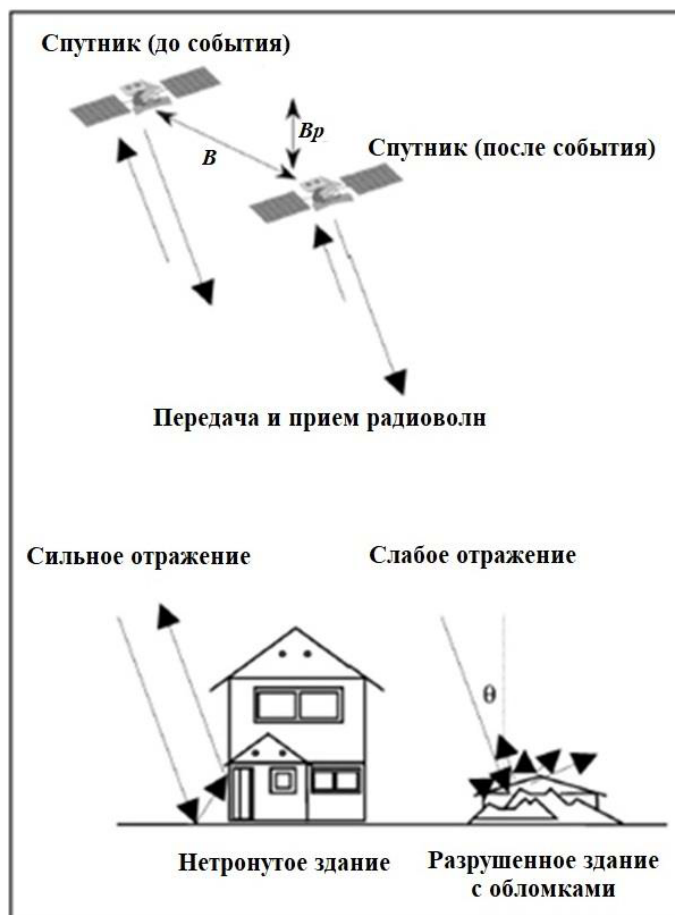


Рис. 1 Схема использования наблюдений по РДДЗЗ до- и после землетрясения для обнаружения поврежденного здания (Matsuoka, 2004)

Ученые Куни с Шульцем изучали 3D-модели обломков разрушенного здания (Рис. 2), растительности и гравия в смоделированных текстурных особенностях GLCM со сравнением их реальными и смоделированными радиолокационными изображениями. Во всех экспериментах использовался симулятор SAR Cohras [5], а также данные TerraSAR-X в реальном времени [6-10].

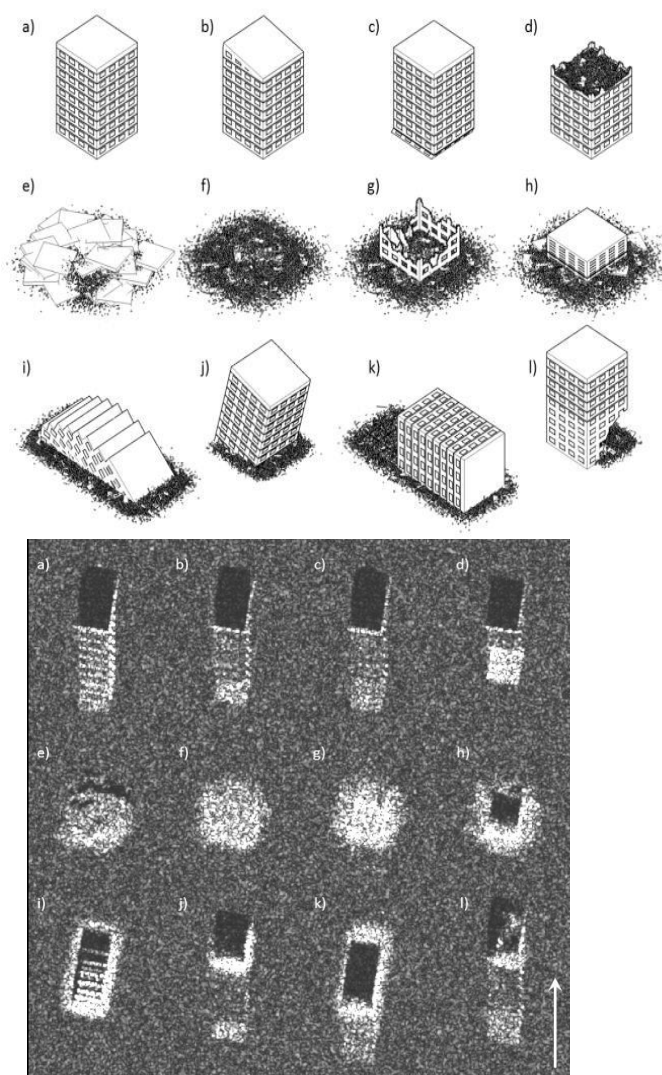


Рис. 2 Слева: 3D-модели поврежденного здания;  
Справа: Смоделированное радиолокационное изображение (Kunyu, 2013)

Радиолокационные данные ДЗЗ высокого разрешения доступны только для коммерческого пользования, однако в настоящее время имеются данные среднего пространственного разрешения Sentinel-1 с двойной поляризацией VV/VH. Этими данными с использованием текстурных параметров были проведены исследования по оценке ущерба от землетрясения. Визуальное сравнение показывает, что на изображениях коэффициентов когерентности в GLCM Mean виде можно заметить разницу в области отмеченным желтым кругом (Рис. 3). На левом изображении, на западной части городка Аматриче мы наблюдаем высокую пресеismicкую когерентность, а на правом изображении видим ее пропадания при косейсмической когерентности [11].

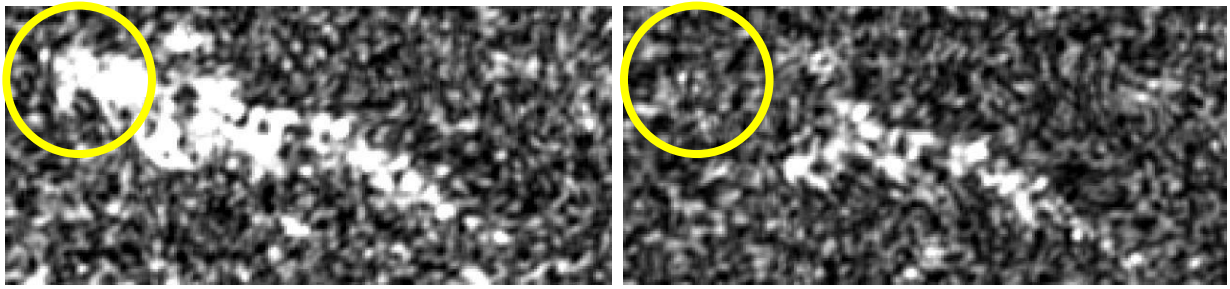


Рис. 3 Сравнение изображений пресеismicкой когерентности  $\rho_{pre}^{VV}$  (левое) и coseismicкой когерентности  $\rho_{cos}^{VV}$  в текстурных параметрах GLCM Mean [11]

- область где разрушены здания найденные по данным радиолокационного ДЗЗ.

Контролируемая классификация максимального правдоподобия (Maximum Likelihood) и расстояние Махаланобиса (Mahalanobis distance) были выбраны из всех существующих, так как дают высокую общую точность при оценке ущерба от землетрясения. Количество входных данных для контролируемой классификации было выбрано опытным путем, четыре или шесть. Результаты в виде изображений контролируемой классификации с использованием методов Максимального Правдоподобие и Расстояние Махаланобиса показаны ниже (Рис. 4).

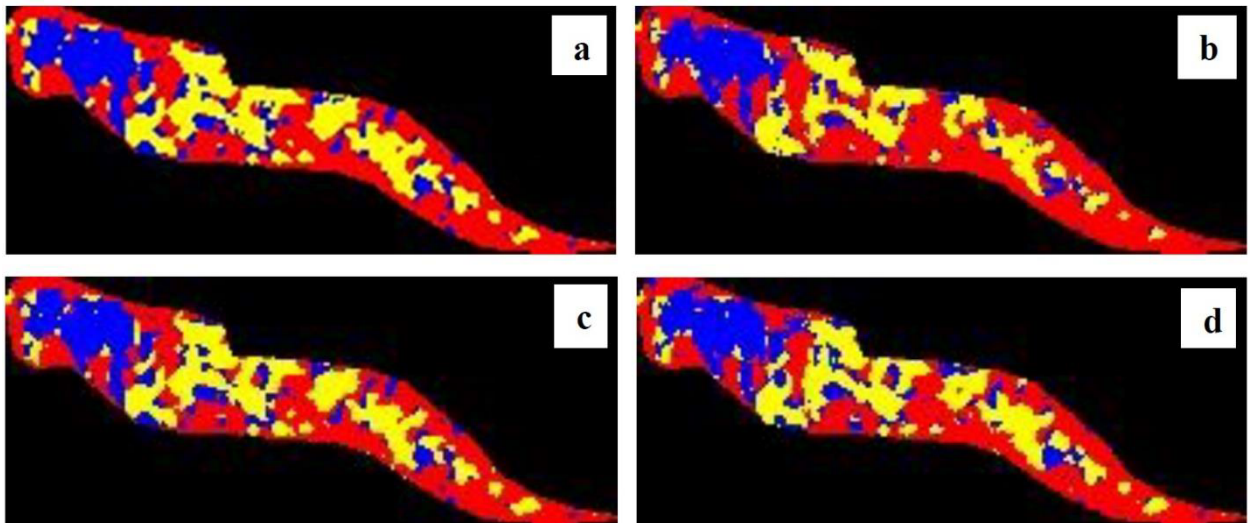


Рис. 4 Изображение контролируемой классификации (с обучением, синее – поврежденные здания, желтое – нетронутые здания, красное – отсутствие любых зданий и жилых домов): а) Полученный методом Расстояния Махаланобиса с шестью входными данными; б) Максимальное Правдоподобие, шестью входными данными; в) Расстояние Махаланобиса, четырьмя входными данными; д) Максимальное Правдоподобие с четырьмя входными данными

Точность, достигнутая контролируемой классификации для поврежденных зданий оказалось выше 0,85, чем у других классов. Однако, для нетронутых или неповрежденных зданий классов, имеют низкую точность 0,64 по сравнению с другими [11].

## Список использованной литературы

1. M. Matsuoka and F. Yamazaki, "Characteristics of satellite SAR images in the areas damaged by earthquakes," (in English), IGARSS 2000: Ieee 2000 International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Vol I - Vi, Proceedings, Proceedings, 2000. -P. 2693-2696.
2. C. Yonezawa and S. Takeuchi, "Detection of urban damage using interferometric SAR decorrelation," in IEEE 1999 International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS'99, T. I. Stein Ed.: Ieee, - 1999. Vol. 2. -P. 925.
3. M. Hosokawa, B. P. Jeong, O. Takizawa, and Ieee, "Earthquake damage detection using remote sensing data," Igarss: 2007 Ieee International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Vols 1-12: Sensing and Understanding Our Planet, 2007. -P. 2989. doi: 10.1109/igarss.2007.4423473.
4. M. Matsuoka and F. Yamazaki, "Use of satellite SAR intensity imagery for detecting building areas damaged due to earthquakes," Earthquake Spectra, -2004. Vol. 20. -№. 3. - P. 975-994. doi: 10.1193/1.1774182.
5. H. Hammer and K. Schulz, "Coherent simulation of SAR images," in Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, -2009. Vol. 7477. -P. 74771.
6. S. Kuny, K. Schulz, and H. Hammer, "Simulation based texture analysis of heaps of debris for damage assessment in high resolution SAR data," [Text] / Proceedings of 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, -2013. -P. 1169-1172.
7. S. Kuny and K. Schulz, "Debris detection in SAR imagery using statistics of simulated texture," in 2014 8th IAPR Workshop on Pattern Recognition in Remote Sensing, 2014. – P. 4.
8. S. Kuny, H. Hammer, K. Schulz, and Ieee, "DISCRIMINATING BETWEEN THE SAR SIGNATURES OF DEBRIS AND HIGH VEGETATION," [Text] / International Geoscience and Remote Sensing Symposium (Igarss), 2015. -P. 473-476.
9. S. Kuny, H. Hammer, and K. Schulz, "ASSESSING THE SUITABILITY OF SIMULATED SAR SIGNATURES OF DEBRIS FOR THE USAGE IN DAMAGE DETECTION," Xxiii Isprs Congress, Commission Iii, - 2016. Vol. 41. -№. B3. -P. 877-881. doi: 10.5194/isprsarchives-XLI-B3-877-2016.
10. S. Kuny, K. Schulz, H. Hammer, and Ieee, "SIGNATURE ANALYSIS OF DESTROYED BUILDINGS IN SIMULATED HIGH RESOLUTION SAR DATA," [Text] / in 2013 Ieee International Geoscience and Remote Sensing Symposium, (IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing IGARSS, 2013. -P. 903-906.
11. A. Akhmediya, N. Nabiyev, K. Moldamurat, K. Dyussekeyev, and S. Atanov, "Use of Sentinel-1 Dual Polarization Multi-Temporal Data with Gray Level Co-Occurrence Matrix Textural Parameters for Building Damage Assessment," [Text] / Pattern Recognition and Image Analysis, -2021. Vol. 31. -№. 2. - P. 240-250. doi: 10.1134/s1054661821020036.