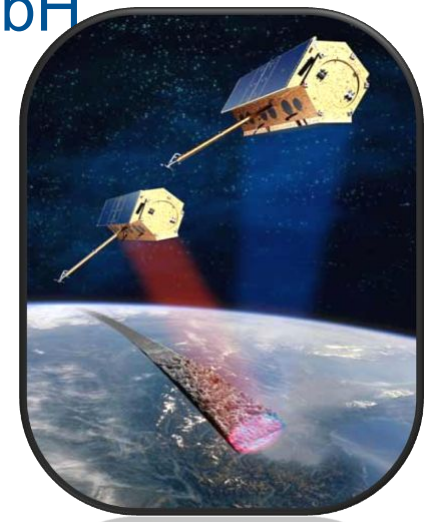
Знакомство с TerraSar-X и TanDEM-X

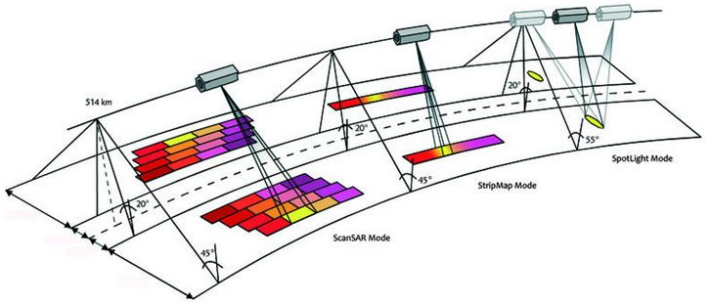
АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары»

Общая информация

- TerraSar-X & Tandem-X
  - Запуск: Июнь 2007 / Июль 2010
  - Фонд: В партнерстве (DLR / Astrium)
  - Оператор: DLR
  - Коммерческая дистрибьюция: Infoterra GmbH

  - X-канал
  - Двойная поляризация

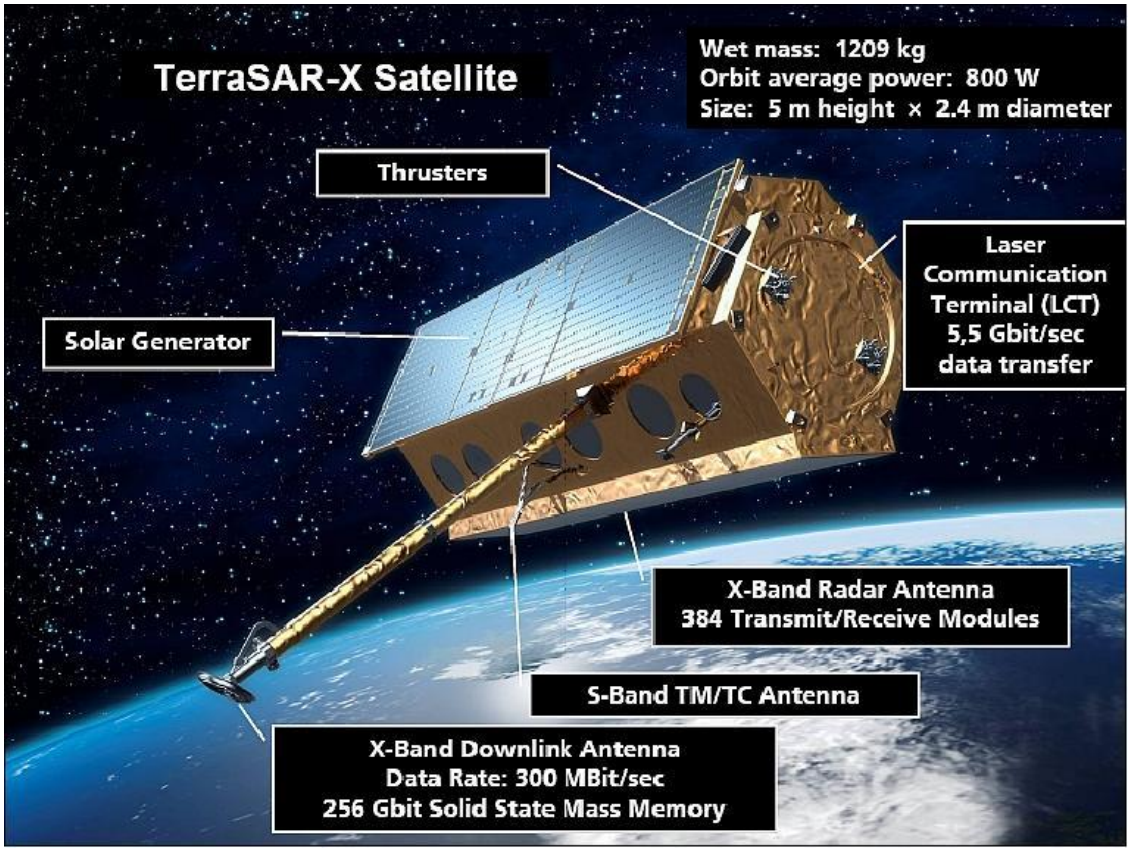




Параметры системы и орбиты

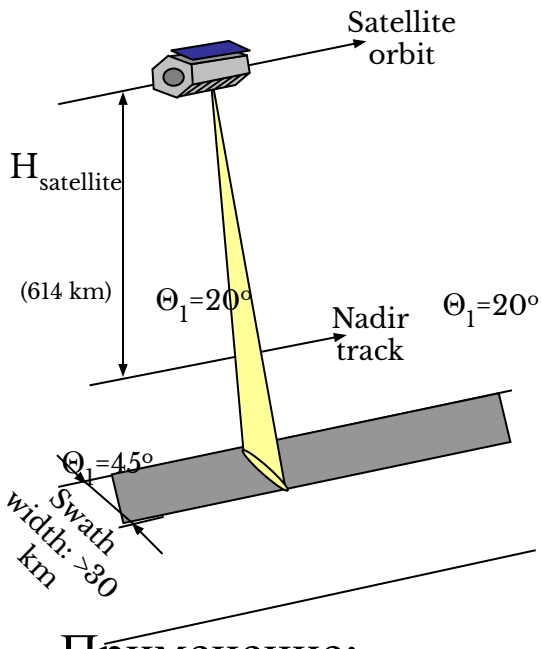
Параметры орбиты	
Высота орбиты на экваторе	514 km
Орбит / день	15
Время повтора (цикличность повтора орбиты)	11 дней
Угол наклона	97.44°
Время пересечение экватора при восходящей орбите	18:00 ± 0.25 (местному времени)

Параметры системы и орбиты



Системные параметры	
Частота антенны	9.65 GHz
Длина антенны	4.8 m
Ширина антенны	0.7 m
Частота повтора импульса (PRF)	2.0 kHz – 6.5 kHz

Режим StripMap (SM)



Полоса захвата: 30 km (одна поляризация)
15 km (двойная поляризация)

Разрешение: 3 м

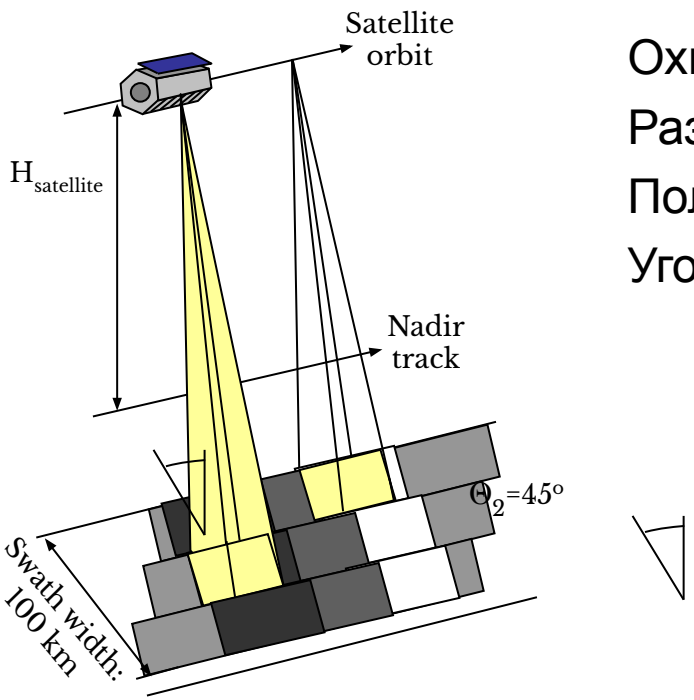
Поляризация: Одна (VV or HH)
Двойная
(HH/VV, HH/HV, VV/HV)

Угол обзора: 20° to 45°

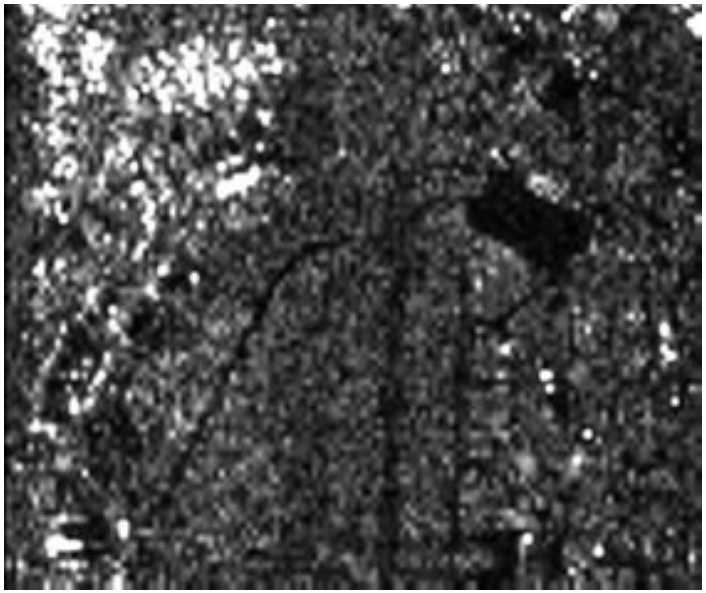
Применение:

Компромис между охватом и разрешением:
- **Создание ЦМР,**
- **Детектирование кораблей,**
- **Детектирование изменений,**
- **Картография...**

Режим ScanSAR (SC)



Охват:	100 km
Разрешение:	16 м
Поляризация:	одна (VV or HH)
Угол обзора:	20° to 45°

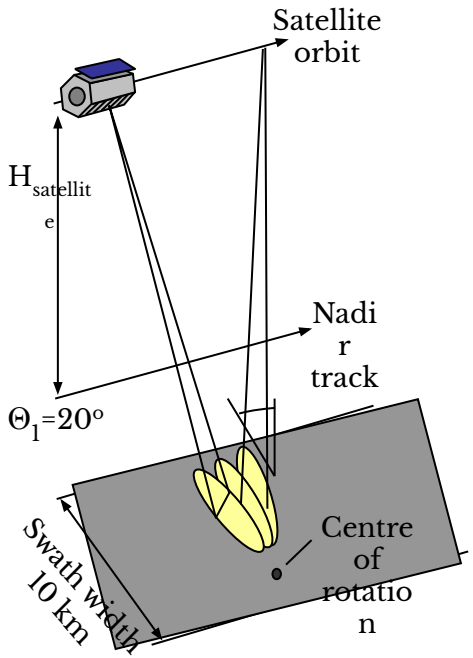


Применение:

Когда приоритет за большим охватом:

- **Морское наблюдение**
- **Спасательные операции**
- **Оценка ущерба от катастроф**
- **Карты низкого масштаба...**

Режим SpotLight (SL) / Режим High Resolution SpotLight (HS)



Охват: 10 x 10 km - 5 x 10 km (HS)

Разрешение: 2 m – 1 m (HS)

Поляризация: Одна (VV or HH)
Двойная (HH/VV)

Угол обзора: 20° to 55°

Применение:

Когда приоритет за детализацией:
- **Разведывательный анализ**
- **Высокоточный ЦМР**
- **Карты высокого масштаба,**
- **Распознование кораблей, самолетов...**

Базовые продукты (снимки)

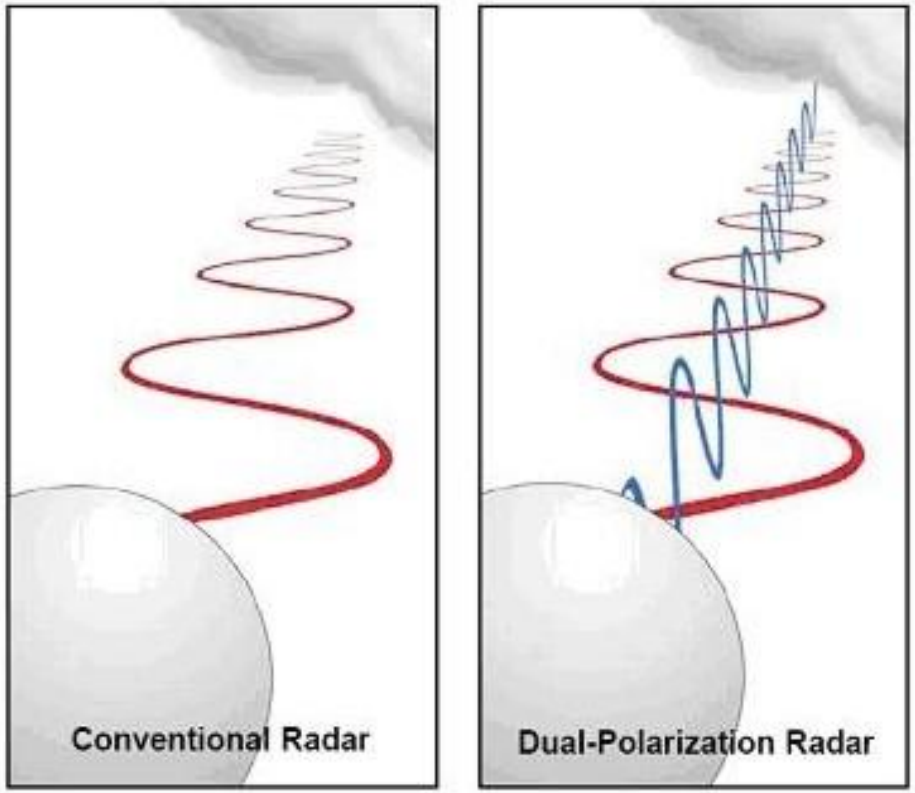
Basic Image Product Category	Standard Scene Size (Width x Length*)	Polarization **	Processing Level	Resolution	Capability
High resolution Spot Light - 300 MHz***	7km x 5 km	Single VV or HH	SSC, MGD, GEC, or EEC	up to 60 cm	**Recognition** of objects (transport airplanes, jets, ships, etc.)
High resolution Spot Light - 150MHz	10km x 5km	Single VV or HH; Dual HH and VV	SSC, MGD, GEC, or EEC	up to 1m	**Recognition** of objects (transport airplanes, jets, ships, etc.)
Spot Light	10km x 10km	Single VV or HH; Dual HH and VV	SSC, MGD, GEC, or EEC	up to 2m	**Recognition** of objects (transport airplanes, jets, ships, etc.)
StripMap	30km x 50km (singl pol.); 15km x 30km (dual pol.)	single VV or HH; Dual HH and VV, HH and HV, or VV and VH	SSC, MGD, GEC, or EEC	up to 3m	**Detection** of infrastructure (roads, rail & waterways, etc.)
ScanSAR	100km x 150km	single VV or HH	MGD, GEC or EEC	up to 18m	**Detection** of Land cover features

Точность горизонтальной привязки

Тип	Точность	Цели конечного использования
Predicted Orbit	700 m вдоль пути	Используется для продуктов в реальном времени
Rapid Orbit	2 m	**Стандартная обработка** для базовых продуктов; доступен после 1, 2 дней с момента съемки.
Science Orbit	20 cm – 10 cm	Science orbit предоставляет очень высокую точность привязки и рекомендуется для интерферометрии. Базовые продукты с данной точностью привязки, обычно доступны после 5-7 дней с момента съемки.

Поляризация

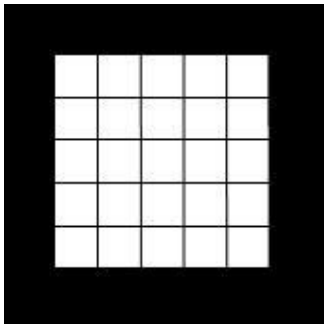
- TRX имеет два типа поляризации:
  - Единичная поляризация: HH, VV, HV, VH
    - HH означает H излучение, H прием.
  - Двойная поляризация: HH-VV, HH-HV, VV-VH



Базовые продукты (Уровни обработки)

Все базовые продукты доступны по следующим видам обработки, цена одинакова для каждого из них:

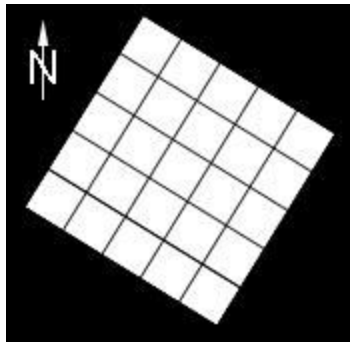
- **Single Look Complex (SSC): SSC продукты содержать как амплитудную так и фазовую информацию.** SSC продукт придназначен для приложений, где необходима информацияо фазе волны, например SAR интерферометрия.
- **Multilook Ground Range Detected (MGD): Координаты изображения ориентированы вдоль направления полета.** Преимущества данного продукта является то что не производиться никакого преобразования снимка по географической системе координат.



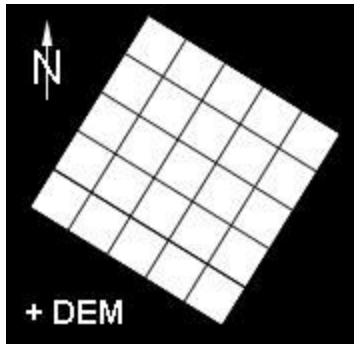
MGD – Multi Look Ground Range Detected

Базовые продукты (Уровни обработки)

- **Geocoded Ellipsoid Corrected (GEC): Продукт проходить геометрическую коррекцию только по эллипсоидным данным.** Поскольку эллипсоидные данные не содержать высотные данные рельефа (ЦМР), точность привязки изображения являются не точными, и вирируется в зависимости от рельефа (WGS84 эллипсоид, UTM проекция).



- **Enhanced Ellipsoid Corrected (EEC): Искажения изображения вызванные изменчивостью рельефа исправляются при использовании ЦМР.** Снимок имеет очень высокую точность привязки, но точность зависить от типа рельефа, resoразрешения ЦМР, и угла съемки(WGS84 эллипсоид, UTM проекция).



Применения данных TerraSAR-X

Сценарий	Режим съемки	Поляризация	Угол съемки
Распознавание инфраструктуры (дороги, железные дороги)	StripMap (SM)	Одна пол. HH or VV	30 – 40 градусов
Распознавание искусственных объектов (здания, самолеты, корабли)	High-Resolution SpotLight (HS300)	Одна пол. HH or VV	40 – 50 градусов
Мониторинг границы(в пустыне, в полупустыни)	StripMap (SM) SpotLight (SL, HS)	Одна пол. Двойная пол. HH/VV	
Предупреждения природных явлений, оценка риска	Все режимы	В зависимости от типа	В зависимости от типа
Оценка ЧС в реальном времени (землятресения, разлив воды, вулканы)	StripMap (SM) SpotLight (SL, HS)	Одна пол. HH или VV в зависимости от типа	В зависимости от типа

Применения данных TerraSAR-X

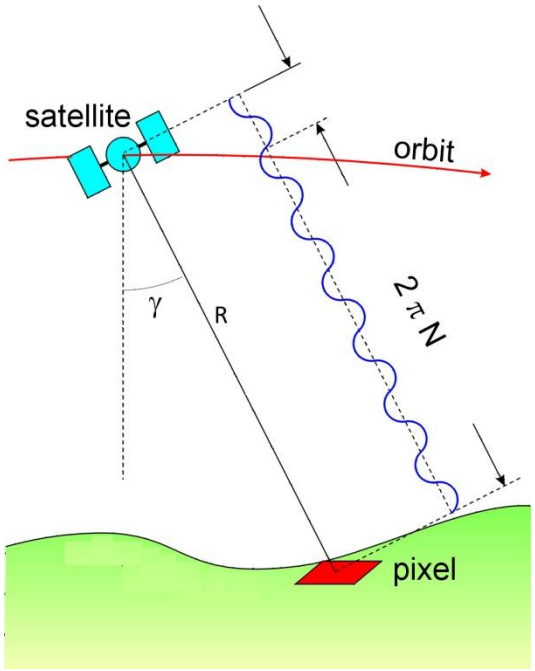
Сценарий	Режим съемки	Поляризация	Угол съемки
Вертикальное смещение земной поверхности	StripMap (SM)	Одна пол. HH или VV	<35 градусов
Ледовая информация: граница льда, толщина льда, возраст льда	ScanSAR (SC) StripMap (SM)	Одна пол. HH	>30 градусов
Обнаружение разливов нефти	StripMap (SM) ScanSAR (SC)	Одна пол. VV	Меньше 30 градусов
Обнаружение кораблей в открытых водах	StripMap (SM) ScanSAR (SC)	Одна пол. HH	>35 градусов
Обнаружение кораблей в гаванях	High resolution SpotLight (HS300)	Одна пол. HH или VV	>45 градусов

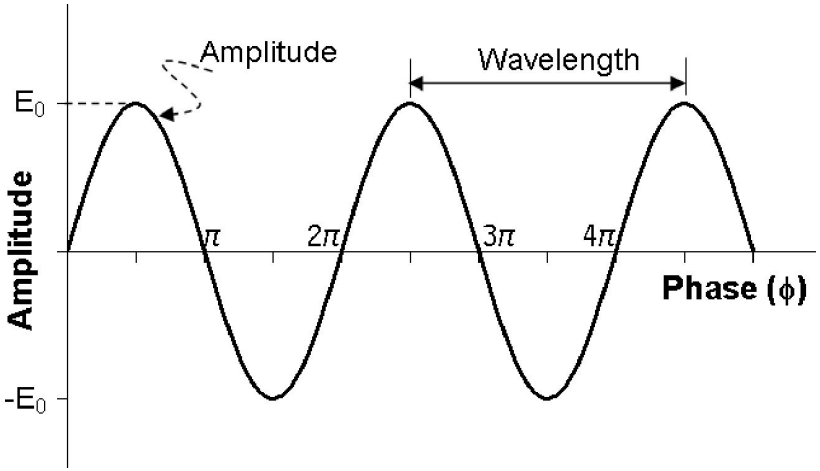
Применения данных TerraSAR-X

Сценарий	Режим съемки	Поляризация	Угол съемки
Распознавание типов культур	StripMap (SM)	Одна пол. HH или VV Двойная пол. HH/VV, HH/HV, VV/VH	>30 градусов
Карты почвенно-растительного покрова и кадастр	StripMap (SM) SpotLight (SL)	Одна пол. VV, Двойная пол. HH/HV	>30 градусов
Обнаружение каких либо изменений	В зависимости от типа	В зависимости от типа	В зависимости от типа

SAR интерферометри

- Интерферометрический радар с синтезированной апертурой (InSAR) является быстро развивающийся технологией дистанционного зондирования, которая измеряет изменение фазы между двумя измерениями того же пикселя на поверхности Земли.



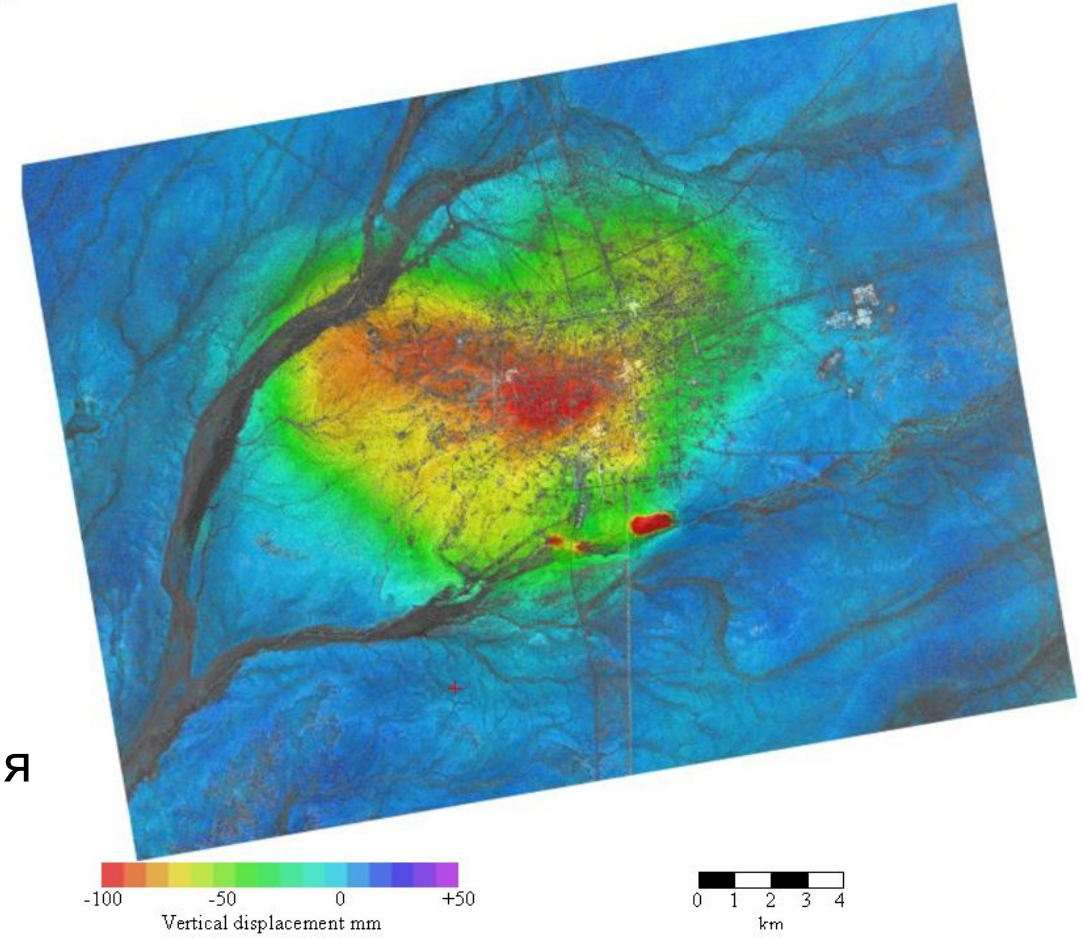


Два когерентных SAR изображения которые используются для формирования интерферограммы, могут быть получены из разных проходов одной и той же SAR антенны.

Примеры InSAR

Нефтянное месторождение в Омане

- 4.7 млн PSI (Persistent Scattering Interferometry) точек



Вертикальное смещение земной поверхности Оманского месторождения по данных TerraSAR-X, с 27/01/2008 по 14/05/2009

Спасибо за внимание!