



Предварительная оценка дешифровочных свойств радарных космических снимков TerraSAR-X

Выполнил студент группы ЗК-13 Саввин
Иван

- **TerraSAR-X** — немецкий спутник дистанционного зондирования Земли, предназначен для радарной съёмки поверхности Земли в гражданских интересах. Спутник запущен 15 июня 2007 с космодрома Байконур с помощью ракеты-носителя Днепр.
- Спутник TerraSAR-X изготовлен компанией EADS Astrium на основе платформы AstroSat-1000. На спутнике установлен радар с синтезированной апертурой (РСА) который позволяет вести съёмку поверхности Земли в следующих режимах: прожекторный с разрешением 1—2 метра, размером кадра (5—10)×10 км и шириной полосы обзора от 463 до 622 км; маршрутный с разрешением 3 метра, размером кадра 30×10 км и шириной полосы обзора от 287 до 622 км и обзорный с разрешением 16 метров, размером кадра 100×150 км и шириной полосы обзора от 287 до 577 км.

- 
- Радиолокационная съемка Земли (и не только) проводится уже достаточно длительное время. Её основное достоинство - возможность получения информации вне зависимости от облачности и освещенности. Специалистам хорошо известны карты Венеры составленные по материалам радиолокационных съемок этой планеты в конце 80-х годов. В последнее время наблюдается всплеск интереса к данному виду съемок. Это объясняется в первую очередь появлением радиолокационных снимков с существенно более высокими потребительскими свойствами. Среди них, в первую очередь, следует отметить повышение пространственного разрешения, сочетание различных поляризаций сигнала и, что очень важно, возможность получения интерферометрических пар.
 - В рамках договоренности с компанией INFOTERRA, эксклюзивным дистрибьютором данных TerraSAR-X, компании "Пакурс" были предоставлены снимки TerraSAR-X в режиме HRS на территорию г. Москвы, г. Саратова и Нового Уренгоя.

- 
- Поскольку снимки TerraSAR-X позиционируются компанией INFOTERRA, в том числе, как исходные данные для картографирования в масштабах 1: 25 000 - 1: 50 000, целью проведенных работ была оценка дешифровочных свойств снимков TerraSAR-X и выявление их информационного потенциала.
 - Дешифрирование радарных снимков имеет принципиальные отличия от дешифрирования снимков, полученных в оптическом диапазоне. Они обусловлены рядом специфических особенностей, присущих радарной съемке:
 - изображение получено в диапазоне электромагнитных волн, отражательная способность которых принципиально отличаются от отражательной способности оптического диапазона.
 - специфическая проекция изображений, так как исходная система координат это: наклонная дальность - азимут,
 - большой угол наклона съемки (в случае TerraSAR-X от 20 до 60 градусов)
 - наличие спекл-шума,
 - отсутствие теней в привычном понимании и наличие радиолокационной тени.

Методика дешифрирования

Дешифрирование проводилось с использованием системы "PHOTOMOD". Снимки были загружены как 8-битные изображения в формате tiff. Средствами "PHOTOMOD" проводилась настройка яркости, контраста и гамма-коррекция. Дешифрирование проводилось операторами, ранее не имевшими опыта работы с радарными снимками, но имеющими опыт дешифрирования оптических снимков.

При наблюдении некорректированных снимков наилучшее восприятие получается при уменьшении изображения в 2-3 раза (один пиксель на экране соответствует 2-3 пикселям снимка). В этом случае на экране монитора снимок соответствует масштабу 1:12 000 - 1: 18 000.



Рисунок 1. Фрагмент радарного изображения TerraSAR-X.



Рисунок 2. Фрагмент космического снимка на ту же территорию в оптическом диапазоне.

Результаты

Объекты	Единица измерения	Саратов		Н. Уренгой		Москва		Сред-нее (%)
		Всего	Отдешифрировано (%)	Всего	Отдешифрировано (%)	Всего	Отдешифрировано (%)	
Здания и сооружения	Объект	989	820 (83)	1960	1178 (60)	1950	1450 (75)	72
Дороги автомобильные	Километры	30	25 (83)	24	17 (70)	17	15 (88)	72
Подъездные пути к автомобильным развязкам	Объект	6	3 (50)	6	2 (33)	6	4 (67)	50
Железные дороги	Километры	7,8	7,8 (100)	3,6	2,8 (78)	9	9 (100)	92
Трубопроводы	Километры	2	1(50)	-	-	-	-	50
Реки 50 м и шире	Километры			6	6 (100)	16	6 (100)	100
Реки до 30 м.				3,6	3,6 (100)			
Реки до10м.				2,67	1,80 (67)	5	4 (80)	73
Мосты	Объект			3	2 (67)	10	10 (100)	83
Растительность	Кв. км.	3, 697	3,697(100)	2,343 (100)	2,180 (100)	3, 866	3,364 (87)	95

Краткие характеристики дешифрируемых объектов

□ Здания и строения

Объекты площадью до 1500 м² в условиях городской застройки практически не дешифрируются. Здания площадью 1500 - 3000 м² дешифрируются с вероятностью около 90%. Необходимо учитывать, что на радарных снимках стена дома и крыша могут сливаться, четкой границы, как на оптических снимках, нет. Из-за больших углов наклона радарных снимков, видны только один или два фасада здания, причем, два фасада могут сливаться, поэтому точность определения планового местоположения не высока.

Дорожная сеть

- Дороги шириной 10 м. дешифрируются с вероятностью около 70 %.
Проезжие части улиц шириной 20-30 м. распознаются примерно на 90%. Проезды, разделенные бульварами, видны отчетливо, однако граница проезжей части и растительности не всегда различима, и поэтому они могут быть приняты за сплошную проезжую часть большей ширины. Возможность дешифрирования проездов существенно зависит от их расположения относительно направления съемки. Проезды расположенные вдоль линии наклона дешифрируются лучше.

Железные дороги.

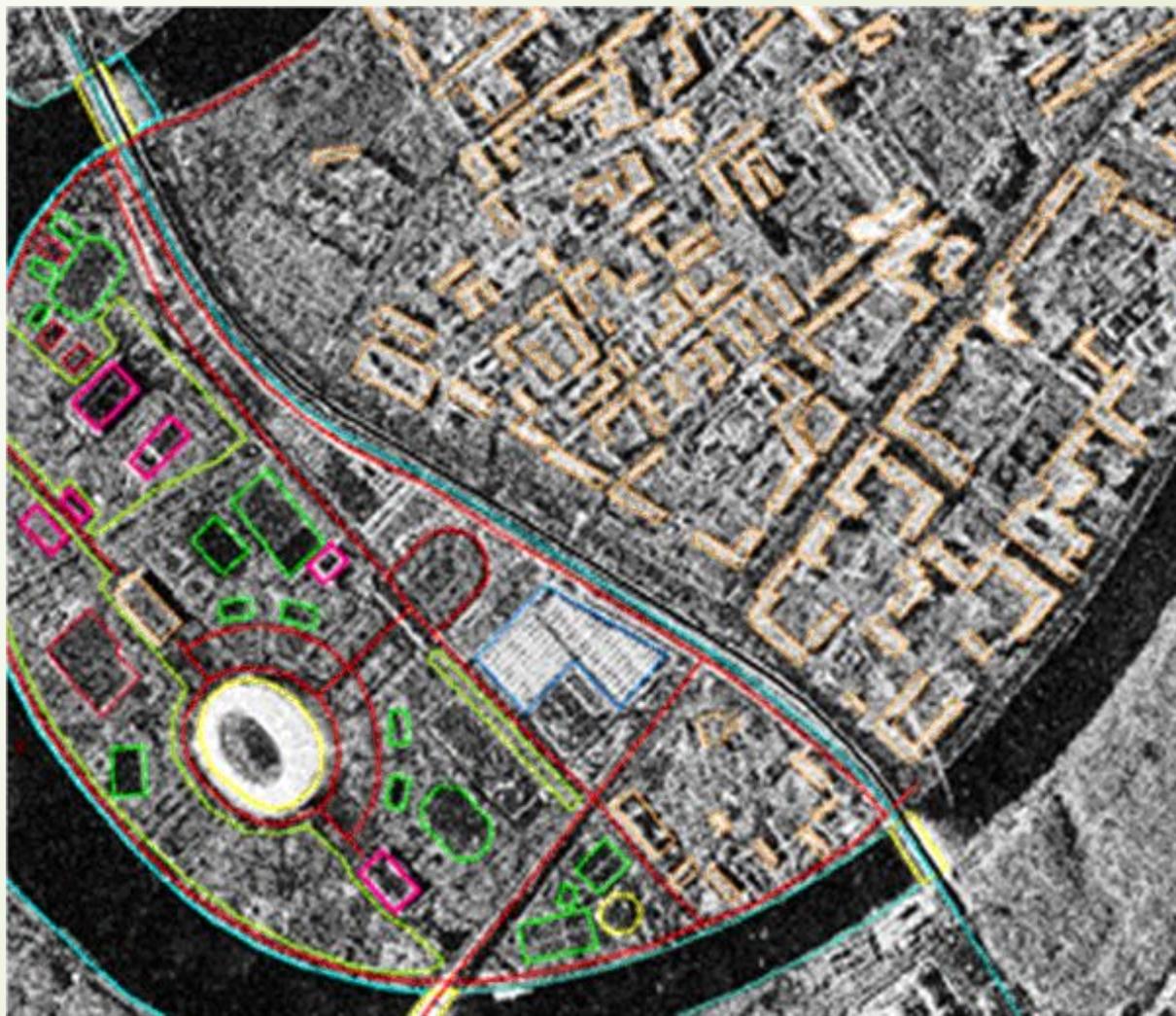
- Дешифрируются достаточно уверенно. Трудности могут возникнуть при прохождении железной дороги через города, где она может заслоняться высокими зданиями. Количество путей по радарному снимку не определяется

Гидрография.

- Реки шириной около 10 м. дешифрируются примерно в 2/3 случаях от общего количества. Их дешифрируемость сильно зависит от расположения относительно направления съемки и заслоняющих объектов на берегу: деревьев, зданий; высоты берегов. Реки шириной 20-30 метров на дешифрируемых снимках распознавались достаточно уверенно. Дешифрируются водные объекты, размером примерно от 200 кв.м. Часть водных объектов была покрыта льдом, они дешифрируются хуже. Кроме того, хорошо дешифрируются суда на реке.

Растительность.

- Покрытые растительностью площади дешифруются достаточно уверенно. При определенном навыке можно различить древесную и луговую растительность. Т.к. снимок зимний, хотя и бесснежный, дешифрование растительности достаточно условно.
- Контроль правильности дешифрования производился по снимкам QuickBird полученным с сайта Google "Планета Земля", оптическим снимкам высокого разрешения, топографическим картам м-ба 1:25 000.
Контроль показал, что некоторые объекты были опознаны ошибочно. Так открытый бассейн был дешифрован как строение, асфальтированные площадки внутри парков идентифицировались как строения, водоемы принимались за растительность.



Фрагмент дешифрованного снимка TerraSAR-X на г. Москву

ВЫВОДЫ

По степени дешифруемости объекты можно разбить на группы:

Хорошо
дешифруемые
объекты

Здания и сооружения площадью от 1500 кв м., дороги шириной 20м и более, многоуровневые дорожные развязки, железные дороги, реки шириной от 20 м., мосты, растительность площадью более 10 000 кв. м

Дешифрование
затруднено

Здания и сооружения площадью от 1000 кв м., дороги шириной от 10м. реки шириной от 10 м., растительность площадью 5000 - 10 000 кв. м

Без дополнительных
материалов
дешифрование
невозможно

Строения площадью менее 1000 кв.м, дороги уже 10 м., реки шириной менее 10 м., площадные объекты гидрографии площадью меньше 1000 кв м., трубопроводы, структура дорожных развязок.

Рекомендации по дешифрированию радарных снимков.

Представляется, что для улучшения качества дешифрирования радиолокационных снимков целесообразно проводить работы в следующих направлениях:

- Борьба со спекл-шумом. Целесообразно применение разнообразных фильтров, исследование вариаций применения снимков с различной поляризацией, улучшение изображений традиционными методами.
- Выбор правильного ракурса при наблюдении радиолокационного снимка облегчает дешифрирование и повышает его достоверность. Следует разворачивать снимок таким образом, чтобы направление съемки было снизу вверх экрана. В этом случае у оператора наиболее адекватное восприятие снимка.
- Обучение операторов работе с радиолокационными изображениями. В связи со специфичностью радиолокационных изображений, опыт работы с оптическими снимками мало применим в работе с радарными снимками. Поэтому большое значение приобретает создание методик и получение навыков дешифрирования этих специфических изображений. Возможно, для этого, на первом этапе целесообразно проводить совместное дешифрирование оптических и радиолокационных снимков.
- Создание образцов дешифрирования радиолокационных снимков. Вероятно, при дешифрировании радарных снимков могут помочь образцы или эталоны, на которых показано как изображаются типичные объекты на радиолокационных изображениях.