

Предварительная оценка дешифровочных свойств радарных космических снимков TerraSAR-X

Карионов Ю.И., Малявина Н.К., info@racurs.ru

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 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 «Ракурс» были предоставлены снимки TerraSAR-X в режиме HRS на территорию г. Москвы, г. Саратова и Нового Уренгоя.

Цели работы

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.

Исходные материалы

Определение дешифровочных свойств производилось на 3 снимках:

- Снимок на Москву с размером пикселя 1,5 м. и вертикальной поляризацией сигнала. Угол наклона около 39 градусов. Снимок покрывает юго-западную часть г. Москва (Район Лужников). Съемка 28 декабря 2007 г.
- Снимок на Саратов. Размер пикселя на местности 1 м., угол наклона около 44 град. Съемка 24 декабря 2007 г. с вертикальной поляризацией.
- Снимок на Н. Уренгой. Размер пикселя на местности 1 м., угол наклона около 44 град. Съемка 27 декабря 2007 г. с вертикальной поляризацией.

Все снимки TerraSAR-X, получены в X-диапазоне (3.1 см.), данные получены в зимний период.

Методика дешифрирования

Дешифрирование проводилось с использованием модуля StereoDro системы «Фотомод».

Снимки были загружены как 8-битные изображения в формате tiff. Средствами «Фотомод» 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

Обобщенные результаты дешифрирования представлены в таблице 1

Таблица 1

Объекты	Единица измерения	Саратов		Н. Уренгой		Москва		Среднее (%)
		Всего	Отдешифровано (%)	Всего	Отдешифровано (%)	Всего	Отдешифровано (%)	
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 до 10м.				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)	2,343 000	2,180 (100)	3, 866	3,364 (87)	95

Краткие характеристики дешифрируемых объектов

Здания и строения

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.



Рисунок 3. Здания и строения на радарном (слева) и оптическом (справа) космических снимках

Дорожная сеть

Дороги шириной 10. 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.



Рисунок 4. Дороги различных типов на радарном (слева) и оптическом (справа) снимках

Дорожные развязки

Многоуровневые дорожные развязки дешифрируются достаточно уверенно, что объясняется разностью высот проезжих частей. Затруднения вызывает определение количества и формы подъездных путей к развязке. В среднем удается распознать примерно половину.

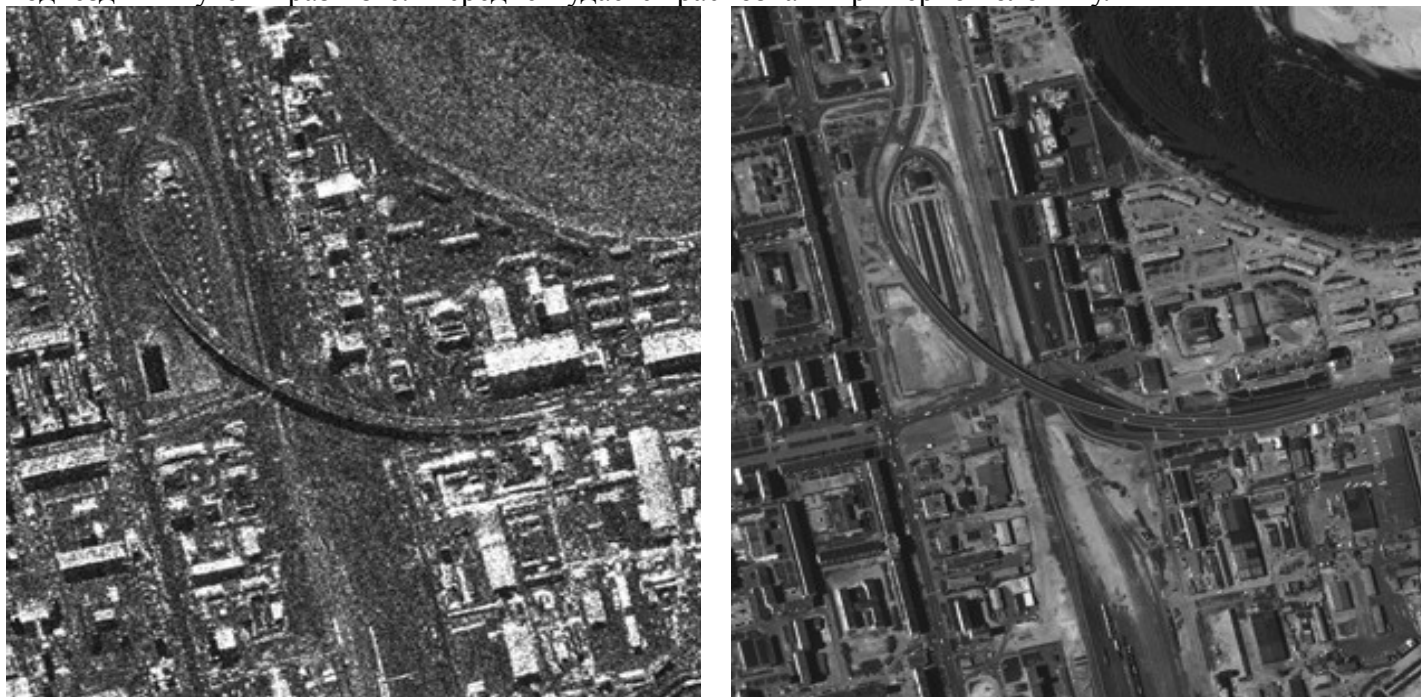


Рисунок 5. Изображение многоуровневой развязки на радарном снимке (слева) и снимке в оптическом диапазоне (справа)

Железные дороги.

Они 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



Рисунок 6. Изображение железных дорог на оптическом (справа) и радарном (слева) снимках

Гидрография.

Реки шириной около 10 м. видны примерно на 2/3. 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.

Водные объекты, размером примерно от 200 кв.м. Часть водных объектов была покрыта льдом, они дешифрируются хуже.

Кроме того, хорошо дешифрируются суда на реке

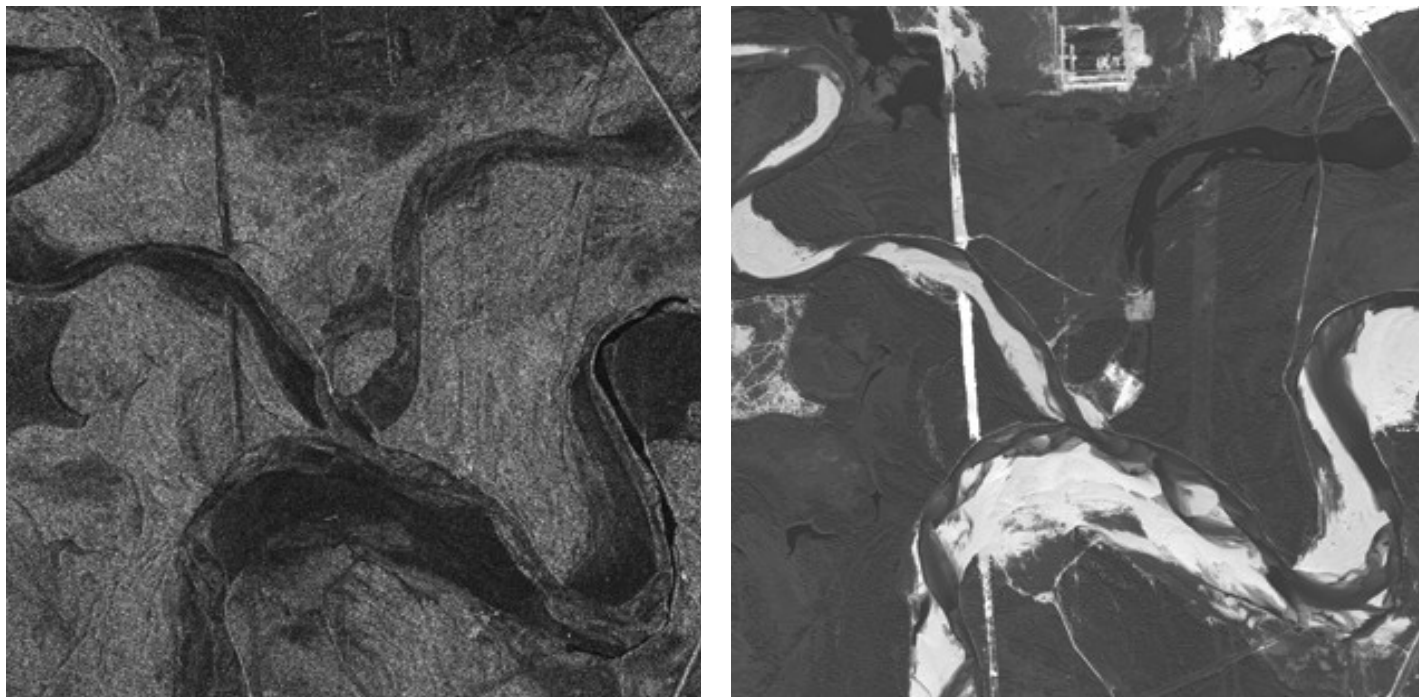


Рисунок 7. Объекты гидрографии на радарном (слева) и оптическом (справа) космических снимках

Мосты.

Достаточно отчетливо видны мосты над водными пространствами, над сушей распознаются несколько хуже. Наличие радиолокационной тени затрудняет определение точного местоположения.

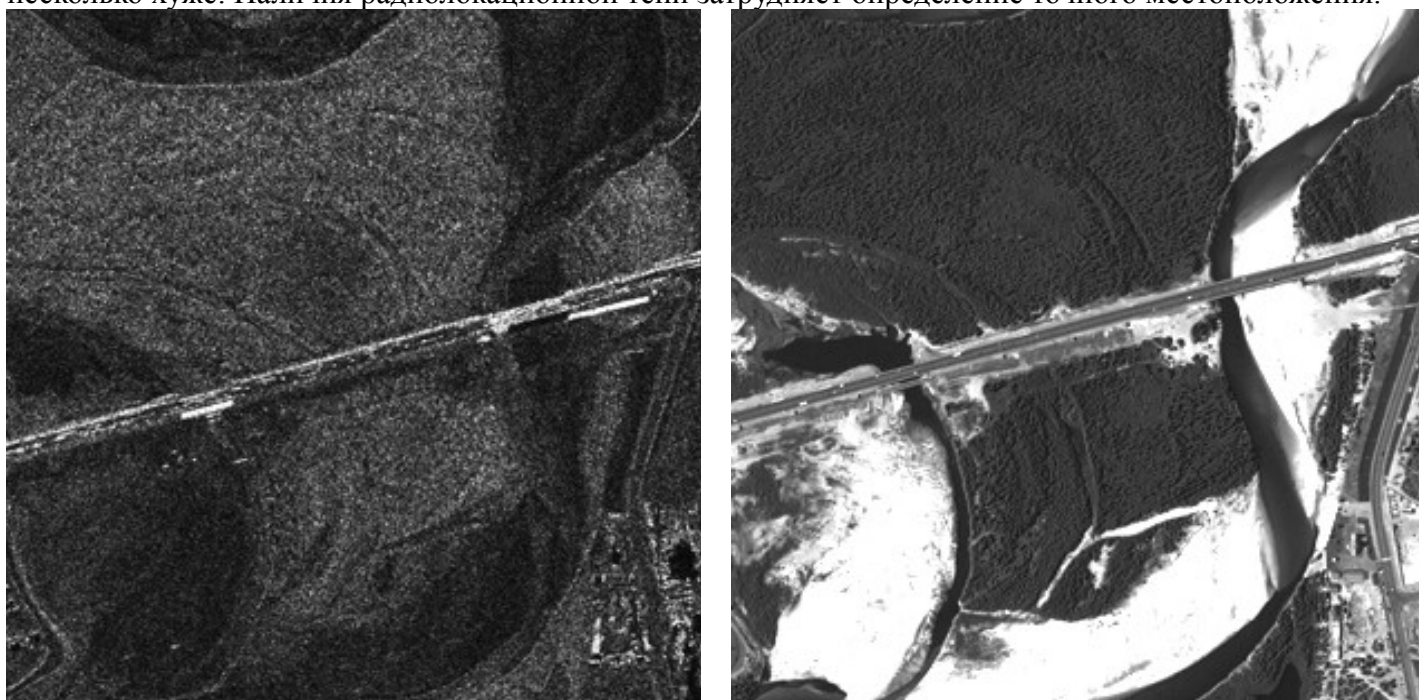


Рисунок 8. Мосты на радарном (слева) и оптическом (справа) космических снимках

Растительность.

Покрываемые растительностью площади дешифрируются достаточно уверенно. При определенном навыке можно различить древесную и луговую растительность. Т.к. снимок зимний, хотя и бесснежный, дешифрирование растительности достаточно условно.

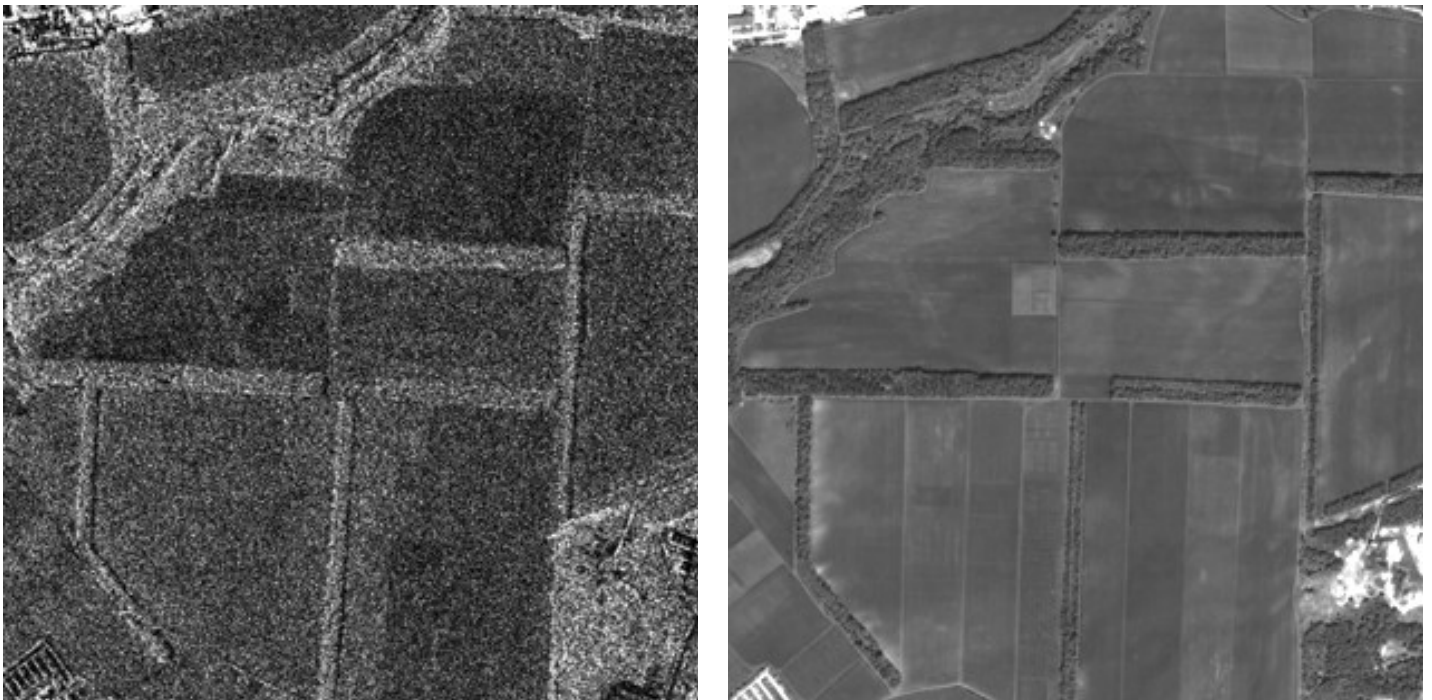


Рисунок 9. Растительность на радарном и оптическом космических снимках

Контроль правильности дешифрирования 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 дешифрирован как строение, асфальтированные площадки внутри парков идентифицировались как строения, водоемы принимались за растительность.

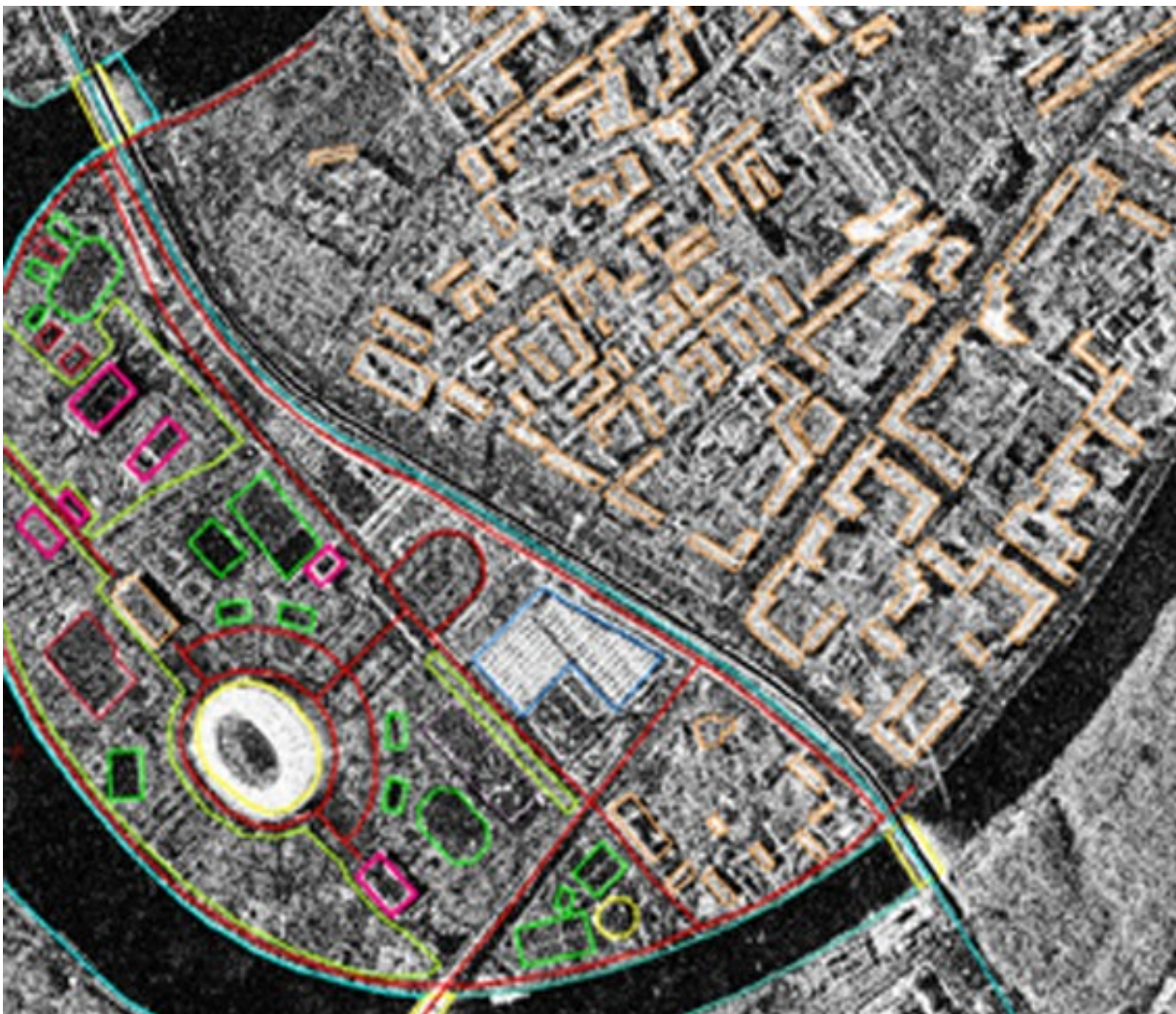


Рисунок 10. Фрагмент дешифрированного снимка TerraSAR-X на г. Москву

Выводы

По степени дешифрируемости объекты можно разбить на группы:

Хорошо дешифрируемые 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
Дешифрирование 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 дешифрирование 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.

На данных снимках удалось дешифрировать большинство объектов изображаемых на картах м-ба 1:25000 -1:50000 (естественно выражающихся в масштабе карты). Для некоторых объектов необходимо иметь дополнительные материалы – старые карты, фотопланы, схемы коммуникаций.

Нужно учитывать, что дешифрирование проводилось по снимкам практически без коррекции (использовалась только яркость/контраст и гамма-функция), соответственно, данные результаты не претендуют на завершенность. По мере развития способов обработки радарных снимков и накопления опыта работы, будут увеличиваться и качество дешифрирования радарных снимков.

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.