

**АНАЛИЗ ИНФОРМАТИВНЫХ СВОЙСТВ
КОСМИЧЕСКИХ
РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СНИМКОВ
ПРИ ОБНОВЛЕНИИ
ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ**

*Коберниченко В.Г.,
Заведующий кафедрой теоретических основ радиотехники
Уральский государственный технический университет – УПИ,
Екатеринбург*

Параметры РСА, определяющие информационные характеристики РЛИ

- пространственная разрешающая способность,
- радиометрическое разрешение,
- динамический диапазон,
- размер зоны воспроизведения,
- отношение сигнал/шум,
- форма диаграммы направленности реальной антенны в угломестной и наклонной плоскостях и ошибки ее ориентации относительно центра кадра,
- форма функции неопределенности РСА (форма отклика на точечную цель),
- интервал временной дискретизации сигналов по наклонной и путевой дальности (частота дискретизации по дальности, частота повторения),
- уровень неоднозначности, создающий дополнительный уровень шумов за счет наложения спектров при дискретизации.

Характеристики радиолокационных космических систем

Тип РСА. Режим	Ширина полосы обзора, км	Разрешение (дальность x путевая дальность), м	Радиометрическое разрешение, бит на пиксел
<i>RADARSAT-1</i> Стандартный (Standard)	100	28 x 25	8
Широкополосный (Wide)	150	28 x 23-35	
Детальный (Fine)	50	9 x 8-9	
<i>ALOS PALSAR</i> Обзорный (ScanSAR)	350	100 x 100	5
Высокого разрешения	70	10 x 10	
<i>TerraSAR-X</i> Детальный (Spotlight)	5x10	1	16
Маршрутный (StripMap)	30x50	3	
Обзорный (ScanSAR)	100x150	16	

Особенности радиолокационной космической съемки

- геометрия бокового обзора (система координат наклонная дальность – путевая дальность, большие углы падения - от 20 до 60 градусов);
- проведение съемки на одной длине волны при когерентном излучении,
- наличие специфических искажений на РЛИ (радиолокационная тень, смещение движущихся объектов и пр.).
- наличие на РЛИ характерной пятнистости (спекл-шума).

Радиометрические искажения РЛИ

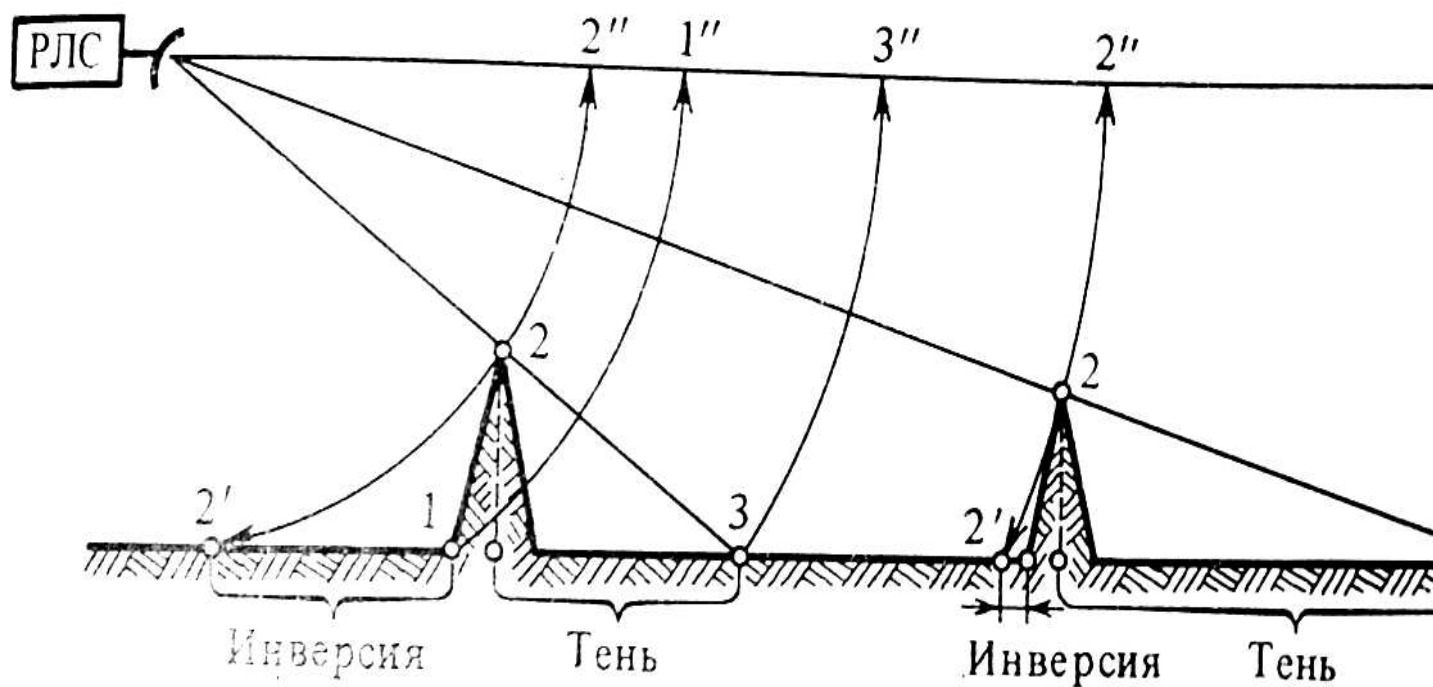
Факторы

- зависимость мощности принимаемого сигнала от дальности,
- форма диаграммы направленности реальной антенны в угломестной и наклонной плоскостях и ошибки ее ориентации относительно центра кадра,
- форма функции неопределенности РСА (форма отклика на точечную цель);
- интервал временной дискретизации сигналов по наклонной и путевой дальности (частота дискретизации по дальности, частота повторения).

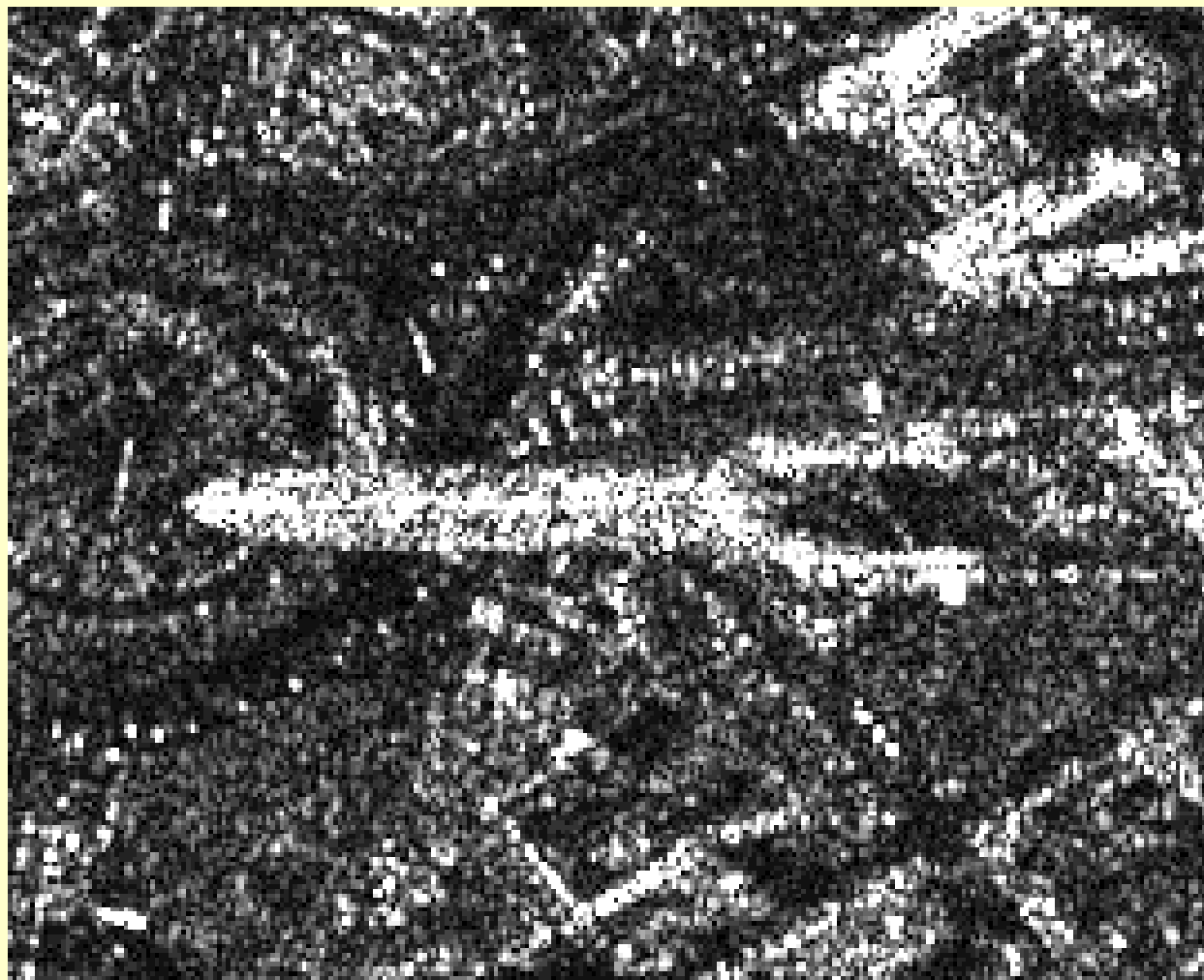
Геометрические искажения космических РАИ

- масштабные искажения пересчета наклонной дальности в горизонтальную дальность в соответствии с изменением углов падения в пределах полосы обзора,
- смещения отметок дальности от высоты рельефа,
- ошибки измерения координат, вызванные погрешностями внешней ориентации носителя РСА, в том числе и изменением местной высоты космического аппарата относительно референц-эллипсоида).
- смещения, вызванные движением наблюдаемых объектов,
- ошибки измерения координат, вызванные погрешностями внешней ориентации носителя РЛС.

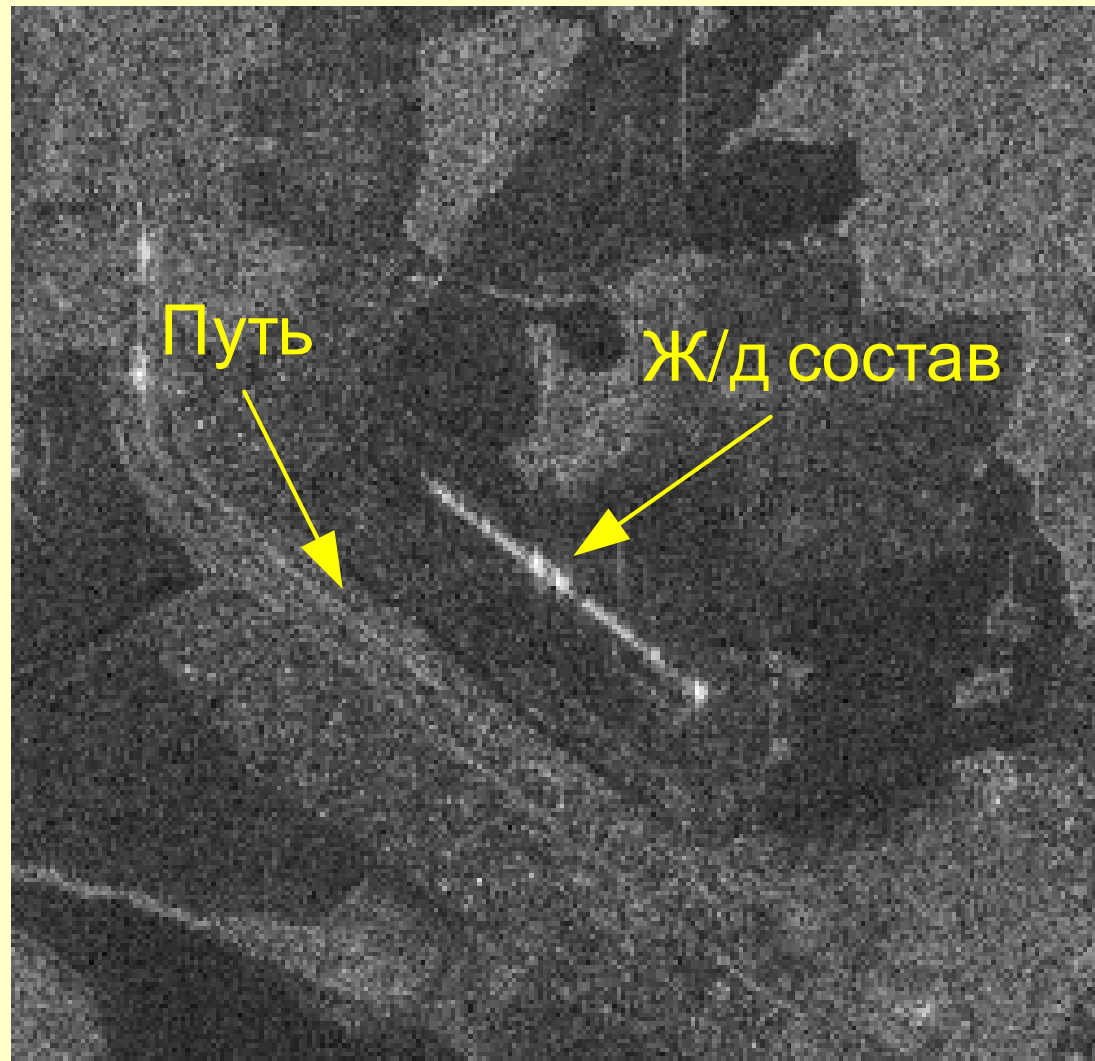
Искажения РЛИ за счет влияния рельефа



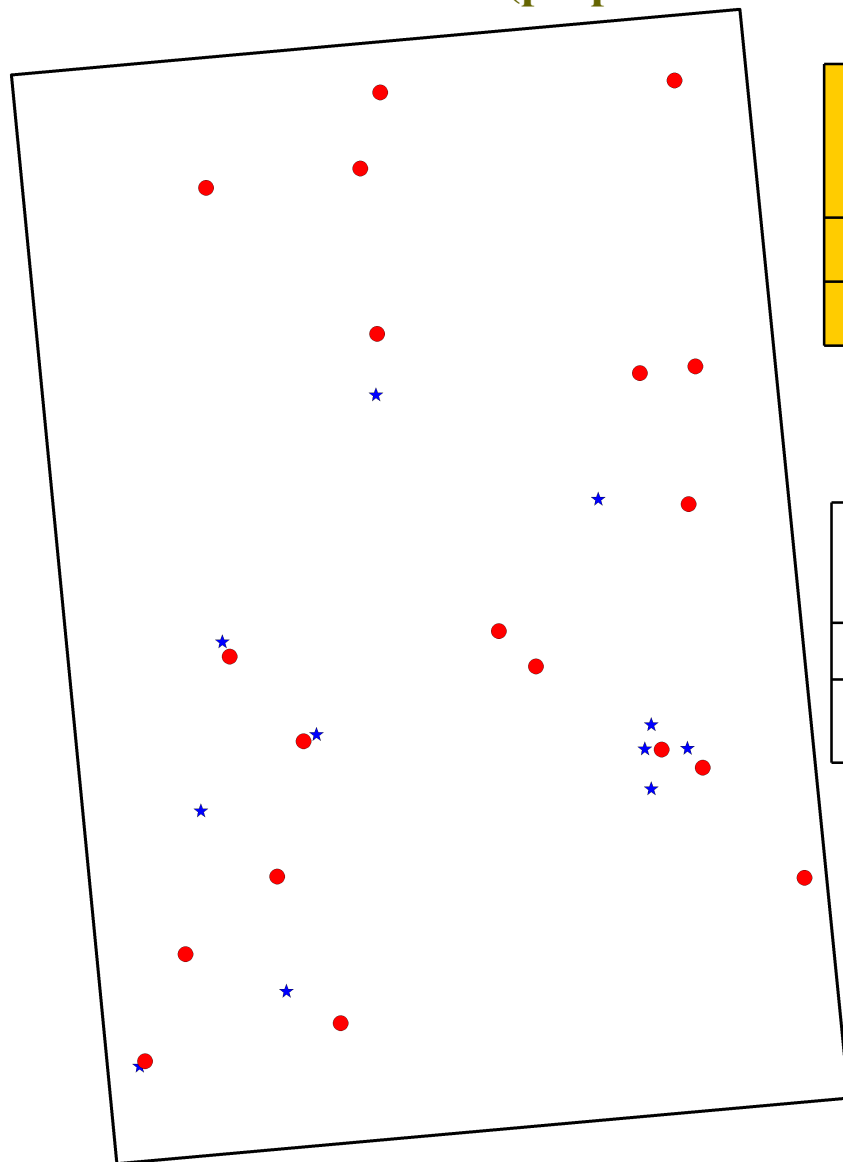
РЛИ высотного здания



Изображение движущегося железнодорожного состава



**Схема расположения опознаков при
внешнем ориентировании
радиолокационного космического снимка
№S7.20051202 (разрешение 25 м)**



**Таблица точности внешнего
ориентирования радиолокационного
космического снимка №S7.20051202 в
плане (в метрах)**

Тип точки	Количество точек	Среднее	Максимальное
опорная	19	28.4	38.9
контрольная	11	42.53	71.8

**Распределения ошибок планового положения точек
по интервалам в м**

Тип точки	0-10	10-20	20-40	40-50	50-70	70 и выше	Отбракованные точки	Количество точек
опорные	-	5	14	-	-	-	-	19
контрольные	-	1	5	1	4	-	-	11

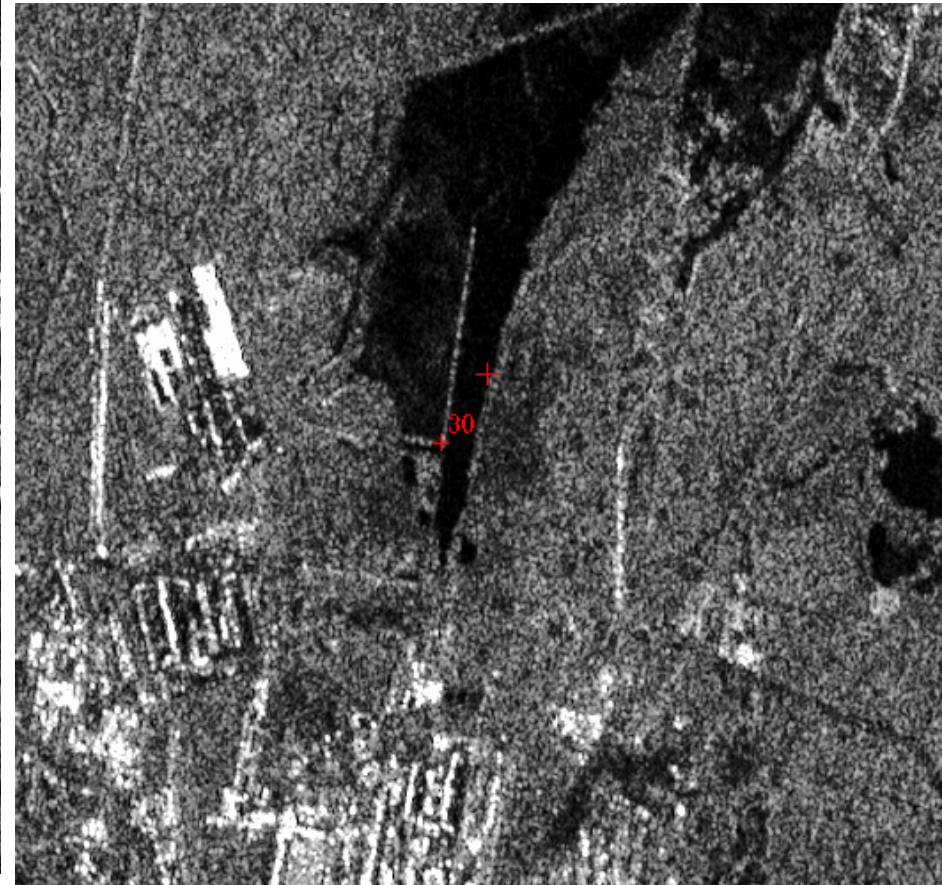
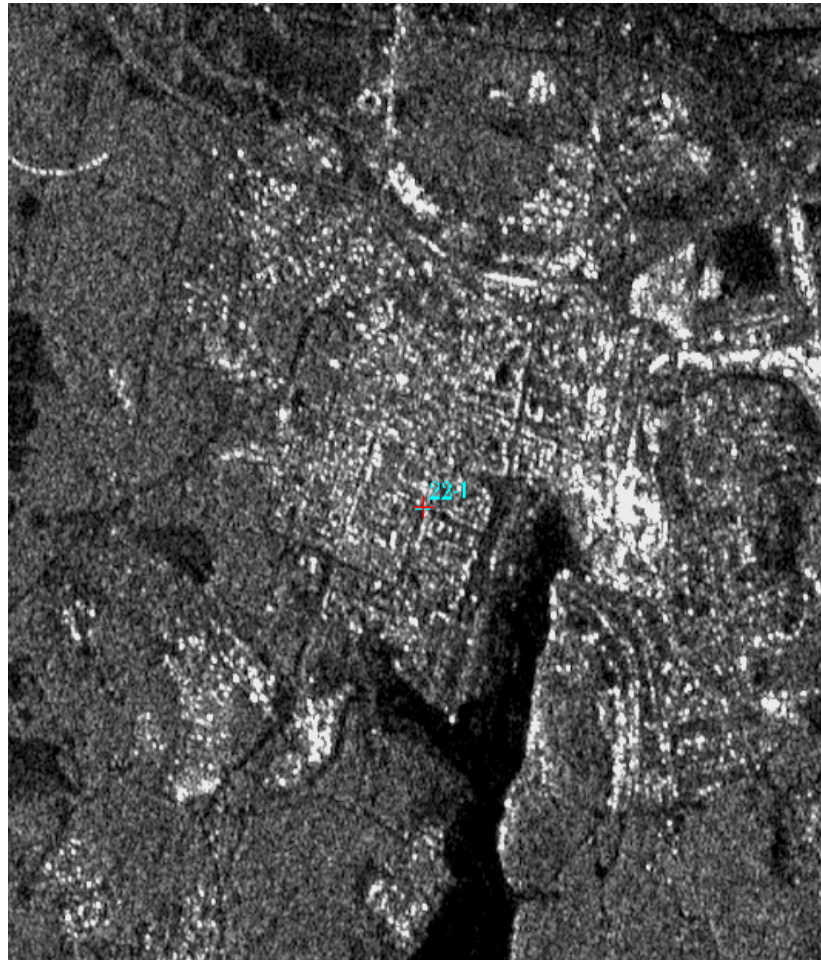
Условные знаки:

— -Граница снимка;

● - Опорная точка;

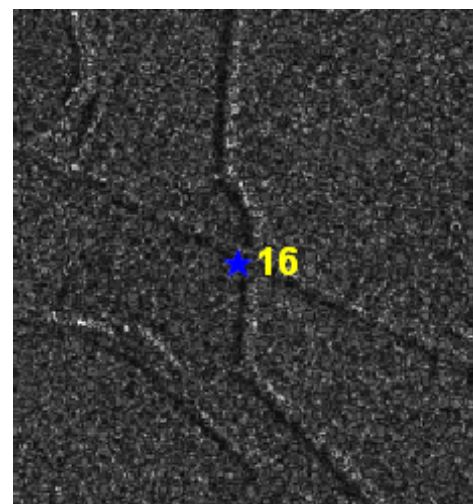
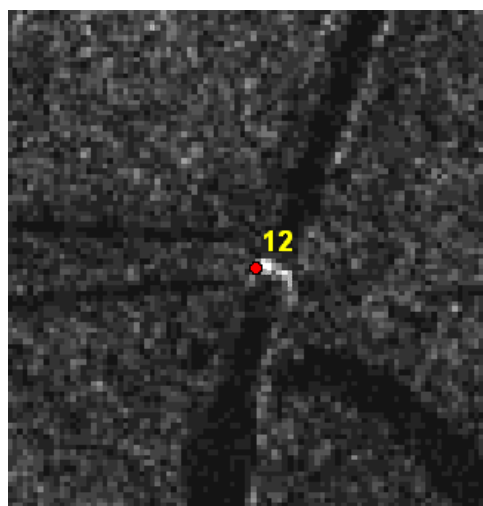
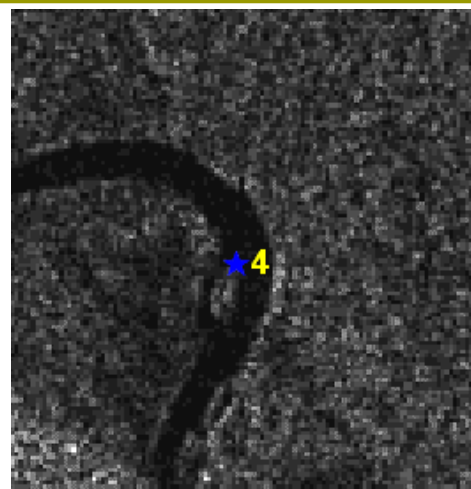
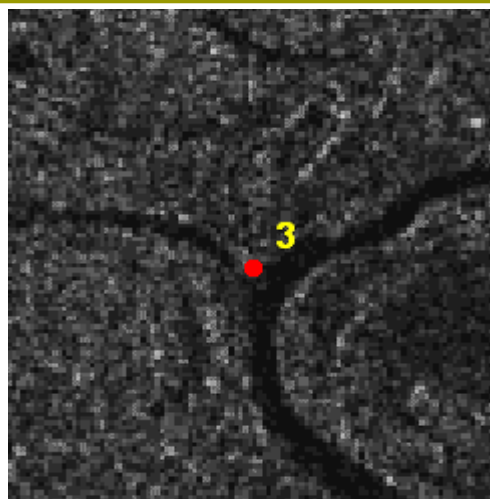
★ -Контрольная точка.

Опознавание опорных и контрольных точек на РЛИ (разрешение 25 м)



Примеры опознавания опорных и контрольных точек.

Снимок № F2_30092004 (разрешение 8 м)



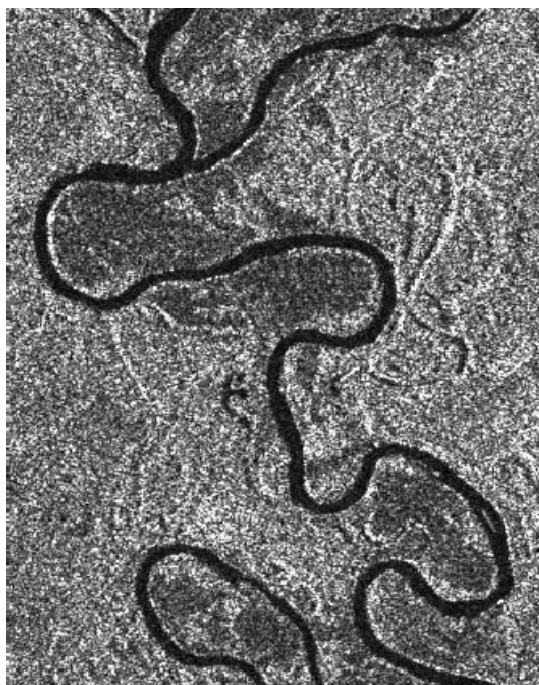
Оценка дешифровочных свойств РЛИ типовых топографических объектов

- гидрография и гидротехнические сооружения,
- населенные пункты и элементы их структуры,
- объекты специального назначения,
- дорожная сеть и транспортные сооружения,
- рельеф суши
- растительный покров и грунты.

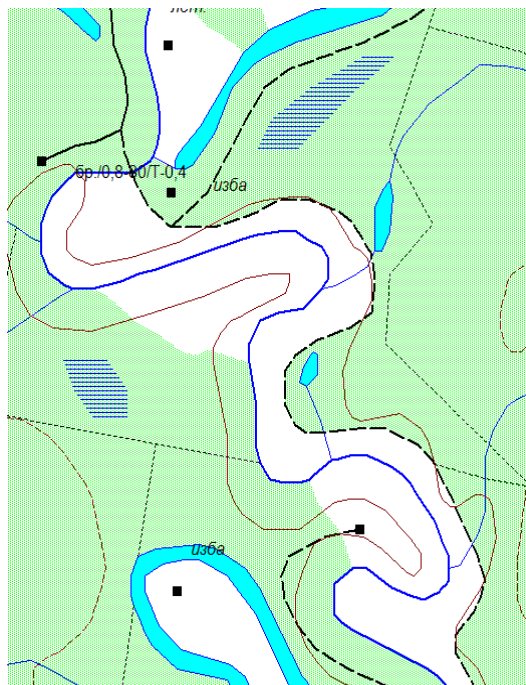
Реки с постоянным водотоком

(река Сосьва)

Снимок RADARSAT



Карта



Снимок LANDSAT



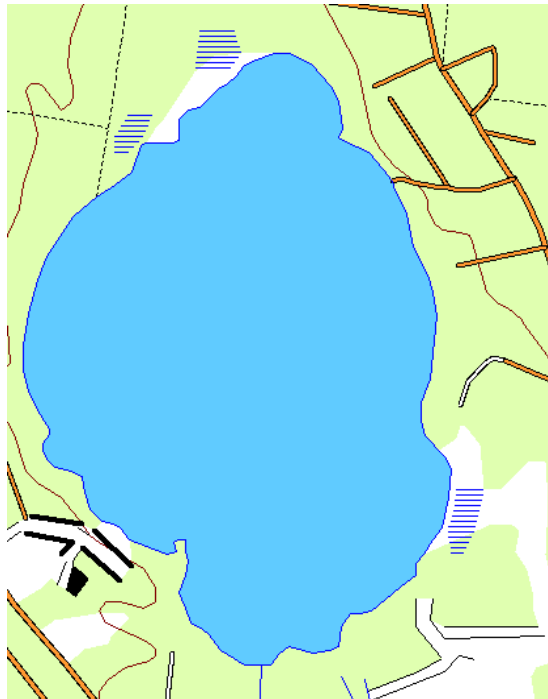
Берег обрывистый

(озеро Балтым)

Снимок RADARSAT



Карта



Снимок LANDSAT

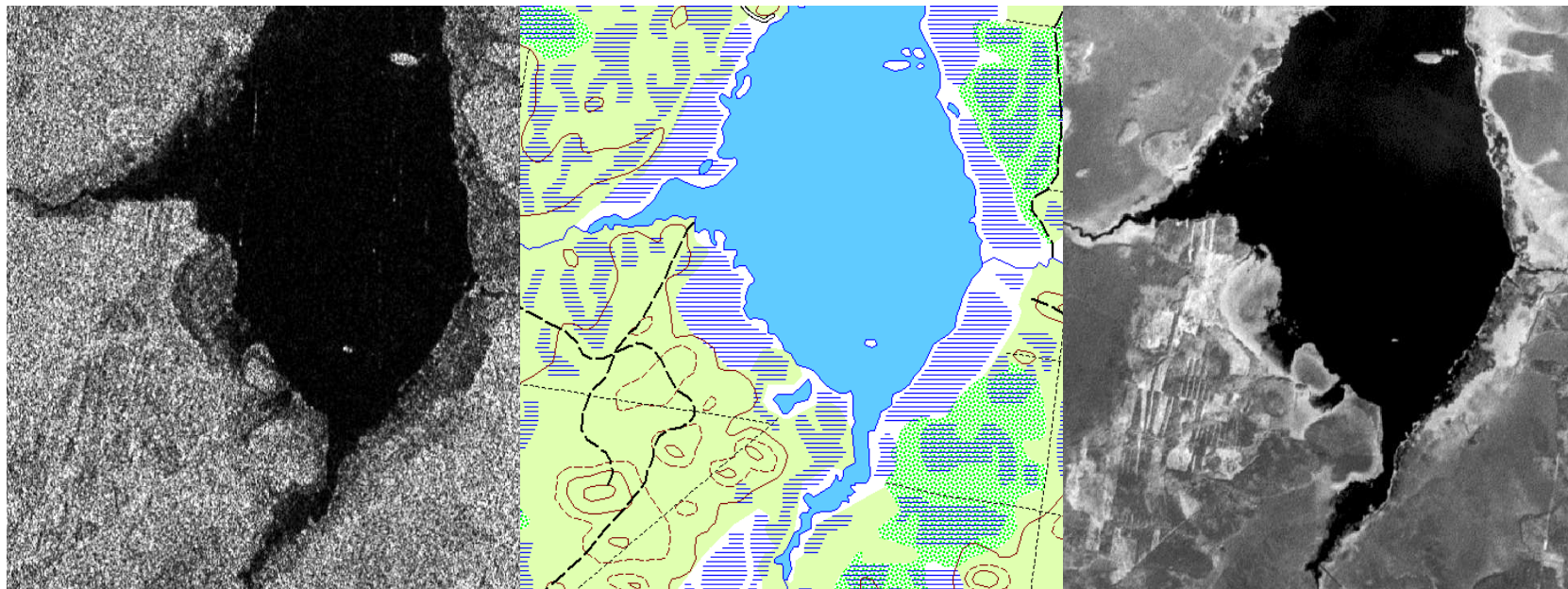


Заболоченный берег

Снимок RADARSAT

Карта

Снимок LANDSAT



Озера, острова

(озеро Шитовское)

Снимок RADARSAT



Карта

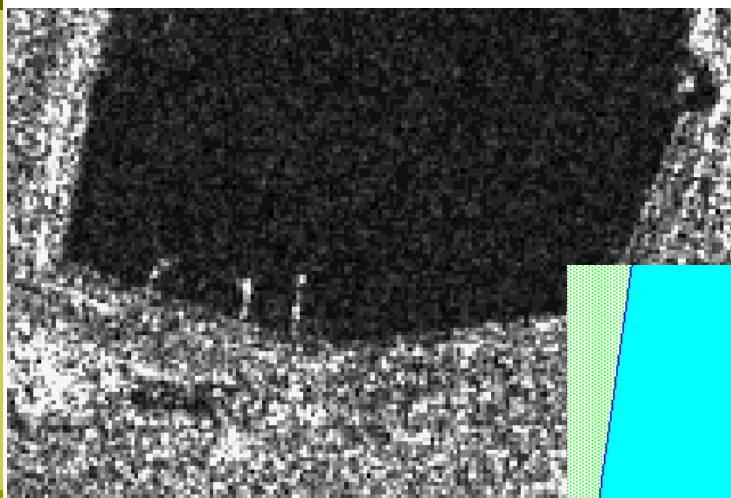


Снимок LANDSAT

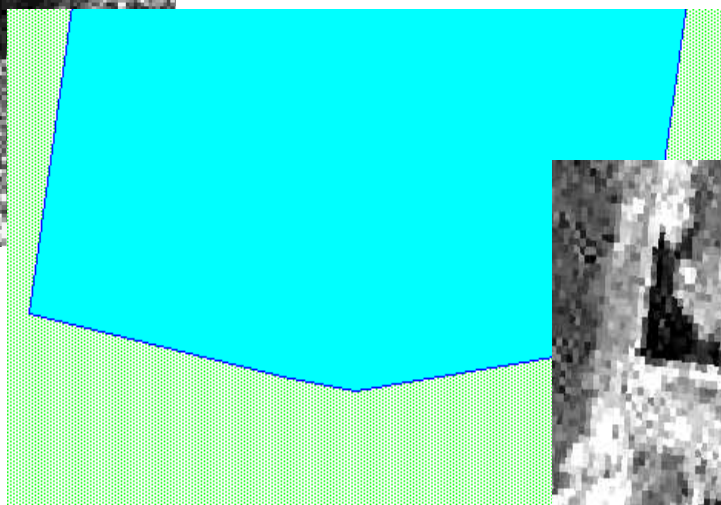


Молы и причалы

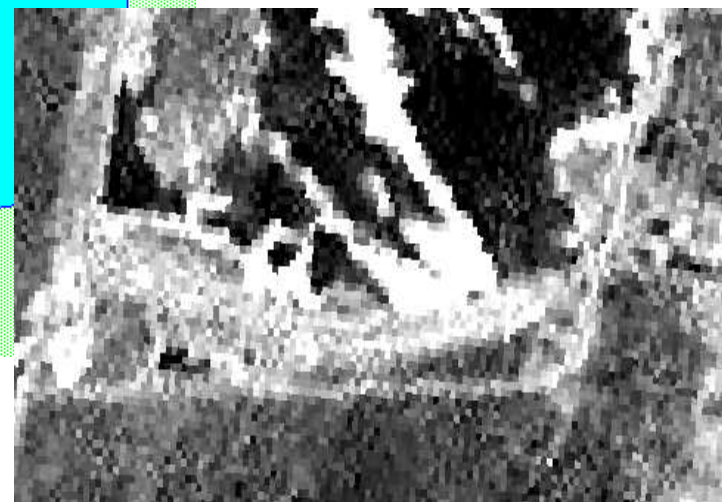
Снимок RADARSAT



Карта

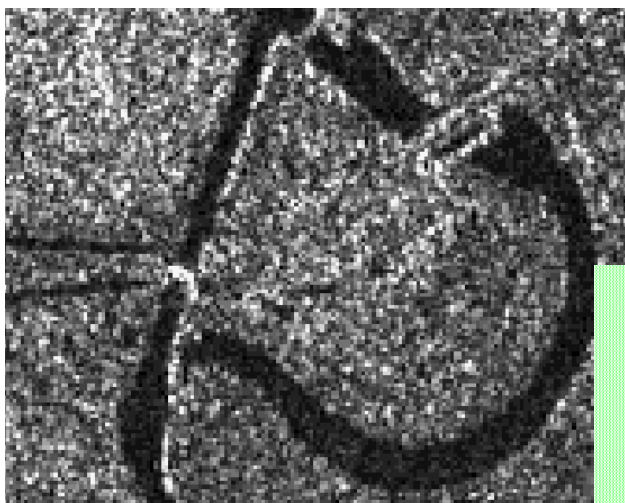


Снимок LANDSAT

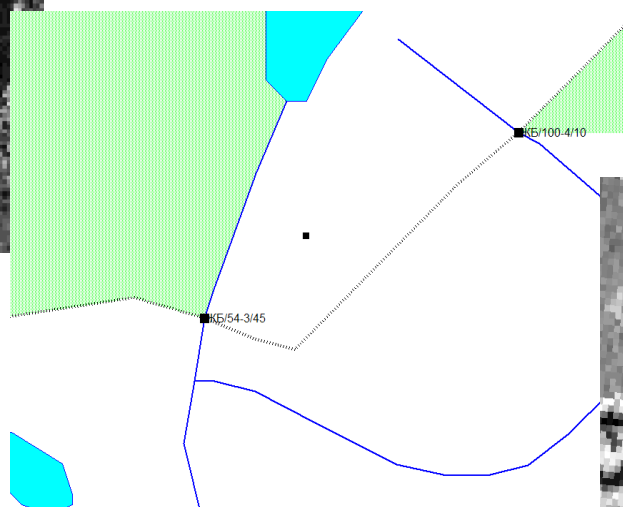


Мосты

Снимок RADARSAT



Карта



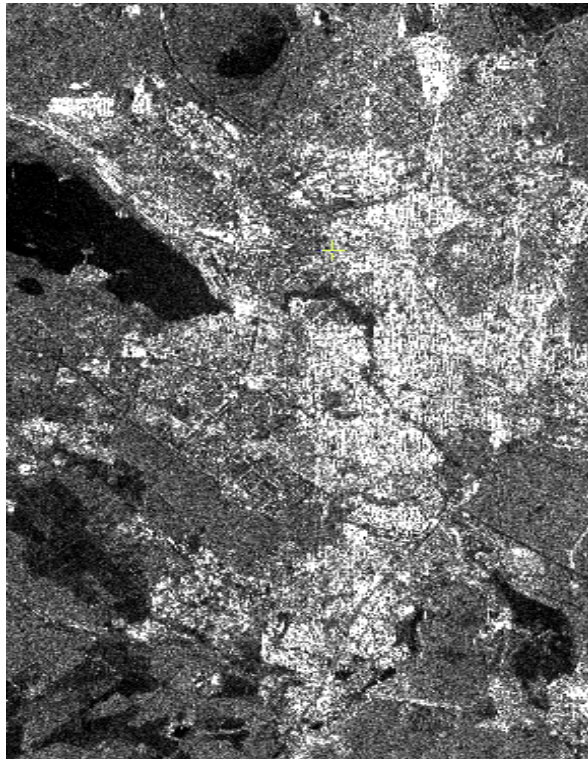
Снимок LANDSAT



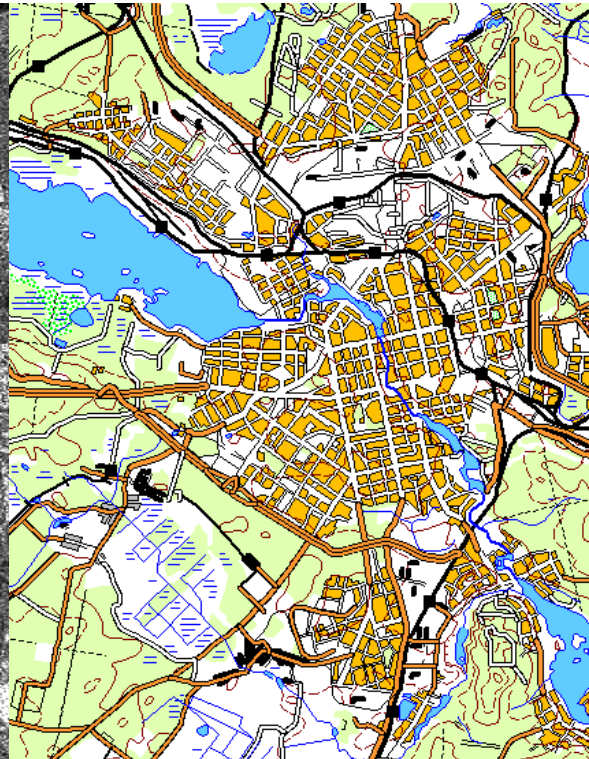
Города

(Екатеринбург)

Снимок RADARSAT



Карта



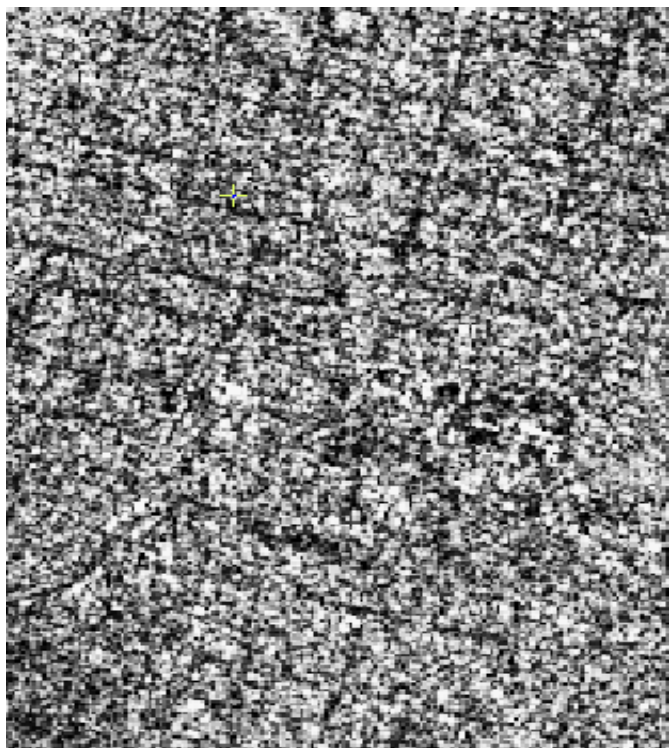
Снимок LANDSAT



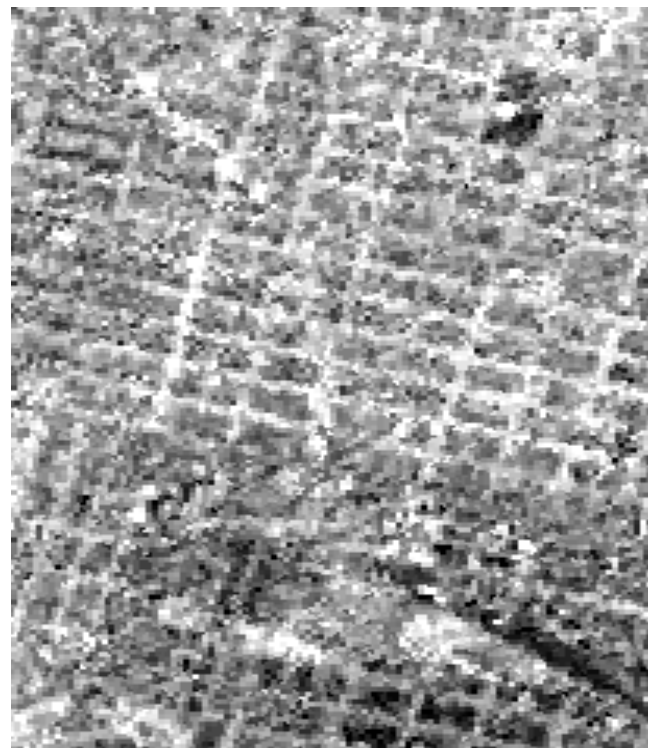
Кварталы

(Серов)

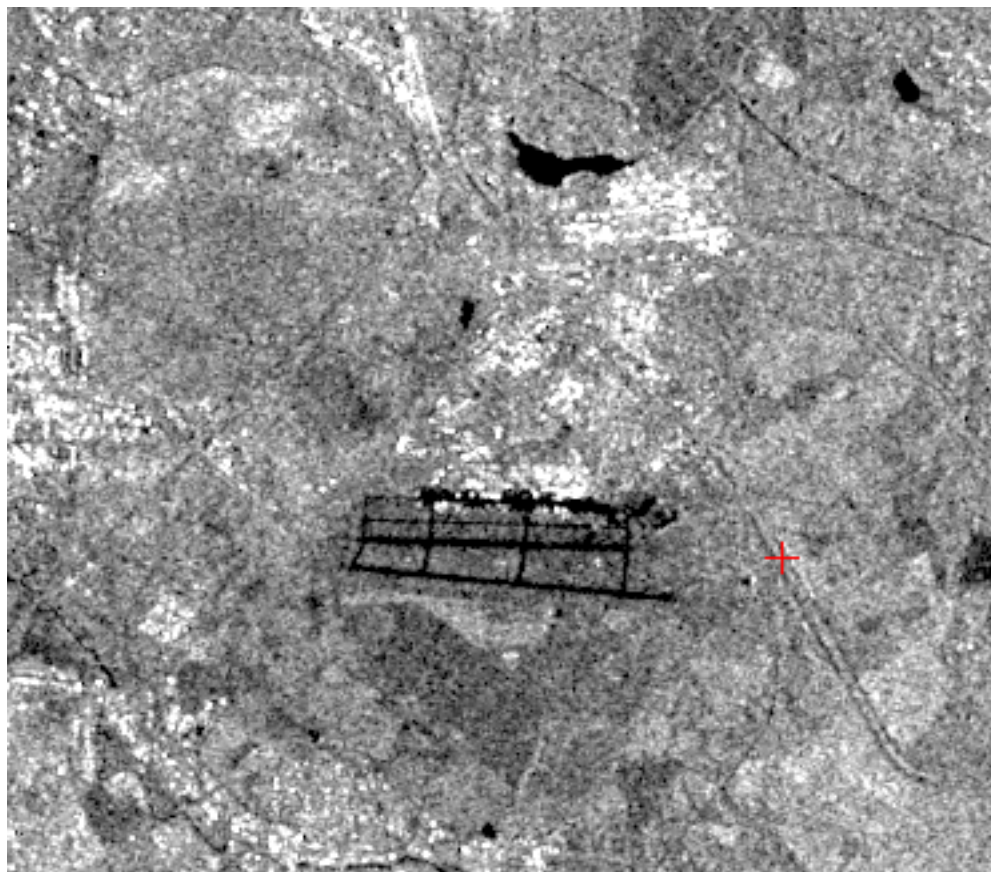
Снимок RADARSAT



Снимок LANDSAT



Аэропорт

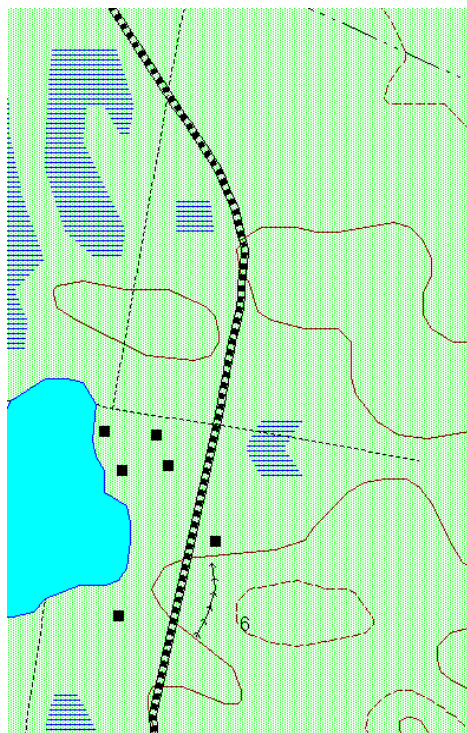


Железные дороги

Снимок RADARSAT



Карта

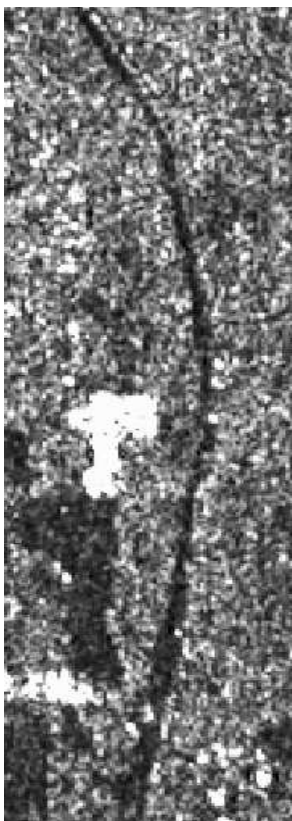


Снимок LANDSAT

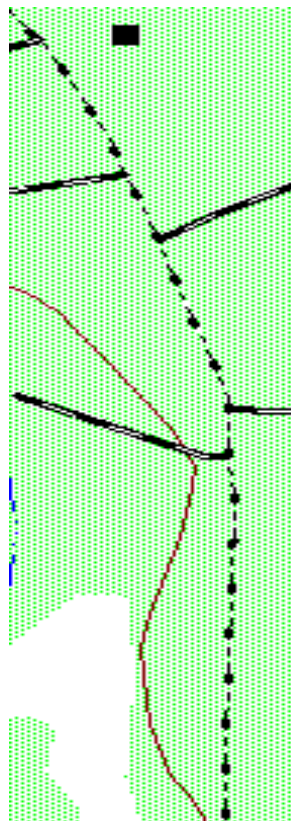


Автодорога действующая

Снимок RADARSAT



Карта

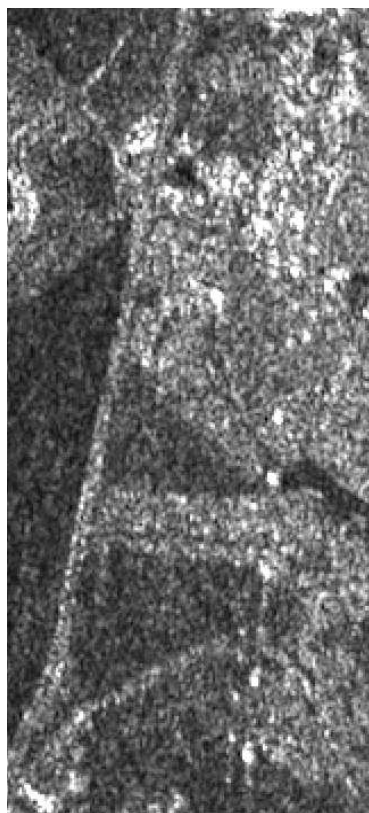


Снимок LANDSAT

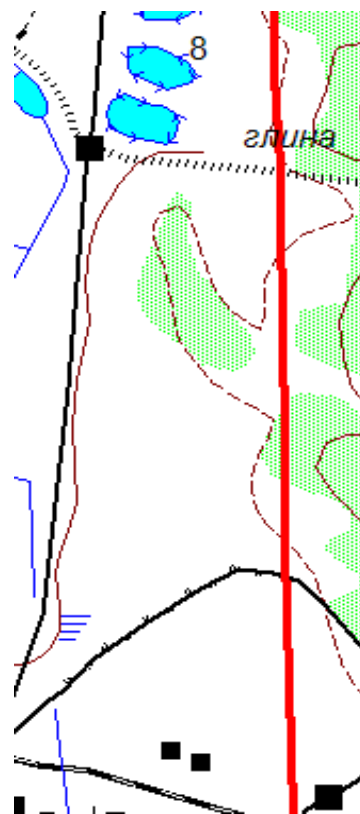


ЛЭП

Снимок RADARSAT



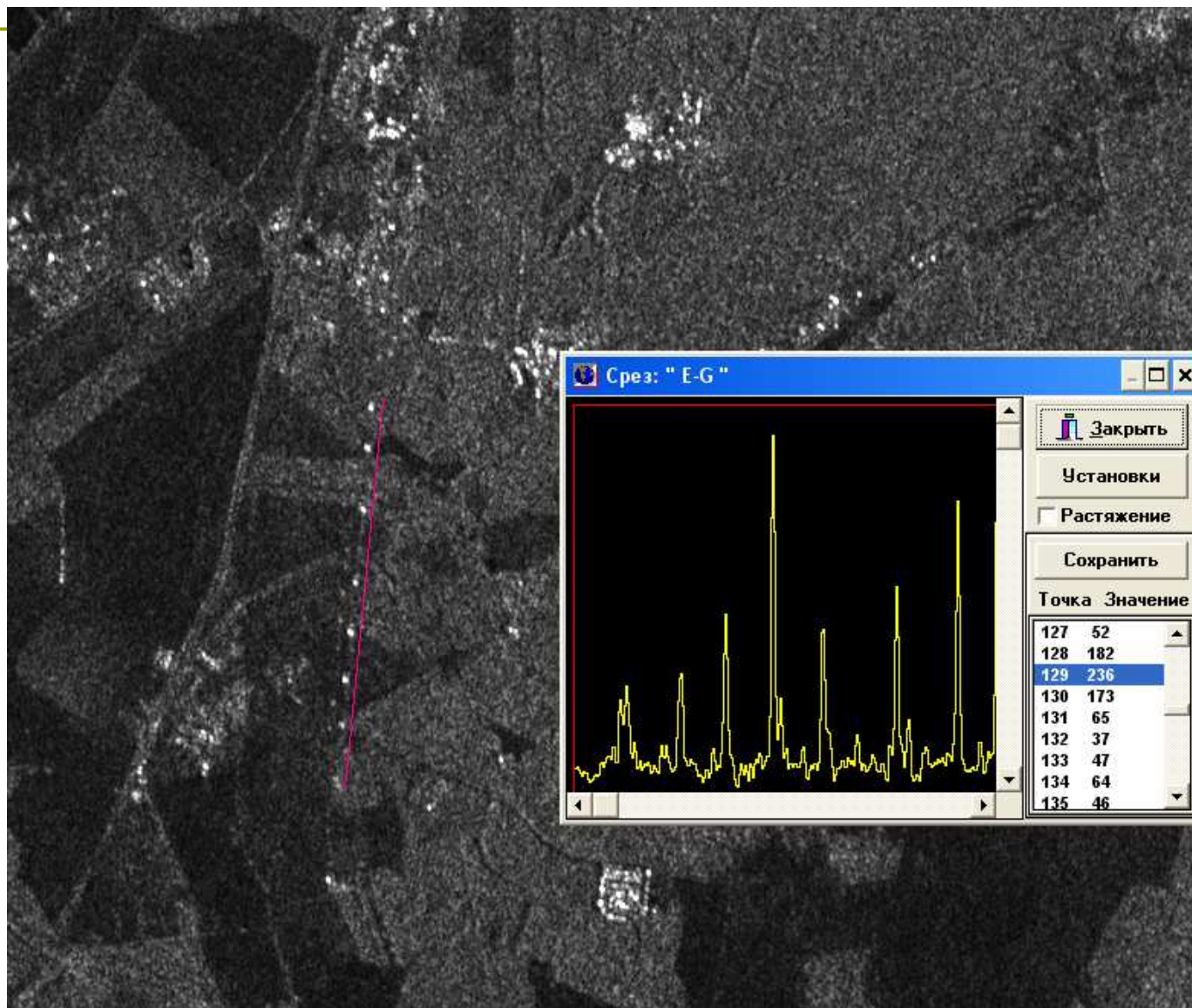
Карта



Снимок LANDSAT



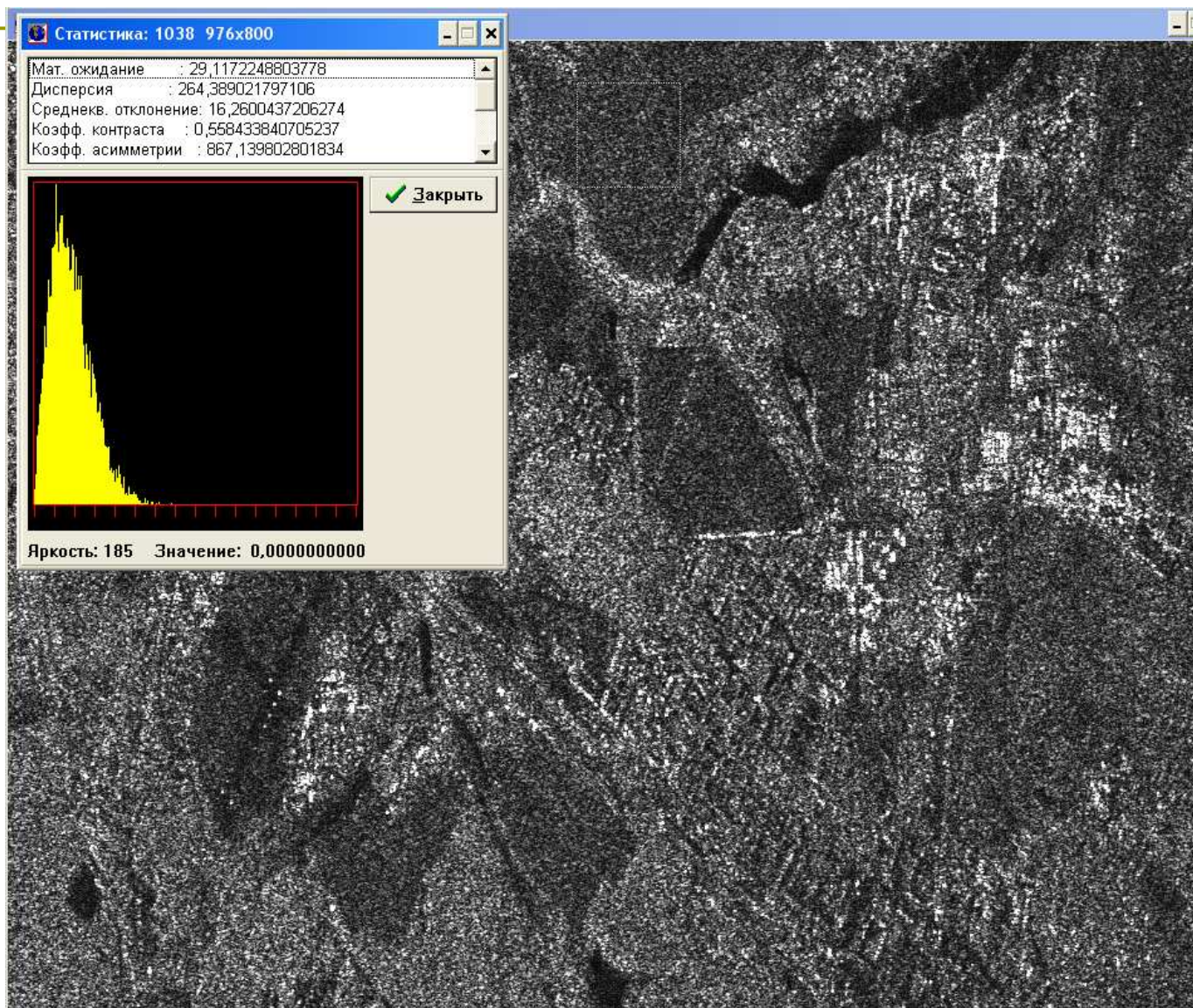
Оценка разрешения РЛИ Radarsat



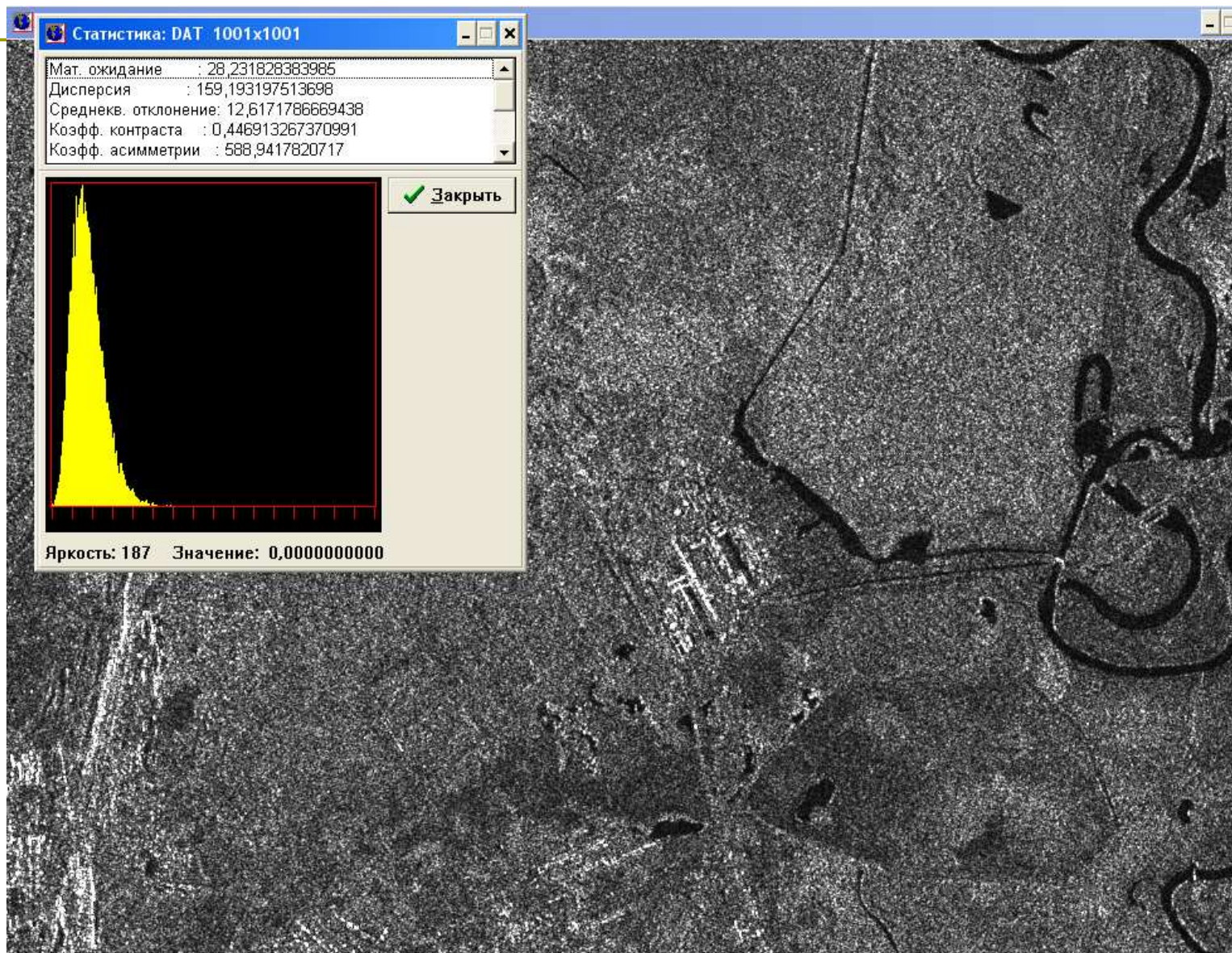
Оценка уровня спекл-шума

Тип РЛИ	Коэффициент контраста		
	Водная поверхность	Лес	Пашня
Алмаз-1	0,548	0,558	0,55
RADARSAT-1 (8 м)	0,437	0,447	-
RADARSAT-1 (25 м)	-	0,285	0,284

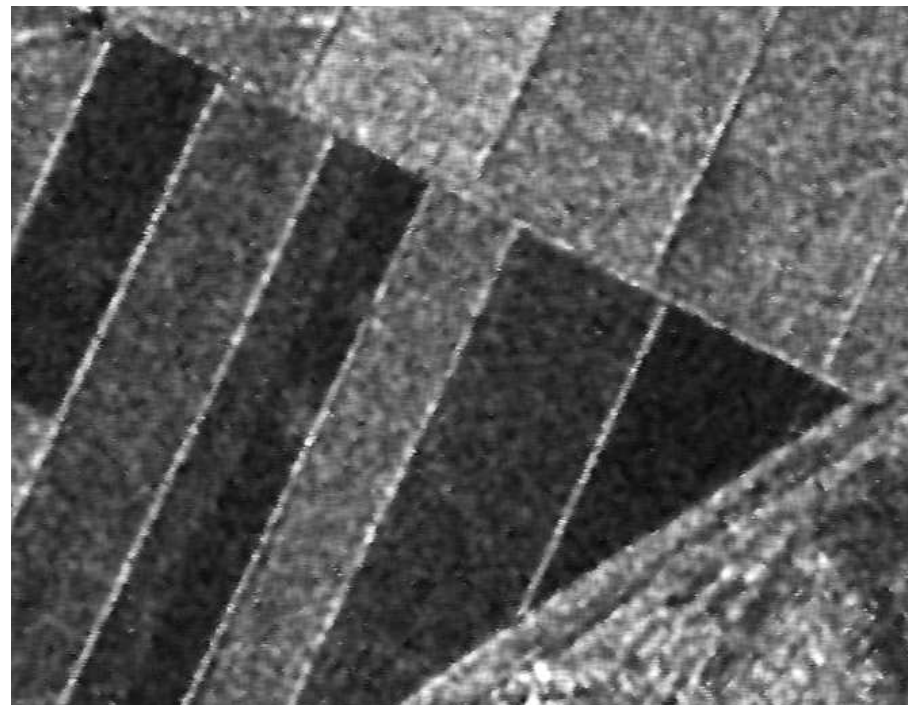
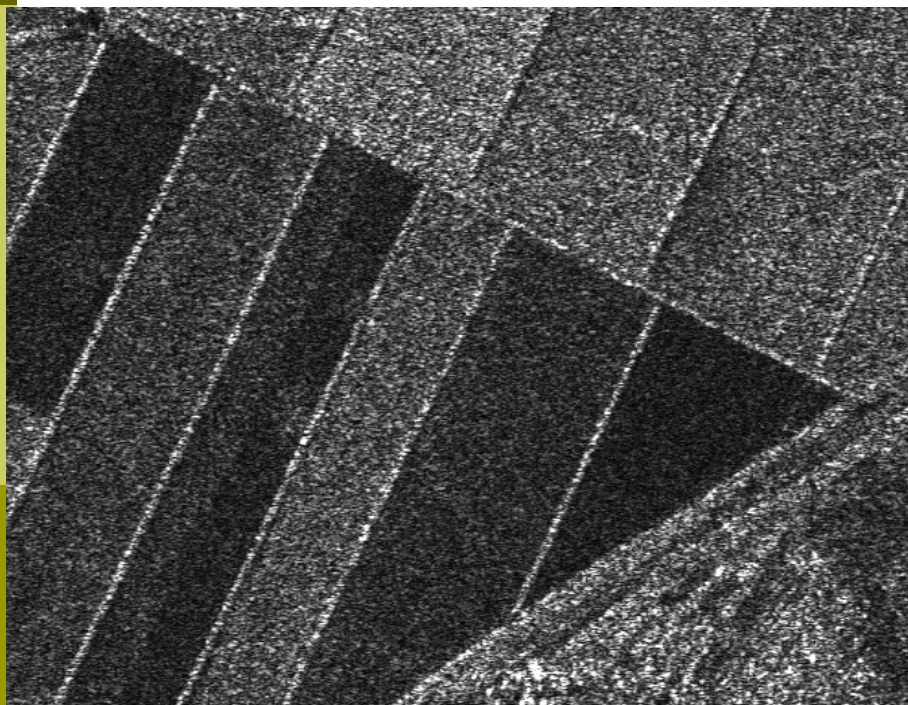
РЛИ КА «Алмаз»



РЛИ Radarsat (8 м)

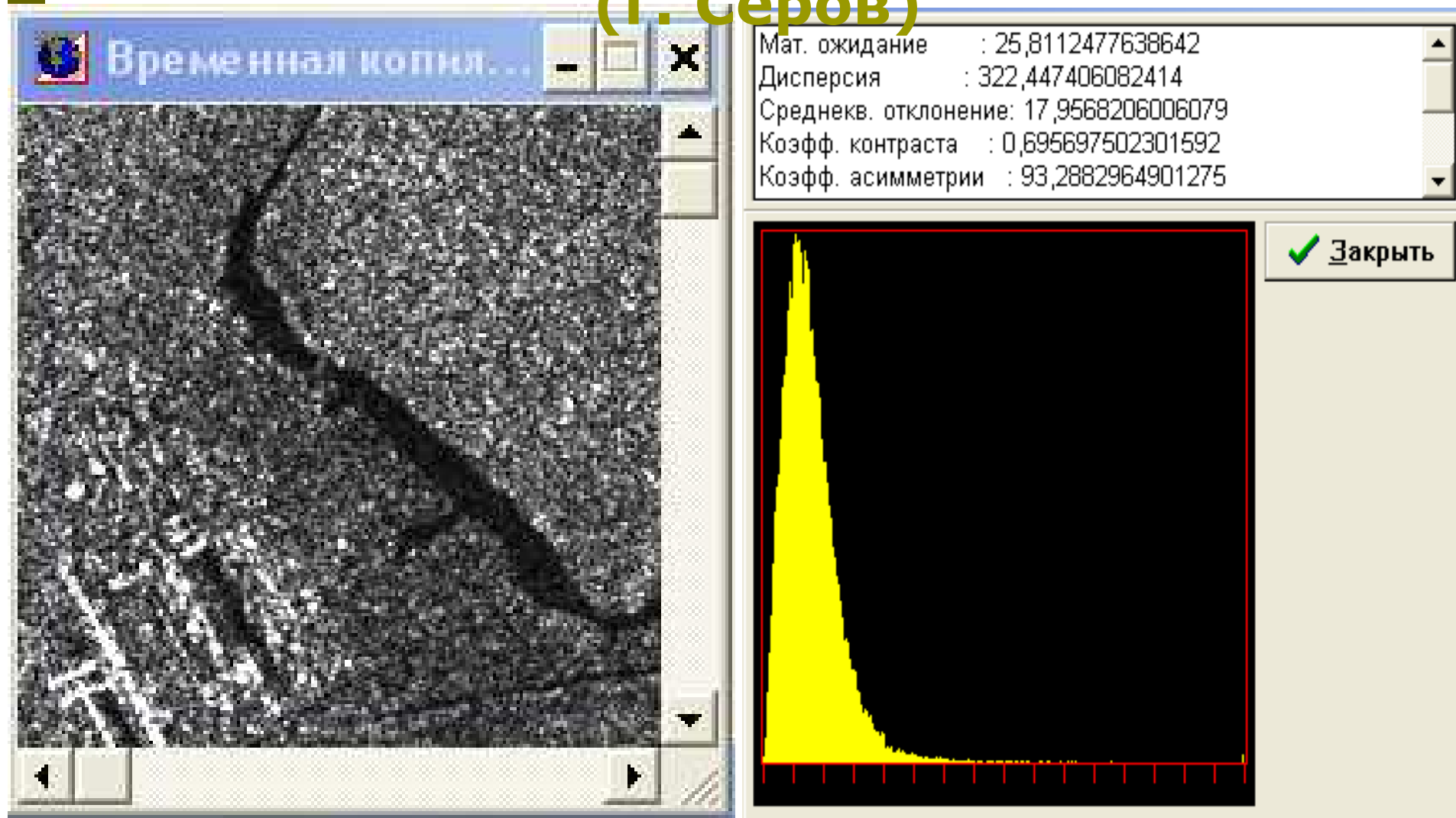


Фильтрация спекл-шума



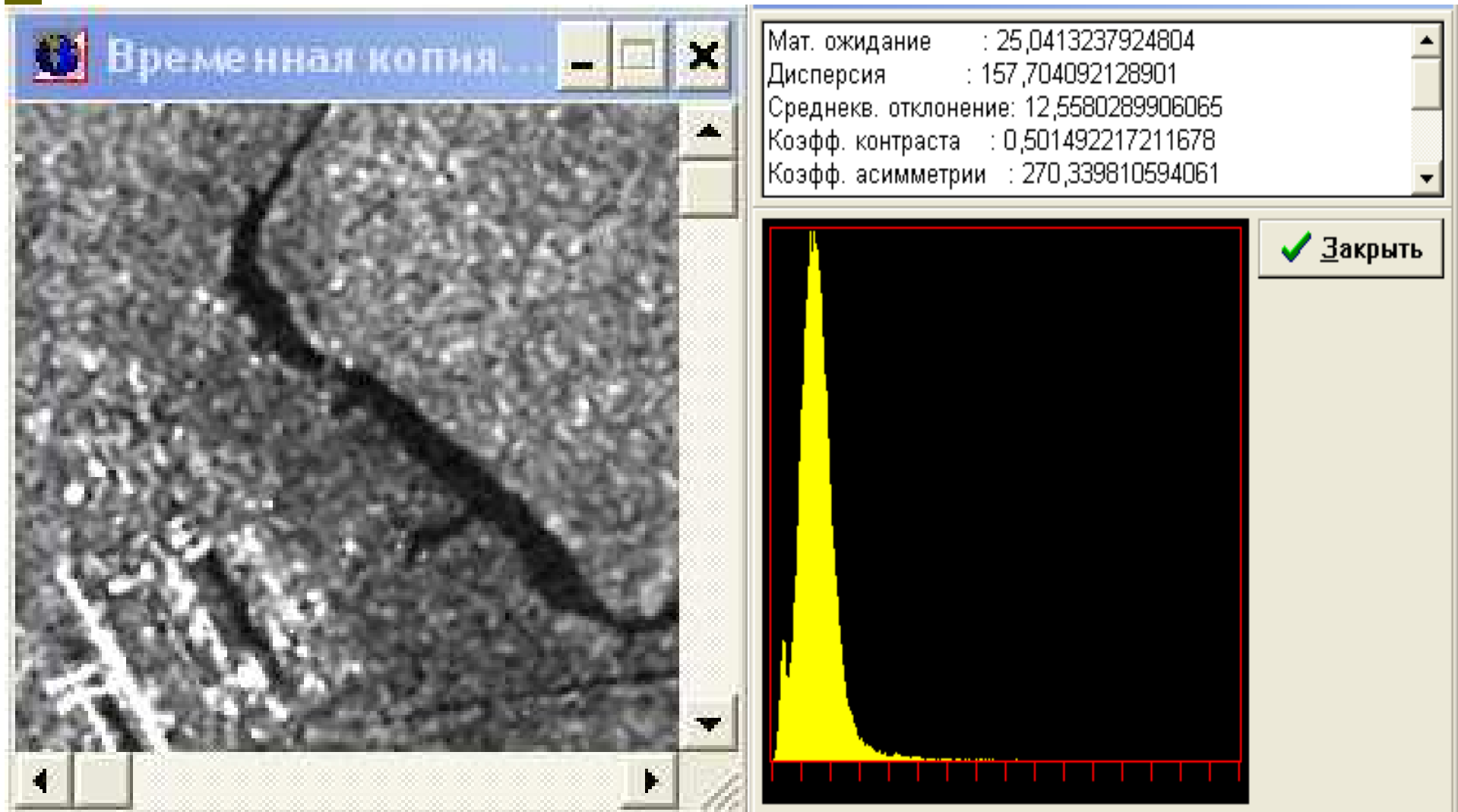
Исходное РЛИ Radarsat-1 с разрешением 8 м

(г. Серов)



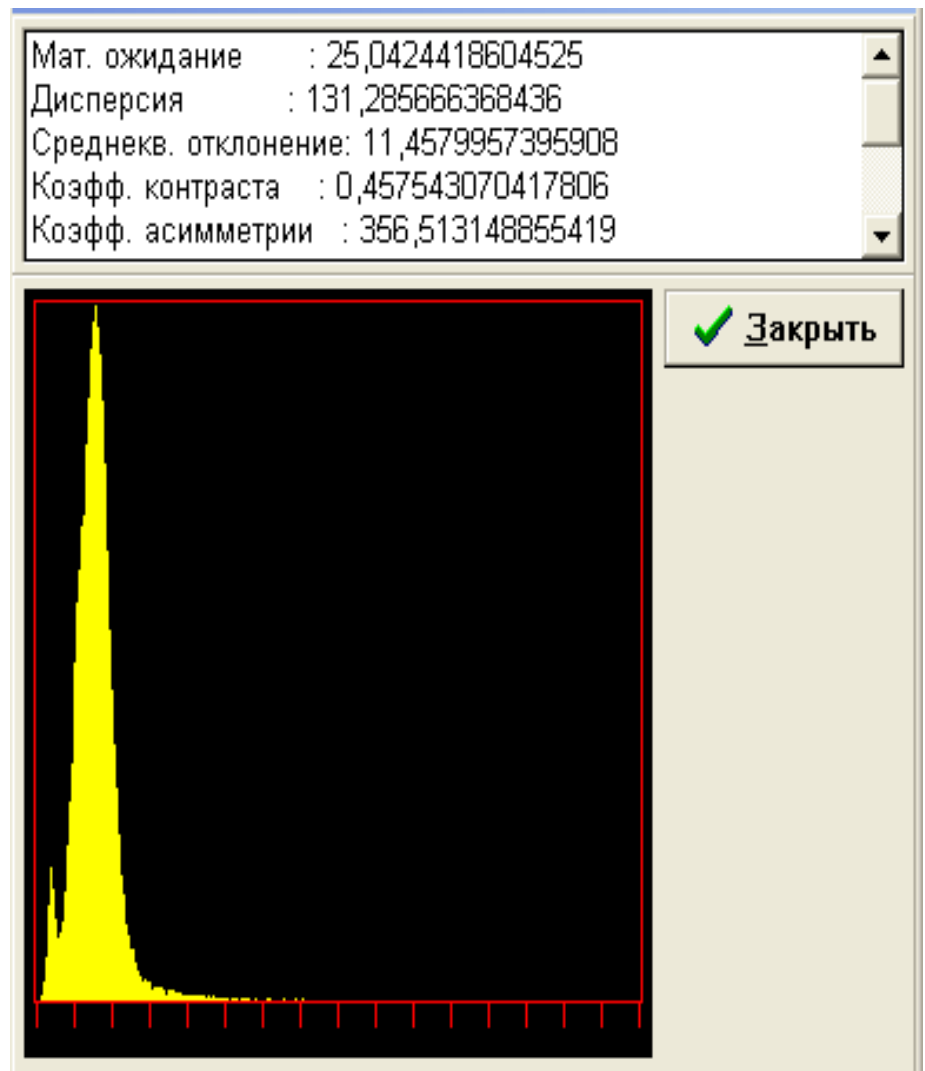
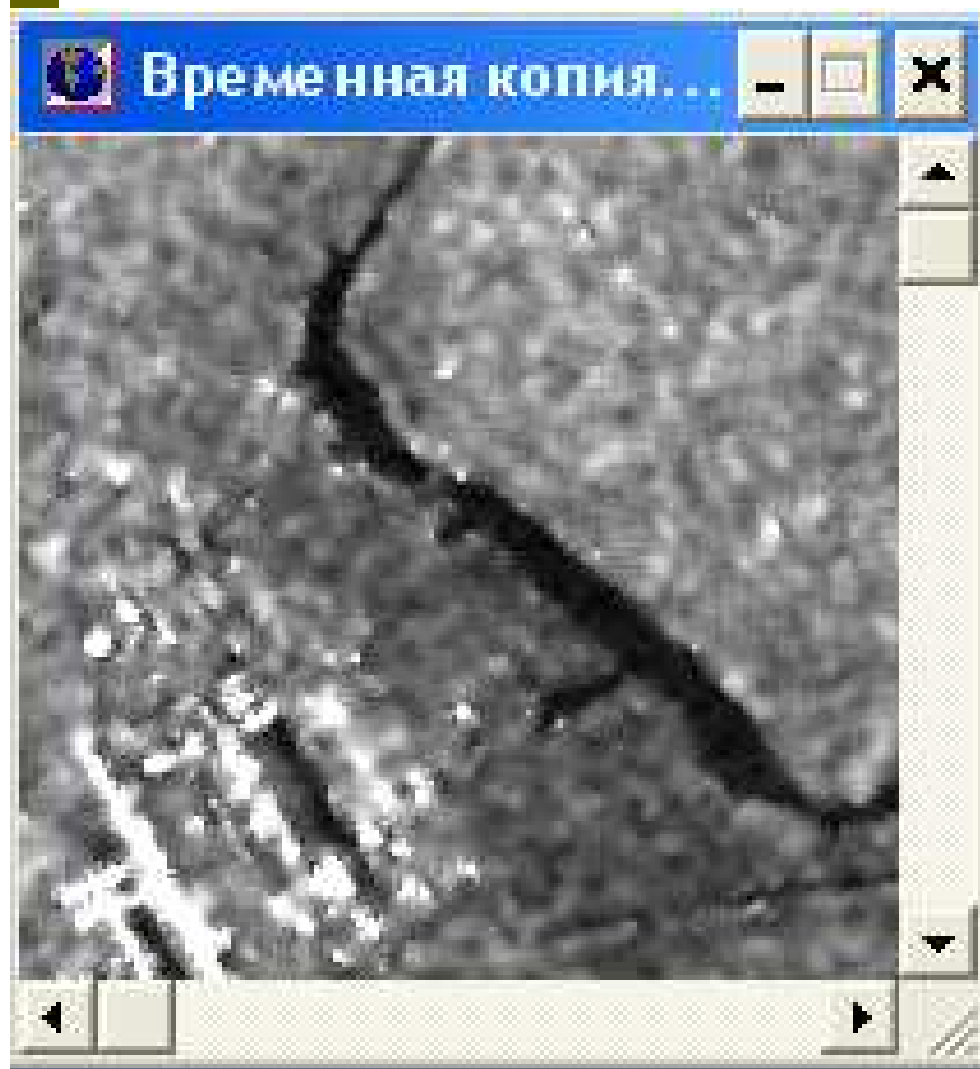
Фильтрация спекл-шума

Фильтр Ли (окно 3x3)

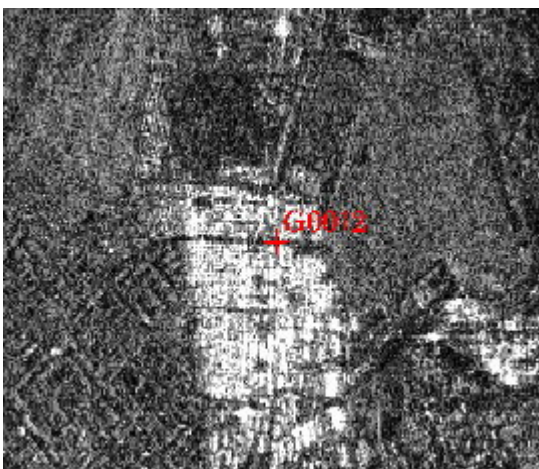


Фильтрация спекл-шума

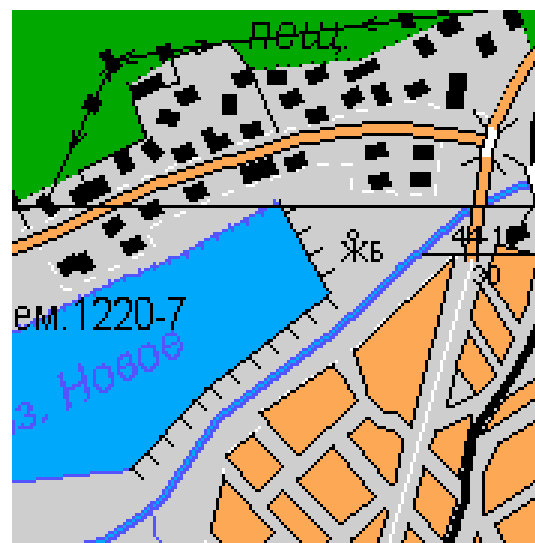
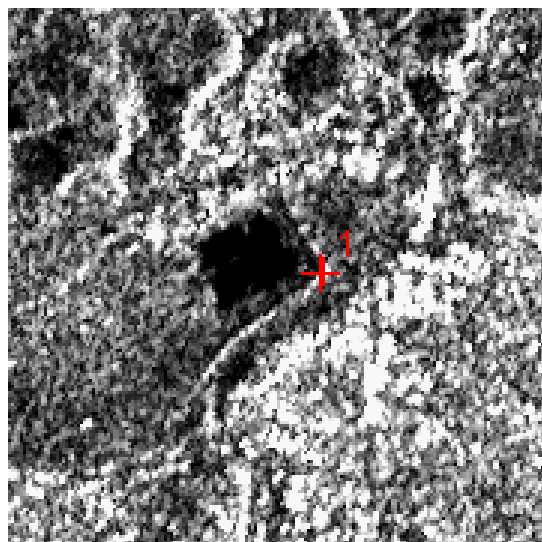
Фильтр Ли (окно 5x5)



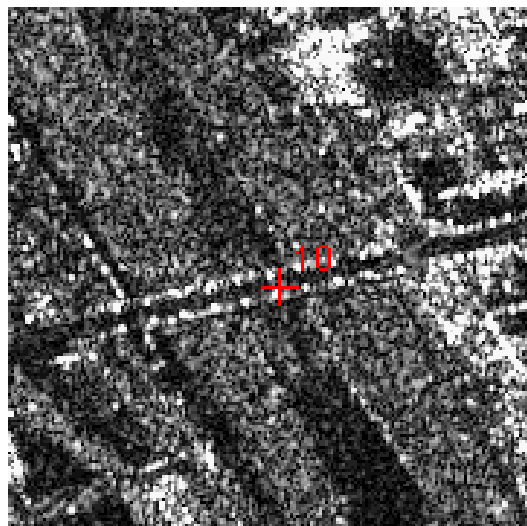
Обновление карты по РЛИ ALOS



Обновление карты по РЛИ RADARSAT-1



Обновление карты по РЛИ TerraSAR-X



Благодарности

- Авторы выражают благодарность
- ФГУП «Госцентр «Природа»»
- ФГУП Уральский региональный производственный центр геоинформации «Уралгеоинформ» за предоставленную возможность работать с фрагментами космических снимков и программным обеспечением