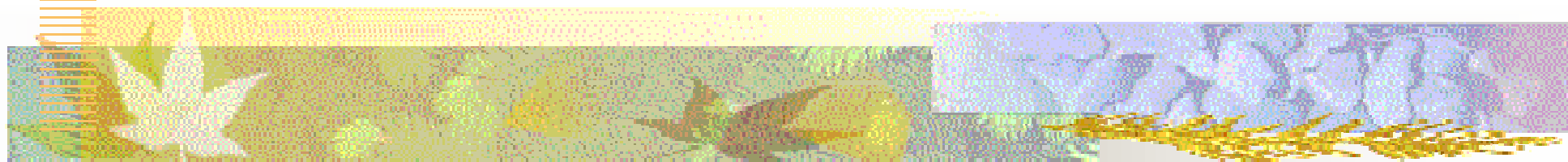




Использование интерферометрической когерентности по данным полнополяриметрических РСА для классификации земных покровов



Людмила Захарова

ИРЭ РАН

ludmila@sunclass.ire.rssi.ru

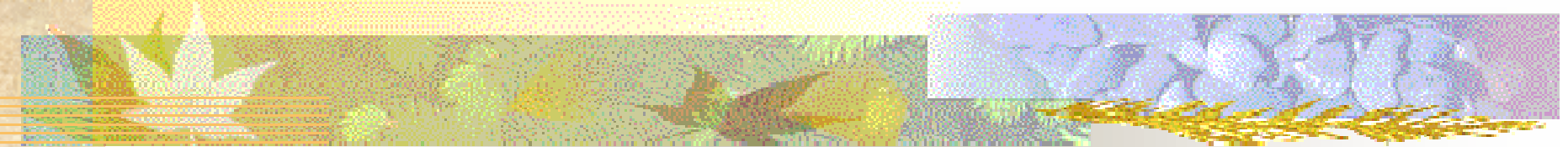


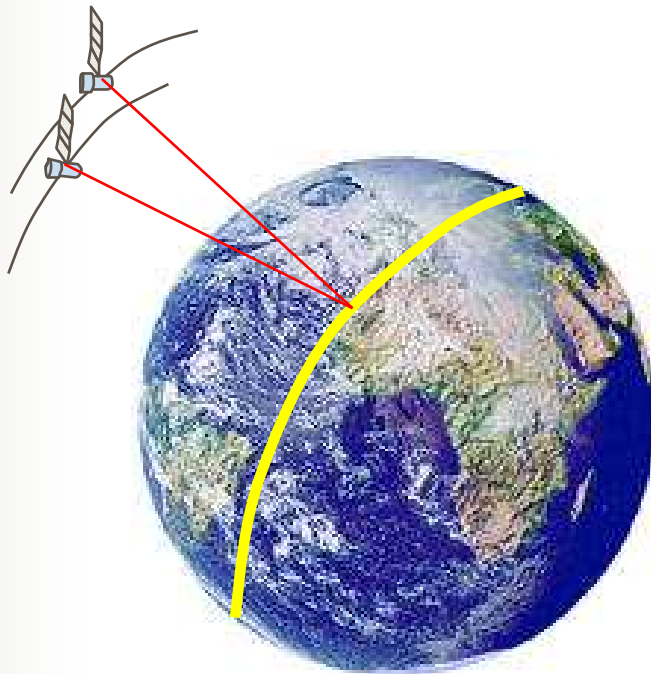
Схема доклада



- Радиолокационная интерферометрия
- Поляриметрическая интерферометрия
- Интерферометрическая когерентность
- Сигнатуры когерентности — что это?
- Данные и тестовые участки
- Примеры сигнатур когерентности
- Результаты классификации
- Выводы и направления развития



Радиолокационная интерферометрия



- Съёмка проводится с близких параллельных орбит
- Необходимо сохранение отражательных свойств поверхности между съёмками
- Разность фаз полученных сигналов зависит от разности расстояний до цели
- Степень декорреляции изображений отражает интерферометрическая когерентность



Поляриметрическая интерферометрия

- Поляриметрия — совокупность методов обработки четырёхканальных данных РСА (полная матрица рассеяния)
- Интерферометрия — совокупность методов обработки данных РСА, полученных с близких параллельных траекторий носителя
- Поляриметрическая интерферометрия — одновременное использование методов поляриметрии и интерферометрии и возможность создания новых методов



Интерферометрическая когерентность

■ Скалярная когерентность

$$\gamma = \frac{E(z_1 \cdot z_2^*)}{\sqrt{E(z_1 \cdot z_1^*)E(z_2 \cdot z_2^*)}}$$

z_1, z_2 — величина принимаемого сигнала в первом и втором проходах

■ Векторная (поляризметрическая) когерентность

$$\gamma = \frac{E(w_1^{*T} \Omega_{12} w_2)}{\sqrt{E(w_1^{*T} T_{11} w_1)E(w_2^{*T} T_{22} w_2)}}$$

w_1, w_2 — векторы поляризации* в первом и втором проходах

$$\Omega_{12} = \langle k_1 \cdot k_2^{*T} \rangle, \quad T_{11} = \langle k_1 \cdot k_1^{*T} \rangle, \quad T_{22} = \langle k_2 \cdot k_2^{*T} \rangle$$

k_1, k_2 — вектор рассеяния в первом и втором проходах

* S.R.Cloude и K.P.Papathanassiou. Polarimetric SAR Interferometry. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1998, vol 36, N5, pp. 1551-1565

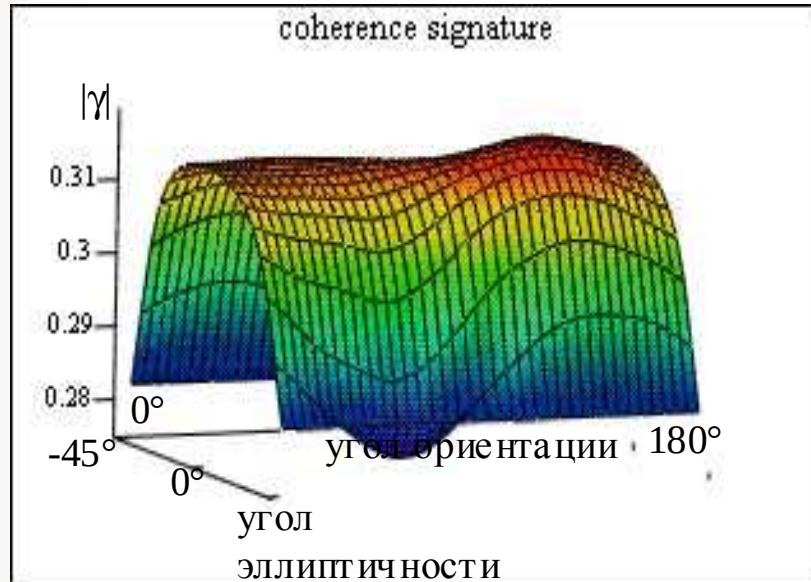


Сигнатуры когерентности

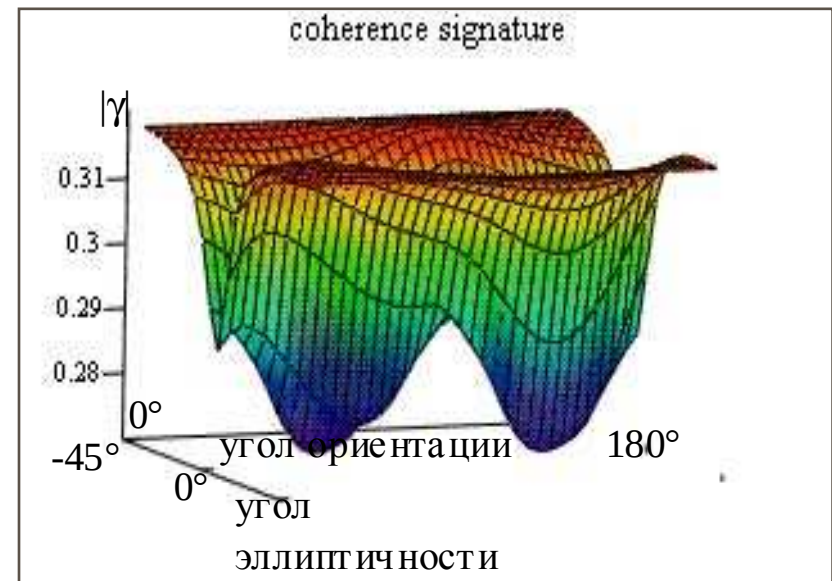
Ключевая идея работы:

Зависимость модуля интерферометрической когерентности от параметров эллипса поляризации можно представить в графической форме, по аналогии с поляризационными сигнатурами можно назвать сигнатурами когерентности:

Согласованная



Перекрёстная



Анализ предложенных сигнатур позволяет судить о свойствах поверхности



Данные и тестовые участки

Данные:

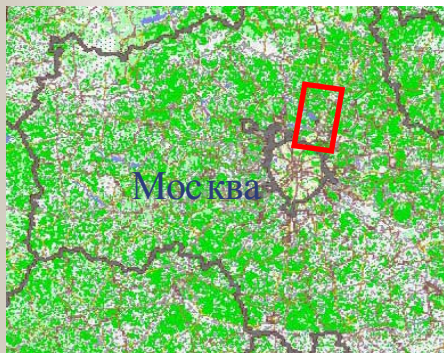
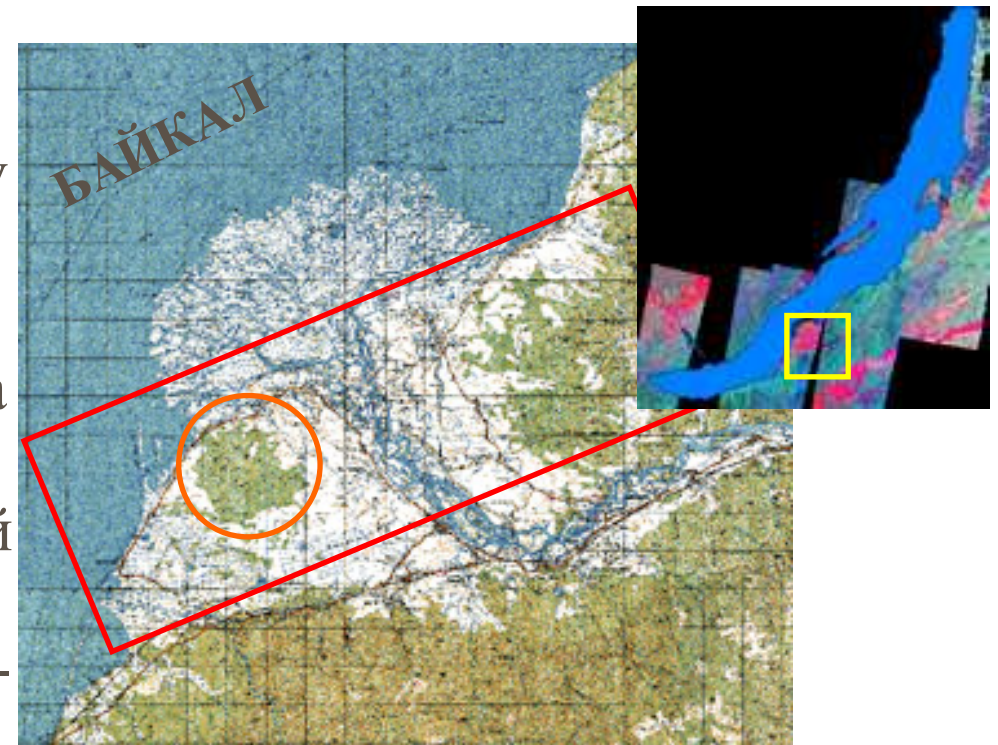
1. Радиолокатор SIR-C на борту КА Shuttle Endeavor (1994 г.)

С- и L-диапазон (5.6см и 23см)

2. Радиолокатор PALSAR на борту КА ALOS (2006 г.)

Все комбинации поляризаций источника и приёмника

Красная рамка отмечает положение сцены на карте



Тестовые участки:

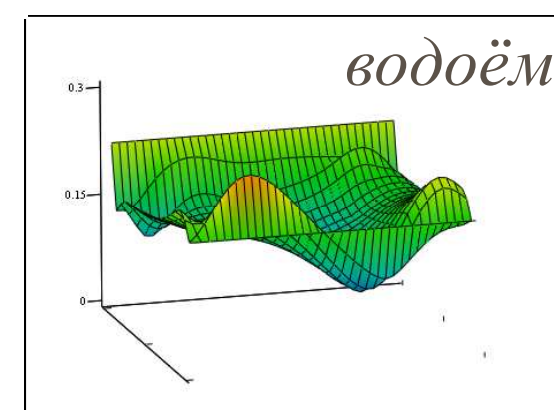
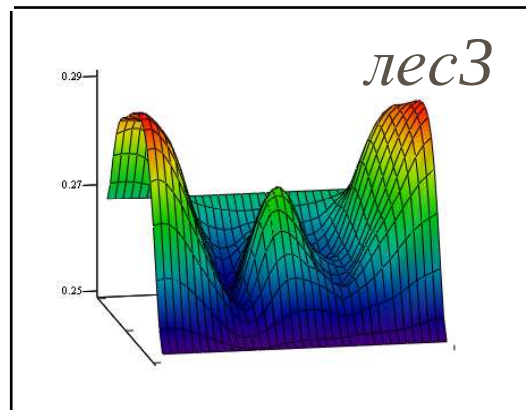
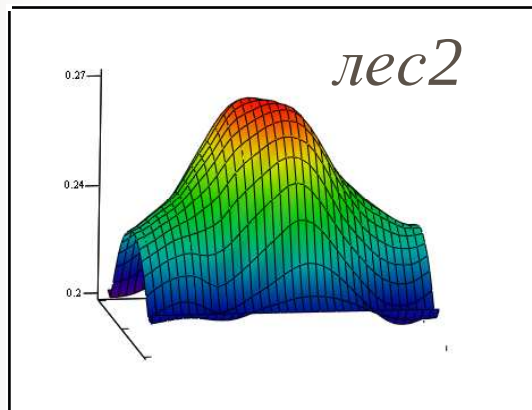
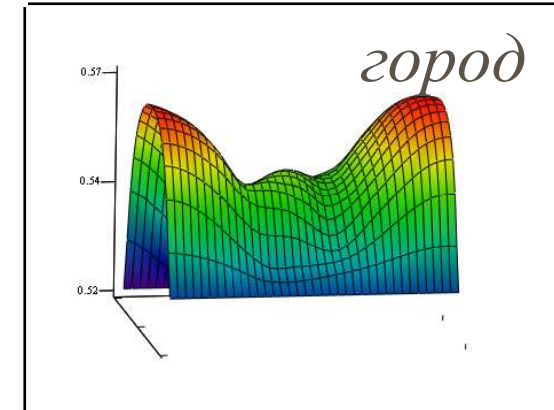
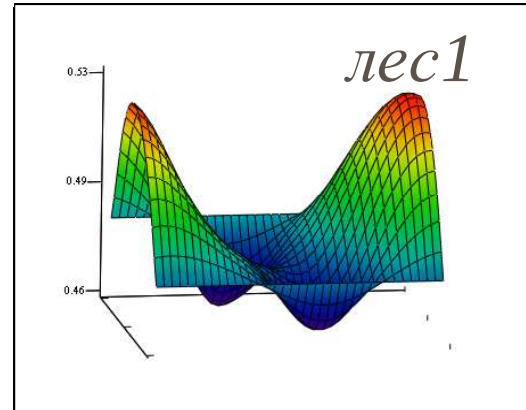
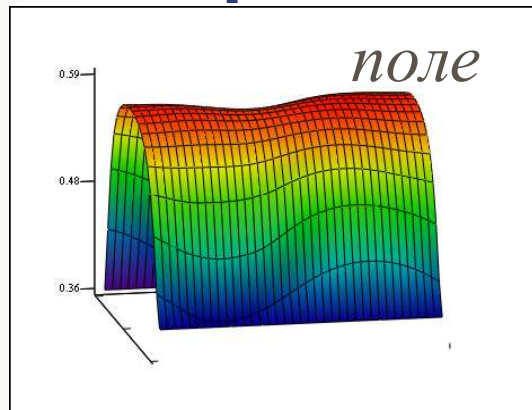
- Юго-Восточное Прибайкалье, устье р. Селенга, район с. Истомино (леса, поля, луга, пастбища, неиспользуемые земли, прибрежная полоса, водоёмы)

- Северо-восточное Подмосковье (леса, поля, населённые пункты)

ludmila@sunclass.ire.rssi.ru



Примеры сигнатур когерентности



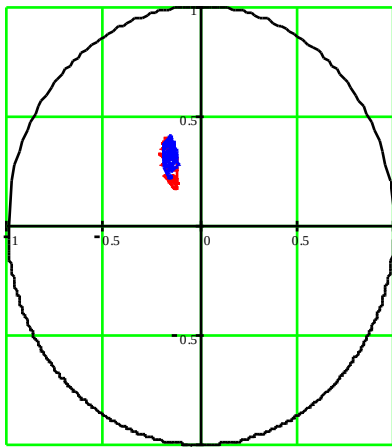
В обоих диапазонах форма сигнатуры когерентности зависит от типа поверхности, что позволяет проводить классификацию

ludmila@sunclass.ire.rssi.ru

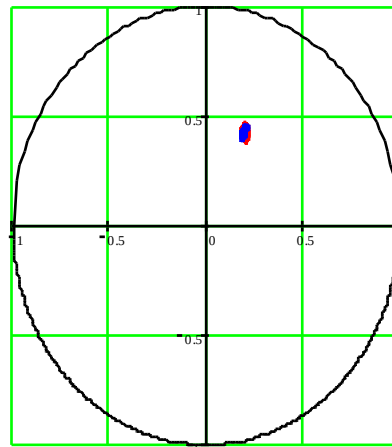


Области когерентности

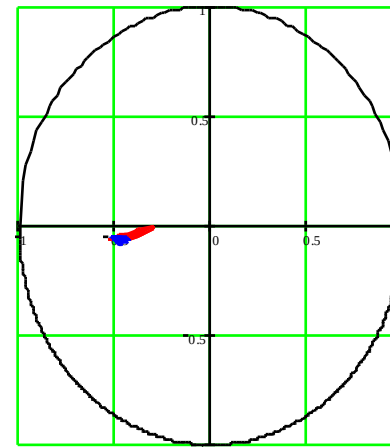
Поле



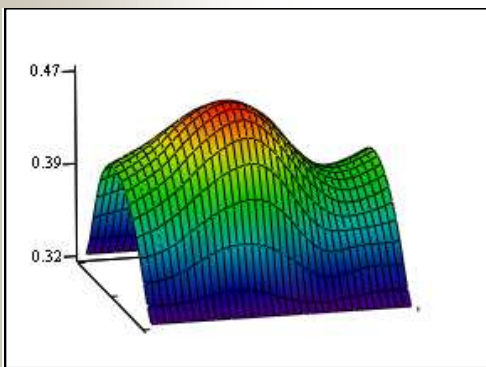
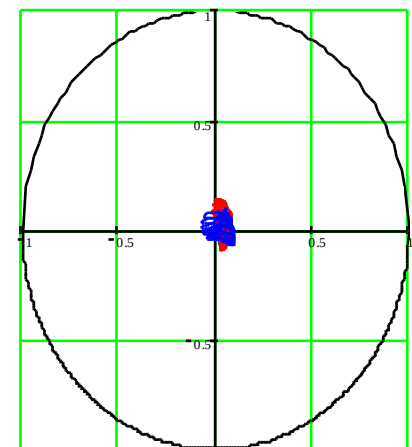
Лес



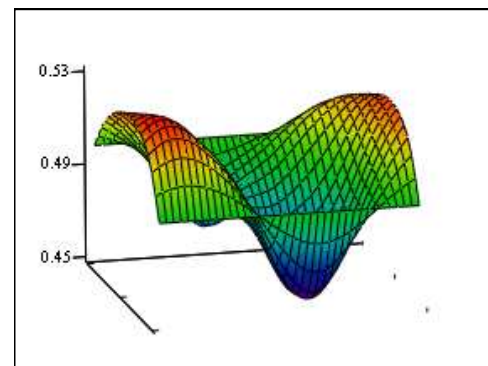
Город



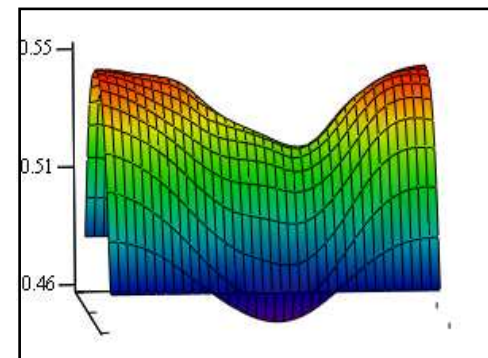
Вода



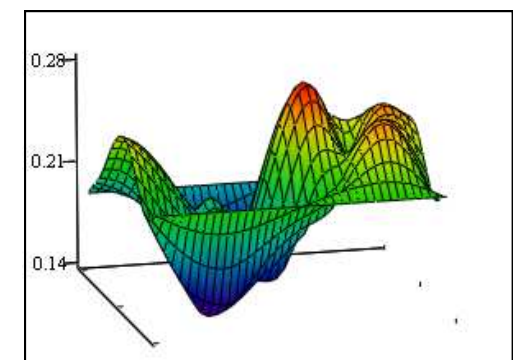
m



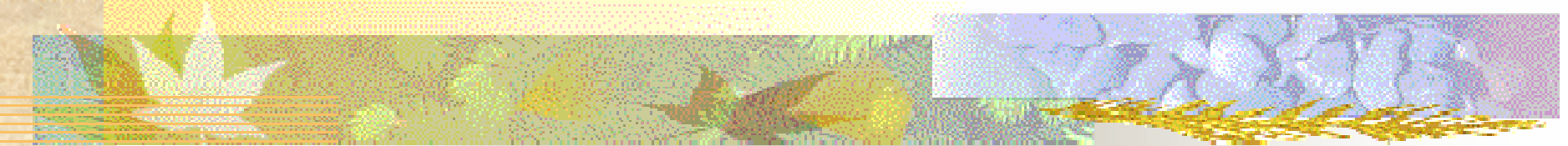
m



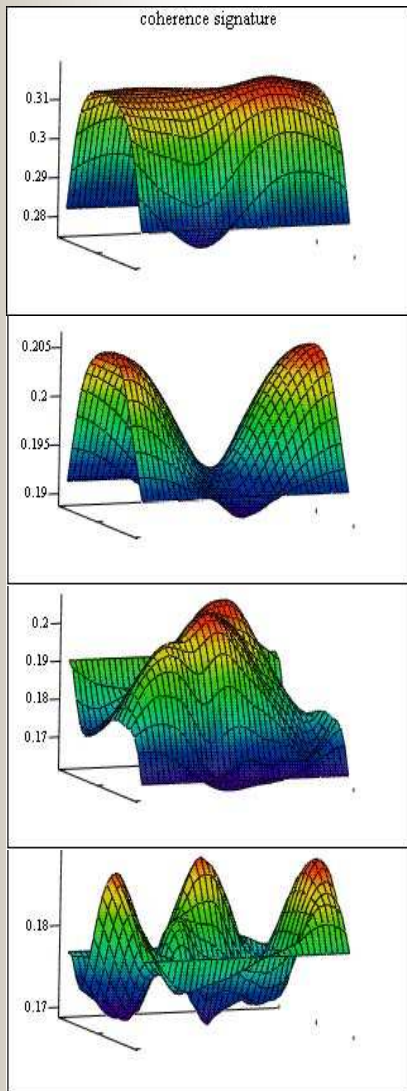
m



m



Пример классификации



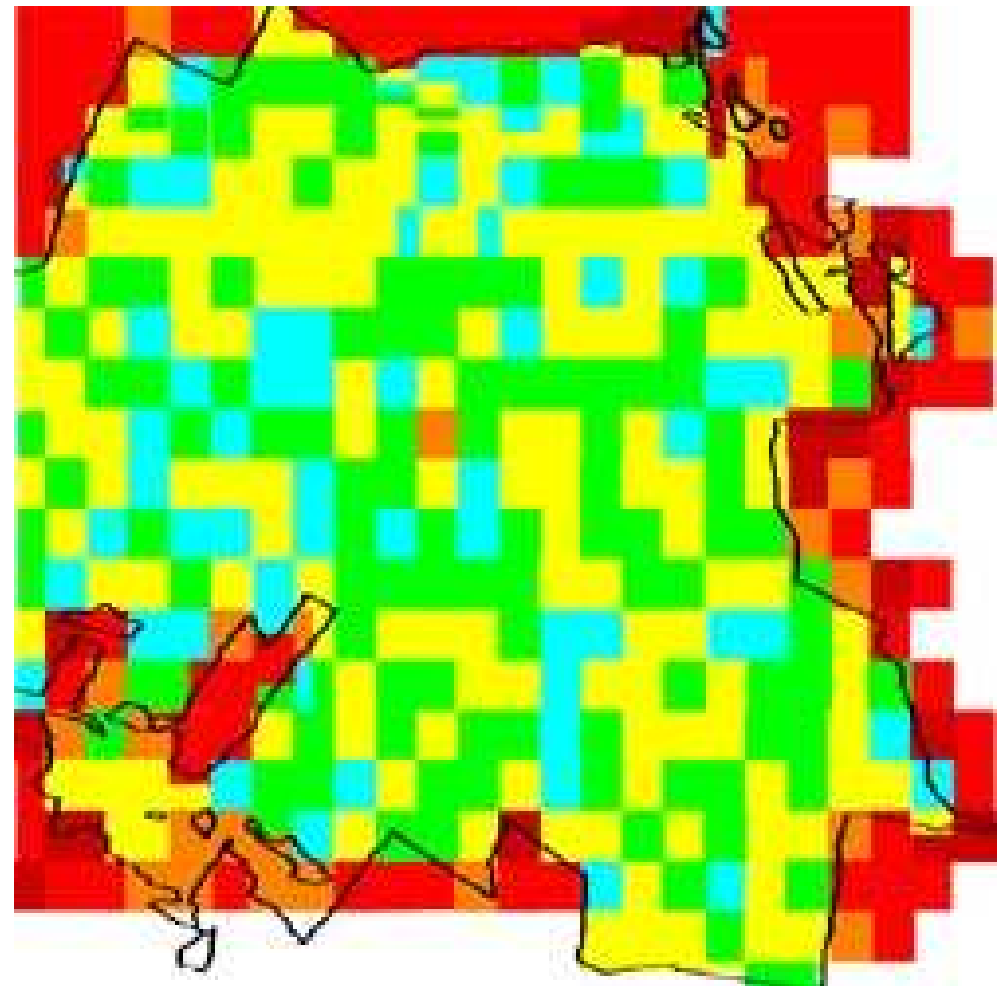
поле

лес 1

лес 2

лес 3

Истоминский лес



ludmila@sunclass.ire.rssi.ru

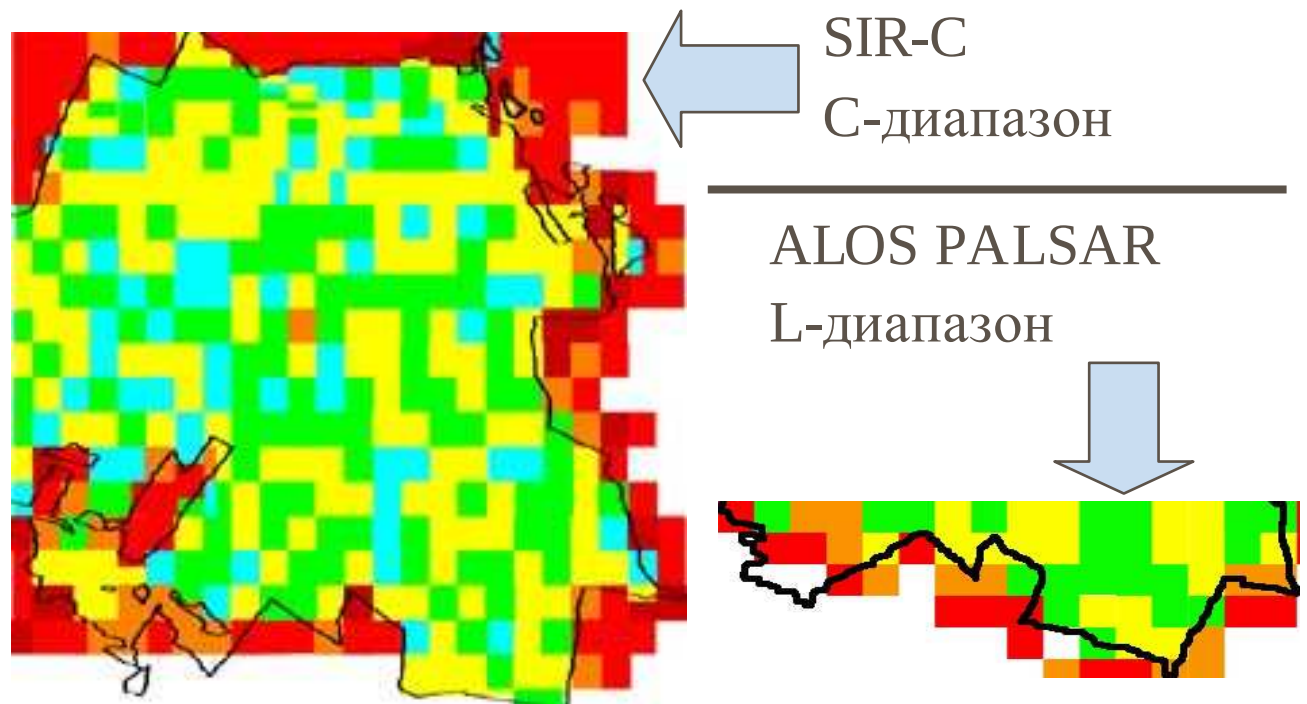


Классификация: два сенсора



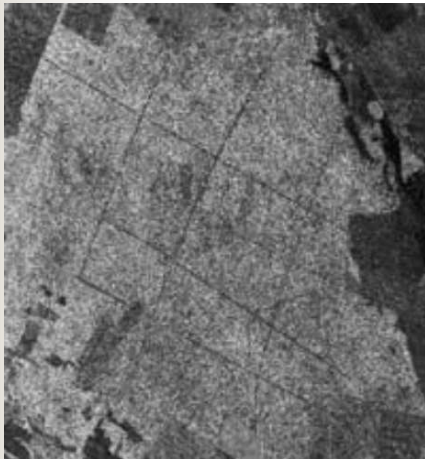
Изображение леса в псевдоцвете:

RGB: HH+HV+VV





Классификация: два метода



Изображение



Классификация
по данным SIR-C

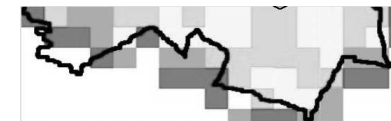
Метод I

(сигнатуры
когерент-
ности)



Метод II

(области
когерент-
ности)



Классификация по
данным PALSAR

Согласованность работы двух методов: по границе леса
совпадение на 85%, по типам леса — около 60%



Заключение

- Сигнатуры когерентности являют собой новый способ представления данных поляриметрической интерферометрии, характеризующий параметры отражающей поверхности, связанные с временной стабильностью различных групп элементарных отражателей
- Чувствительность когерентности к параметрам растительности (высоте, плотности, преимущественной ориентации элементарных отражателей) позволяет проводить классификацию земных покровов
- Два рассмотренных метода могут служить основой классификации данных PCA; для грубой классификации оба метода показывают сходные результаты, для леса объединение методов позволяет проводить более тонкую классификацию
- ALOS PALSAR может предоставить данные, пригодные для обработки методами поляриметрической интерферометрии
- Более точное соотнесение типов сигнатур и параметров растительности (высота, плотность, преимущественной ориентации элементарных отражателей) — предмет дальнейших исследований



ludmila@sunclass.ire.rssi.ru