

Совместный анализ оптических и радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли в задачах анализа и мониторинга территории



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

Копенков В.Н.

Самарский Университет, Самара, ул. Московское шоссе 34, www.ssau.ru



Основная цель работы:

Исследовать возможности совместной обработки и анализа данных дистанционного зондирования полученных как в оптическом, так и в радиолокационном диапазонах.

Предлагаемая технология:

- Подготовка данных:
 - одна и та же территория анализа,
 - предобработка, зависящая от типа данных,
 - повышение разрешения (image fusion) - опция.
- Объединение данных в общий набор изображений (в зависимости от задачи):
 - приведение радарных данных «к виду» оптических или оптических данных «к виду» радарных.
- Построение процедуры обработки с использованием последовательности изображений в качестве набора обучающих данных
- Классификация пикселей радиолокационного изображения как функции от оптических данных на основе построенной процедуры.

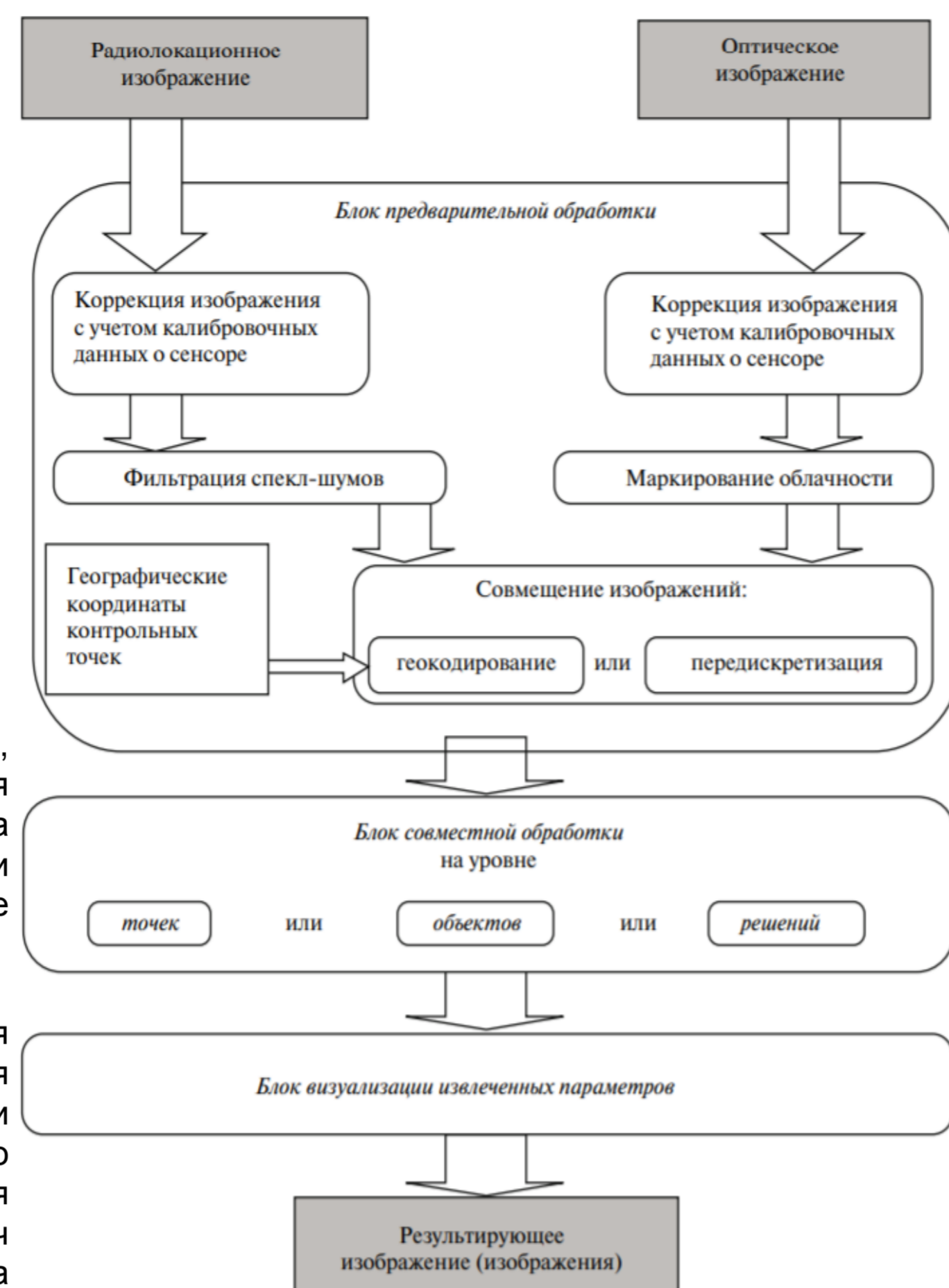
Традиционная схема комбинирования оптических и радарных данных

Стадии:

- независимая предобработка,
- сопоставление/объединение спутниковых изображений, полученных различными датчиками в оптическом и микроволновом диапазонах,
- выделение отличий,
- обработка данных.

Способы комбинирования:

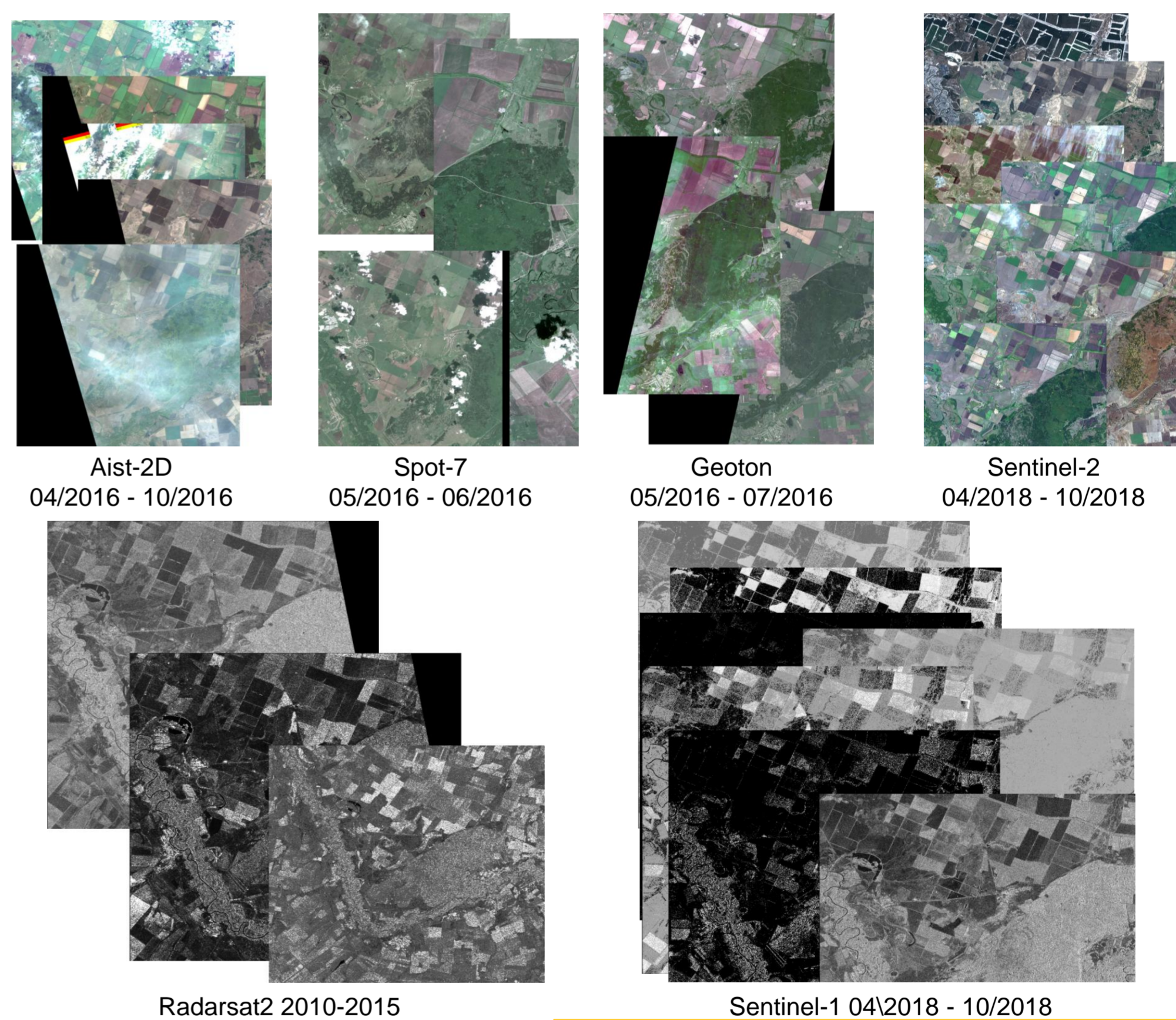
- Ортогонализация и приведение к сопоставимому разрешению, анализ и идентификация точек или объектов, обнаружение изменений и, наконец, анализ сцены.
- Преобразование RGB ↔ HIS, затем яркость заменяется радарным изображением на результирующем изображении и выполняется обратное преобразование.



Недостатки – достаточная точность и эффективность для обнаружения изменений и сопоставления объектов, но не подходит для качественного решения задач классификации и анализа подстилающей поверхности.

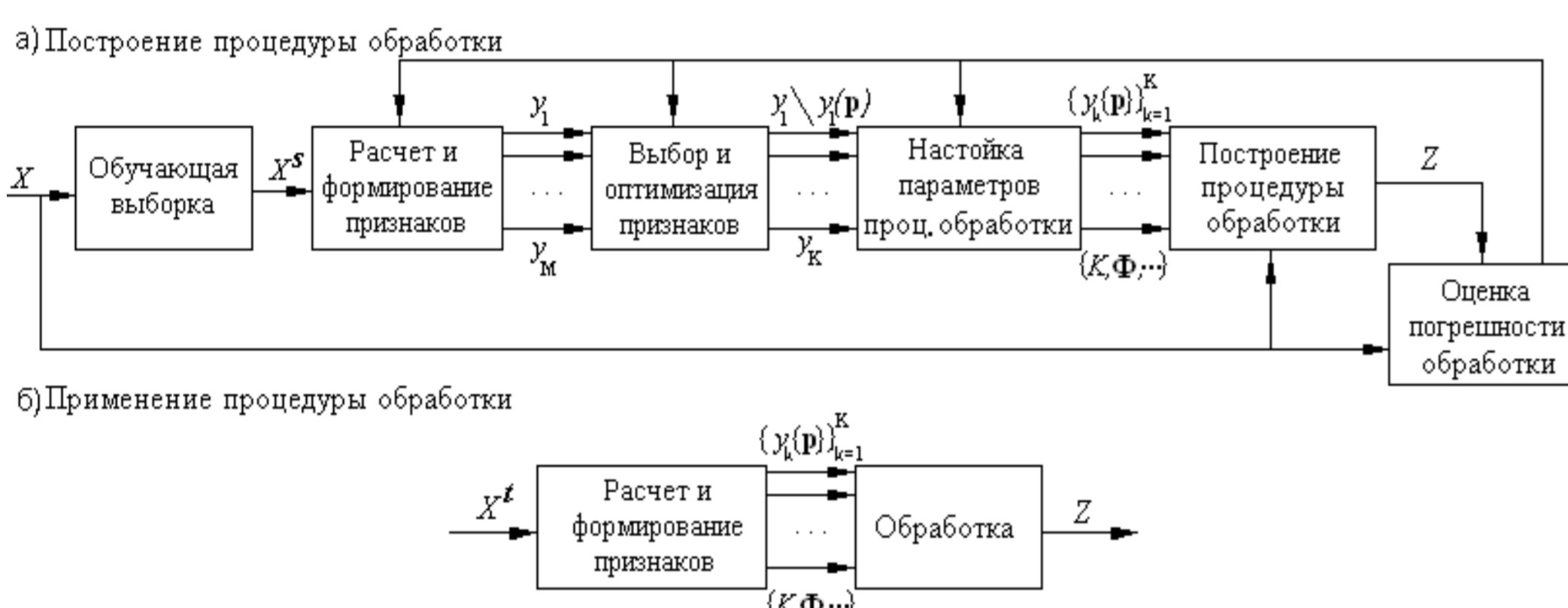
Эксперименты:

Исходные снимки:



В целом можно отметить, что технология совместной обработки оптических и радиолокационных данных на основе иерархических структур с обучением на априорной информации достаточно эффективна. В то же время следует заметить, что классификация, основанная на радиолокационных данных, показывает очень низкое качество классификации, поскольку признаки в виде пикселей исходного изображения недостаточно информативны. Поэтому рекомендуется, использовать другие признаки – в форме обобщенных коэффициентов для определенной локальной области изображения. Выбор и оптимизация таких функций является целью дальнейшей работы.

Схема обучения и применения процедур обработки, на основе обучающей выборки



Вектора признаков, параметры построения процедуры обработки, а также тип функций элементарной регрессии в терминальных узлах корректируются в зависимости от результатов оценки качества обработки.

Обобщающая способность построенной процедуры:

$$Q^{st}(\mu(\Omega), \Omega) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N v(\mu(\Omega_n^s), \Omega_n^t),$$

где Ω – конечный набор объектов для обучения (прецедентов),
 $\mu(\Omega)$ – алгоритм (метод) обучения на наборе для обучения Ω ,
 (Ω_n^s, Ω_n^t) , $n=1, 2, \dots, N$ – варианты разбиения на обучающую и контрольную выборки.
 $v(\mu(\Omega_n^s), \Omega_n^t)$ – частота ошибок алгоритма $\mu(\Omega_n^s)$, построенного на основе выборки Ω_n^s , проверяемого по выборке Ω_n^t .

Оценка объемов обучающей выборки:

Технология принятия решения об остановке процесса перебора различных сочетаний обучающей и контрольной выборок, предполагает, что для принятия решения об остановке процесса генерации необходимо построить доверительные интервалы для математического ожидания распределения Пуассона с параметром λ : $Bin(n, \lambda/n) \approx P(\lambda)$ для функционала полного скользящего контроля по выборкам N_1 и N_2 в виде:

$$\left[\lambda_1 - \frac{\tau_{1-\alpha/2} \sqrt{\lambda_1}}{\sqrt{N_1}}, \lambda_1 + \frac{\tau_{1-\alpha/2} \sqrt{\lambda_1}}{\sqrt{N_1}} \right] \left[\lambda_2 - \frac{\tau_{1-\alpha/2} \sqrt{\lambda_2}}{\sqrt{N_2}}, \lambda_2 + \frac{\tau_{1-\alpha/2} \sqrt{\lambda_2}}{\sqrt{N_2}} \right],$$

где $\tau_{1-\alpha/2}$ – квантиль распределения $N_{0,1}$ уровня $1-\alpha/2$ ($\alpha=1-\gamma$).

Решение о прекращении генерации различных сочетаний обучающей и контрольной выборок принимается в тот момент, когда достигается непересечение указанных доверительных интервалов на соседних шагах

Результаты экспериментальных исследований качества классификации:

Все экспериментальные исследования можно разделить на 3 группы:

- Оптические данные в качестве обучающей выборки и аналогичные оптические данные (с тех же КА), в качестве тестовых.
- Оптические данные с разных спутников в качестве обучающей выборки и оптические данные с другого спутника в качестве тестовых данных.
- Оптические и радиолокационные данные с разных спутников в качестве обучающей выборки и оптические данные с другого спутника в качестве тестовых данных.

Обучающая выборка	Контрольный набор данных			
	Sentinel-2	Aist-2D	Spot-7, Geoton	Radarsat2, Sentinel-1
Sentinel-2	96-98%	72-87%	67-79%	
Sentinel-2 (70%) + Aist-2D	93-98%	90-95%	72-84%	
Sent-2, Aist-2D, Spot-7, Geoton	89-97%	86-94%	84-91%	
Sent2 (80%), Radarsat2, Sent-1	93-98%	76-84%	62-78%	46-72%
Optical (80%) + Radar data (20%)	90-97%	87-92%	78-84%	52-74%
Optical (50%) + Radar data (50%)	86-92%	76-82%	76-80%	57-82%

На этом плакате представлена информационная технология совместной обработки оптических и радиолокационных спутниковых изображений, основанная на процедуре обучения, использующей данные сенсоров одного типа (например оптических) в качестве эталонных значений, с последующим применением обученной процедуры обработки к сенсорам произвольного типа: как оптические так и радиолокационные данные. Эксперименты по тестированию разработанных регрессионных моделей обработки на основе дерева решений для совместной обработки данных, подтверждают эффективность и действенность технологии, что в свою очередь, позволяет классифицировать выборки (области пикселей) радиолокационного изображения как функцию от оптических данных.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов: № 16-29-09494 офи_м, № 17-29-03190 офи, № 18-07-00748, а так же при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН (соглашение №007-ГЗ/Ч3363/26).

Семнадцатая Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)»

Методы и алгоритмы обработки спутниковых данных



Институт космических исследований Российской академии наук