

Метод повышения разрешения космических изображений с использованием априорной информации в векторной форме для сохранения границ

Трекин А.Н., Матвеев И.А., Мурынин А.Б.,
Бочкарева В.Г.

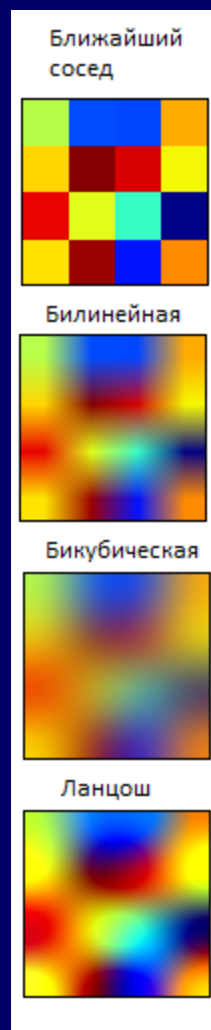
105064, Россия, г.Москва,
Гороховский пер., д.4
Тел.: 632-16-54, факс: 632-11-78
www.aerocosmos.info

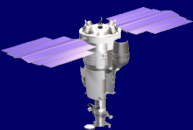


Интерполяционные методы повышения разрешения

Одним из основных типов методов повышения разрешения являются различные варианты локальной фильтрации.

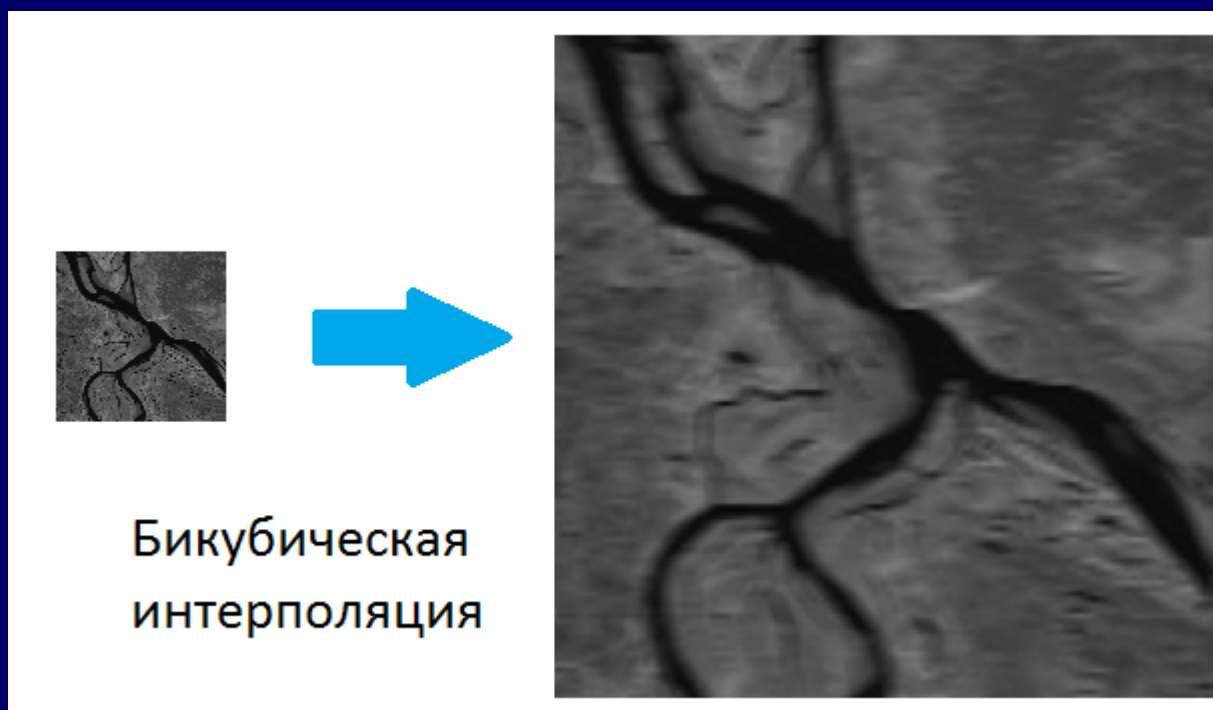
- Метод ближайшего соседа
 - Билинейная интерполяция
 - Бикубическая интерполяция
 - Фильтр Ланцоша
- Плюсы: быстрые, по одному снимку
- Минусы: заметные артефакты, в первую очередь размытие





Артефакты повышения разрешения

При бикубической интерполяции границы размываются

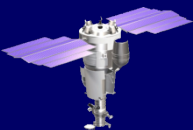




Повышение разрешения с сохранением границ

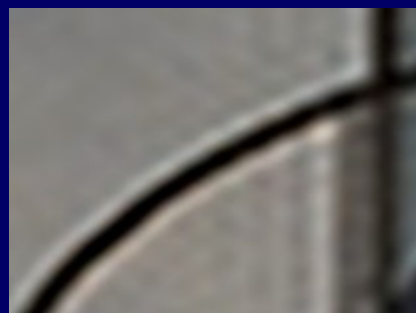
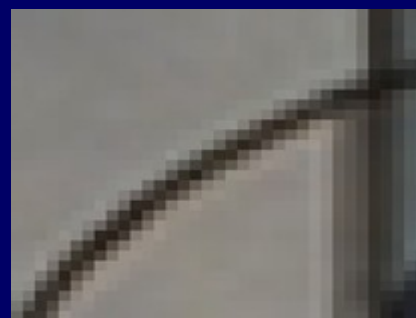
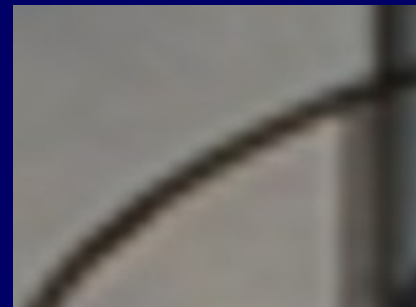
В задачах космического мониторинга стационарных объектов и участков поверхности Земли возникает необходимость четкого прослеживания **контрастных границ** этих объектов. К интересующим объектам могут относиться:

- урбанизированные территории
- береговая линия, водоёмы
- ледовая обстановка



Артефакты повышения разрешения

- Размытие – сглаживание резких переходов яркости
- Алиасинг – ступенчатость контуров
- Эффект Гиббса – появление ложных контуров





Подход к сохранению резкости переходов яркости в известных объектах

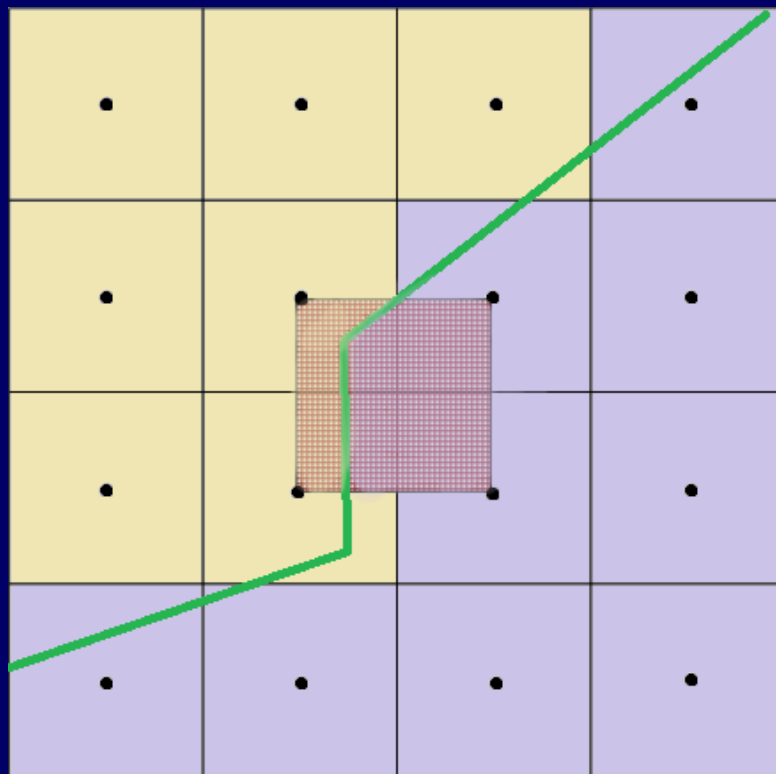
Для уменьшения размытия требуется дополнительная информация о границах объектов.

- Использование информации в векторной форме
- Векторные данные о границах (карты) существуют для различных стационарных объектов, исследуемых по данным ДЗЗ:
 - Водоёмы
 - Дороги
 - Здания и сооружения
 - Объекты сельского хозяйства

Постановка задачи

Векторный файл содержит информацию о разбиении изображения на области

Для уменьшения размытия требуется, чтобы на яркость пикселя изображения повышенного разрешения влияли только те пиксели исходного, которые **лежат в той же области**



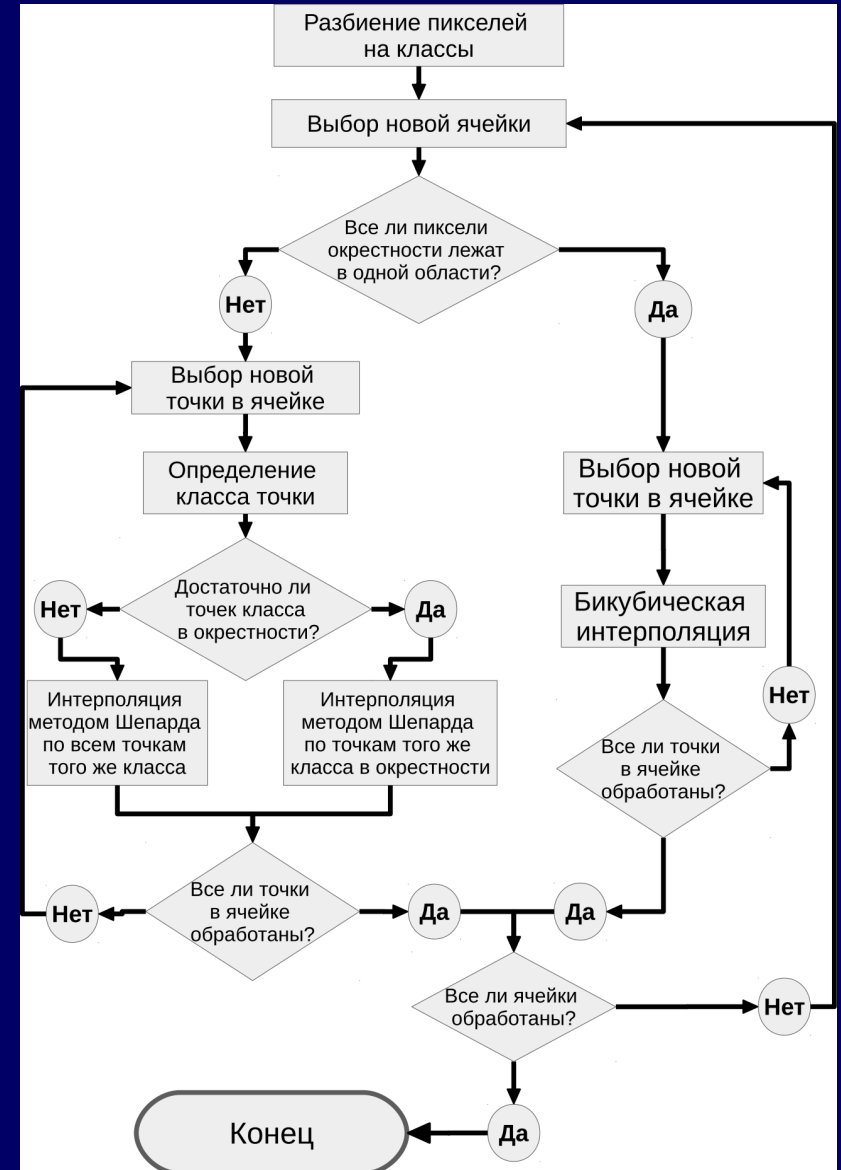
Область применимости подхода

Разработанный алгоритм применим в следующих условиях:

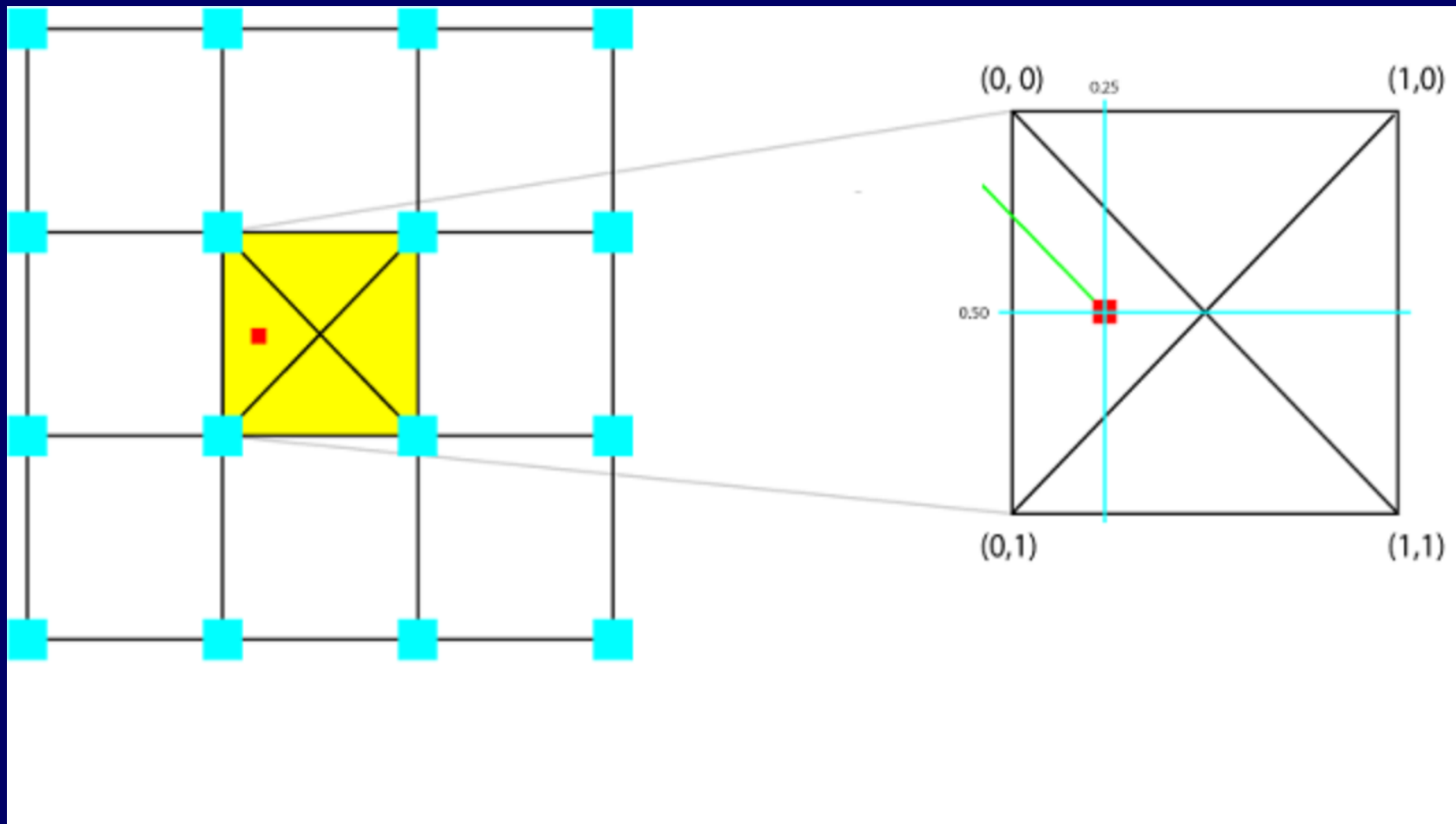
- Векторные данные заданы в виде полигонов
- В каждом полигоне лежит как минимум один пиксель исходного изображения
- Полигоны не пересекаются
- Растровое изображение имеет точную геопривязку, расположение объектов на растровом изображении должно соответствовать векторным границам

Алгоритм

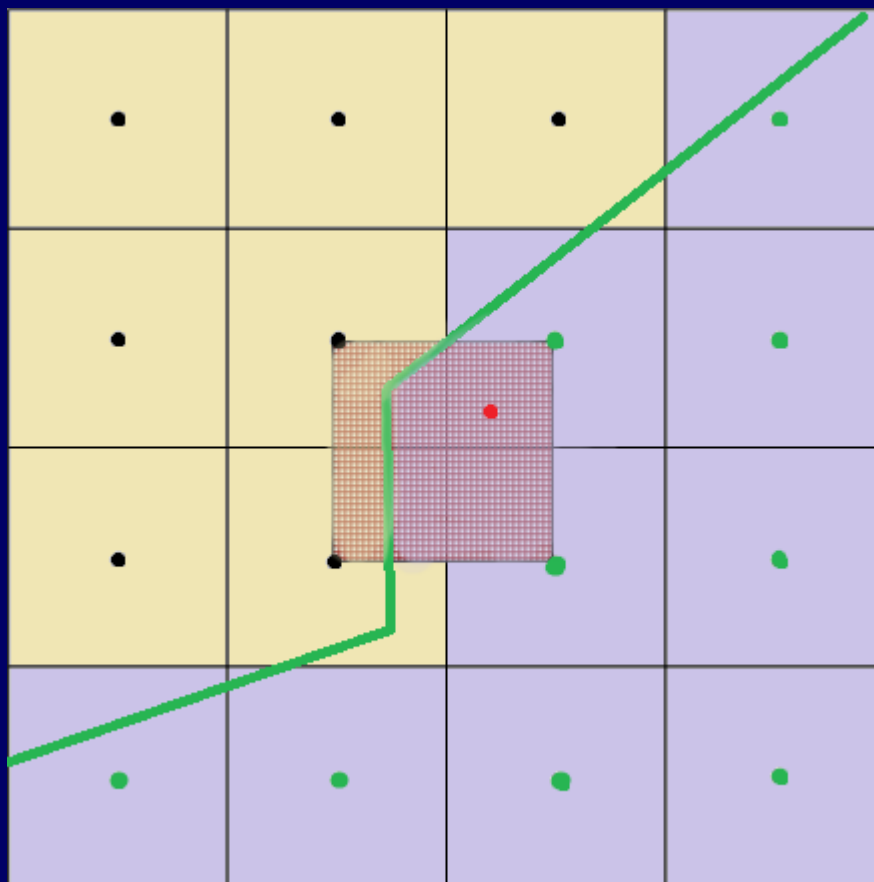
- Пиксели делятся на классы в зависимости от полигона, в котором они лежат
- При интерполяции рассматривается ячейка 4×4 пикселя вокруг точки
- Если все пиксели ячейки принадлежат одному классу – бикубическая интерполяция
- Иначе – метод Шепарда



Бикубическая интерполяция



Интерполяция вблизи границы – выбор точек



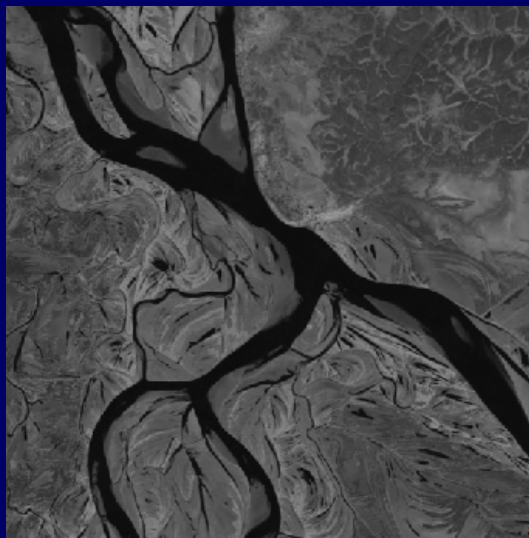
Экспериментальное исследование

Выбранный подход был исследован:

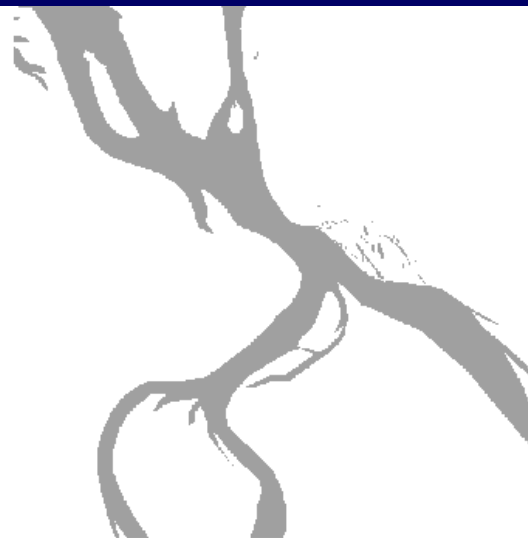
- Векторные данные — карта водоёмов России (**OSM**)
- Растровые данные — космические изображения **Landsat**
- Метрики качества – RMSE и MSSIM

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{\sum_{y=1}^H \sum_{x=1}^W (I_1(x, y) - I_2(x, y))^2}{HW} \right)}$$

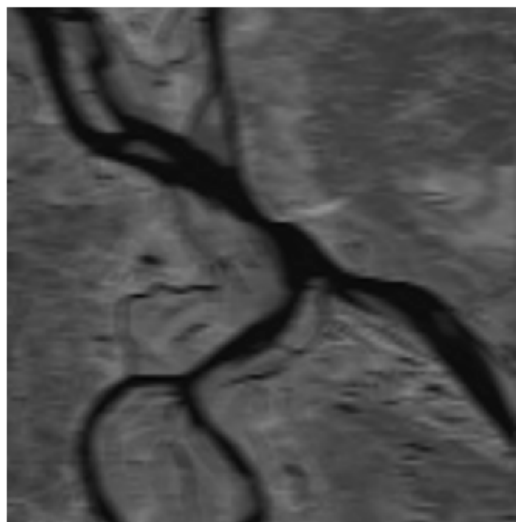
$$SSIM = \frac{(2\mu_a\mu_b + c_1)(2\sigma_{ab}^2 + c_2)}{(\mu_a^2 + \mu_b^2 + c_1)(\sigma_a^2 + \sigma_b^2 + c_2)}$$



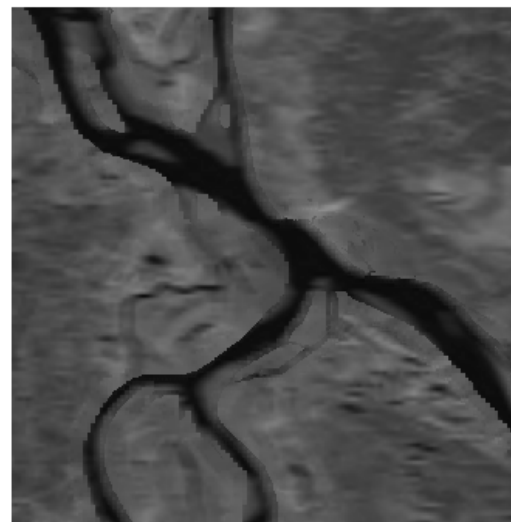
Эталон



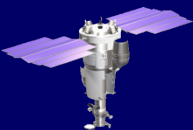
Векторная карта



Результат - бикубическая интерполяция

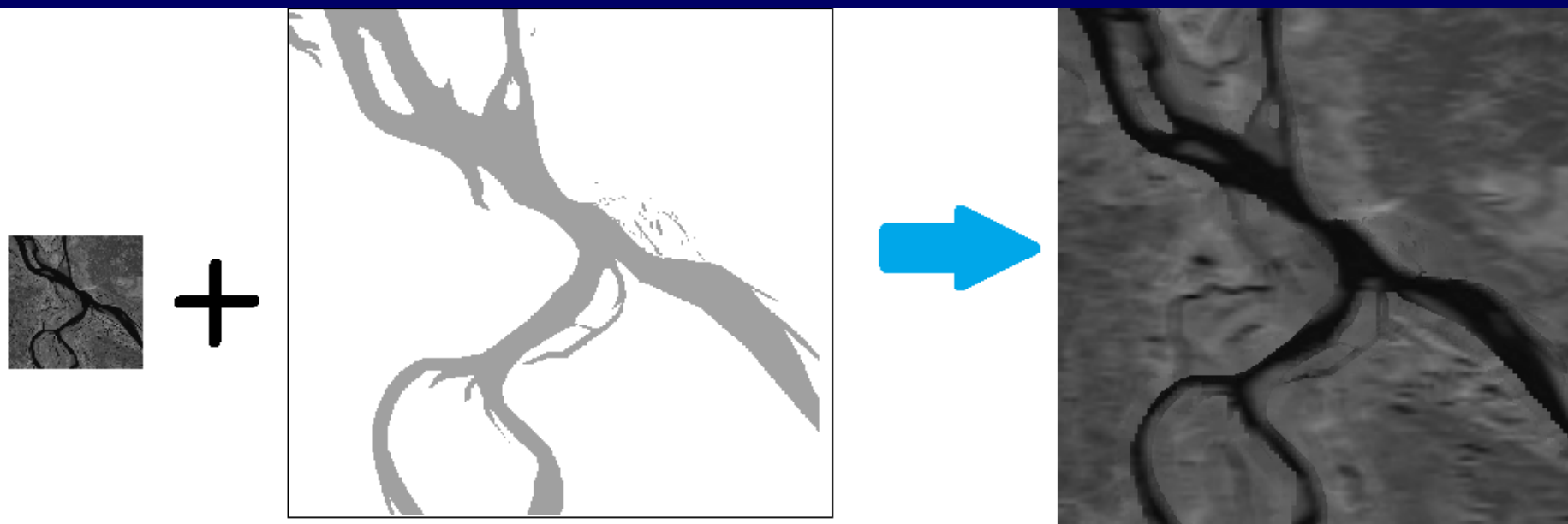


Результат - исследуемый метод

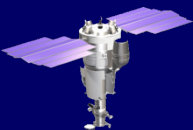


Результаты исследования

Использование априорной информации о границах объектов в векторной форме повышает четкость границ

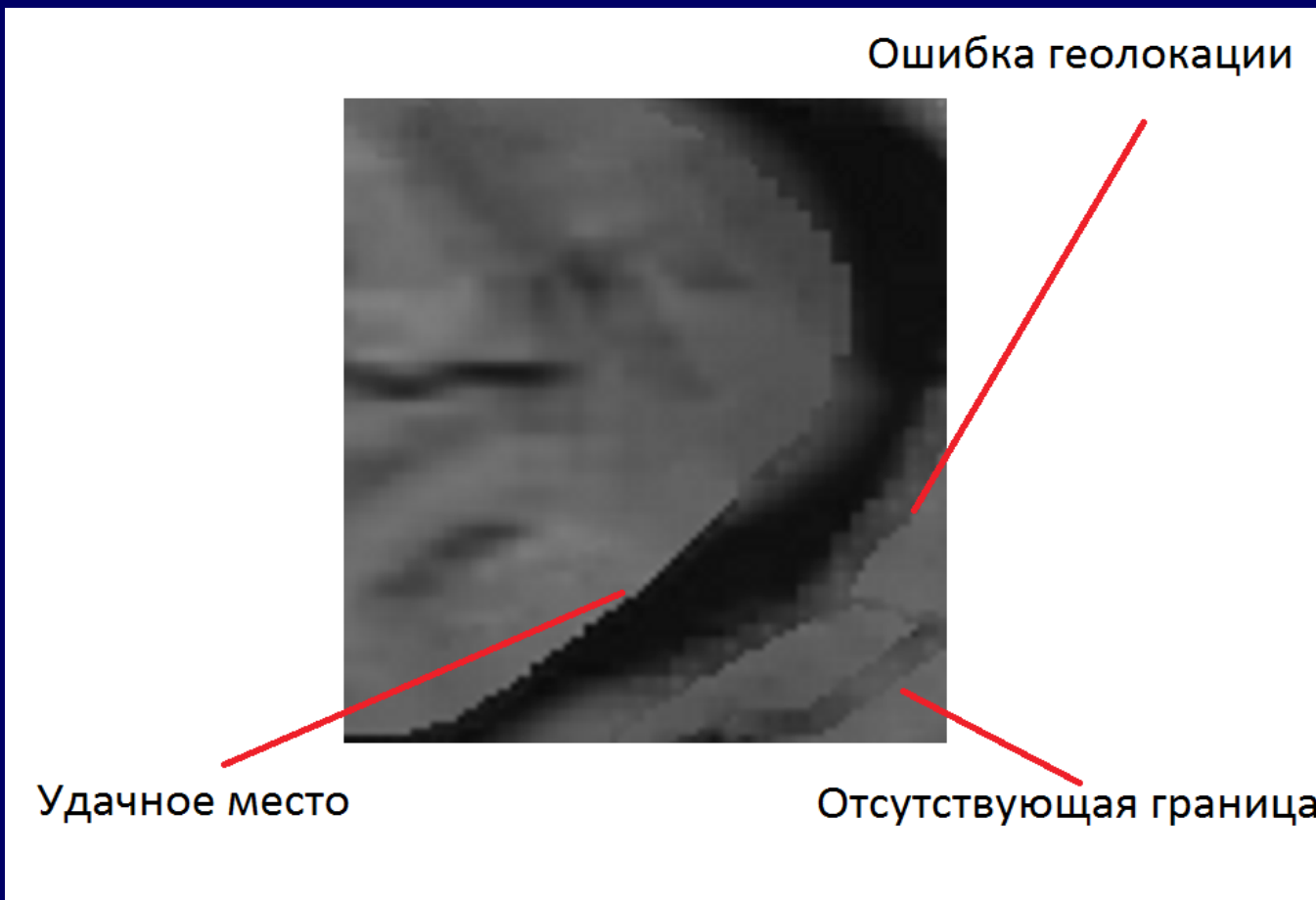


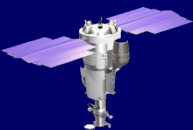
Метод с использованием априорной информации



Результаты исследования

Основная проблема – точность геолокации и постоянство контуров





Результаты исследования

Метрики качества: среднеквадратичное отклонение RMSE, средний индекс структурного сходства MSSIM:

	Бикубическая интерполяция	Метод Шепарда	Метод Шепарда с границами	Разработанный метод
RMSE	433.4	483.88	386.71	366.37
MSSIM	0.45844	0.42699	0.45002	0.47107

Заключение

Метод может быть использован для мониторинга урбанизированных территорий, береговых линий, создания и актуализации картографической информации.

В качестве развития данного подхода предполагается применение более совершенных методов интерполяции, в том числе вблизи границ, с учетом доли площади пикселя, попадающей в выделенную область.

Спасибо за внимание!