

Алгоритм детектирования рубок леса по спутниковым данным высокого пространственного разрешения

Ховратович Т. С., Барталев С. А., Кашницкий А.В.

Институт космических исследований РАН

Данное исследование проводилось при финансовой поддержке РФФИ, грант №17-05-41152-РГО_а "Создание геоинформационных технологий для мониторинга природно-хозяйственных систем Приморского края на основе комплексного использования современных спутниковых систем дистанционного зондирования"

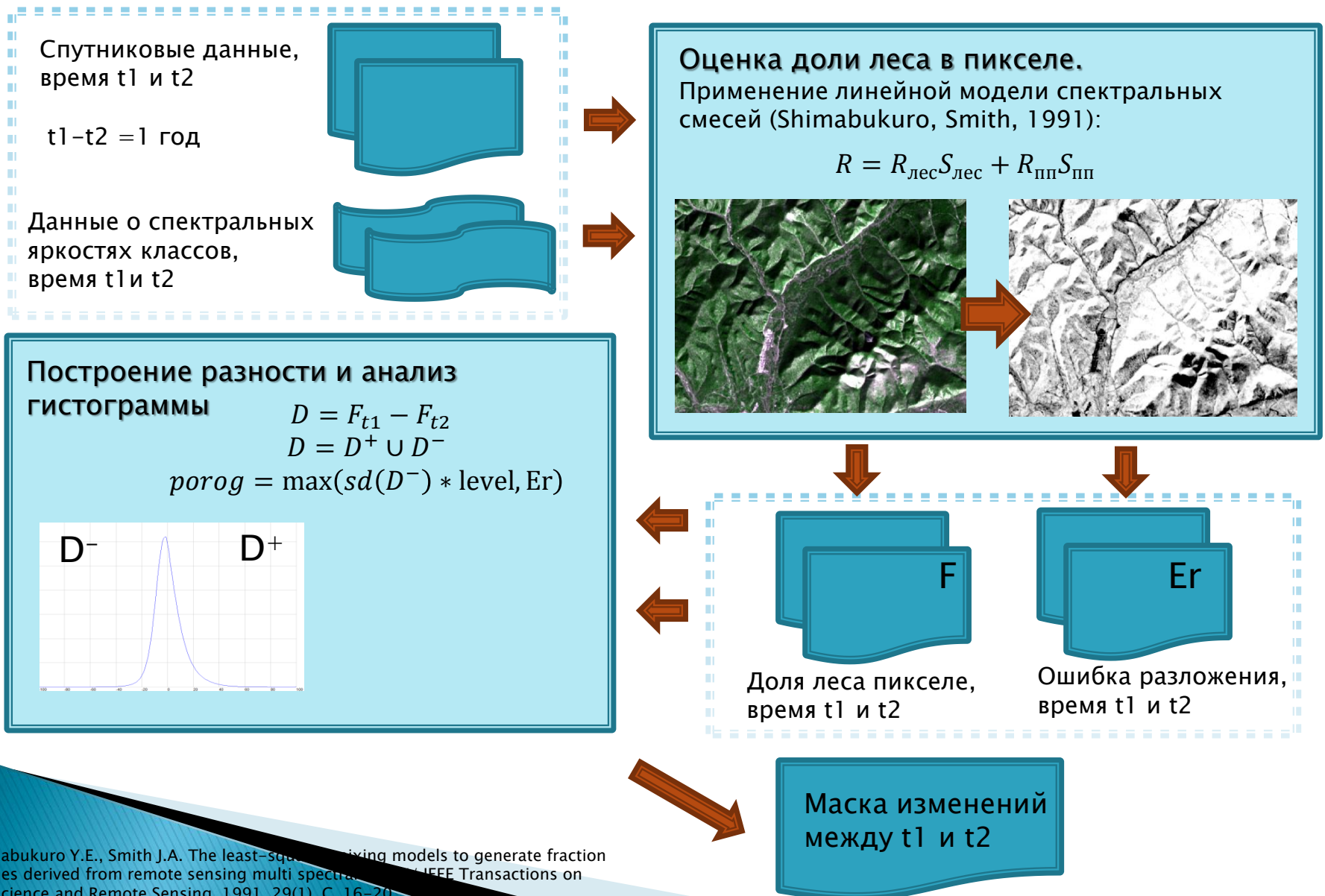
Предпосылки возникновения задачи

- Площадь лесов России составляет 20% площади мировых лесных ресурсов и равна 814 тыс. га (ФАО, 2015)
- Давность лесоустроительных данных >1/2 лесов – 25 лет
- (Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г.,2011)
- Наличие ряда научных работ подтверждающих значительные изменения лесного покрова России за последние 15 лет из-за ряда факторов, включая вырубку
- Наличие базы свободно распространяемых спутниковых данных высокого пространственного разрешения (Landsat-OLI, ETM Sentinel-2A)

Основные направления использования пространственных данных о рубках леса:

- Обновление картографических продуктов и данных лесоустройства
- Получении статистической информации о рубках
- Контроль за соблюдением декларация по использованию лесов
- Оценка доли площади нелегальных рубок леса
- Выявление районов с повышенной вероятностью нелегальной вырубки

Общая схема метода



Оценка доли леса в пикселе: выбор алгоритма

Название	Входные данные и особенности обработки
1b	NIR
1g	Red
1pan	Panchromatic
1r	Green
2gb	Red+NIR
2rb	Green+NIR
2rg	Green+Red
3rgb	Green+Red+NIR
3pan	pan Green+ pan Red+ pan NIR
pan1b	pan NIR
pan1g	pan Red
pan1r	pan Green
pan2gb	pan Red + pan NIR
pan2rb	pan Green+ pan NIR
pan2rg	pan Green+ pan Red

Диапазоны спектральных каналов:

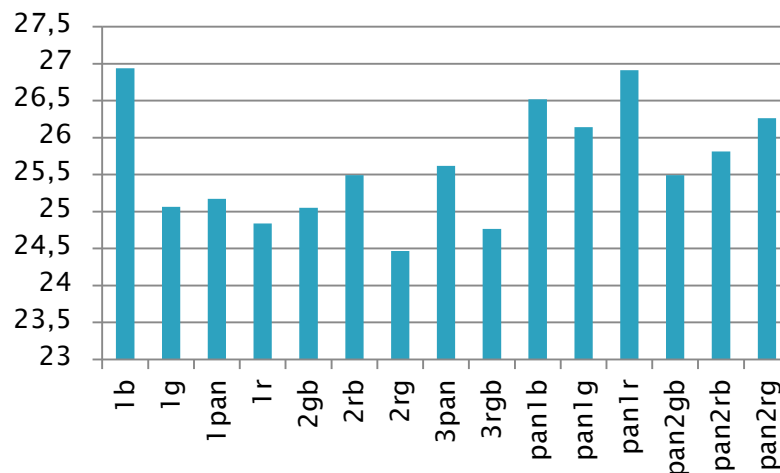
Green – 525–600 нм,

Red – 630–680 нм,

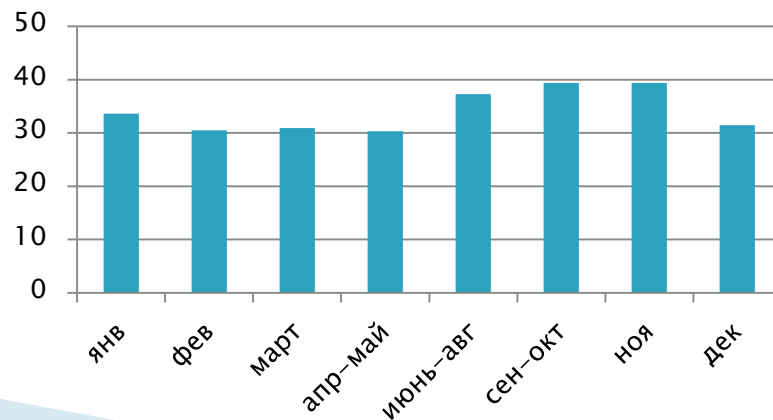
NIR – 845–885 нм,

Pan – 500–680нм

Сравнение средней величины ошибки для разных методов оценки доли леса, %



Сравнение средней величины ошибки для месяцев года, %



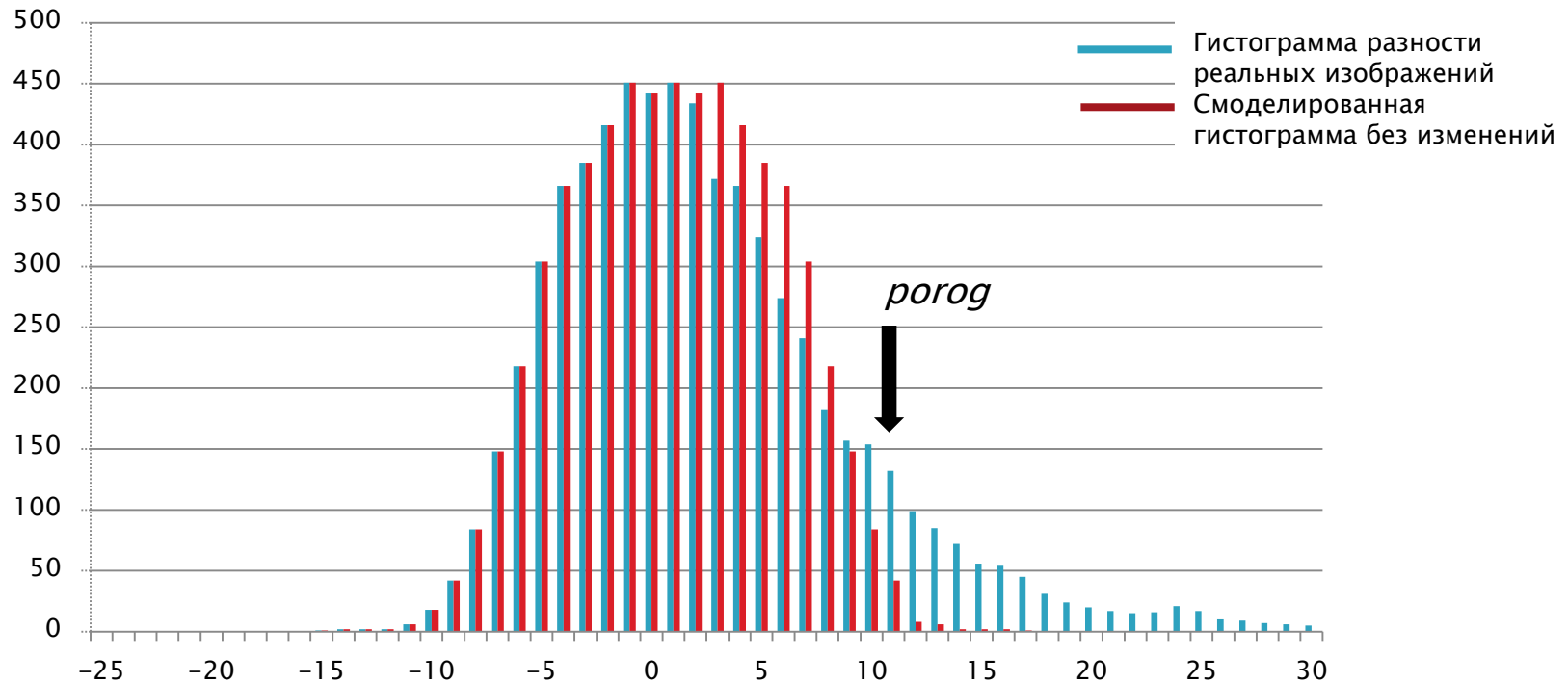
Анализ гистограммы: автоматическое вычисление порога

$$D = F_{t1} - F_{t2}$$

$$D = D^+ \cup D^-$$

$$porog = \max(sd(D^-) * level, Er)$$

level = 2 по умолчанию, параметр, задаваемый пользователем или рассчитываемый автоматически на основе соотношения гистограмм



Величина изменения доли леса в пикселе между двумя разновременными снимками

Анализ гистограммы: зависимость порога от %леса

$$D = F_{t1} - F_{t2}$$

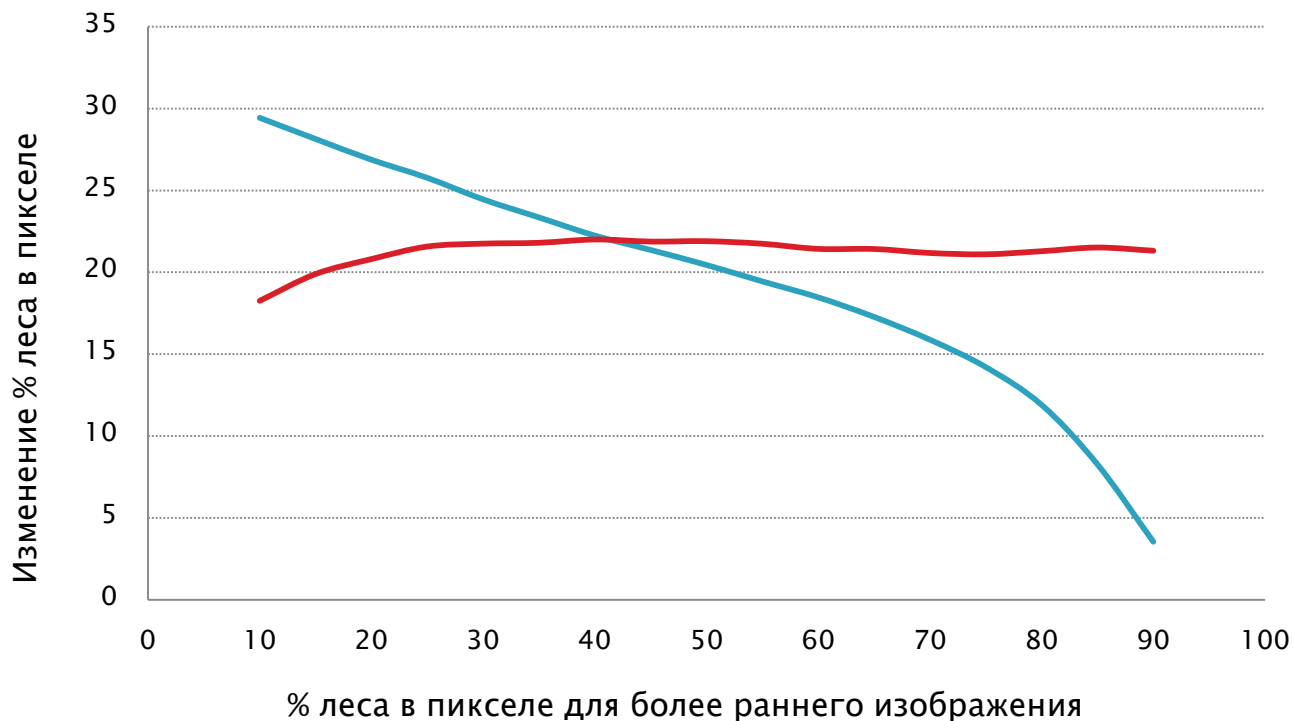
$$D = D^+ \cup D^-$$

$$porog = \max(sd(D^-) * level, Er)$$

$$D = \cup D_i, i = \overline{1, n}, \text{ Для каждой } D_i \text{ вычисляется свой } porog_i$$

Значение порога, вычисленного на основе

- Гистограммы разности реальных изображений
- Смоделированная гистограммы без изменений



Алгоритм в информационной системе «ВЕГА-Приморье»

Не защищено | primorsky.geosmis.ru/geocover_v4/primorsky.shtml

Поиск вырубок

Работа с результатами
Сохранить | Очистить | Удалить | Загрузить

Текущее задание
Имя: **Задание_73831**

Сцена до изменений:
2016-01-03 SENTINEL-2A MSI (3, 4, 8) (ESA) ?

Сцена после изменений:
2017-01-07 SENTINEL-2A MSI (3, 4, 8) (ESA) ?

Обработанные области сцены

Порог: 2
Статус: не сохранено

Палитра: С изменением более 1

В корзину | Получить GeoTIFF
Занести в БД | Удалить из БД

Создание нового задания

Сцена до изменений:
2016-01-03 SENTINEL-2A MSI (3, 4, 8) (ESA) ?

Сцена после изменений:
2017-01-07 SENTINEL-2A MSI (3, 4, 8) (ESA) ?

Обработанные области сцены

Вся сцена
 По полигону (AOI)
 По маске воды (Landsat 2013-2014)
 Маска облачности (только для Landsat)
 После выполнения сразу добавить в БД

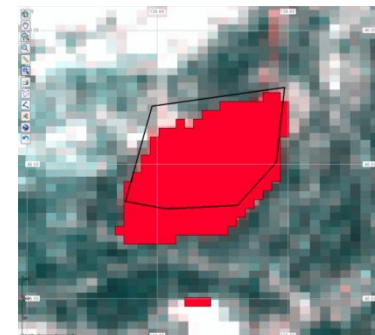
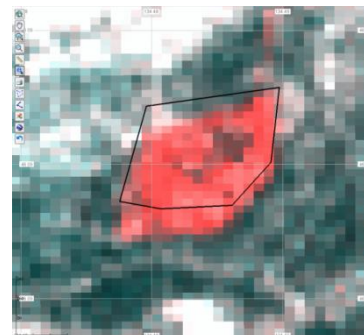
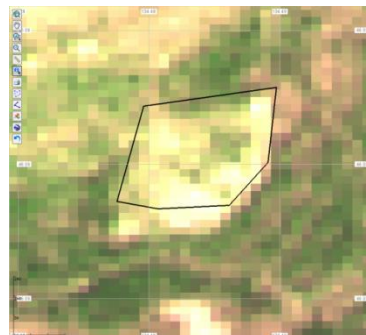
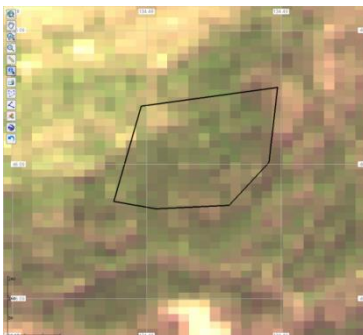
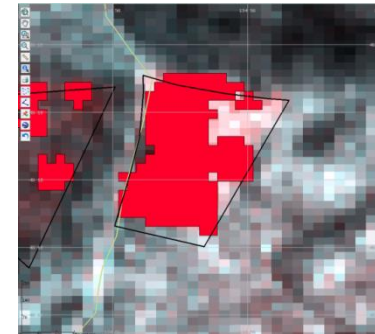
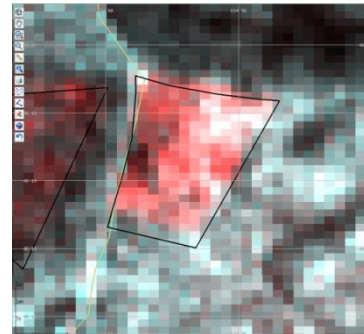
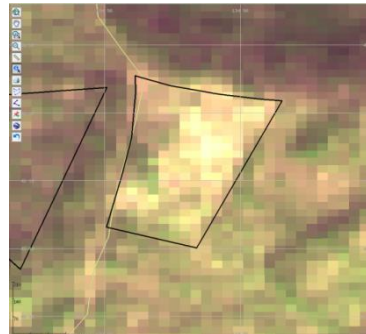
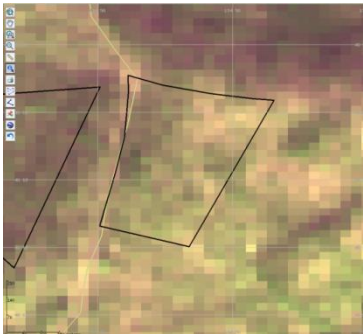
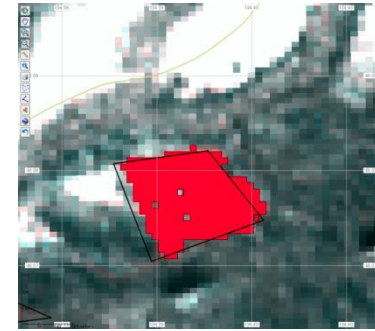
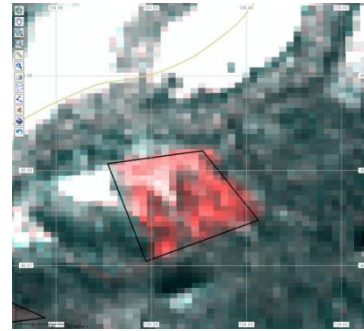
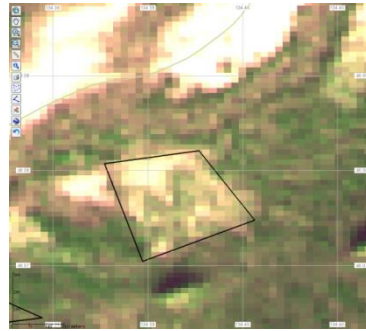
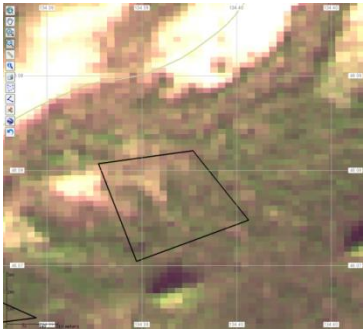
Порог разделения: 2,0

Топографическая коррекция
 Фильтровать результат

Создать задание

0 200 400 600 meters

Примеры выявленных рубок леса



Дата: 04.01.2015

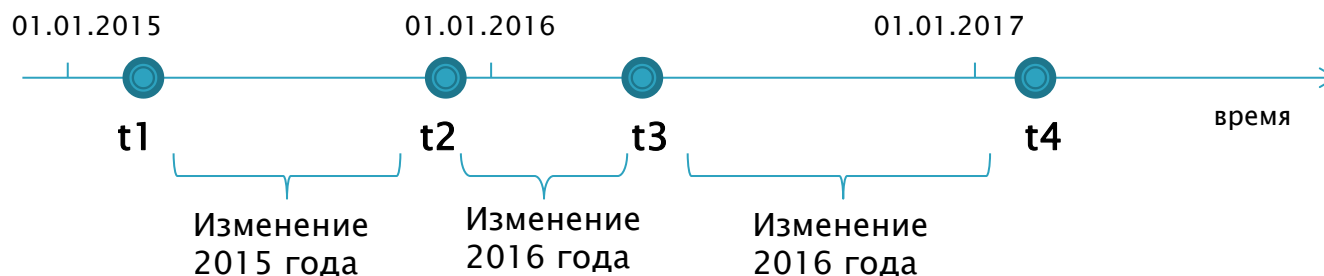
Дата: 31.05.2015

Синтез красных каналов

Изменения в 2015 году

Сравнение площадей вырубок для Рощинского лесничества за 2016 год

Отнесение вырубок к определенному периоду



Площади рубок леса, га

Детектированные вырубки	Сплошные рубки (статистика)	Выборочные рубки (статистика)	Общая площадь рубок (статистика)
16524	3257	17037	20294

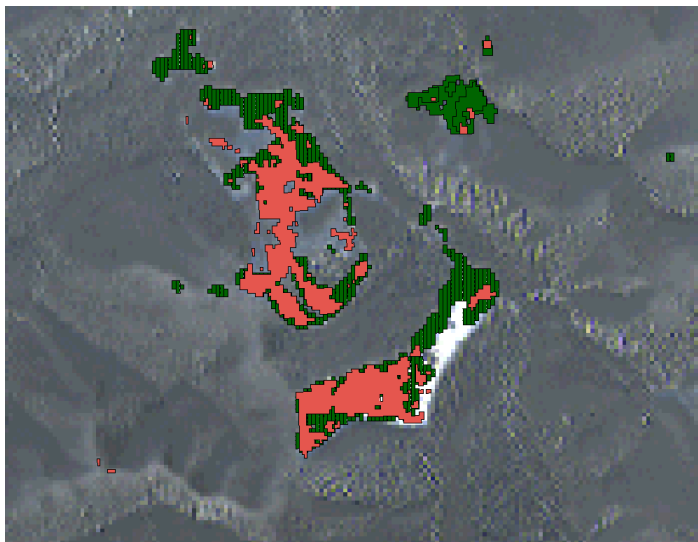
Доля выборочных рубок от общего числа рубок в регионе > 84%

Доля выявляемых рубок 81,4%

Доля детектирования выборочных рубок 77,87%

Сравнение с данными Global Forest Change для Рощинского лесничества за 2016 год

- ▶ Исходные данные: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>
- ▶ Данные – межгодовые изменения лесного покрова с 2000 по 2016 год с пространственным разрешением 30м (на основе Landsat)
- ▶ Декларируемая точность – 84% (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425714003149>)



Площадь изменений за 2016 год
выявленных предложенным методом – 16524 га

Площадь изменений за 2016 год по данным Global Forest
Change – 4741,5 га

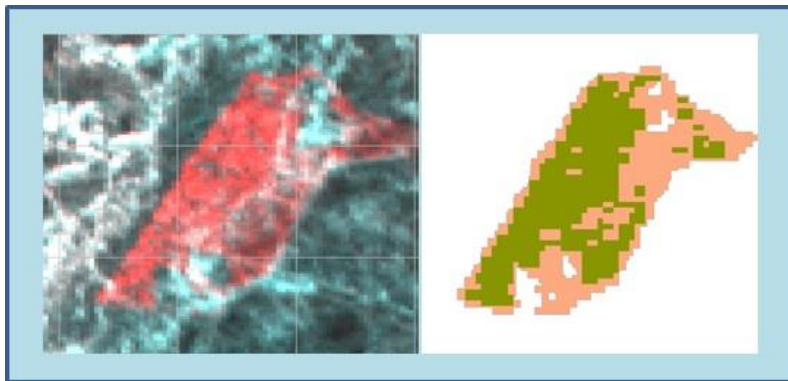
Доля совпадений по отношению к площади изменений,
выявленных предложенным методом – 9,4% (по площади),
9,4% (по количеству областей)

Доля совпадений по отношению к площади
Изменений Global Forest Change – 33% (по площади), 18% (по
количеству областей)

Вырубка: данные Global Forest Change –
кирпичный, детектированной алгоритмом
область – зеленый

Сравнение с данными Forest alerts для Рощинского лесничества за 2016 год

- ▶ Исходные данные: <http://glad.geog.umd.edu/alarm/openlayers.html>
- ▶ Данные – периодичностью 16 дней с пространственным разрешением 30м. На данный момент существует задержка и доступны данные за 2015 –2016 годы на территорию Приморского края
- ▶ Декларируемая точность: вероятность того, что изменения на самом деле являются изменениями составляет 80–90%, вероятность пропуска изменений составляет 30–40%.



Синтез каналов разновременных данных
Landsat (слева)

Вырубка: данные Forest alerts –зеленый,
Данные ИКИ – оранжевый (справа)

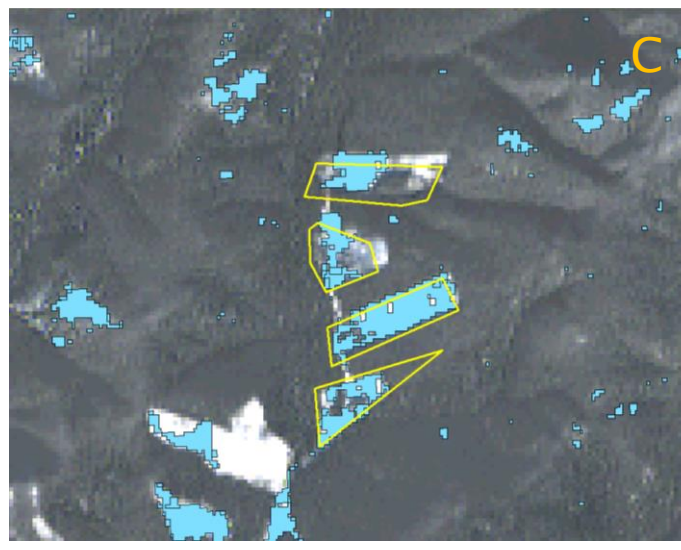
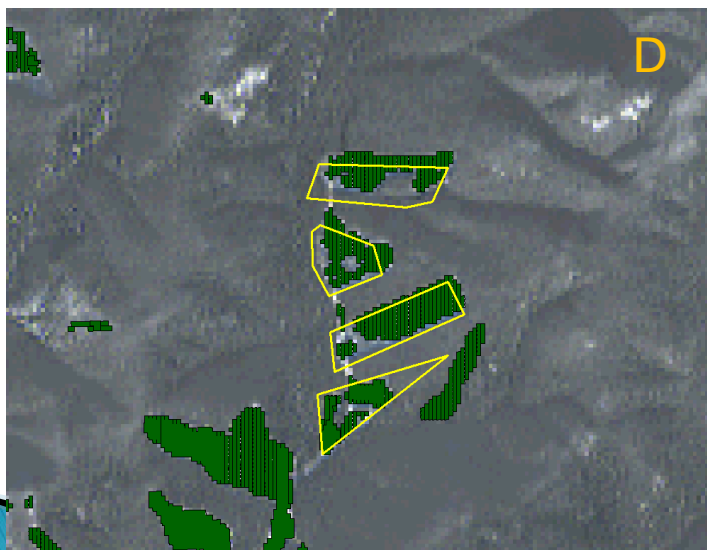
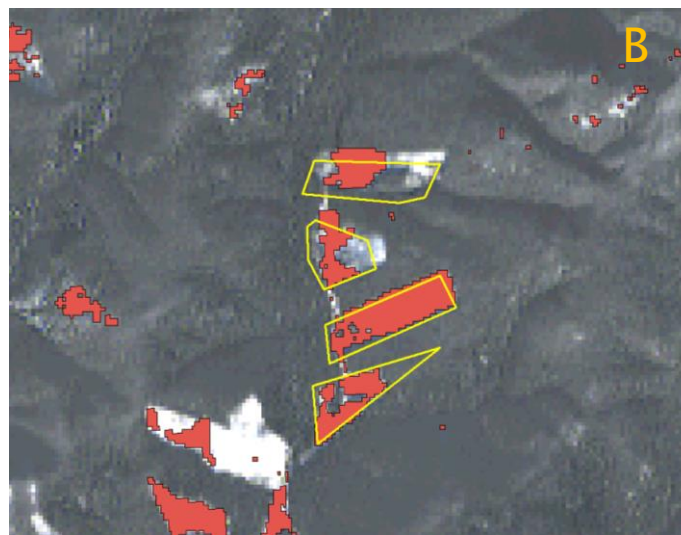
Площадь изменений за 2016 год
выявленных предложенным методом – 16524 га

Площадь изменений за 2016 год по данным Forest
alerts – 1776 га

Доля совпадений по отношению к изменениям,
выявленным предложенным методом – 9% (по
площади), 10% (по количеству областей)

Доля совпадений по отношению к площади
Изменений Forest alerts – 14% (по площади), 19% (по
количеству областей)

Пример сравнения с данными Global Forest Change и Forest alerts



А – разность красных спектральных каналов Landsat8 за 17.12.2016 и 31.12.2015, В – данные Global Forest Change, С – данные Forest alerts, D – данные ИКИ за 2016 год

Дальнейшие шаги по развитию данной работы

- Оценка точности алгоритма на основе независимого и надежного источника информации
- Реализация полностью автоматического метода детектирования изменений (выбор яркостей чистых компонент, полный подбор порога), удобного для пользователя
- Применение топографической коррекции
- Улучшение точности оценки доля леса в пикселе (пересмотр используемой модели, оценка устойчивости разложения на чистые компоненты)