



Развитие возможностей регионального спутникового картографирования растительного покрова на примере Приморского края

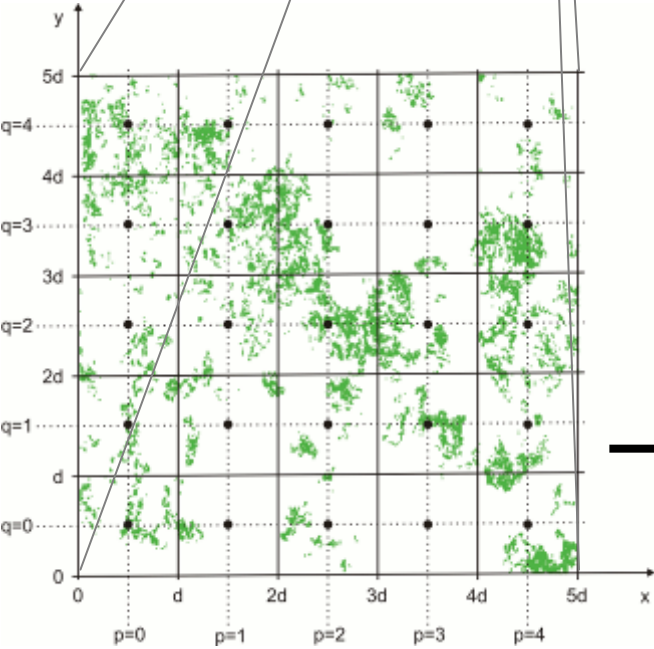
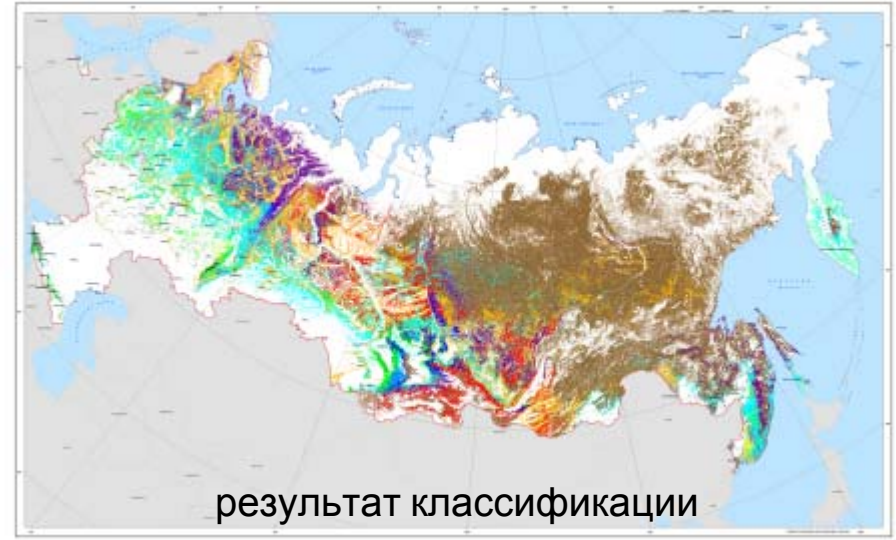
Барталёв С.А., Егоров В.А., Ершов Д.В., Жарко В.О.,
Колбудаев П.А., Лупян Е.А., Плотников Д.Е.

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия

Отличительные черты методологии спутникового картографирования растительного покрова

1. Направленность на разработку методов и технологий автоматической обработки данных дистанционного зондирования, обеспечивающих полную воспроизводимость результатов картографирования;
2. Ориентированность на разработку адаптивных алгоритмов тематической обработки данных, обеспечивающих локализованную (само)настройку оптимальных параметров в зависимости от пространственного расположения картографируемого объекта и времени проведения спутниковых наблюдений;
3. Применимость разрабатываемых методов и технологий для картографирования растительного покрова на больших территориях вплоть до глобального охвата (крупные страны, континенты и планета в целом);
4. Возможность формирования однородных временных рядов спутниковых карт, способных характеризовать динамику растительного покрова (концепция динамического картографирования).

Локально-адаптивная классификация LAGMA



$$p(P(x; y) | \omega_k) = \frac{\exp\left(-\frac{1}{2}(B(x; y) - U_k(p; q))^T \Sigma_k(p; q)^{-1} (B(x; y) - U_k(p; q))\right)}{(2\pi)^{n/2} |\Sigma_k(p; q)|^{1/2}}$$

$P(x; y)$ пиксель с координатами x, y

$\Sigma_k(p; q)$ ковариационная матрица

ω_k множество пикселей k -го класса

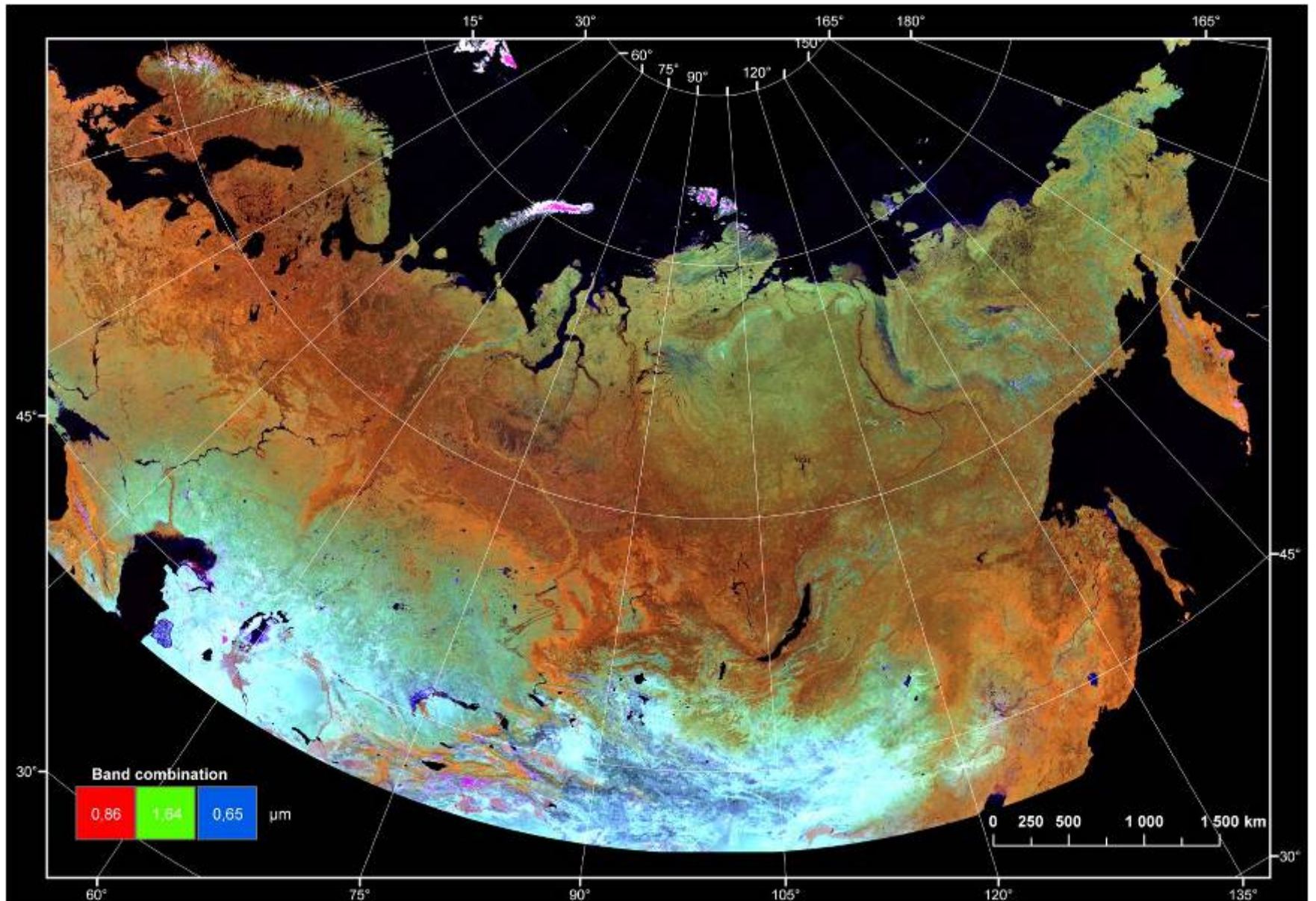
$U_k(p; q)$ вектор средних значений признаков

$G(p; q)$ узел регулярной сетки с координатами p, q

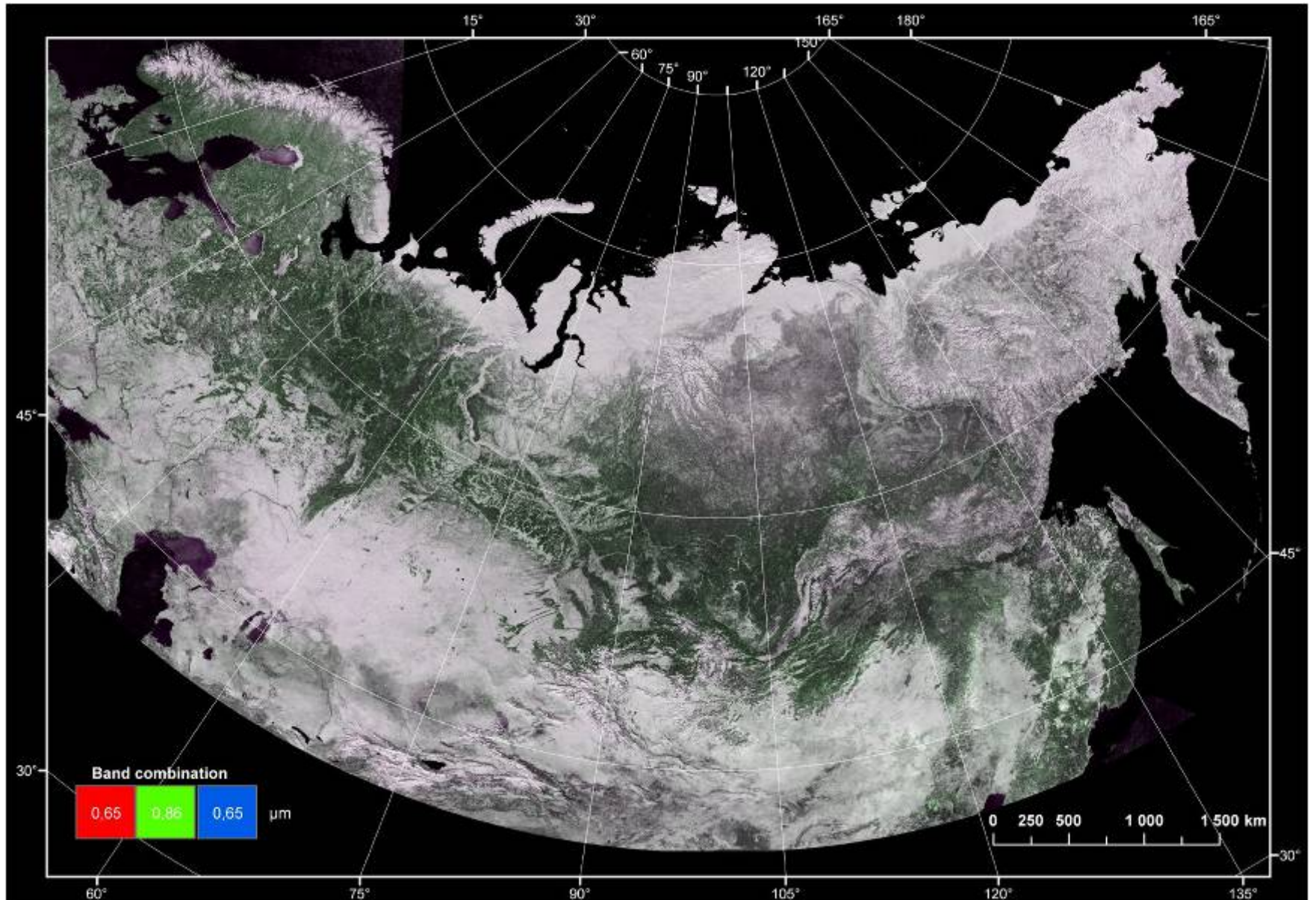
$B(x; y)$ вектор значений признаков пикселя

n число признаков

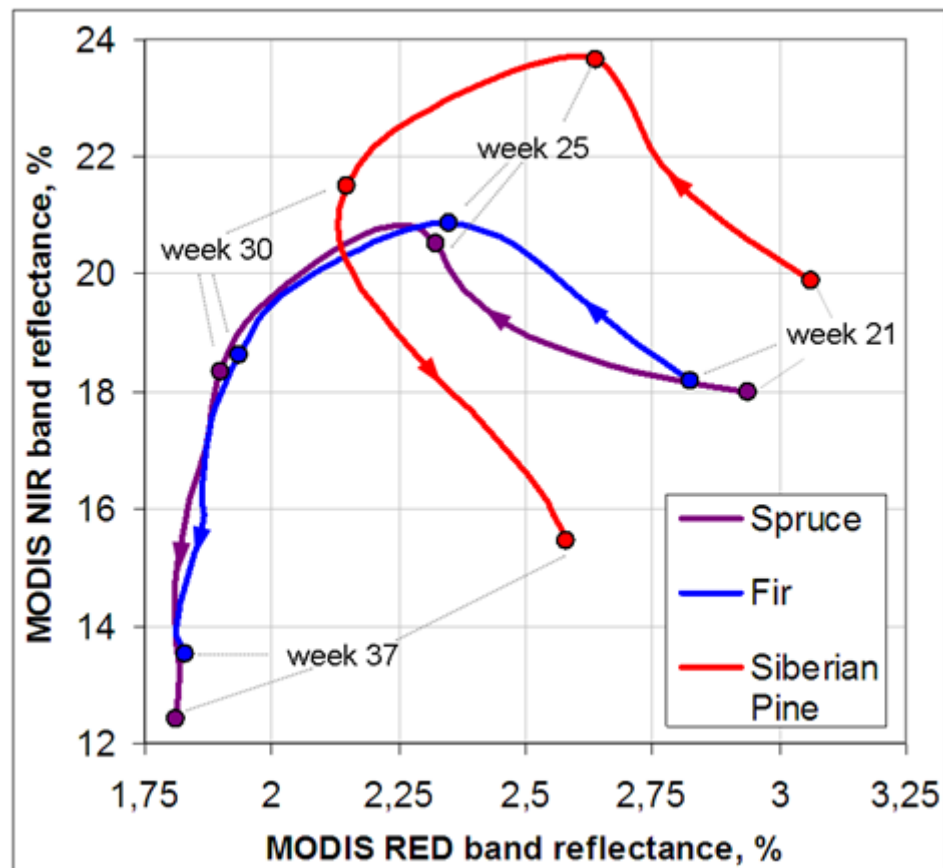
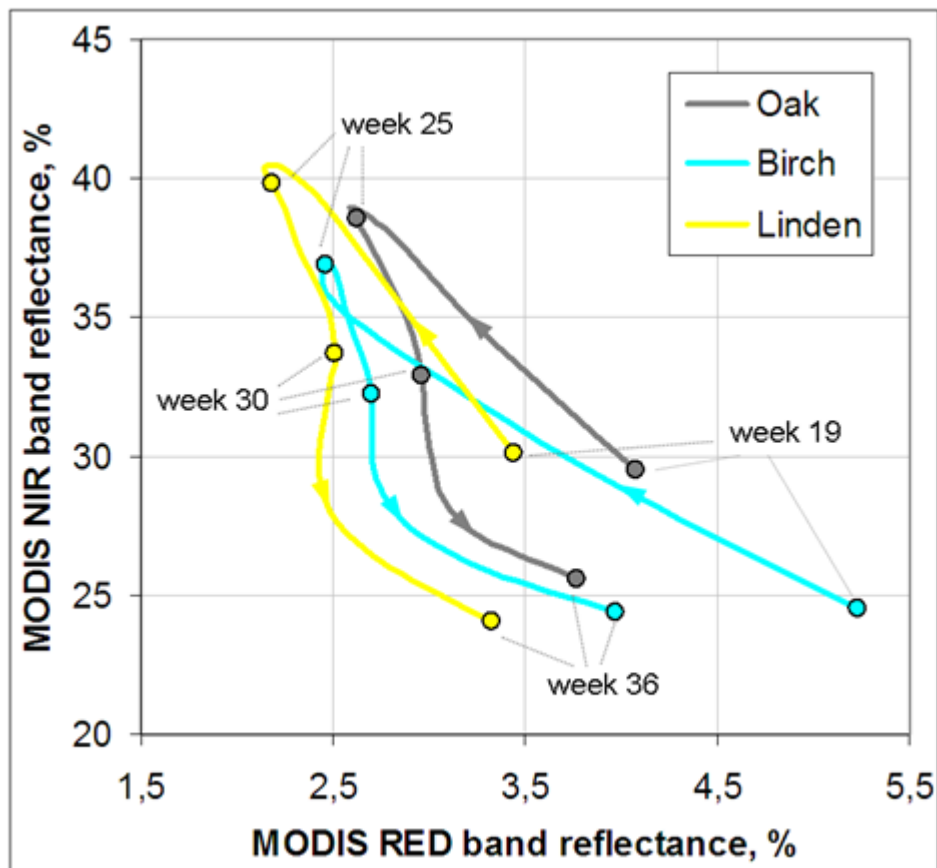
Композитное изображение MODIS, 250 м (июль-август 2014)



Композитное изображение MODIS (ноябрь 2013-март 2014)



Оценка породной структуры лесного покрова

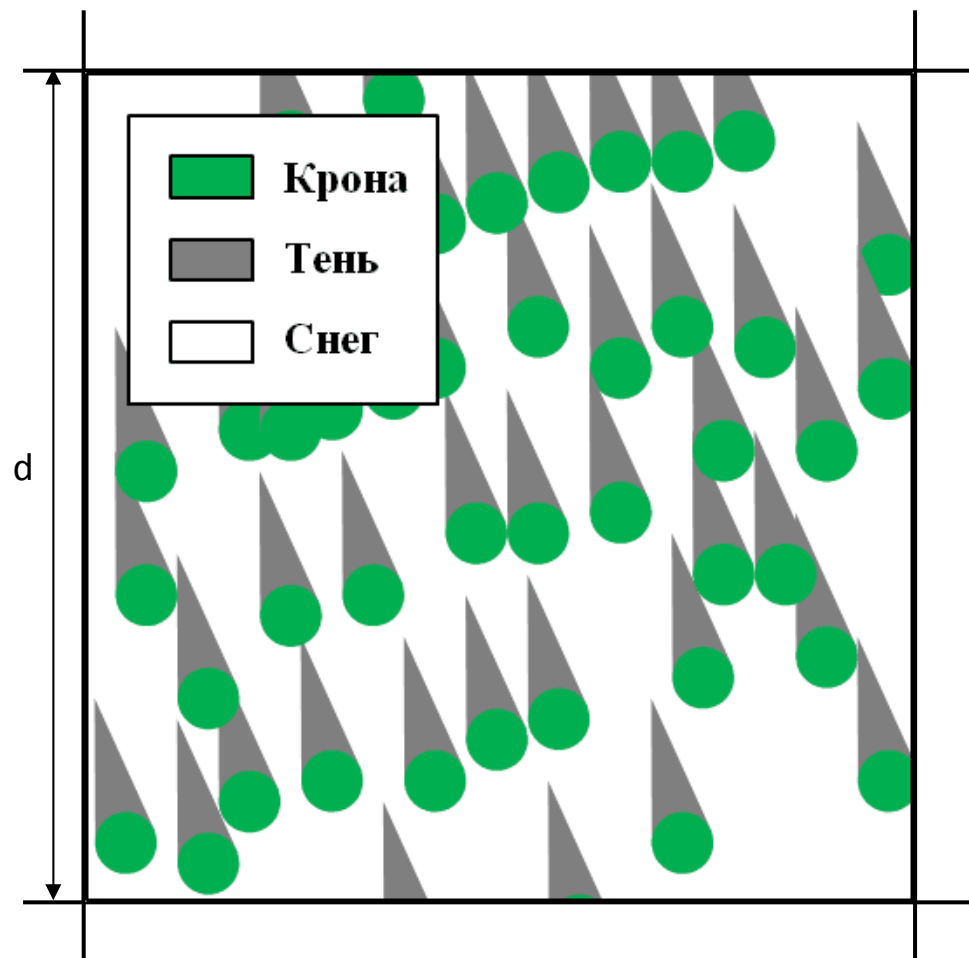


Распознавание древесных пород основано на различиях сезонной динамики спектрально-отражательных характеристик лесов. На рисунке представлены примеры фазовых портретов пород в пространстве спектральных яркостей в красном (620-670 нм) и ближнем ИК (841-876 нм) диапазонах длин волн.



Карта лесов России создана на основе данных MODIS (250 м) и отражает пространственное распределение преобладающих древесных пород

Формирование КСЯ пикселя покрытого снегом лесного покрова в данных ДЗЗ среднего разрешения



S_c – площадь
снега в
пикселе

S_k – площадь
крон в
пикселе

S_t – площадь
теней в
пикселе

h – высота деревьев; n – число деревьев

КСЯ пикселя в красном
(0,62-0,67 мкм) канале MODIS:

$$R^{0,65} = f(S_c, S_k, S_t);$$

$$S_c = d^2 - S_k - S_t,$$

$$S_k = f_1(n), S_t = f_2(n, h),$$

$$R^{0,65} = f_3(n, h);$$

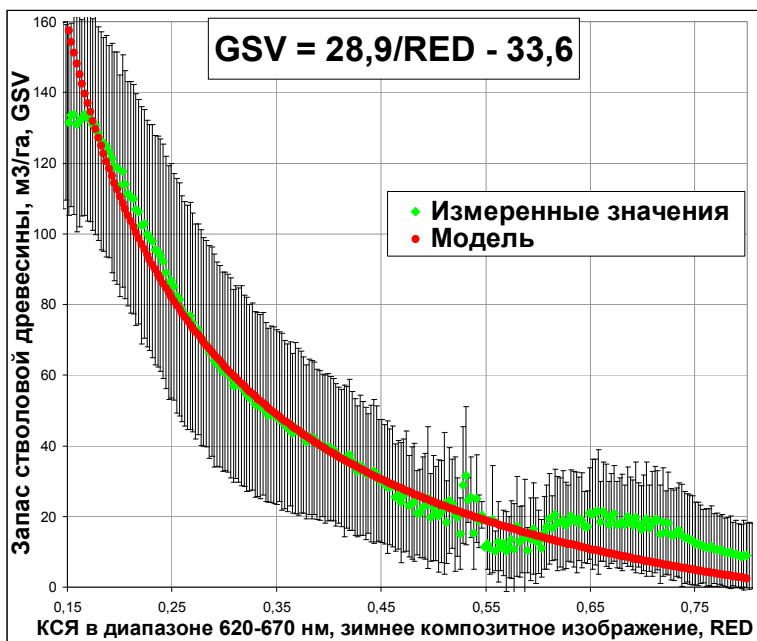
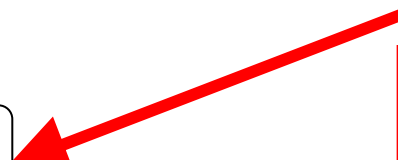
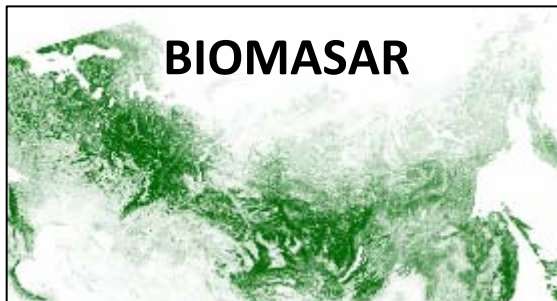
Объем стволовой древесины леса
в пикселе MODIS:

$$GSV [m^3 / ha] = f_4(n, h)$$

Предположение:

$$GSV [m^3 / ha] \sim 1 / R^{0,65}$$

Оценка объема стволовой древесины в лесах



LAGMA

Локальные
«сигнатуры» классов

Локально-адаптивная
оценка запаса лесов

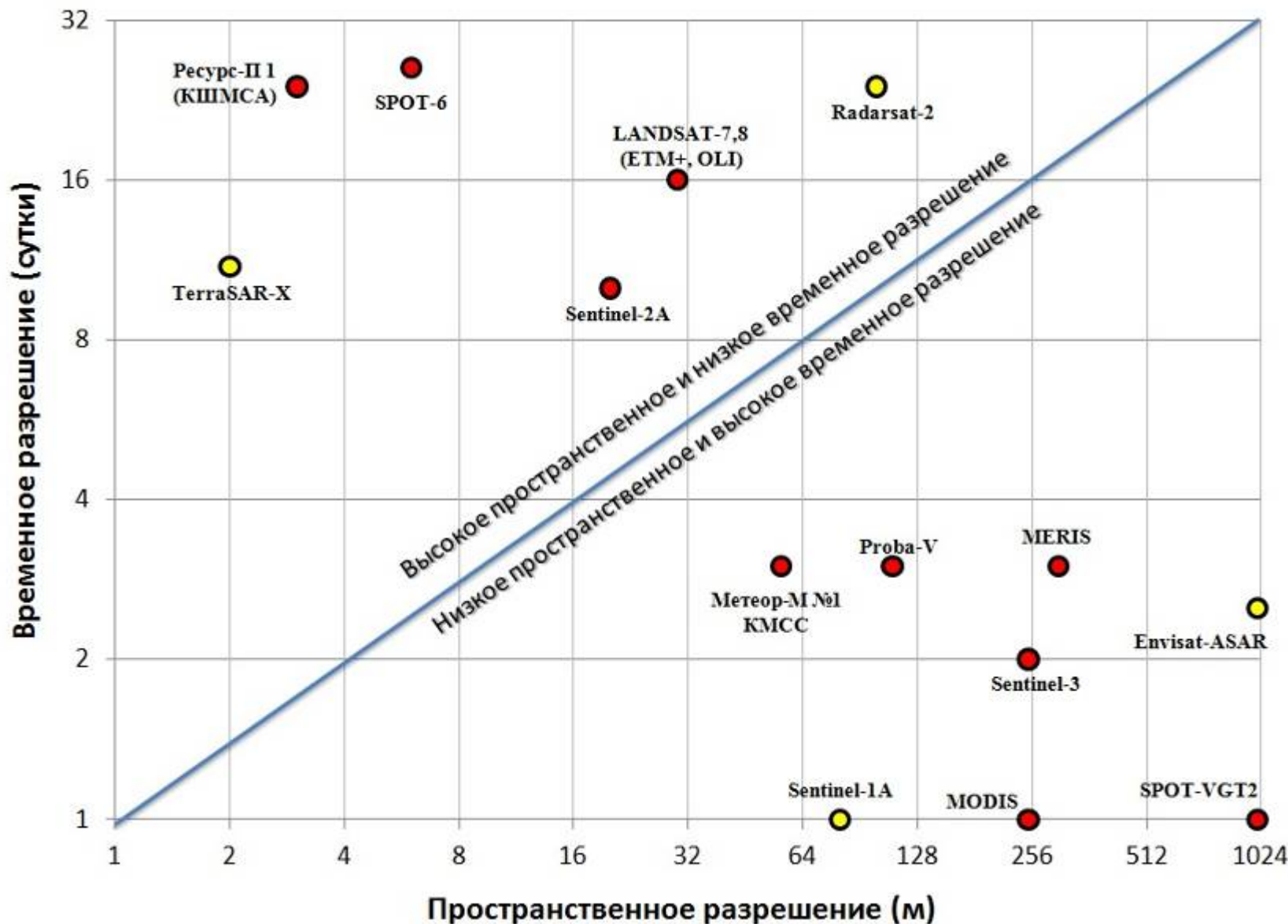


Метод основан на комплексировании результатов обработки радарных данных и временных рядов данных оптической съемки в период с наличием на земной поверхности снежного покрова



Карта запасов стволовой древесины создана на основе совместного использования радарных (ASAR-Envisat) и оптических (MODIS) спутниковых данных с пространственным разрешением 250 м

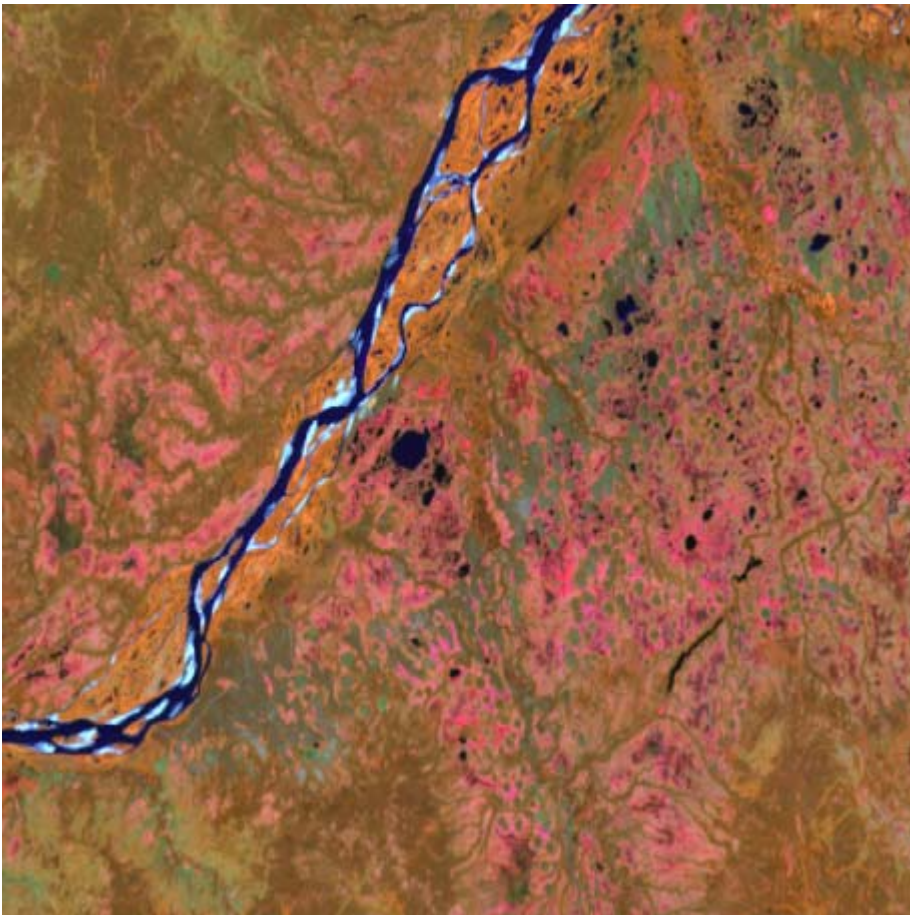
Конфликт пространственного и временного разрешения данных ДЗЗ



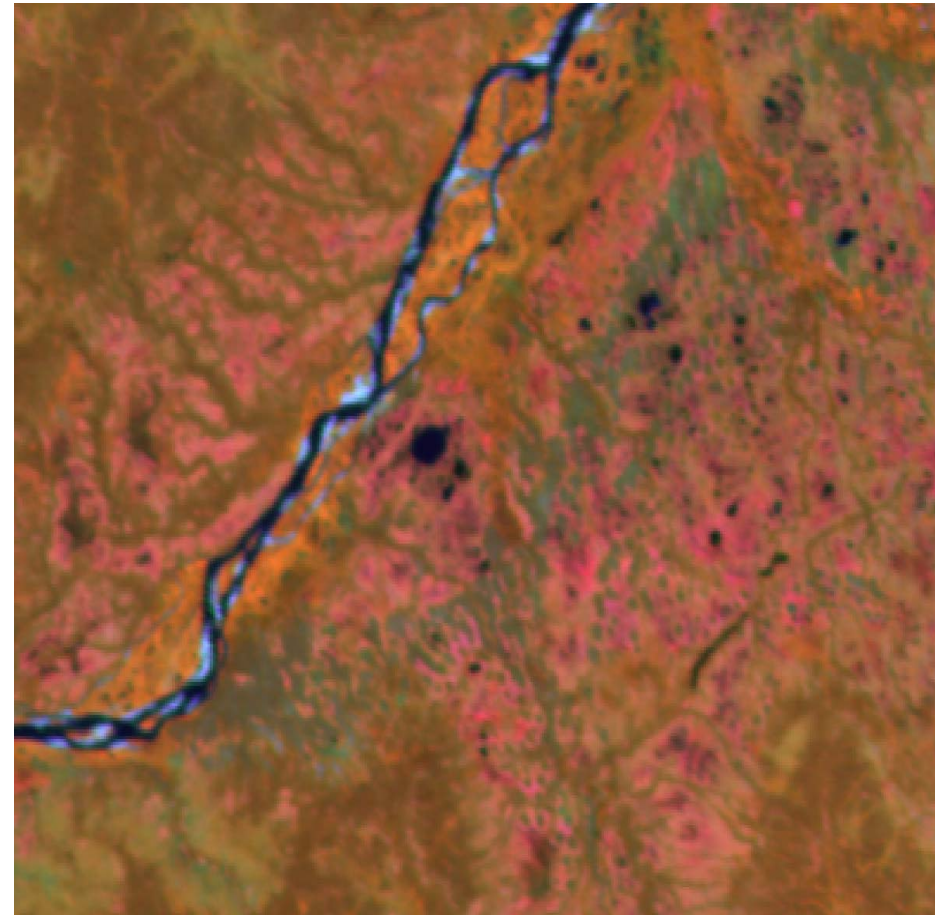
Приоритетные направления исследований и разработок

1. Развитие методов фильтрации эффектов маскирующего влияния облаков и теней;
2. Развитие методов реконструкции временных рядов спутниковых данных;
3. Развитие методов радиометрической коррекции спутниковых данных за влияние рельефа местности;
4. Развитие методов формирования обучающей выборки различного пространственного разрешения для классификации типов земного покрова.

Сравнение композитных изображений MODIS (230 м) vs. Proba-V (115 м)

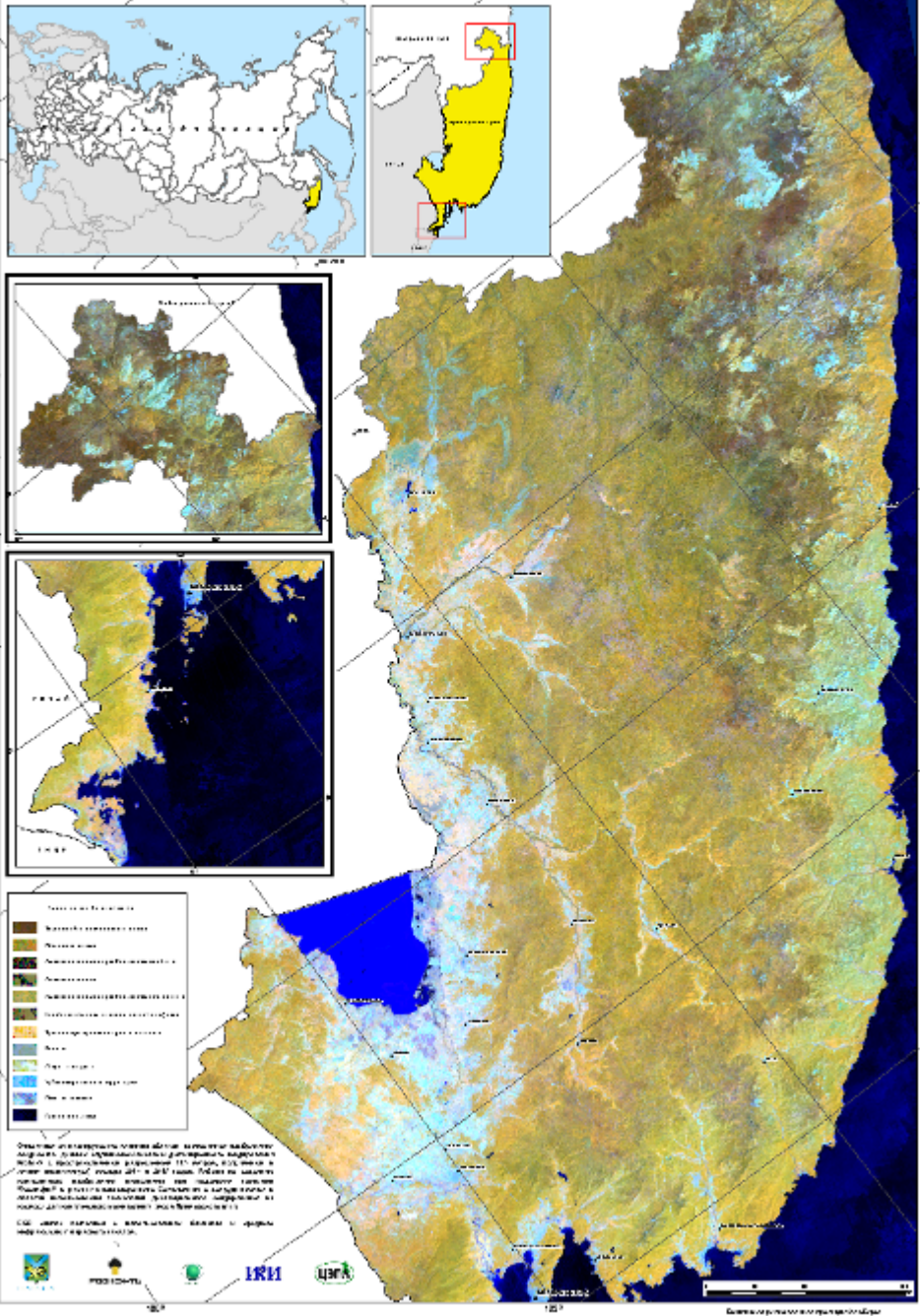


Proba-V



MODIS

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ ИЗ КОСМОСА



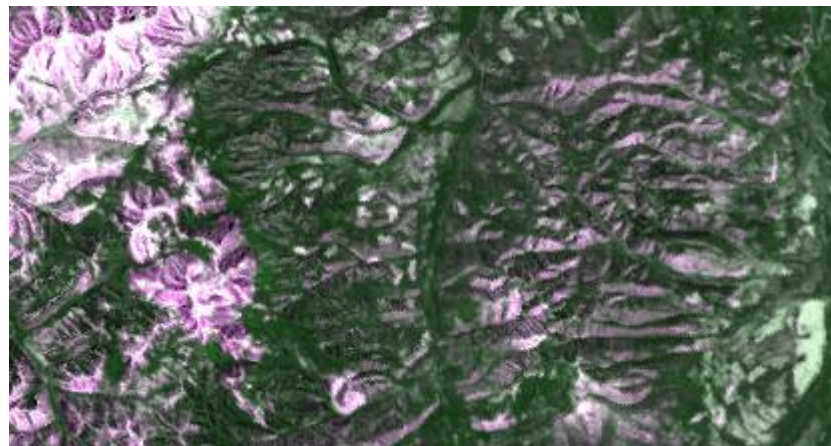
Композитное изображение
Приморского края по
данным Proba-V (115 м)

Результаты топографической коррекции влияния рельефа

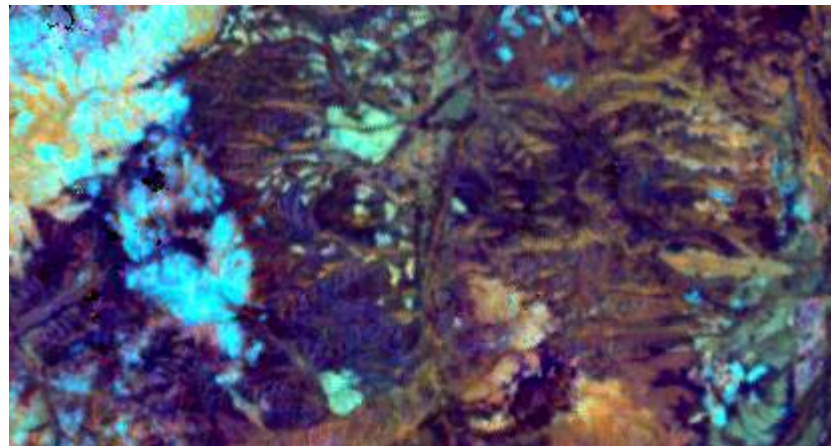
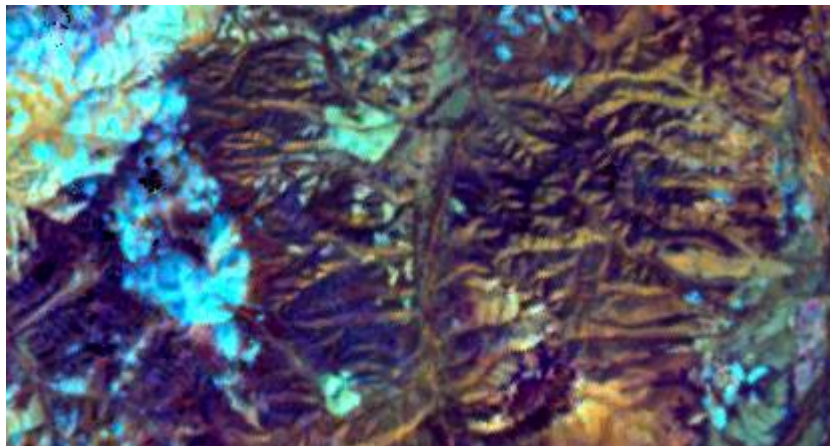
Исходные изображения

Топографическая коррекция

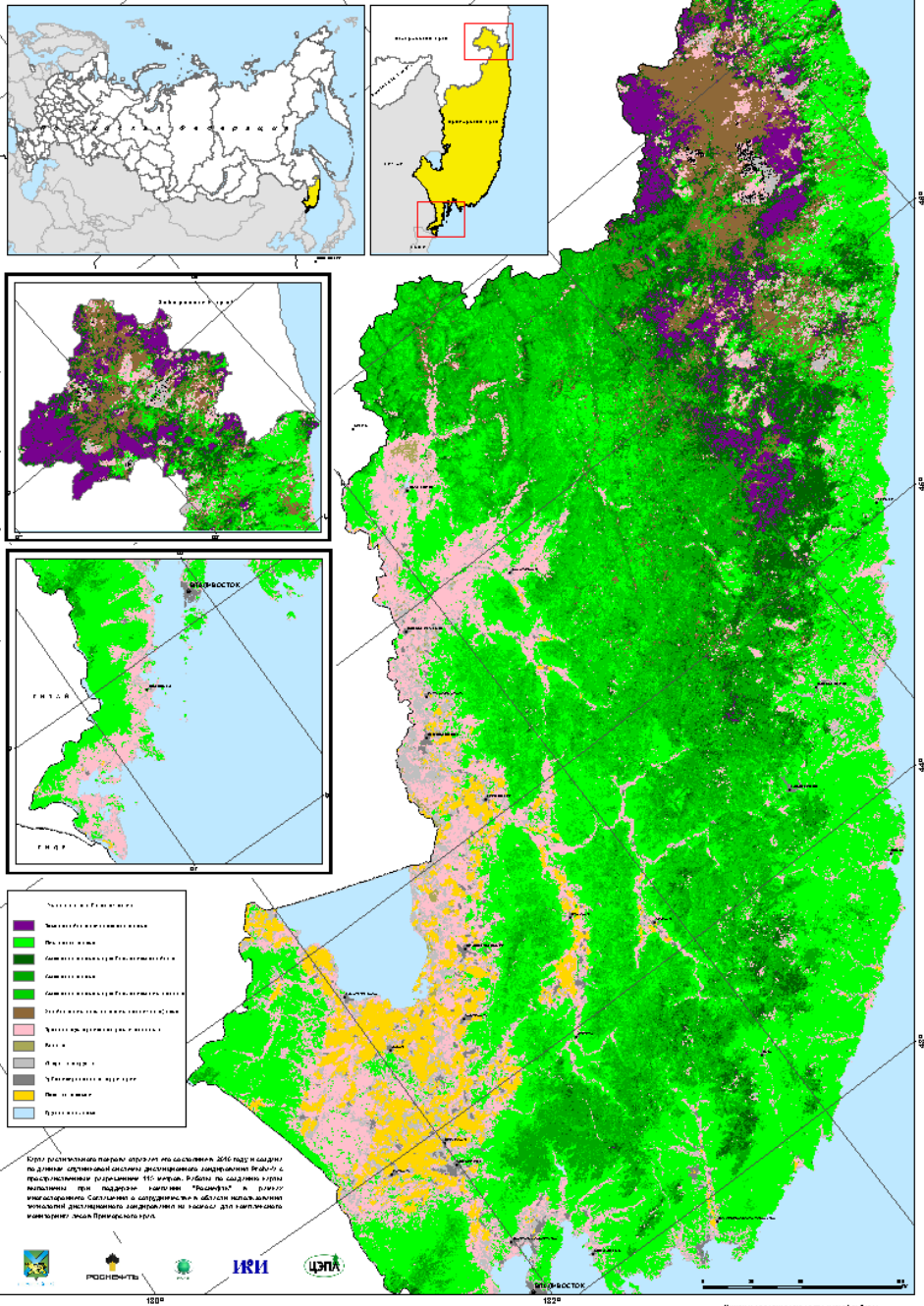
Зимние композитные изображения Proba-V (R:G:B – RED:NIR:RED)



Летние композитные изображения Proba-V (R:G:B – NIR:SWIR:RED)



РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ



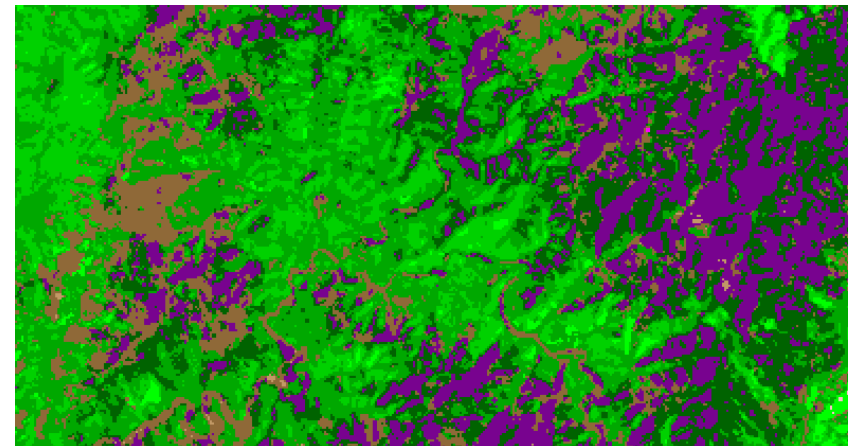
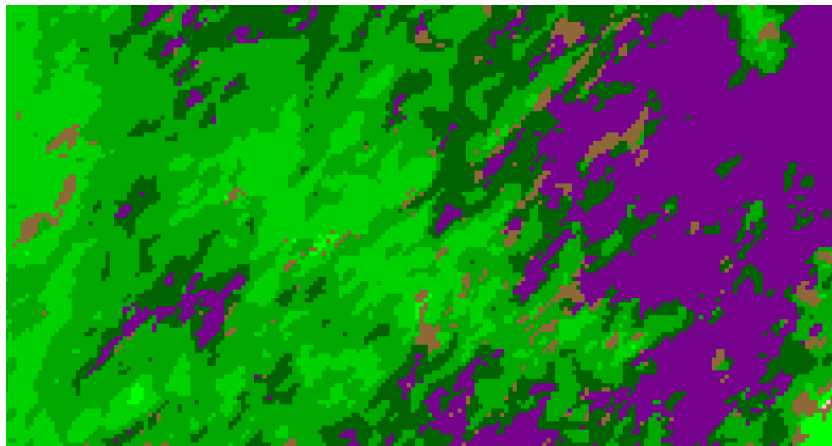
Растительный покров
Приморского края по
данным Проба -V (115 м)

Влияние рельефа местности на результаты картографирования

Зимние композитные изображения (R:G:B – RED:NIR:RED)
Terra-MODIS (230м) Proba-V (115м)



Результаты картографирования

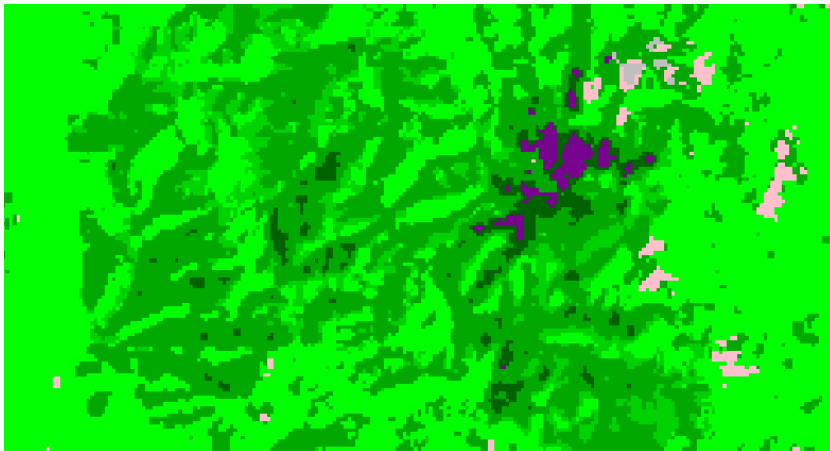


Леса:  темнохвойные  смешанные  лиственница

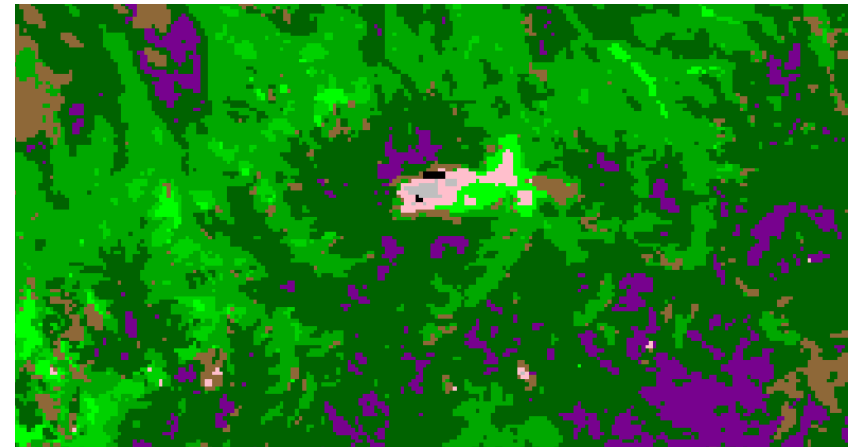
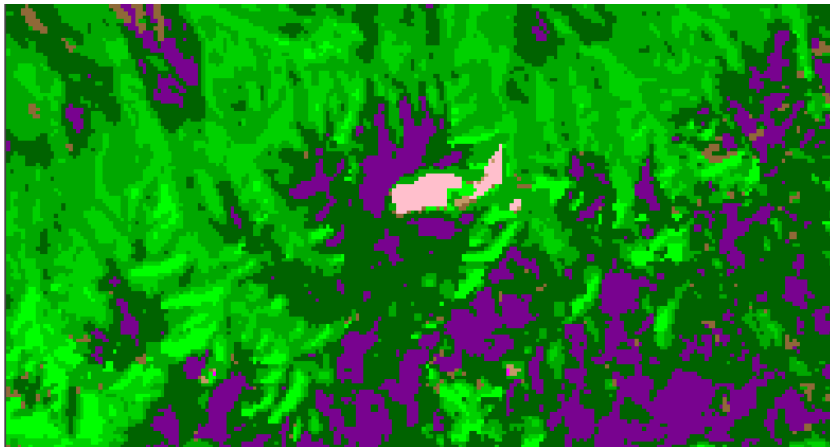
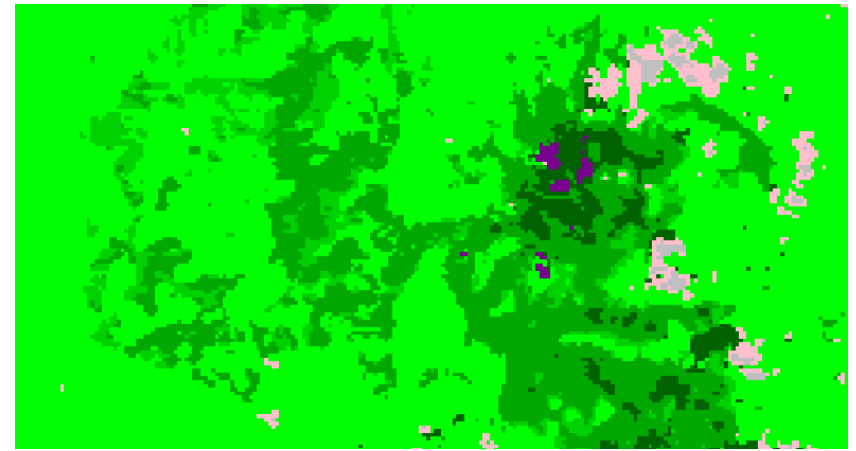
Результаты картографирования

Proba-V (115м)

Использованы признаки без коррекции



Топографическая коррекция признаков



Леса:



темнохвойные

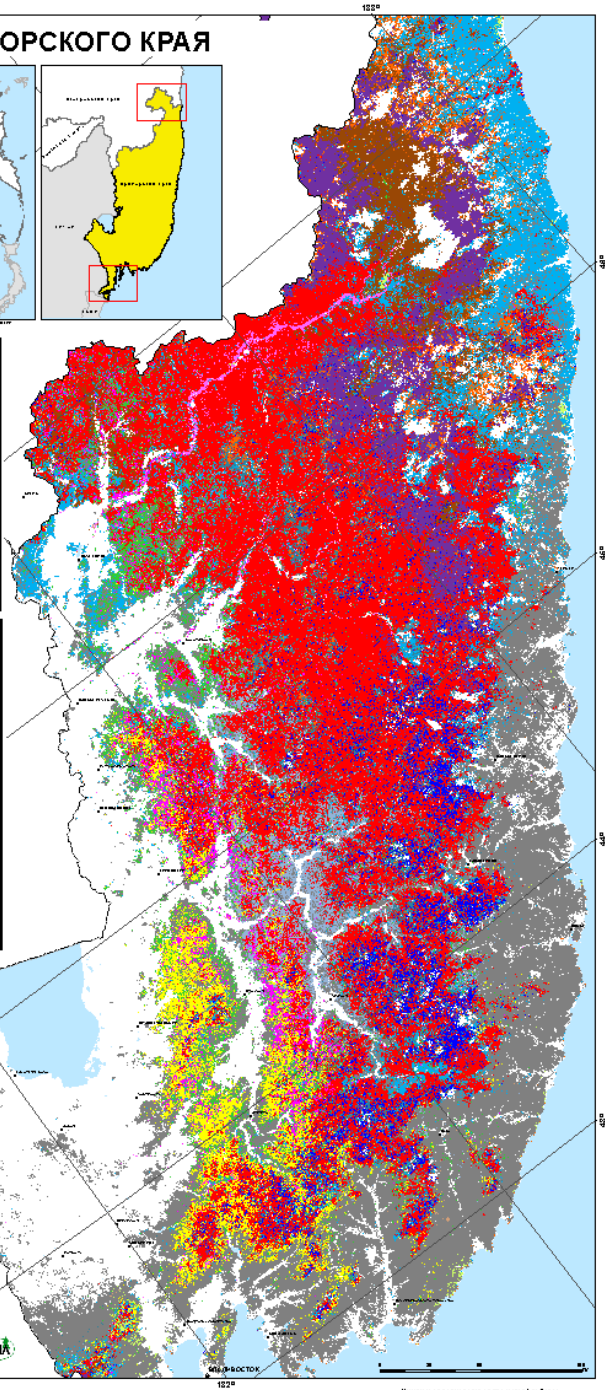
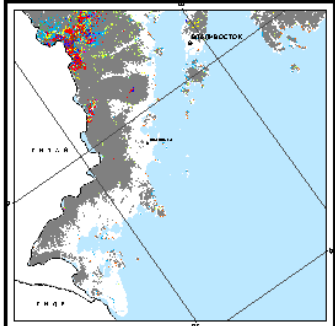
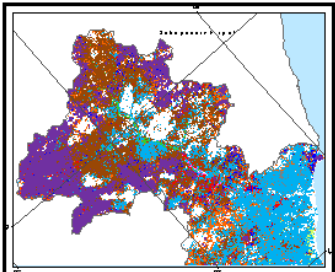


смешанные



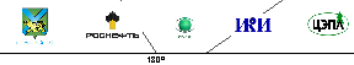
лиственница

ЛЕСА ПРИМОРСКОГО КРАЯ

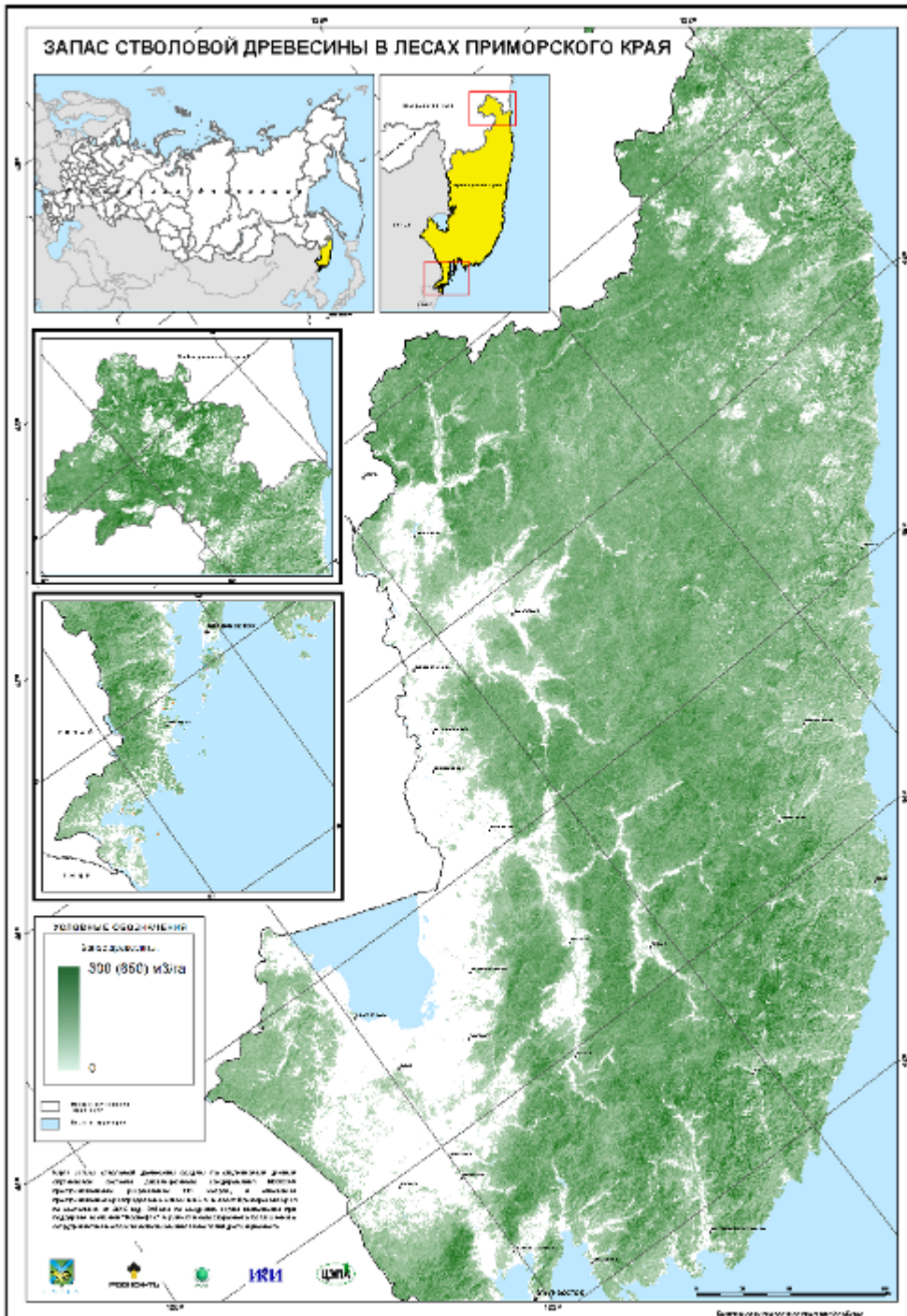


Преобладающие породы	
Лиственница	Сосна
Ель	Сосна обыкновенная
Кедр	Дуб
Пихта	Ольха
Береза	Береза бородавчатая
Береза повислая	Алигатор
Калина	Калина
Калина	Калина
Алигатор	Алигатор
Алигатор	Алигатор

Карта создана по спутниковым данным спутниковой системы дистанционного зондирования Земли (СЗДЗ) и геоспациальной информации (ГИС) и является результатом преобразования данных с учетом лесной растительности Приморского края в 2016 году. В основе лежат данные спутниковой системы «Спутник-1» и геоспациальной информации (ГИС) и спутниковой информации о состоянии лесной растительности.

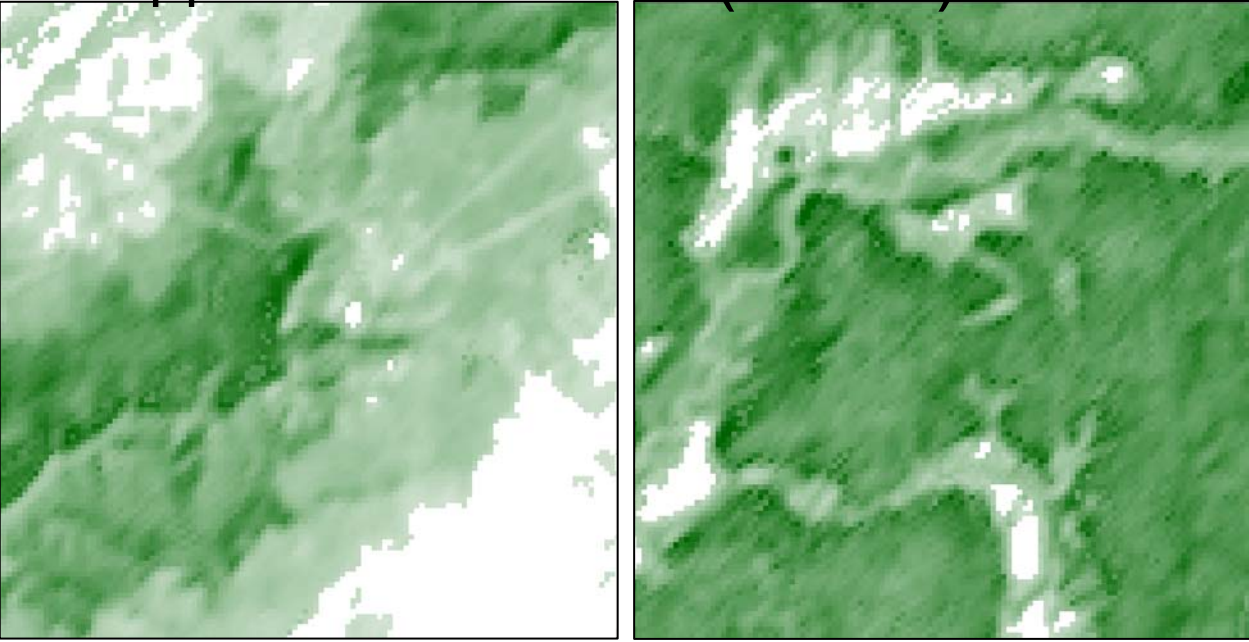


Преобладающие породы в лесах Приморского края по данным Proba -V (115 м)

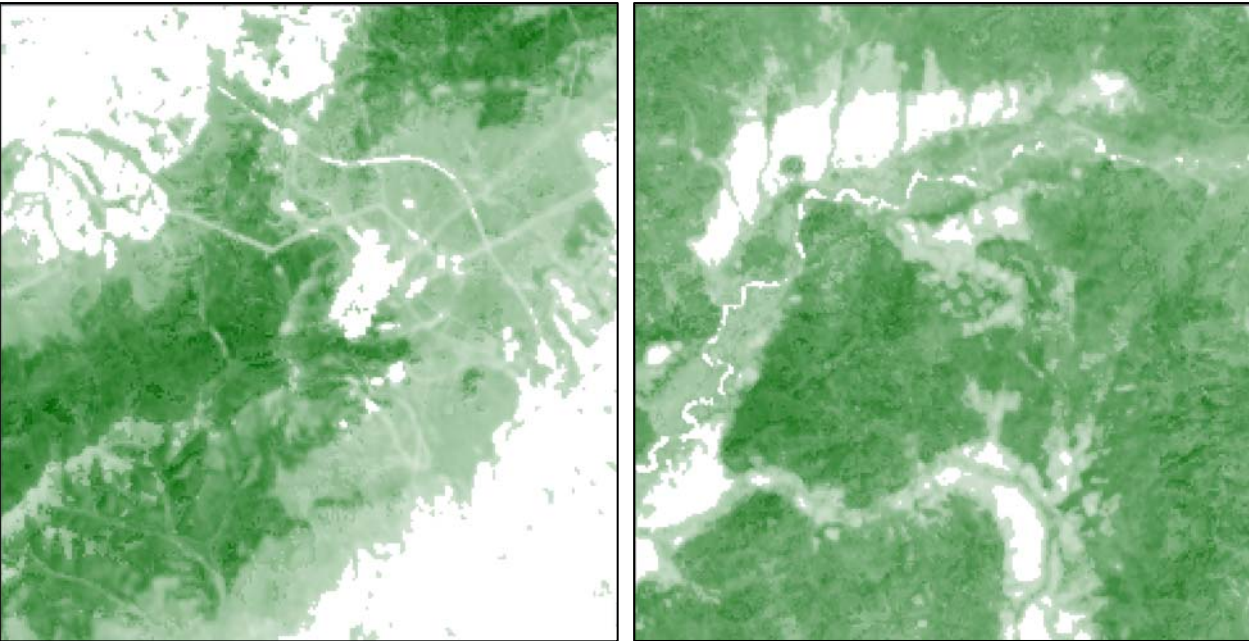


Запасы древесины в лесах
Приморского края по
данным Проба -V (115 м)

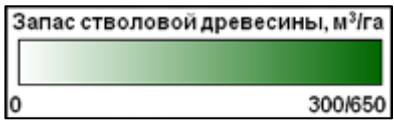
Сравнение карт запасов стволовой древесины лесов по данным MODIS (230 м) и Proba-V (115 м)



MODIS (230 м)



Proba-V (115 м)



Спасибо за внимание !