

Развитие методик характеризующих процесс горения и последствия лесных пожаров

Лобода Т.В., Чизар И.А.
Географический факультет,
Университет Мериленда, США

Значимость:

- Лесные пожары оказывают большое влияние на окружающую среду и благополучие населения. В настоящее время мы способны отслеживать площади, пройденные огнем, но не в состоянии предоставить предварительную оценку ущерба, нанесенного этими пожарами.
- Выбросы газов, вырабатываемых в процессе горения, оказывают значительное влияние на изменение климата в региональном и глобальном масштабах.
- Знание причин возникновения и характеристик лесных пожаров поможет разработать способности к прогнозированию возможных последствий, и таким образом способствуют разработке мер, направленных на восстановление территорий пройденных огнем.

Основные направления развития методик:

- Характеристика непосредственного процесса горения – FRP (Kaufman et al., 1998; Giglio and Justice, 2003; Wooster et al., 2003)
- Картирование полноты выгорания (van Wagtendonk et al., 2004)

Fire Radiative Power (FRP)

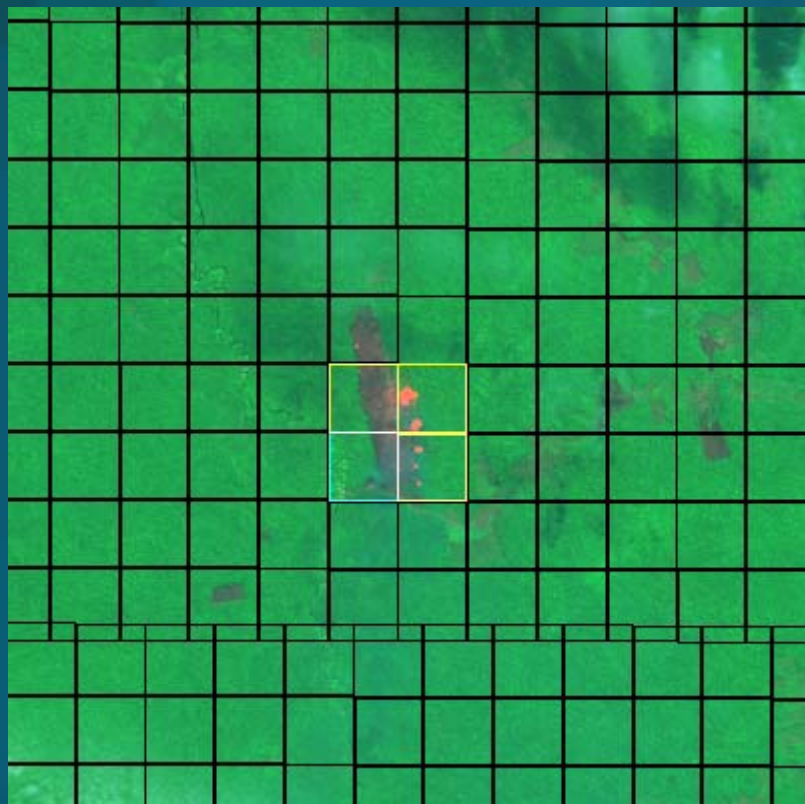
- Полная интегрированная мгновенно зарегистрированная сила излучения энергии испускаемой всеми горящими участками внутри пикселя спутника (Kaufman et al., 1998; Wooster et al. 2003):

$$FRP = A_{sa} \varepsilon \sigma \sum_{i=1}^n f_i T_i^4 \quad [\text{MW}]$$

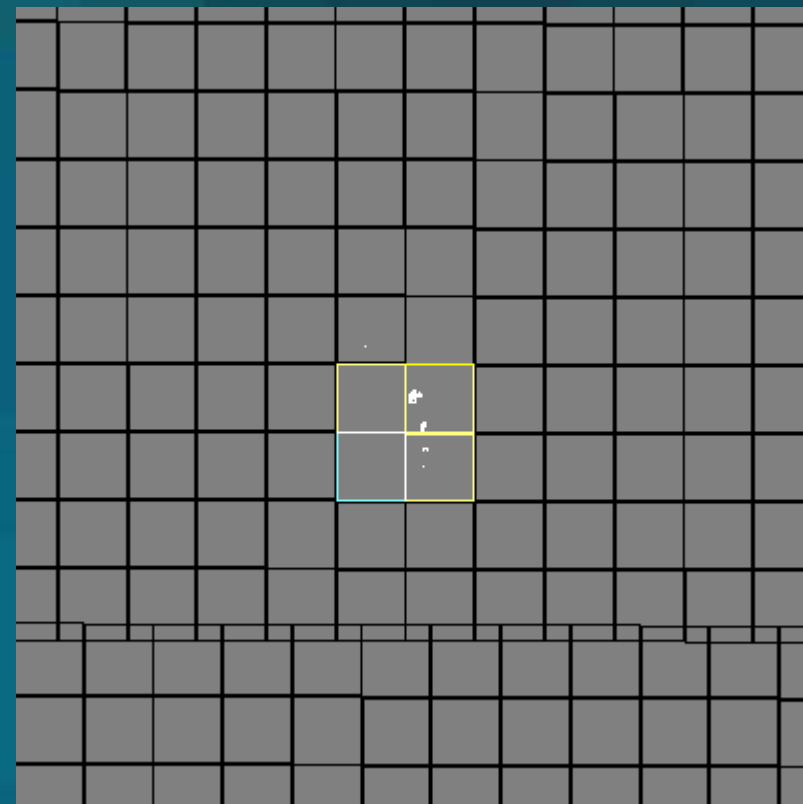
- A = the total area of the satellite pixel [m^2]
- ε = fire emissivity
- σ = Stephan-Boltzmann constant [$5.67 \times 10^{-8} \text{ J}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$]
- f_i = fractional area of the i th thermal component
- T_i = temperature of the i th thermal component [K].

Пример вычисления FRP (1): данные проекта Амазонии (Бразилия)

19 августа 2003 14:19:17



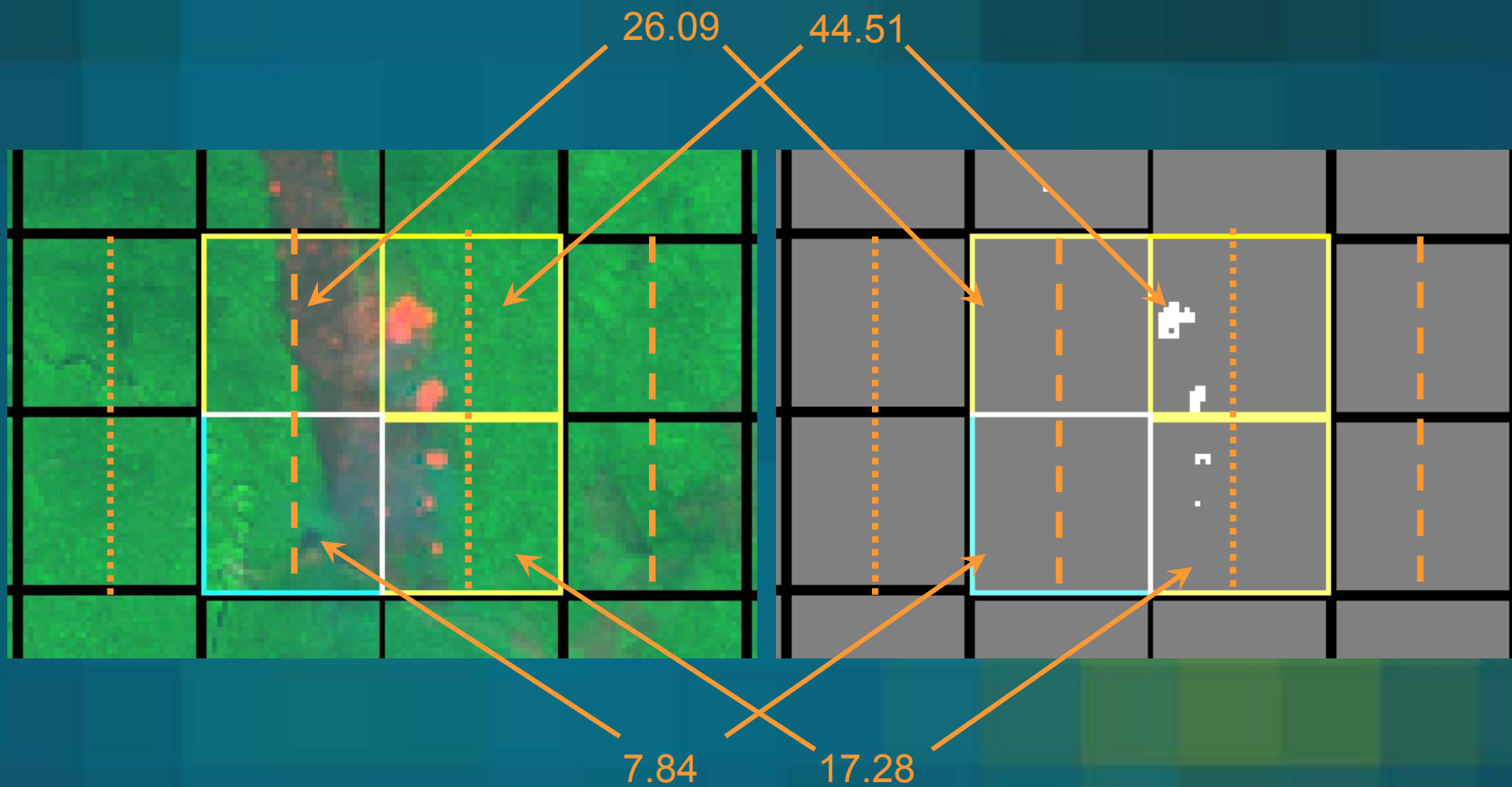
ASTER 8-3-1 RGB



ASTER fire mask

MODIS active fire product; желтый: высокая степень уверенности, голубой: низкая степень уверенности

Пример вычисления FRP (2): данные проекта Амазонии (Бразилия)



Параметры, оказывающие влияние на величину FRP (1): данные проекта Амазонии (Бразилия)

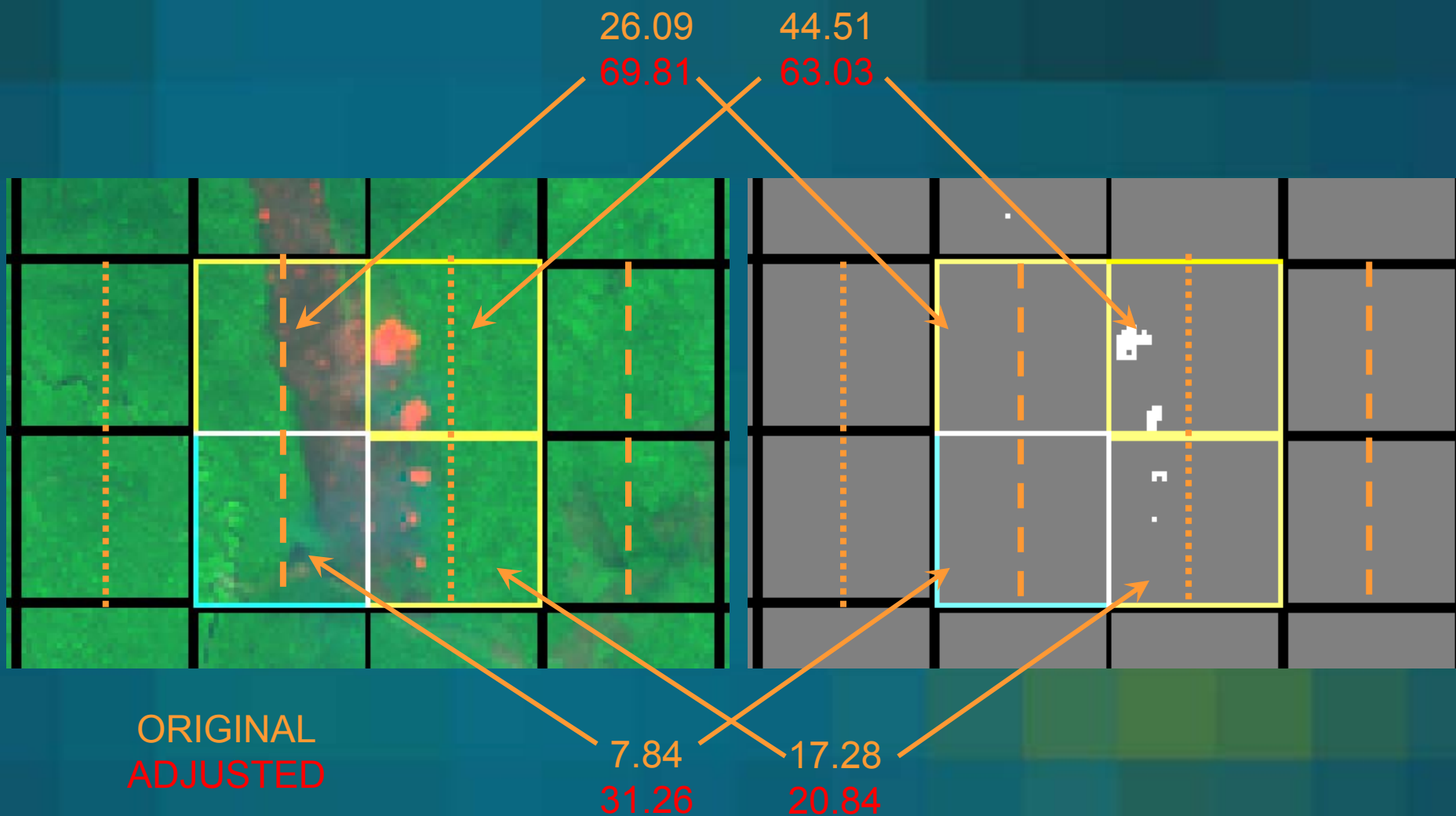
Поправка данных FRP от существующей треугольной функции инструмента MODIS к гипотетической прямоугольной функции осуществляется по формуле

$$FRP_a = FRP \times n / \sum_{i=1}^n k_i$$

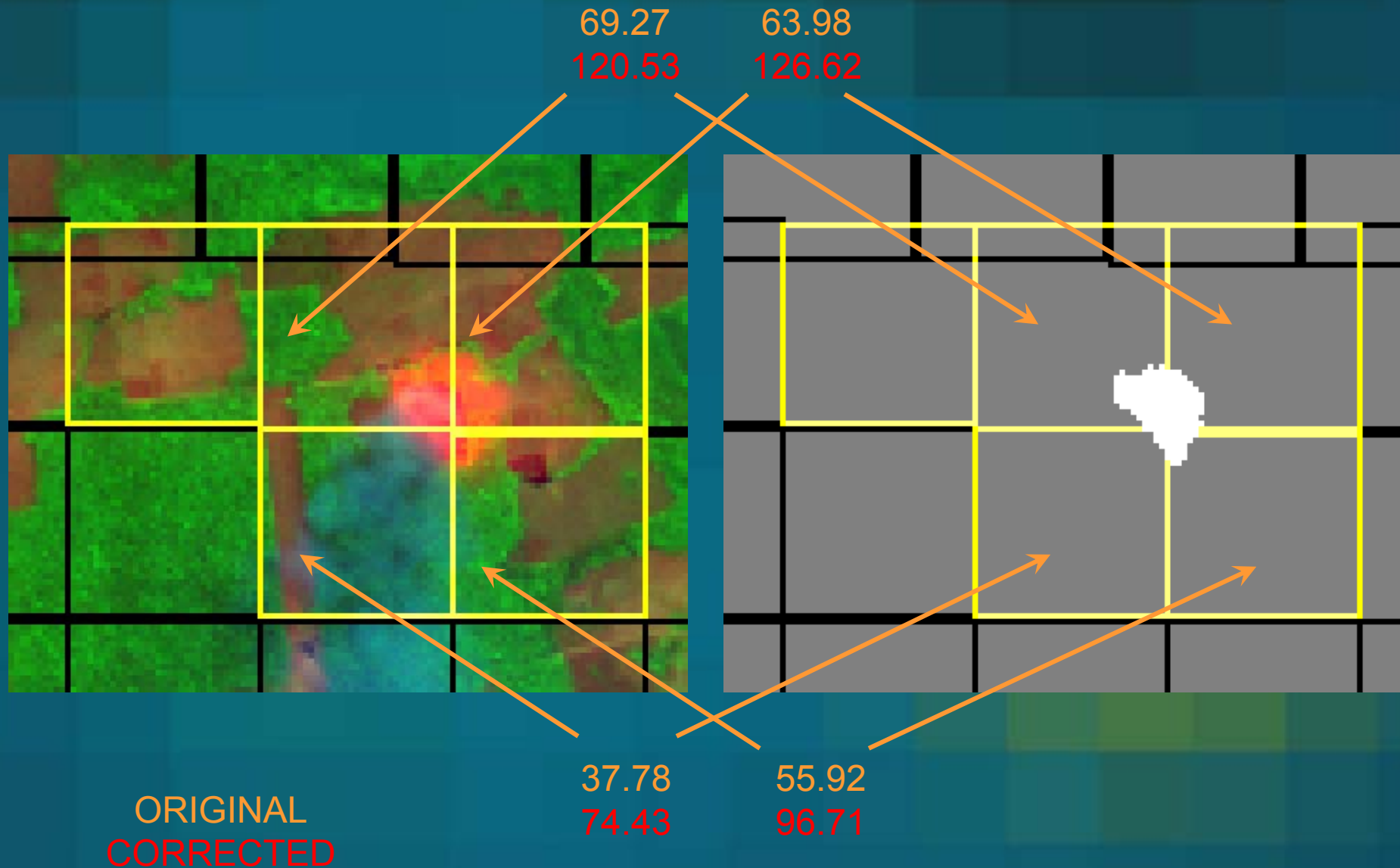
where k_i – линейная функция расстояния пикселя ASTER от центра пикселя MODIS

При этом подходе f_i (размер пикселя ASTER) считается постоянным и T_i в рамках маски горения ASTER считается равномерно распределенной.

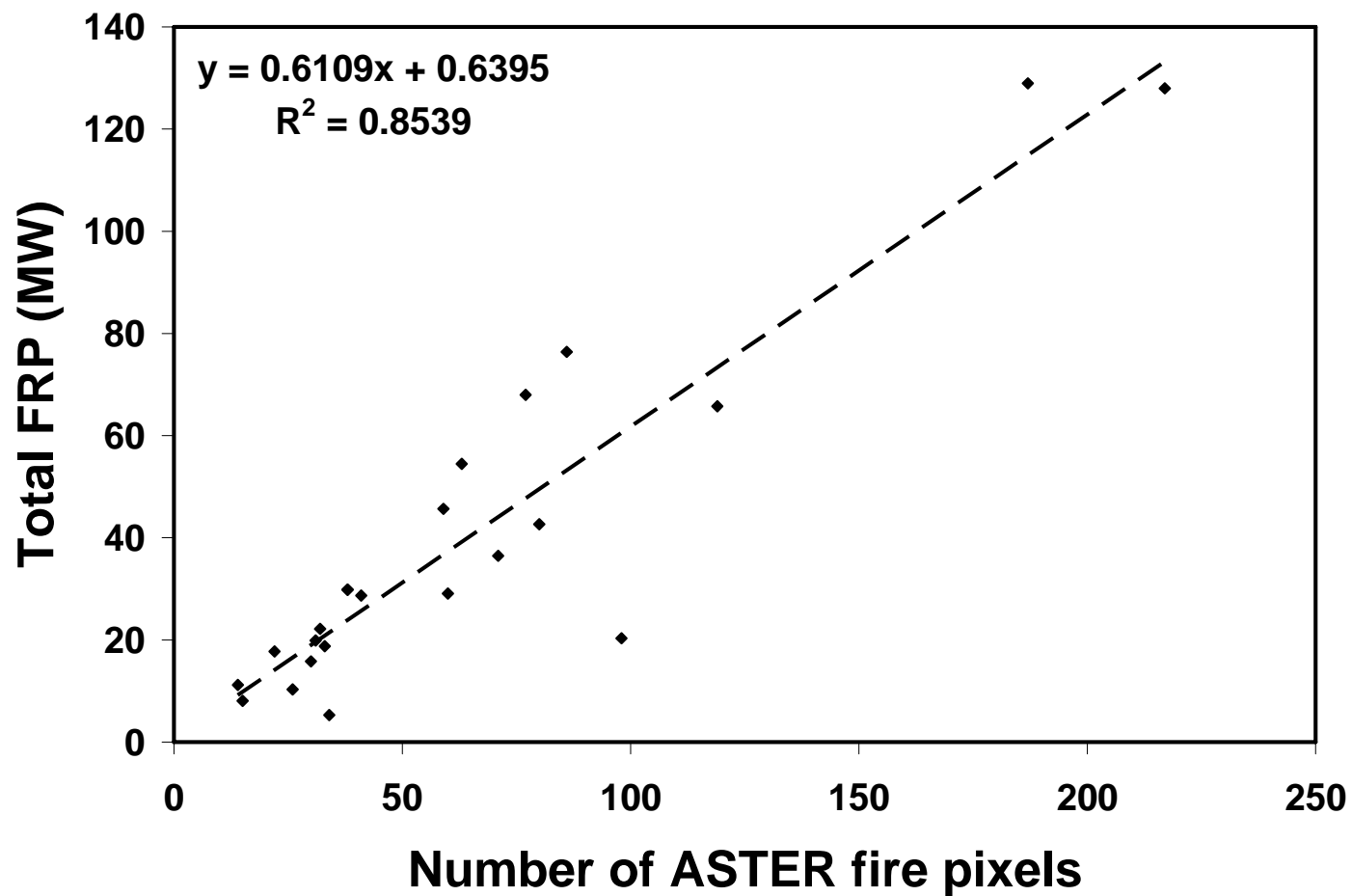
Поправленные данные FRP [MW] (1): данные проекта Амазонии (Бразилия)



Поправленные данные FRP [MW] (2): данные проекта Амазонии (Бразилия)



Параметры, оказывающие влияние на величину FRP (2): данные проекта бореальной зоны Северной Америки



FRP заключение

1. Предыдущие исследования (Wooster et al., 2003) продемонстрировали прямую зависимость FRP от мощности горения
2. Наши последние исследования показали, что FRP зависит от:
 - Местонахождения фронта горения внутри пикселя MODIS
 - Колличества «горящих» пикселей ASTER в рамках одного пикселя MODIS

Картирование полноты выгорания

Normalized Burn Ratio (по данным Ландсата)

$$NBR = \frac{R_4 - R_7}{R_4 + R_7}$$

where

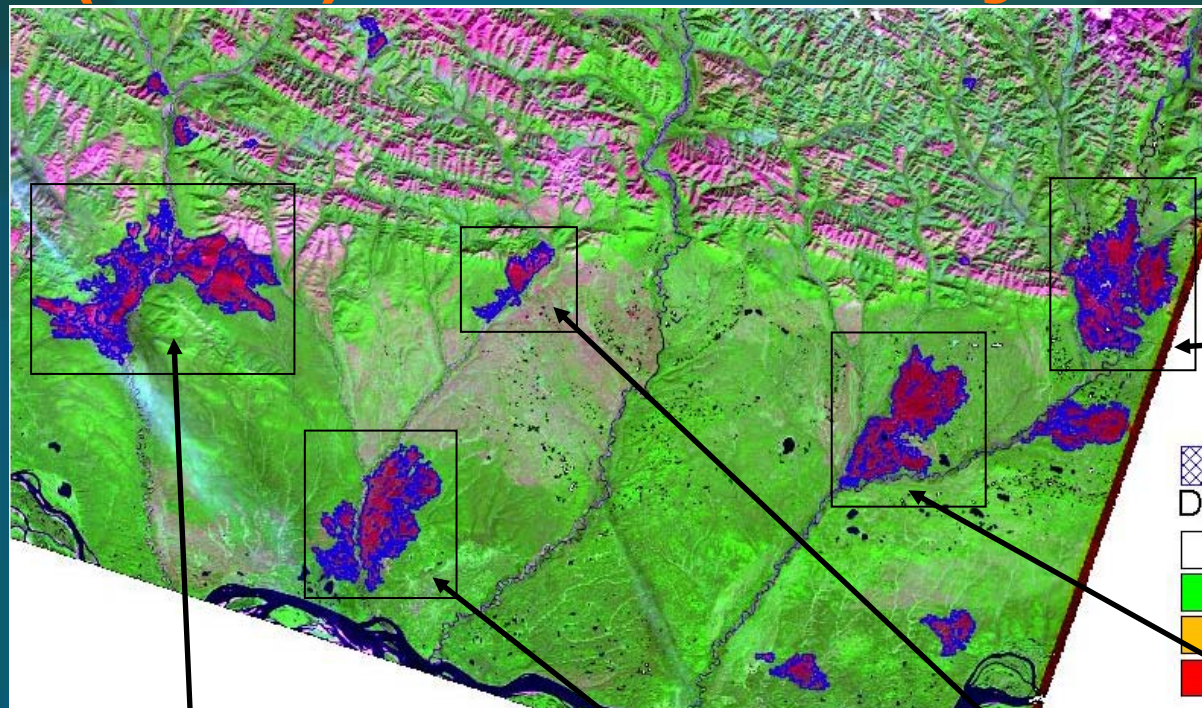
R4 = band 4 (0.76-0.90 μm) reflectance

R7 = band 7 (2.08-2.35 μm) reflectance.

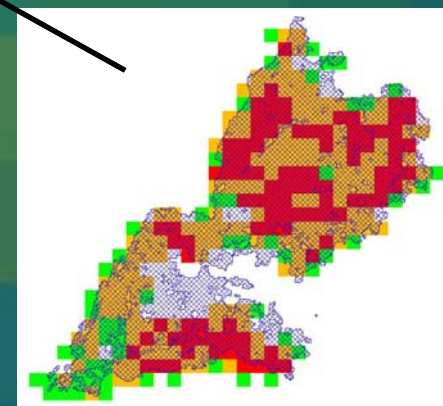
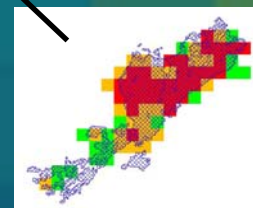
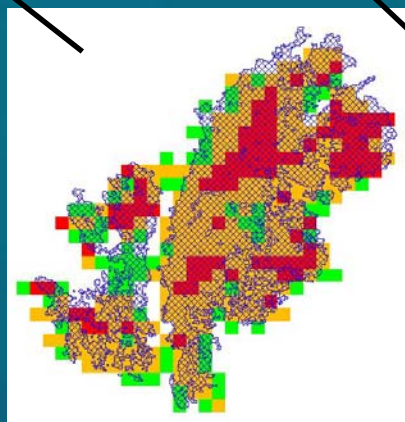
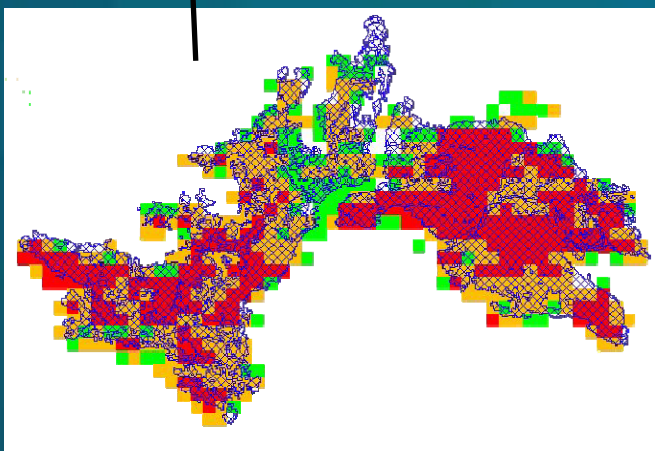
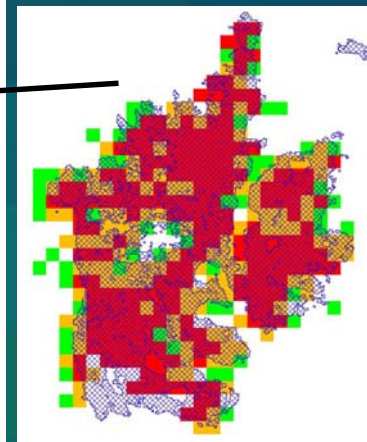
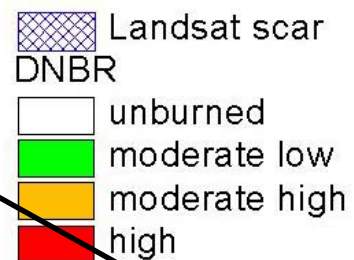
Normalized Difference Burn Ratio

$$dNBR = NBR_{preburn} - NBR_{postburn}$$

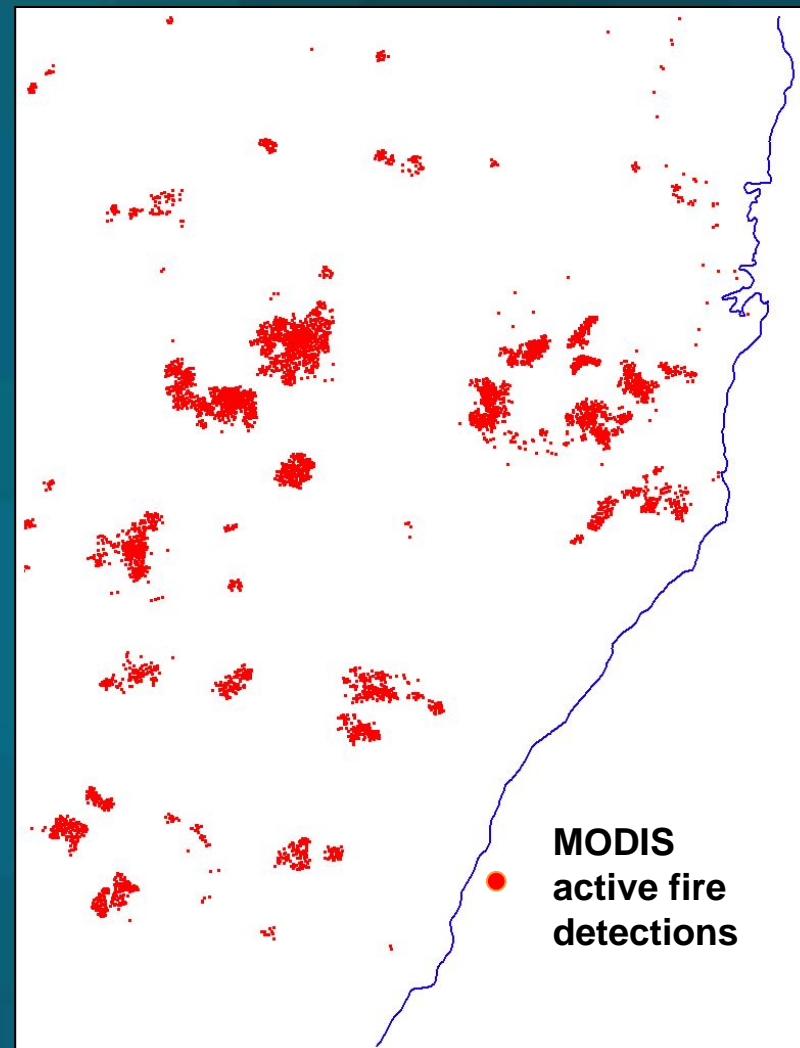
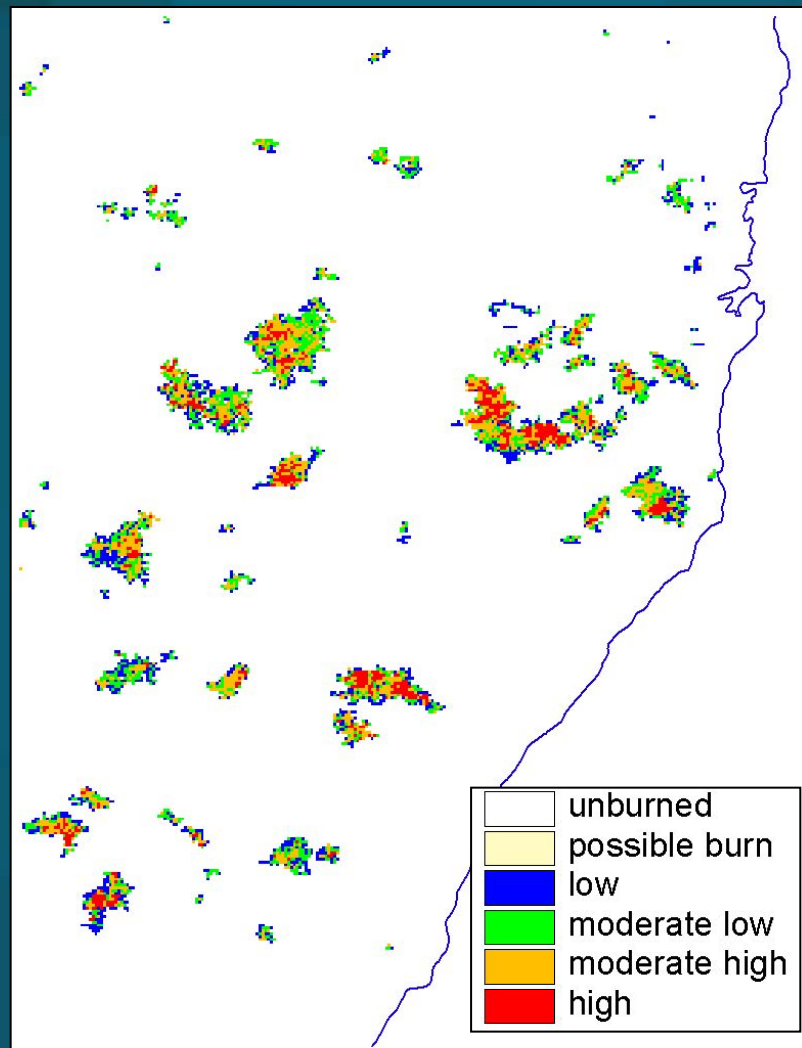
Картирование гарей по DNBR (MODIS (500m): данные из Якутии



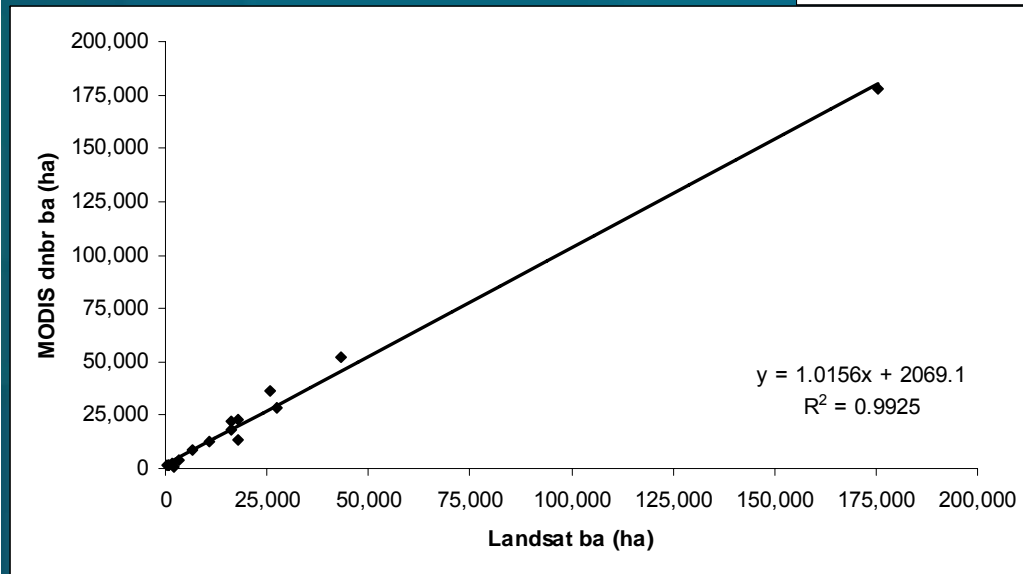
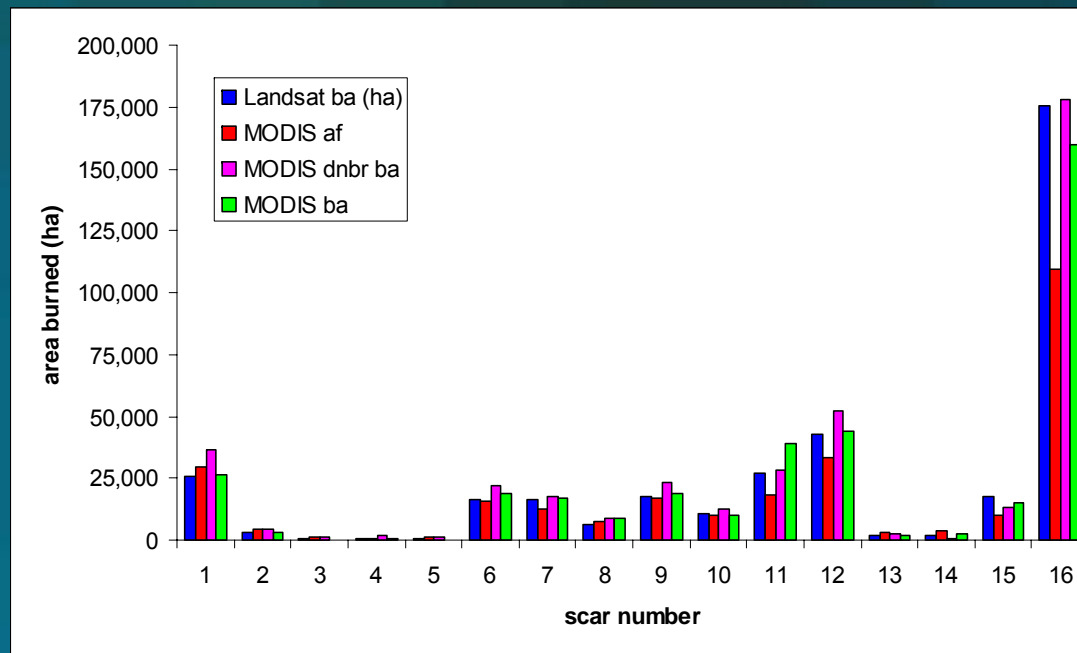
Landsat/ET
M+Path 122
Row 15
Aug 16,
2001



Результаты автоматического картирования гарей по данным MODIS (500m) на региональном уровне: данные проекта Дальнего Востока (Россия) на 2003г.



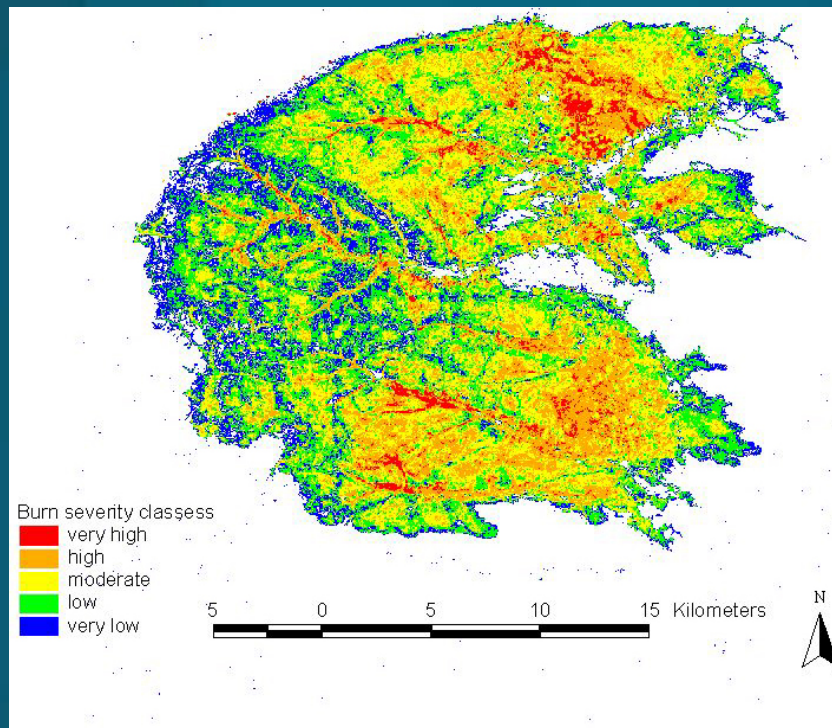
Результаты валидации картирования гарей по DNBR (MODIS (500m): данные из Якутии



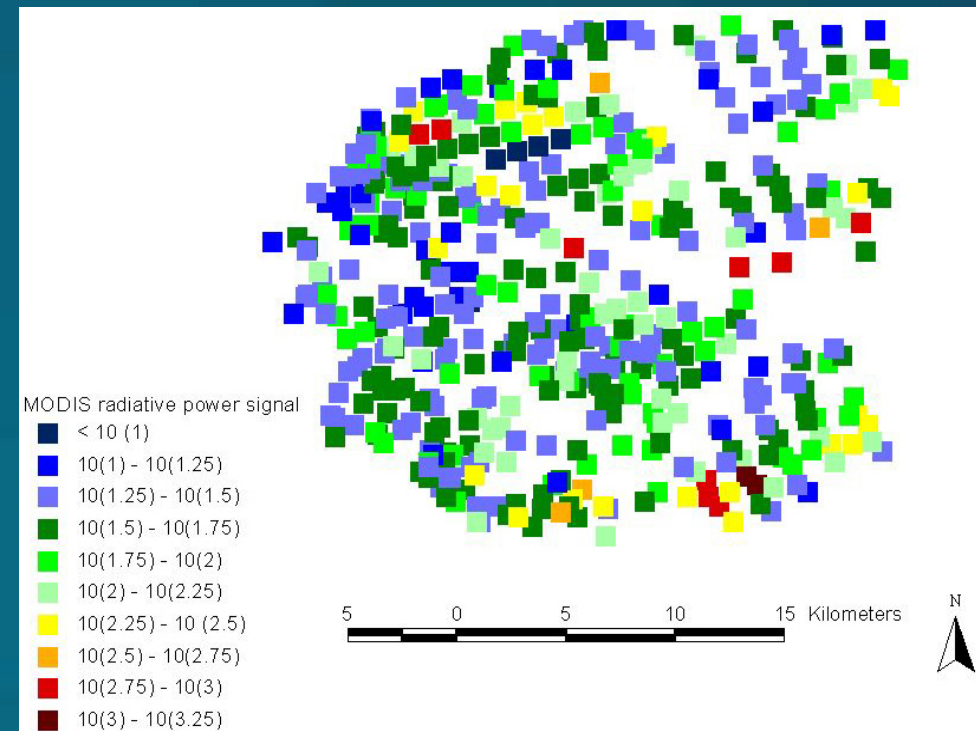
DNBR заключение

1. DNBR представляет большой интерес с точки зрения развития автоматических подходов к картированию гарей
2. Нет точного представления о том, что именно DNBR представляет в отношении характеристики поверхности гари.
3. Большое влияние на данные DNBR оказывается временными рамками картирования степени выгорания.

Сравнение FRP и DNBR (1): данные из Якутии



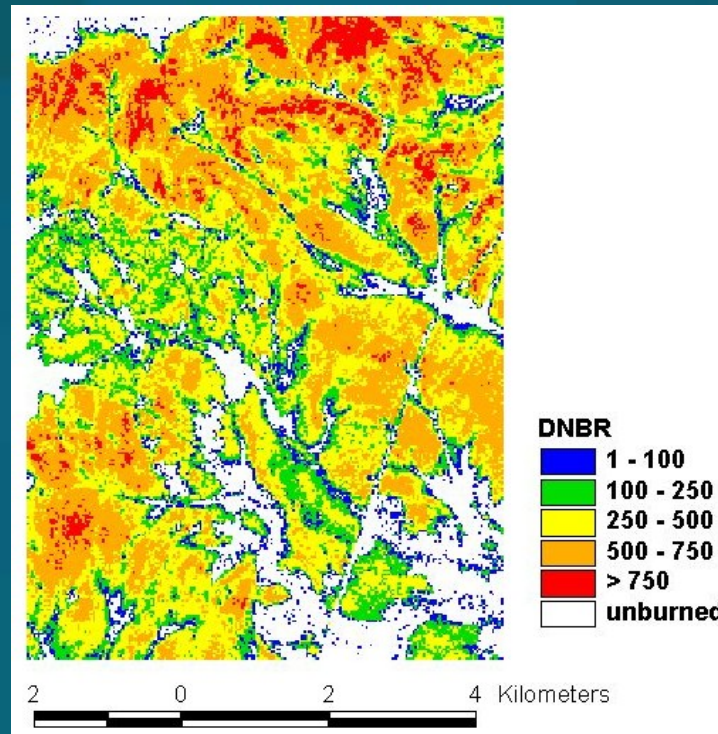
ETM+ burn severity index



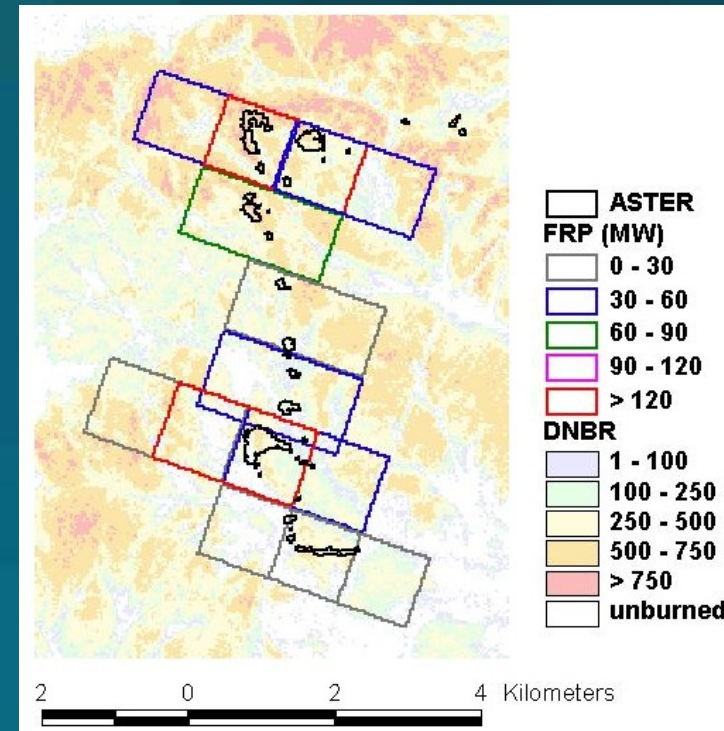
2002 WRS-2 125/017

MODIS Fire Radiative Power

Сравнение FRP и DNBR (2): данные проекта бореальной зоны Аляски

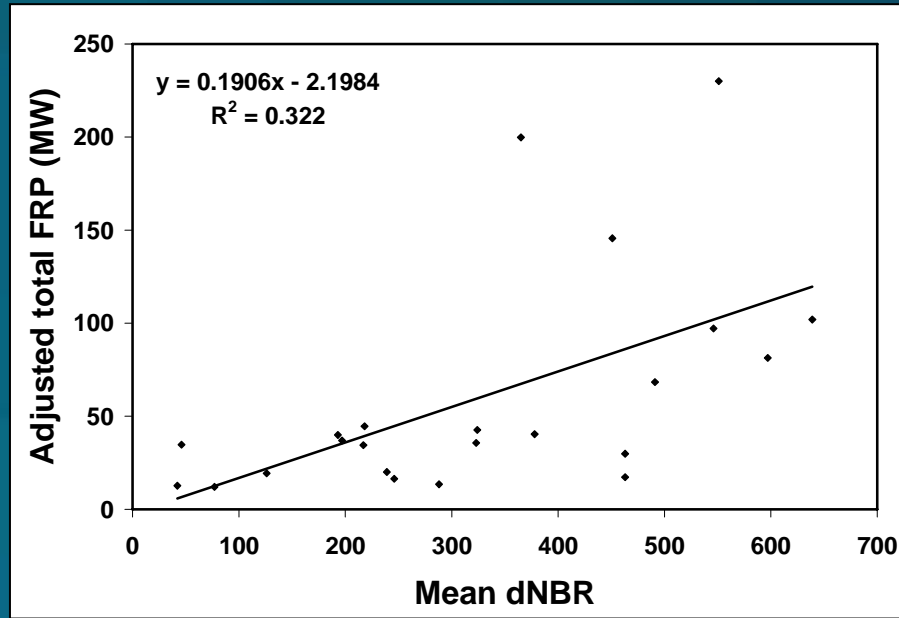
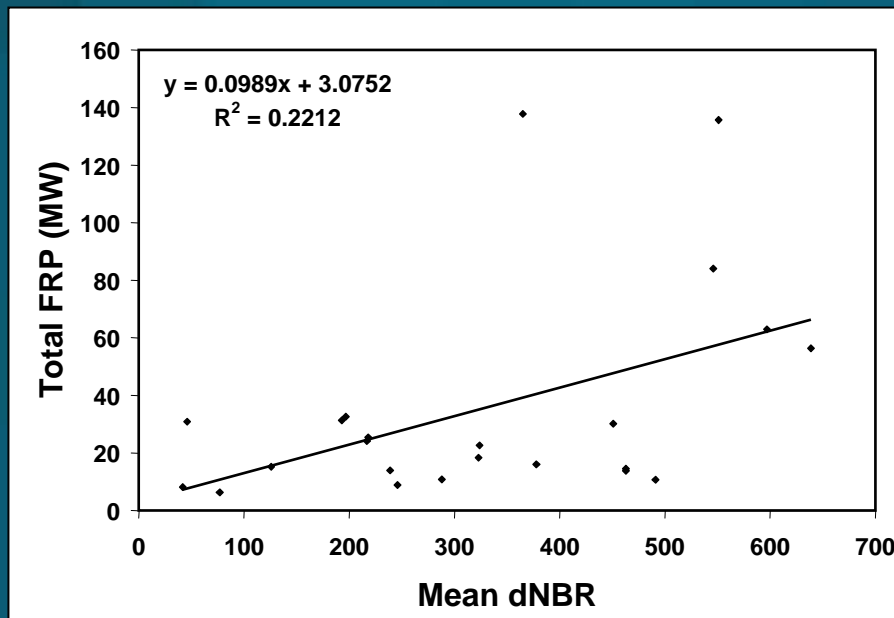


Карта dNBR секции крупного пожара на Аляске 2004г. (WRS-2 path/row 66/15)



Маски горения ASTER в рамках того же самого комплекса и данные FRP с MODIS. Хотспоты 21 июня 2004г.

Сравнение FRP и DNBR (2): данные проекта бореальной зоны Северной Америки



Общие выводы

1. Пока не удалось установить корреляции между FRP и DNBR
2. Необходимо дальнейшее развитие существующих методик и развитие новых методик характеристики процессов горения и выгоревших территорий.
3. Необходимо проведение множества полевых исследований, направленных на установление связи между индексами FRP и DNBR и физическими параметрами процесса горения и характеристиками выгоревших территорий.

Благодарность

Представленные проекты проводятся при поддержке NASA под грантами:

- the Earth System Science Fellowship “Impact of Climate and Land Use Change on Fire Threat and the Amur Tiger” Grant NNG04GR15H.
- “Biomass Burning Observations in Northern Eurasia” Grant NNG04GC82G
- New Investigator Program “Intercalibration of fire products from AVHRR and MODIS in Northern Eurasia” Grant NAG512667