

Сопоставление полученных по спутниковым данным оценок выбросов от лесных пожаров с данными о типе лесной растительности

студентка: Мазурина Серафима
Михайловна

науч. рук.: к.т.н. Кобец Дмитрий
Александрович

сорук.: Лозин Дмитрий
Владиславович

Цель работы

Целью данной работы является повышение точности оценки выбросов от лесных пожаров на территории России за счёт уточнения коэффициентов пересчёта (β), зависящих от типа растительности, на основе сравнения результатов моделей GFED и GFAS, использующих спутниковые данные.

Задачи работы

1. Провести обзор моделей GFED и GFAS для оценки выбросов от пожаров.
2. Описать принцип пересчёта интенсивности горения (FRP) в массу сгоревшего вещества, реализованный в модели GFAS.
3. Изучить методику получения коэффициентов β , основанную на сопоставлении интегральных значений FRP и выбросов по модели GFED с учётом типа растительности.
4. Реализовать техническое сопоставление данных GFED, GFAS и более точной карты типов растительности для тестового региона (Дальний Восток, июль 2020 года).
5. Рассчитать значения коэффициентов β на основе полученных сопоставлений.

GFED

GFED - глобальная база данных о выбросах от пожаров. GFED основана на подходе Seiler и Crutzen (1980) для оценки выбросов:

- Оценка сухой сожжённой биомассы: $DM = A * B * k$, где A – площадь, пройденная огнем ($км^2$), B – запас биомассы на единицу площади ($тонн/км^2$), k – доля фактически сгоревшей биомассы.
- Выбросы конкретных веществ: $E = DM * EF$, где EF – фактор выбросов, который показывает, сколько вещества выделяется при сгорании тонны биомассы.

GFAS

GFAS предоставляет оценки выбросов от сжигания биомассы в реальном времени на основе спутниковых наблюдений FRP.

- FRP — это мощность теплового излучения, выделяемого активным пожаром (Bm): $FRP = \sigma * A * (T_f^4 - T_b^4)$, где σ — постоянная Стефана-Больцмана ($\frac{Вт}{м^2К^4}$), A — площадь пикселя ($км^2$), T_f^4 - температура пожара (K), T_b^4 - фоновая температура поверхности (K).
- FRE — энергия теплового излучения пожара ($МДж$): $FRE = \int_{t_1}^{t_2} FRP (t) dt$.
- Оценка сухой сожжённой биомассы: $DM = FRE * \beta$, где β — коэффициент преобразования ($кг/МДж$), зависящий от типа растительности.

Процесс получения коэффициентов пересчёта β

1. Интегрирование данных FRP
2. Расчёт сгоревшей массы по GFED
3. Сопоставление по типам растительности
4. Построение линейной регрессии
5. Определение коэффициента β

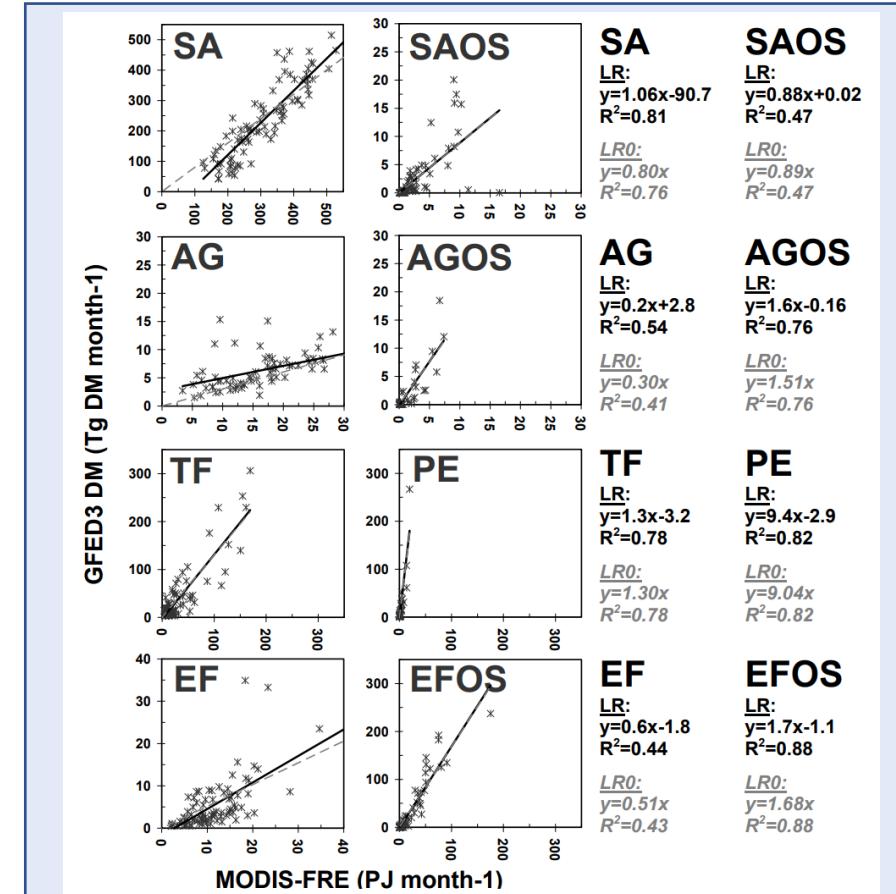


Рисунок 1 – линейная регрессия MODIS-FRE и GFED для разных типов растительности с 2003 по 2009 гг.

Исходные данные

GFED

- Координаты центра (широта, долгота) прямоугольной области размера $0.25^\circ * 0.25^\circ$, в которой наблюдался пожар (lat, lon),
- Дата наблюдения (date),
- Масса сгоревшей сухой биомассы (dm_kg),
- Площадь пикселя (pixel_area_km2).

GFAS

- Координаты центра (широта, долгота) прямоугольной области размера $0.1^\circ * 0.1^\circ$, в которой наблюдался пожар (lat, lon),
- Дата (date),
- Площадь пикселя (area_pix_m2),
- Суммарное излучение тепловой энергии в сутки (emis_frp_mj).

Карта растительности

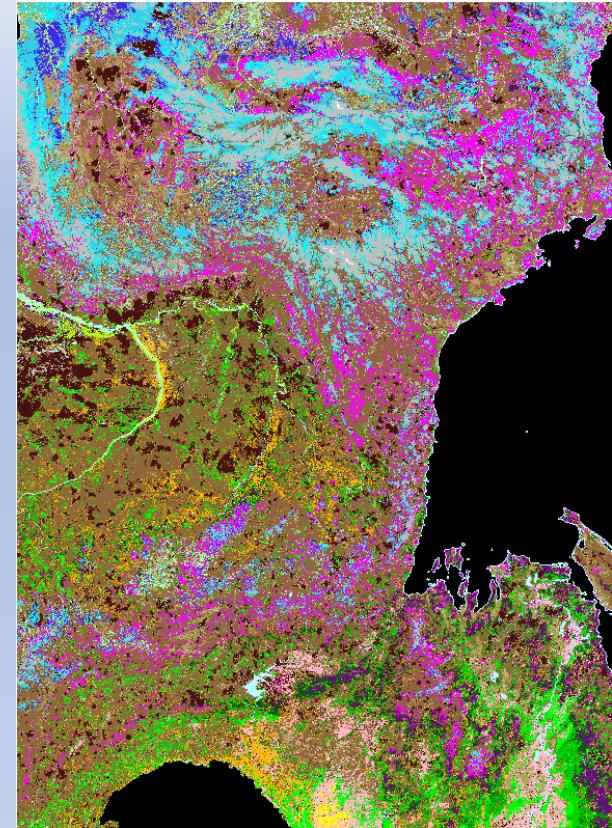


Рисунок 2 – карта типов растительности Дальнего Востока.

Сопоставление данных

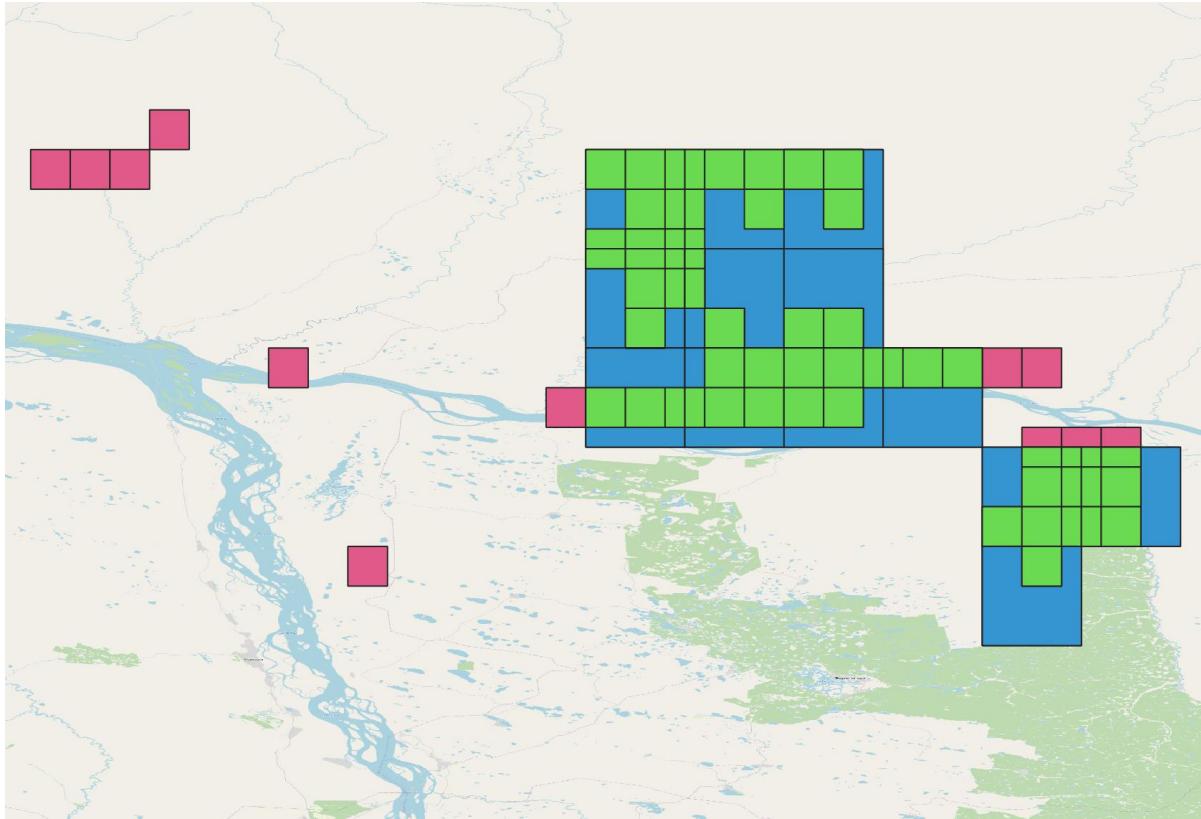


Рисунок 3 – фрагмент слоев геометрий на юге Верхоянского хребта на 25.07.2020 г., где голубым цветом показан слой пикселей GFED, розовым – слой пикселей GFAS, зеленым – слой пересечения геометрий GFED и GFAS (srid = 4326).

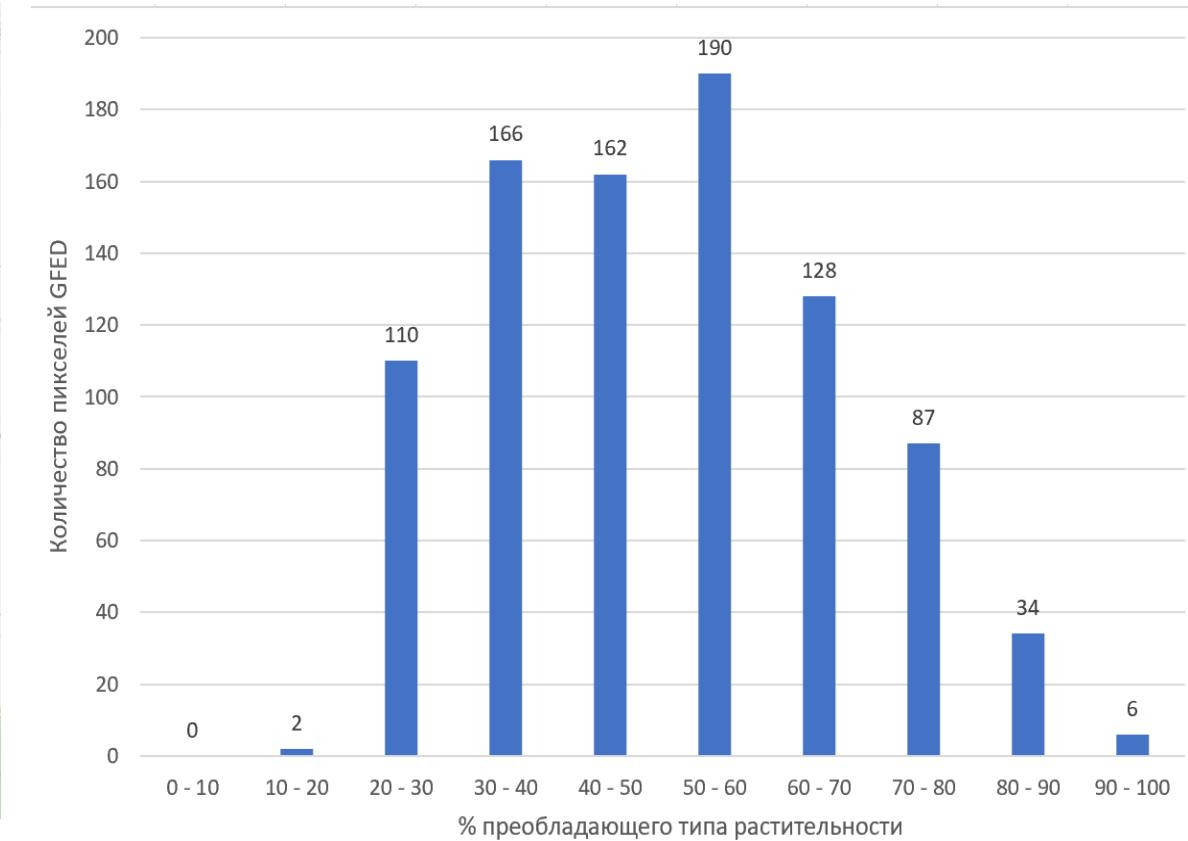


Рисунок 4 – распределение доли преобладающего типа растительности в пикселях GFED.

Расчет коэффициентов β

Для оценки коэффициента β в данной работе применяется приближённый метод:

- для каждого типа растительности выбираются все пиксели, относящиеся к нему;
- затем для этих пикселей по всем доступным дням в пределах периода анализа (один месяц) производится суммирование значений FRP и DM;
- далее рассчитывается β как отношение общей массы сгоревшей биомассы $\sum DM$ к суммарной интенсивности горения ($FRE = \sum FRP$): $\beta \approx \frac{\sum DM}{\sum FRP}$

Название класса	Суммарная масса сухого сожженного вещества за месяц DM, кг	Энергия теплового излучения за месяц FRE, МДж	Коэффициент пересчета β , кг/МДж	Количество пикселей GFED
Светлохвойный лес	9 833.9 млн	475.3 млн	20.69	7
Лиственный лес	111.6 млн	25.5 млн	4.38	3
Смешанный лес с преобладанием хвойных	4.8 млн	5.3 млн	0.9	2
Хвойный листвопадный лес	275 146 млн	24 020 млн	11.46	628
Редины хвойные листвопадные	25035 млн	3070 млн	8.15	45
Хвойный кустарник	6769.3 млн	1151 млн	5.88	40
Лиственный кустарник	844.7 млн	68.2 млн	12.38	4

Заключение

1. В ходе настоящего исследования были получены коэффициенты пересчёта β для различных типов лесной растительности на основе сопоставления данных FRP из модели GFAS и массы сухого сгоревшего вещества DM из модели GFED.
2. Сравнение полученных коэффициентов β с эталонными значениями (*Kaiser и др., 2012*), приведёнными для категории Extratropical Forest on Organic Soil (EFOS), которая и включает в себя типы лесной растительности Дальнего Востока, показало существенное расхождение. В то время как значение β для EFOS составляет 1.70 кг/МДж, в данной работе рассчитанные значения для отдельных лесных классов варьируются от 0.9 до более чем 20 кг/МДж, что в несколько раз превышает опубликованные данные.
3. Полученные значения отражают реальное региональное разнообразие и подтверждают необходимость локальной адаптации коэффициентов β , используемых в модели GFAS.
4. В дальнейшем планируется расширить анализ на всю территорию России и обработать полный временной ряд с 2003 по 2024 год, что позволит получить более достоверные и устойчивые коэффициенты β для различных типов растительности.

Спасибо за внимание

студентка: Мазурина Серафима
Михайловна

науч. рук.: к.т.н. Кобец Дмитрий
Александрович

сорук.: Лозин Дмитрий
Владиславович