

Оценка площадей, проходимых лесными пожарами, на основе данных VIIRS

Балашов И.В., Лупян Е.А., Сенько К.С., Стыценко Ф.В.

Институт Космических Исследований РАН

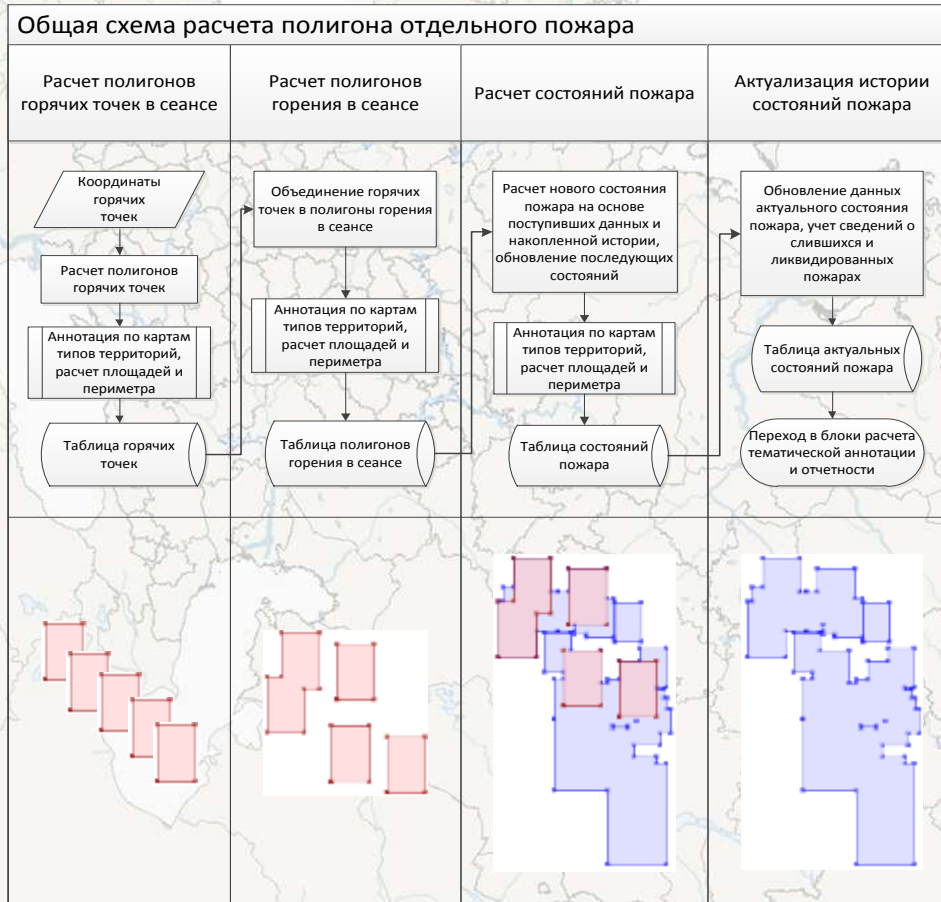
Спутниковый мониторинг пожаров в 21 веке

- С 2001 года имеются регулярные данные прибора MODIS (Аппараты AQUA и TERRA, США)
 - Разрешение данных в ИК-канале и продукта термических аномалий от 1 км/пиксель (зависит от угла сканирования)
 - Фаза активного существования завершается в 2025-2026 годах
- Данные широко используются для оценки площадей пожаров и их последствий, в том числе в системах
 - ИСДМ-Рослесхоз, Вега-Лес, Вега-PRO, VSV и др.
- С 2011 года доступны данные прибора VIIRS (разрешение от 375м/пиксель), работающего на постепенно расширяемой серии аппаратов NPP, NOAA-20, NOAA-21 и с 2015 года начинают учитываться при оценке пожаров
- Дополнительные источники данных - МСУ-МР (Метеор №2_2,2_3,2_4), Sentinel-3, MERSI-LL FY-3D (風雲) – в стадии реализации устойчивых алгоритмов выявления термических аномалий

Технология мониторинга пожаров

- Рассматривается пожар не как отдельная термическая аномалия, а как объект, развивающийся в пространстве и времени
 - Отдельные пожары могут возникать, ликвидироваться и сливаться друг с другом
- Мониторинг пожаров включает в себя оценки
 - Количества объектов (пожаров)
 - Пройденной пожарами площади
- Оценки могут быть представлены
 - За различные временные интервалы (например, весенние и летние пожары, пожары за год и за 5 лет)
 - По различным категориям пройденных земель (например, лесные и нелесные пожары)

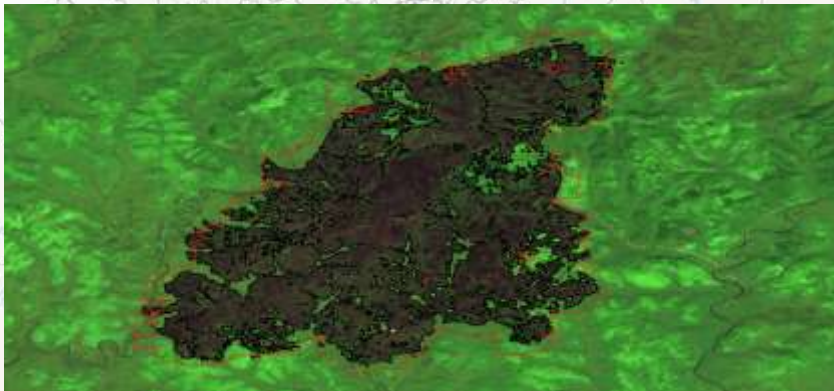
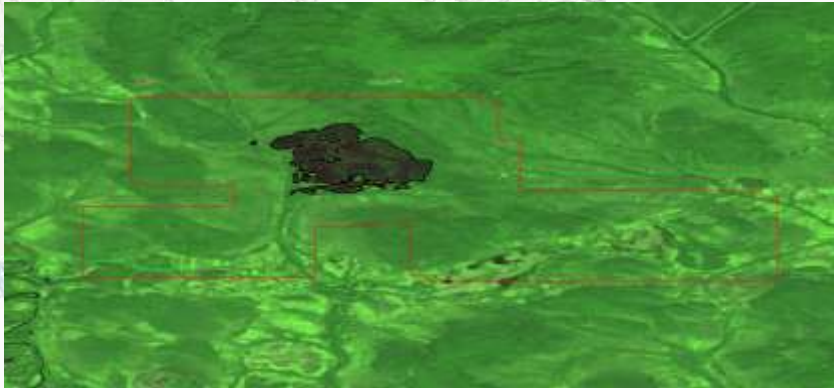
Технология оценки площадей пожаров



Формирование объекта «пожар»

- Формируется объект, имеющий предысторию наблюдений
- Отдельные очаги горения интегрируются в общий объект «пожар»
- Полигоны проходят аннотацию по тематическим картам, в т.ч. картам лесов
- Полученные данные позволяют оценивать пройденные огнем площади

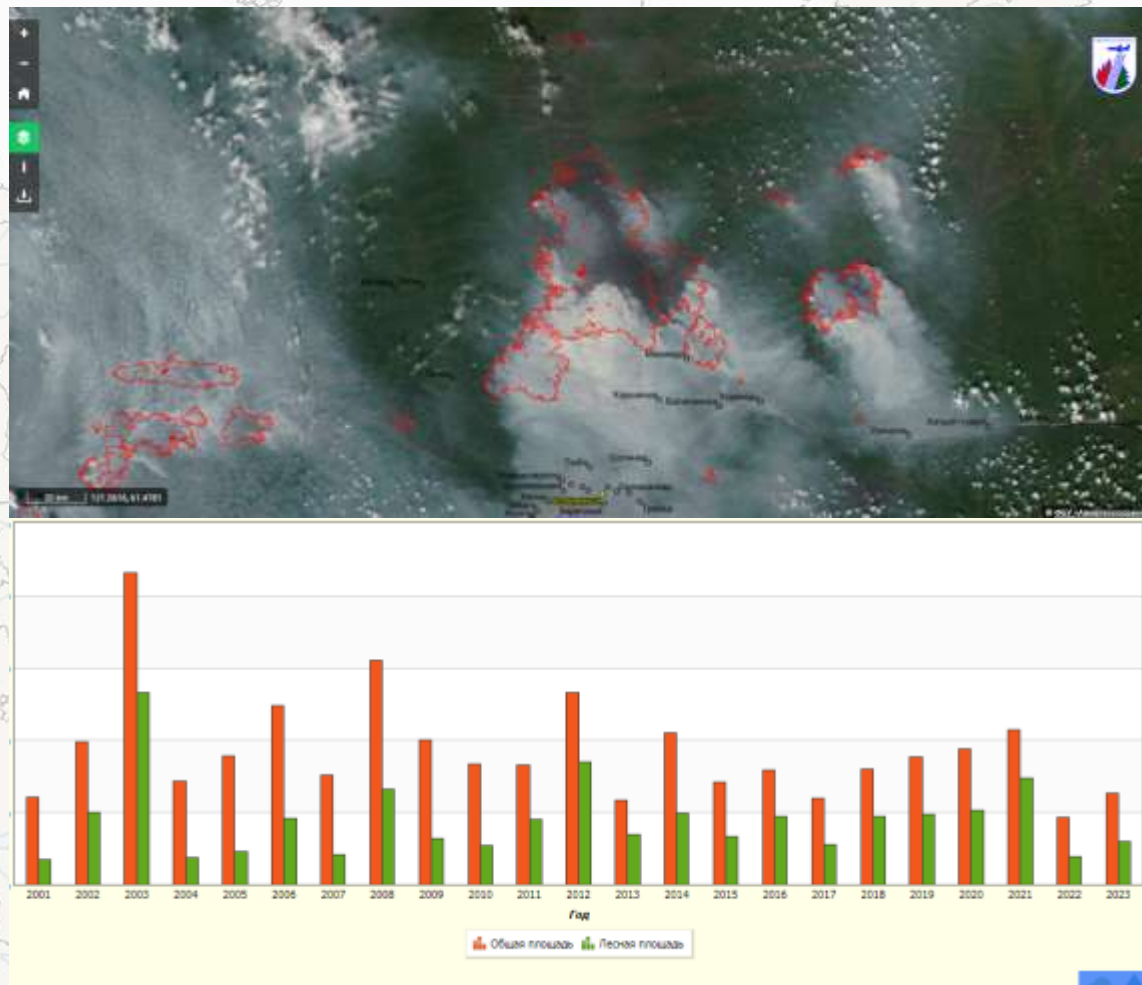
Технология оценки площадей пожаров



- Для оценки площадей, пройденных огнем, требуется геометрическая коррекция получаемых полигонов
- На основе уточненных контуров по высокому разрешению сформирована статистика и получена формула коррекции площади, зависящая от площади пожара
- Статистика сформирована на базе объединенных данных MODIS коллекции MC6v3 и данных VIIRS

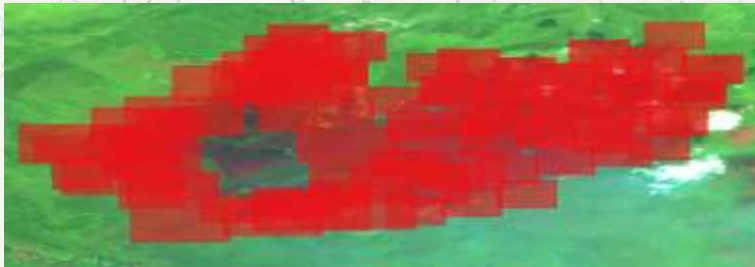
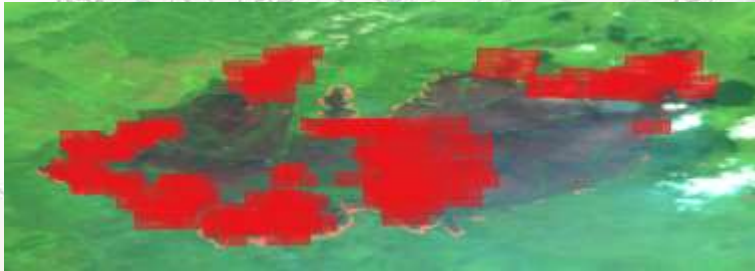
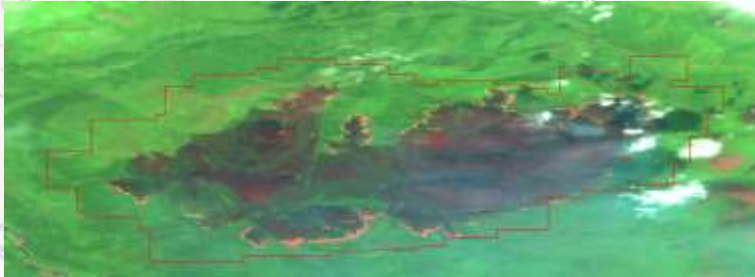
Данные о площадях пожаров в сервисах спутникового мониторинга

- Оперативные решения на основе оценки пройденных огнем площадей
- Анализ трендов на основе многолетней статистики
- Данные для ведения различных реестров



Примеры продуктов на основе данных мониторинга пожаров в разных сервисах

Источники проблем при измерении источника наблюдения



Пример наблюдений пожара за отдельные сутки разными приборами

Основные факторы изменений

- Детектируемая площадь горения
- Связность «пожара» в один объект
- Покрывтие «пропусков» горения

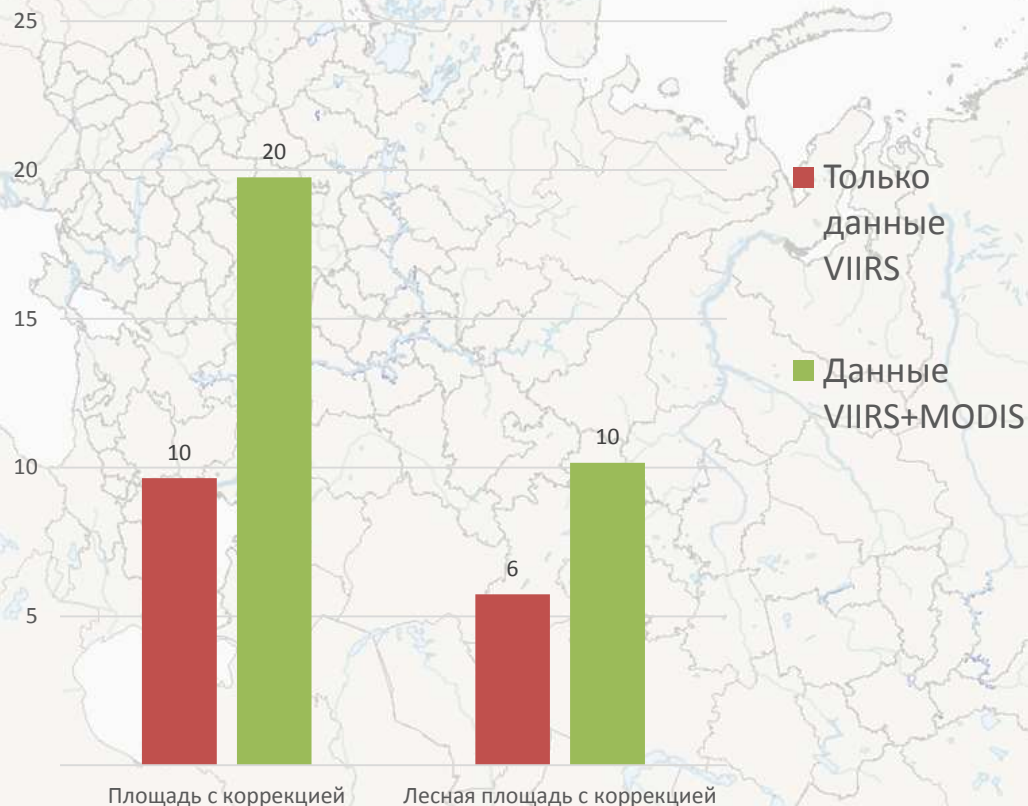
Возможные причины изменений

- Размер пикселя
- Частота наблюдений

Что необходимо предпринять

- Оценить численно возможные изменения
- Определить возможность адаптации
- Провести расчеты наборов данных и определить оптимальные параметры для адаптации технологии мониторинга

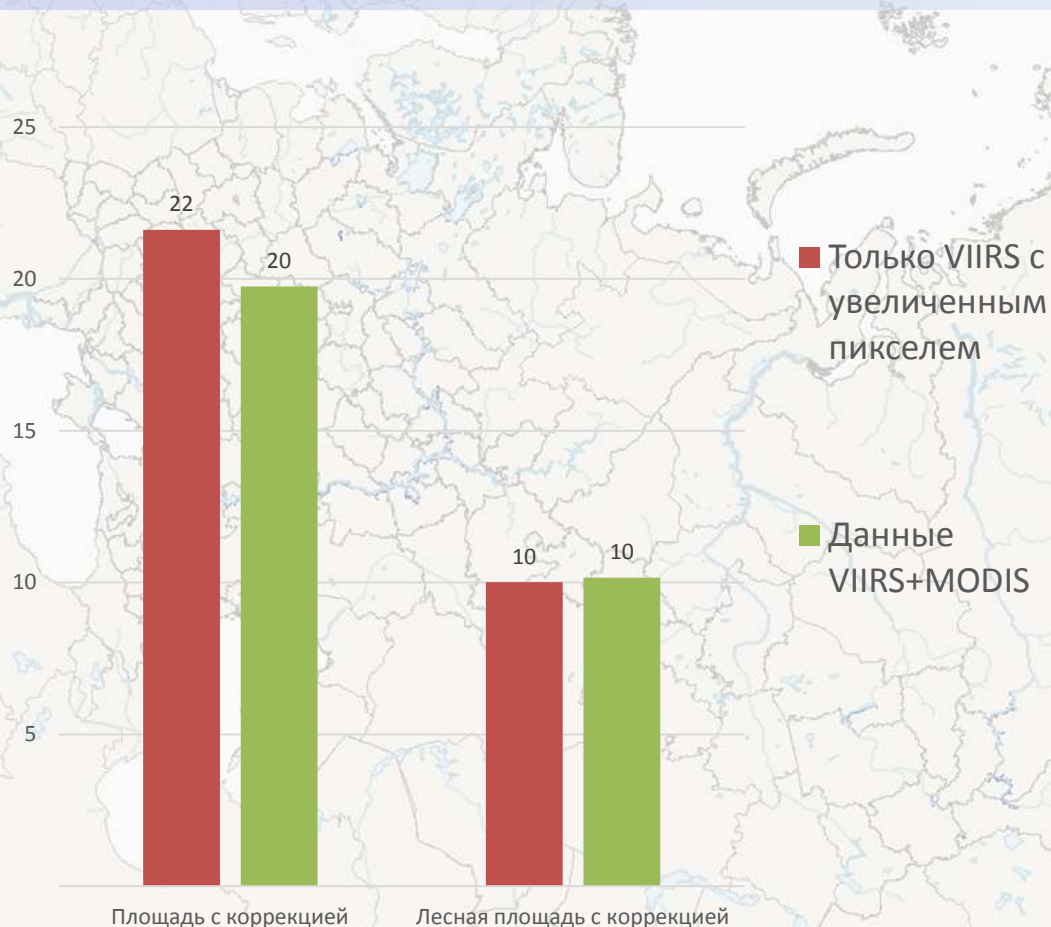
Проблема оценок площадей при переходе на VIIRS



Пройденные пожарами площади на территории РФ за 2020 год, млн. га

- Рассчитаны наборы данных на основе только VIIRS
- Исключение данных MODIS из ряда данных о пожарах на территорию РФ приводит к почти двукратному уменьшению оценок лесных площадей пожаров
- Для данных VIIRS управлять частотой наблюдения мы не можем, единственный вариант – изменить размер пикселя.
- При этом, чувствительность прибора VIIRS выше и количество пожаров существенно возрастает

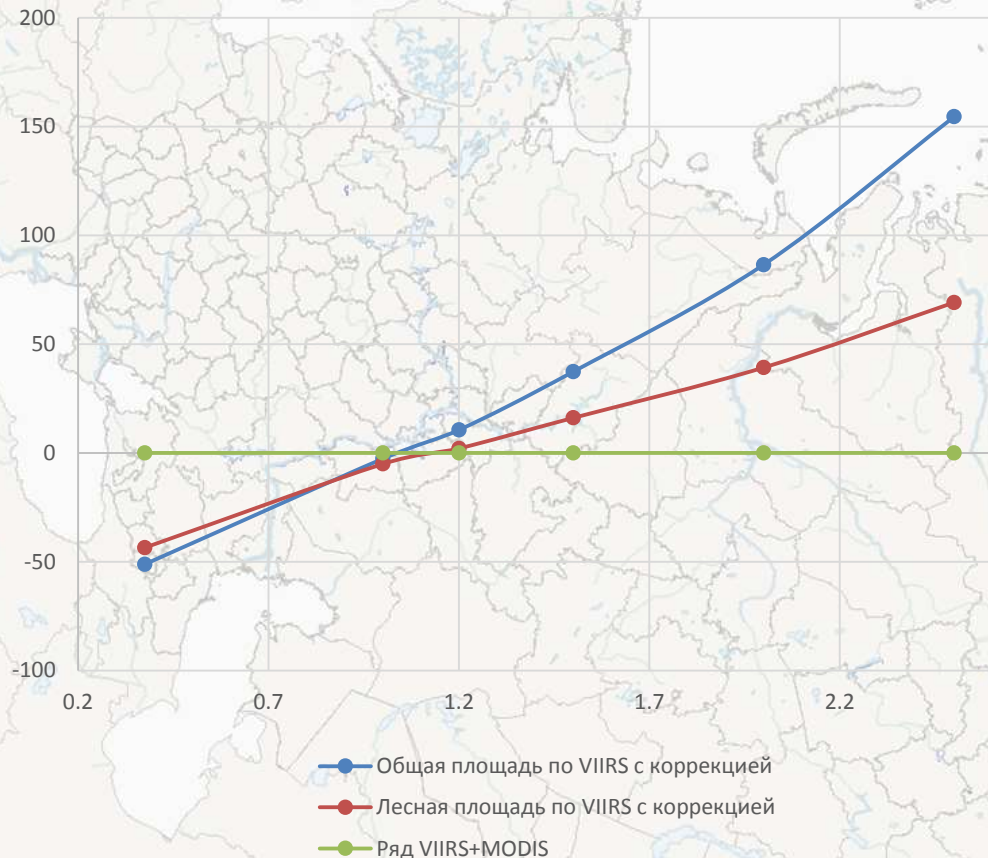
Оценка возможности проведения адаптации



Пройденные пожарами площади на территории РФ за 2020 год, млн. га

- Сформирован модельный набор с размерами исходных пикселей VIIRS, масштабированных до размеров MODIS
- Видно, что изменением размера пикселя можно компенсировать проблемы, вызванные более высоким разрешением
- Можно использовать существующую технологию мониторинга и получать сопоставимые ряды данных
- Остается выяснить, какой именно размер пикселя дает наилучшее подобие.

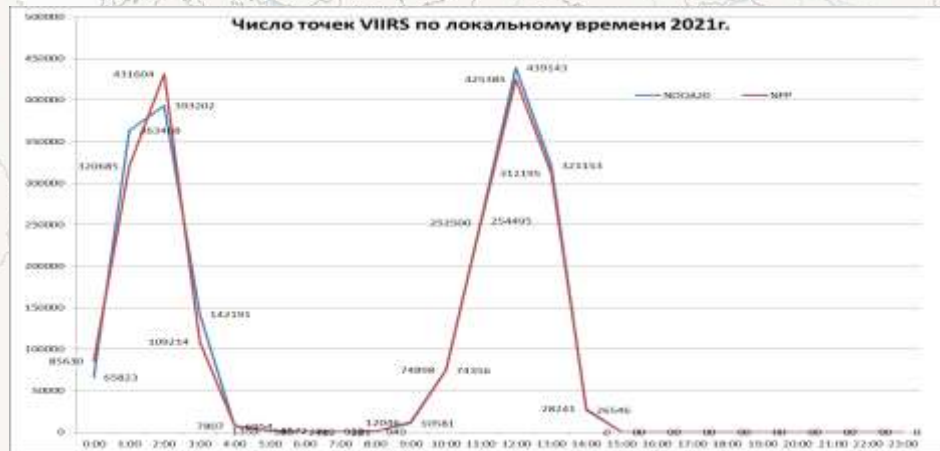
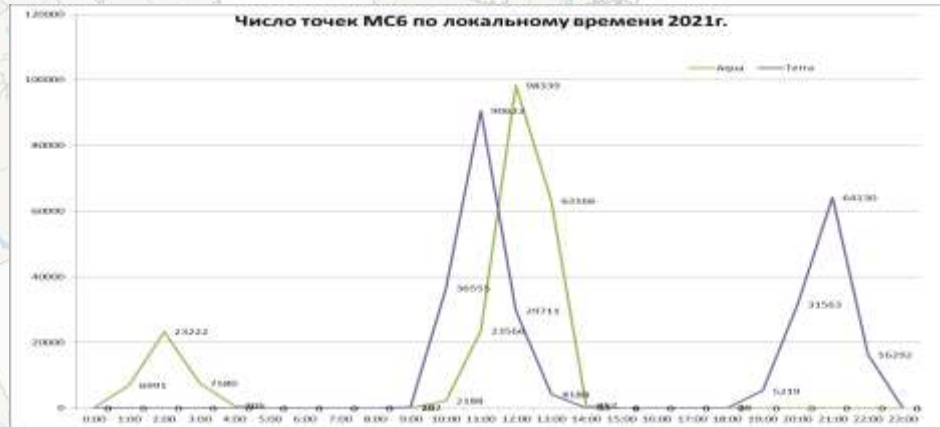
Моделирование влияния размера пикселя на характеристики рядов данных



Разница в пройденной пожарами площади на территории РФ за 2021* год с модельными рядами, %

- Проведено моделирование и рассчитаны наборы данных с размерами пикселя 1, 1.5, 2, 2.5 км. и дополнительным, зависящим от угла визирования
- Наилучший параметр размера пикселя для получения сопоставимой оценки лесных площадей может составлять 1.1-1.3 км
- Для выбора варианта, дающего наименьшее расхождение так же необходим учет геометрической коррекции площадей.

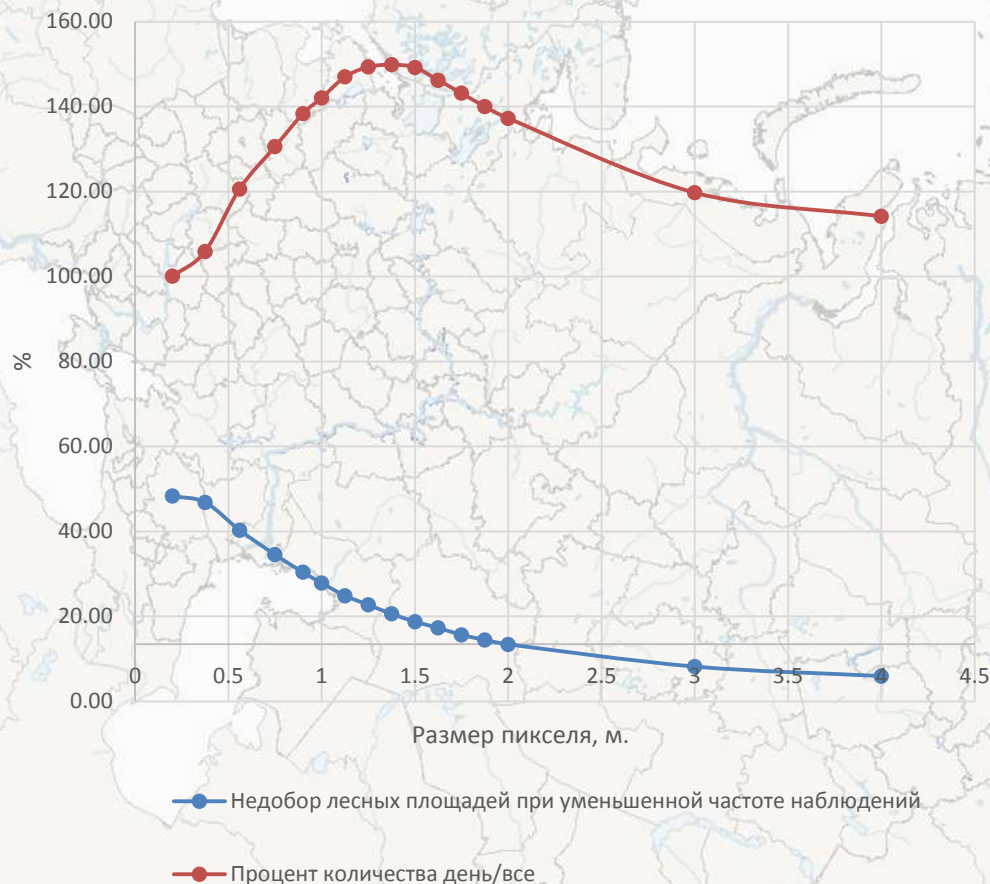
О частоте наблюдения пожаров приборами VIIRS и MODIS



Распределение количества наблюдаемых горячих точек по астрономическому местному времени

- Объем «пропусков» областей горения зависит от скорости движения фронта пожара и частоты наблюдений
- Данные прибора VIIRS не увеличивают частоту наблюдений пожаров по MODIS
- Данные третьего аппарата NOAA 21 так же не увеличат частоту наблюдения
- Чтобы смоделировать влияние частоты наблюдений на пропуски площадей возможно использовать подмножество наблюдений

О связи между оценками площадей пожаров, частотой наблюдения и разрешением прибора



Оценка изменений наборов данных с меньшим количеством наблюдений для разных размеров пикселя

- Сформированы модельные ряды на базе **крупных** пожаров MODIS (17 рядов с разным размером пикселя), которые позволяют определить оптимальный порог разрешения
- Управляя размером пикселя и частотой наблюдения можно получить наиболее полное покрытие пройденной огнем площади
- Возможно проведение моделирование параметров группировки КА для наблюдения лесных пожаров

Промежуточные итоги

Проведенные работы показали, что изменением размера пикселя данных можно решить основную проблему перехода – получить сопоставимые оценки пройденных огнем площадей.

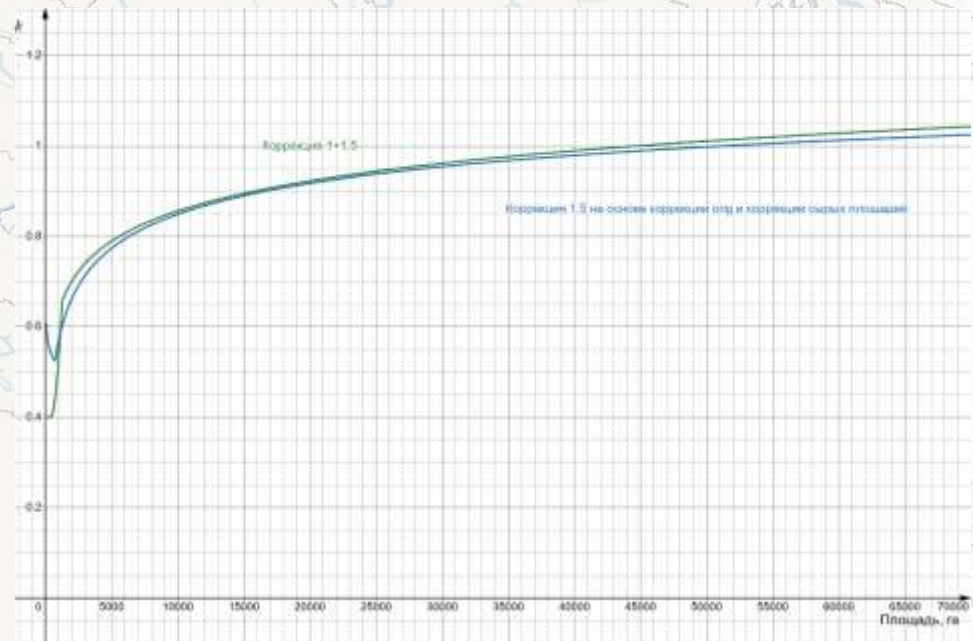
Пройденные шаги для получения сопоставимых оценок лесных пожаров по VIIRS

- Выбран размер пикселя и дистанция объединения в пожар
- Сформированы эталонные наборы пожаров по данным MODIS за 25 лет
- Сформированы ряды данных о пожарах VIIRS с выбранными параметрами

! Нужно получить функцию для геометрической коррекции площадей.

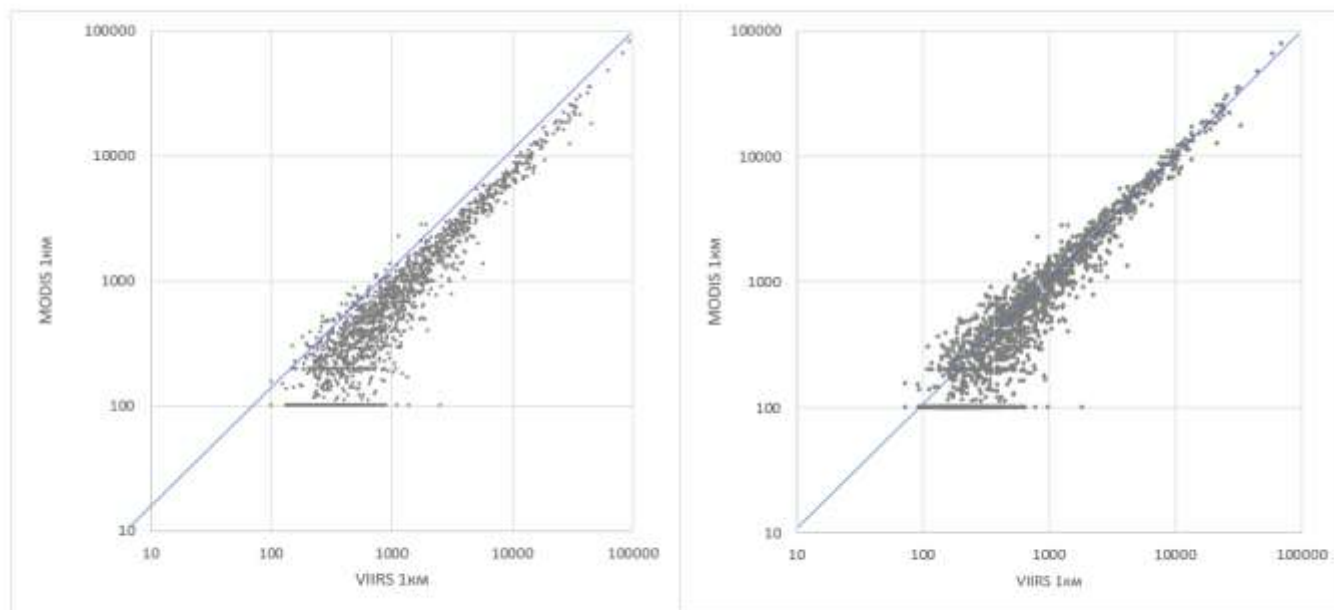
Метод дополнительной коррекции

- Имея «референсный» ряд пожаров с известными алгоритмами коррекции площадей можно получить функции дополнительной коррекции любого другого ряда оценок площадей
- Возможность применения такого подхода была проверена на данных MODIS различного пространственного разрешения
- Сравнение коррекции площадей пожаров для «референсного» ряда на основе исходного разрешения MODIS и нового, сформированного на базе разрешения 1 км.
- Показана хорошая сходимость
- Сохраняется неопределенность в зоне пожаров малой площади



Дополнительная коррекция площадей пожаров по данным VIIRS

- С параметрами разрешения и дистанции объединения 1/1.5 км были сформированы наборы контуров пожаров по данным только приборов VIIRS за 2024 год
- Проведено сопоставление пожаров VIIRS с «референсными» пожарами по данным только MODIS

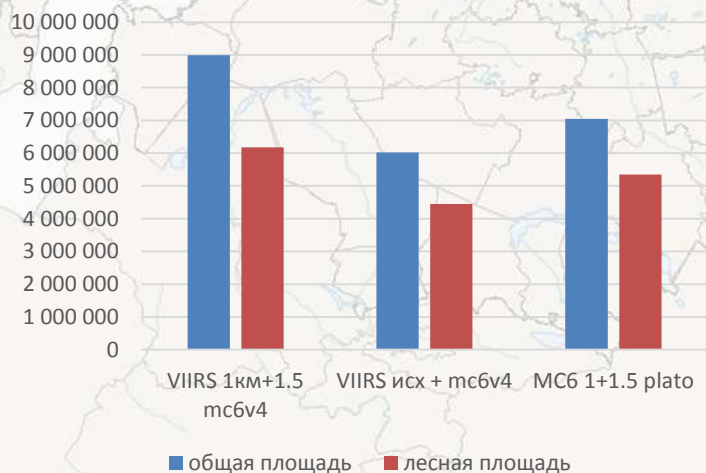


Предварительные оценки площадей лесных пожаров по данным VIIRS

- Характеристики контуров пожаров по данным только приборов VIIRS за 2024 год
- Применение дополнительной коррекции позволило получить сопоставимые с «референсными» оценки площадей

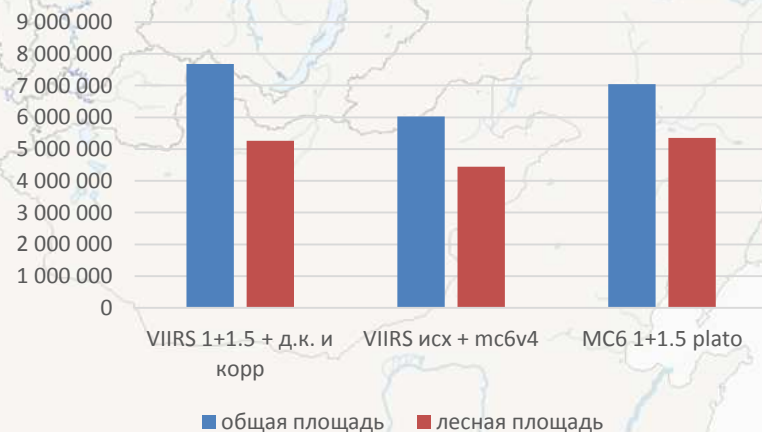
До проведения дополнительной коррекции

Различные исходные оценки летних лесных пожаров, 2024 г., РФ, га



После проведения дополнительной коррекции

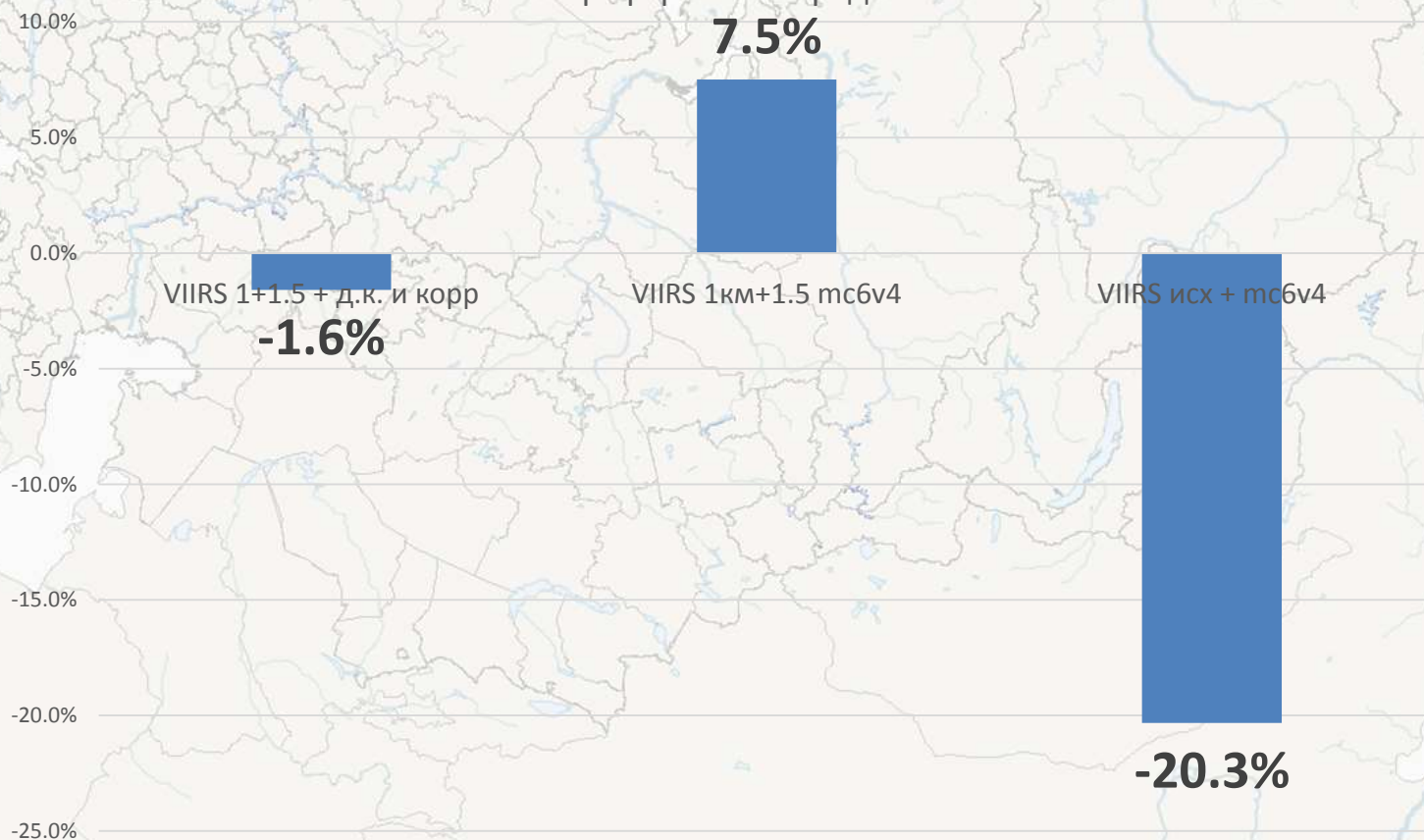
Дополнительно скорректированные оценки площадей пожаров по данным VIIRS 1 км.



Предварительные оценки площадей лесных пожаров по данным VIIRS

- Сформированный с учетом дополнительной коррекцией ряд данных о пожарах 2024 года (летние лесные пожары на территории РФ)

Отклонения в оценках площадей лесных летних пожаров относительно "референсного ряда"



Итоги и дальнейшие действия

- Для получения сопоставимых оценок площадей, пройденных огнем, по новым (либо изменившимся) источникам данных возможно использование схемы с дополнительной коррекцией
- Схема с дополнительной коррекцией может быть применена в том числе, для различного состава группировок КА (в частности, в период отсутствия Aqua в группировке КА с прибором MODIS)
- Сформирована технология оценок площадей пожаров по данным VIIRS b и получены предварительные оценки площадей, пройденных огнем
- Уточнение функции дополнительной коррекции в области «мелких» пожаров
- Расчет нескольких лет данных пожаров по VIIRS и проверка сезонной устойчивости схемы с дополнительной коррекцией (с учетом меняющейся структуры горимости лесов)

Спасибо за внимание!

smis.iki.rssi.ru

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки (тема "Мониторинг", госрегистрация № 122042500031-8) с использованием возможностей центра коллективного пользования "ИКИ-Мониторинг", включая УНУ "ВЕГА-Science".

Отдел «Технологий
спутникового
Мониторинга»

