

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

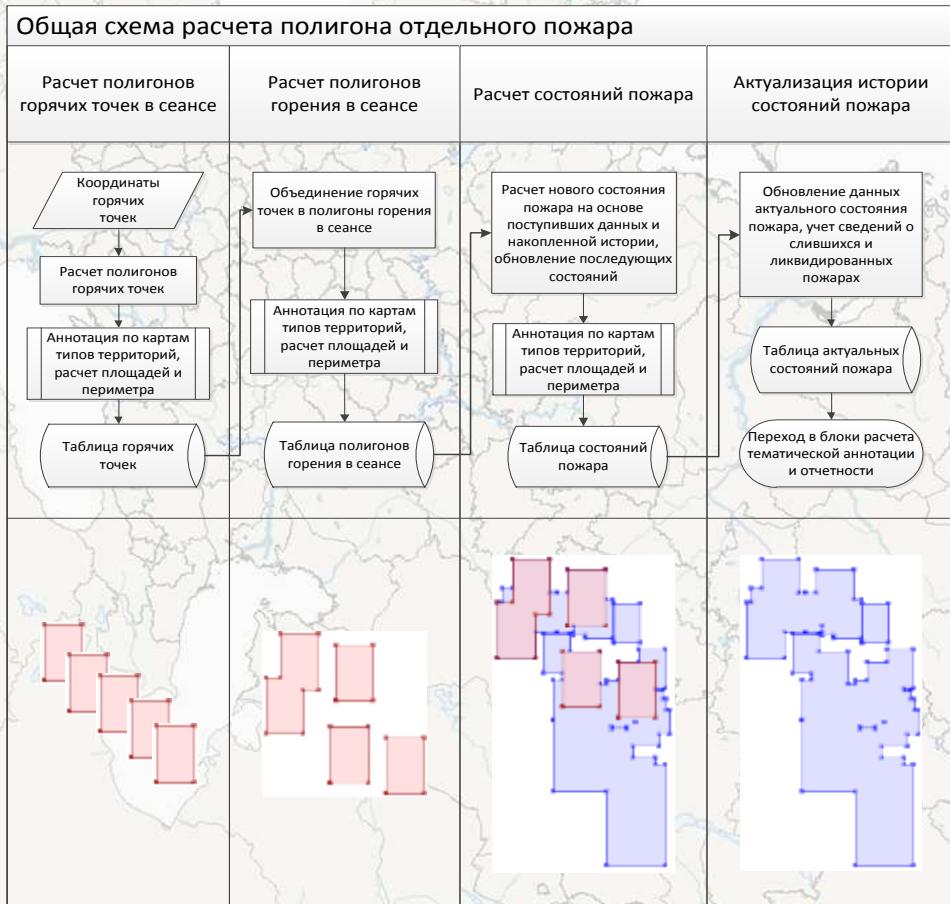
Спутниковый мониторинг пожаров в 21 веке

- 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 начитаются учитываться при оценке пожаров
- Дополнительные источники данных - МСУ-МР (Метеор №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
 - Количество 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)

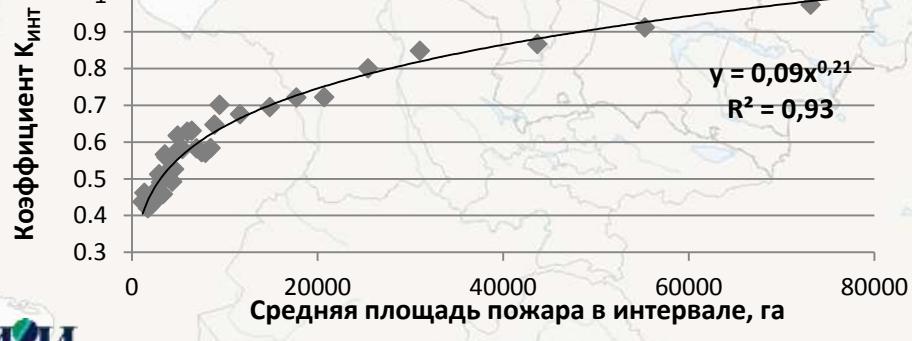
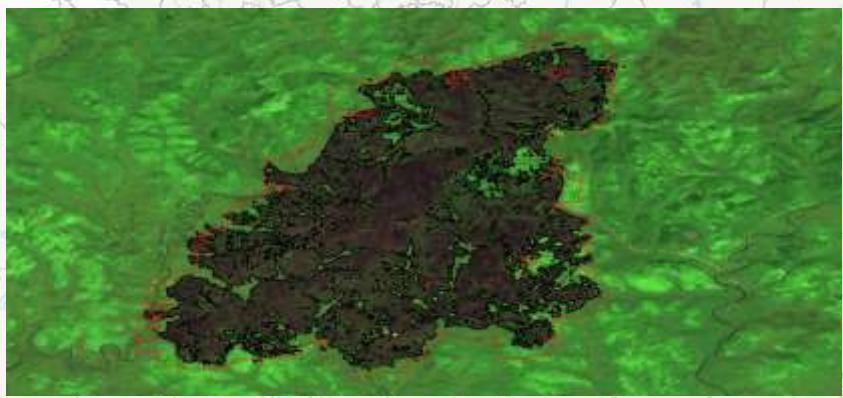
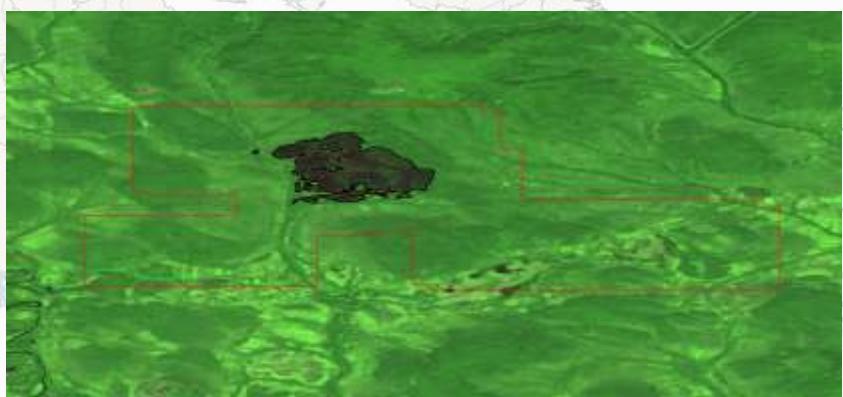
Технология оценки площадей пожаров



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

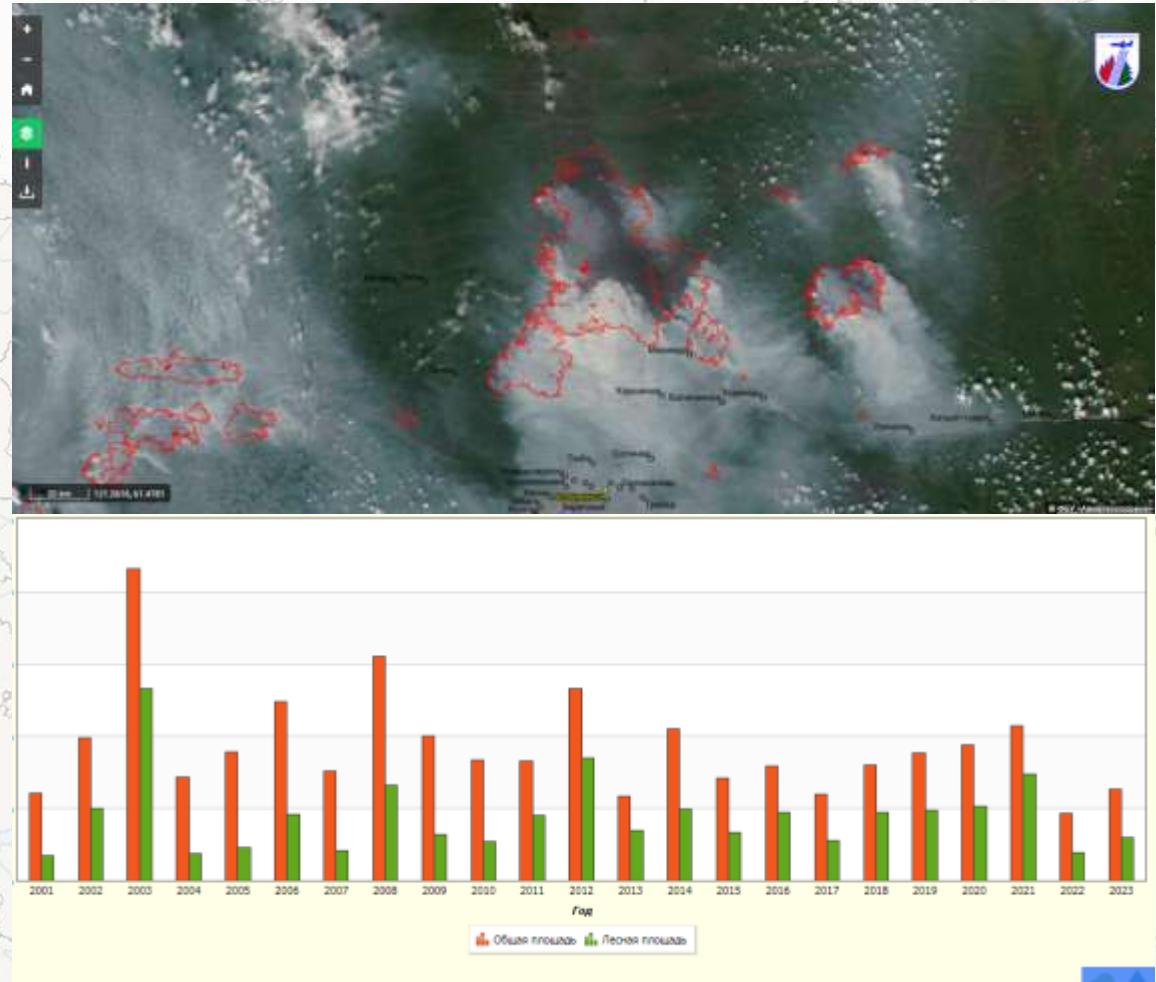
Технология оценки площадей пожаров



- 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 МС6v3 и данных VIIRS

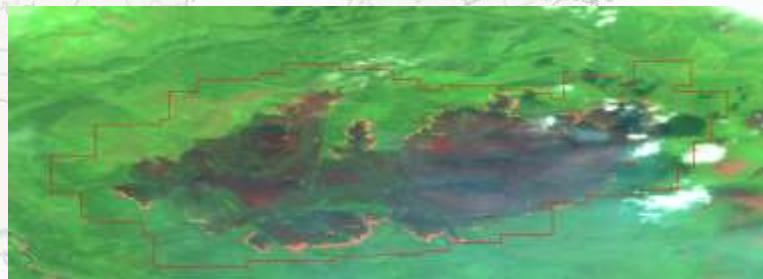
Данные о площадях пожаров в сервисах спутникового мониторинга

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



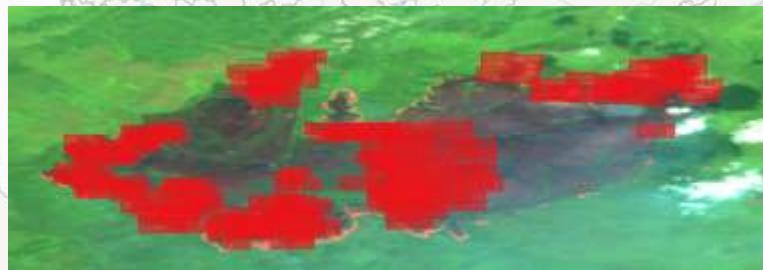
Примеры продуктов на основе данных мониторинга пожаров в разных сервисах

Источники проблем при измерении источника наблюдения



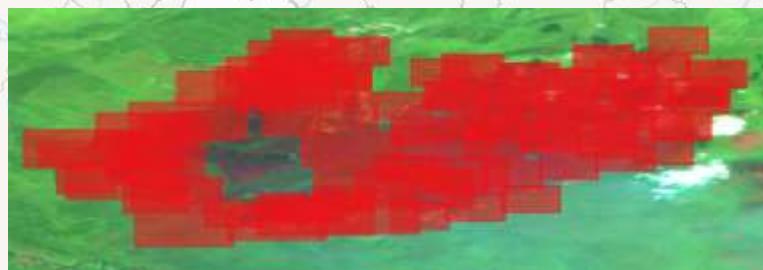
Основные факторы изменений

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



Возможные причины изменений

- Размер пикселя
- Частота наблюдений

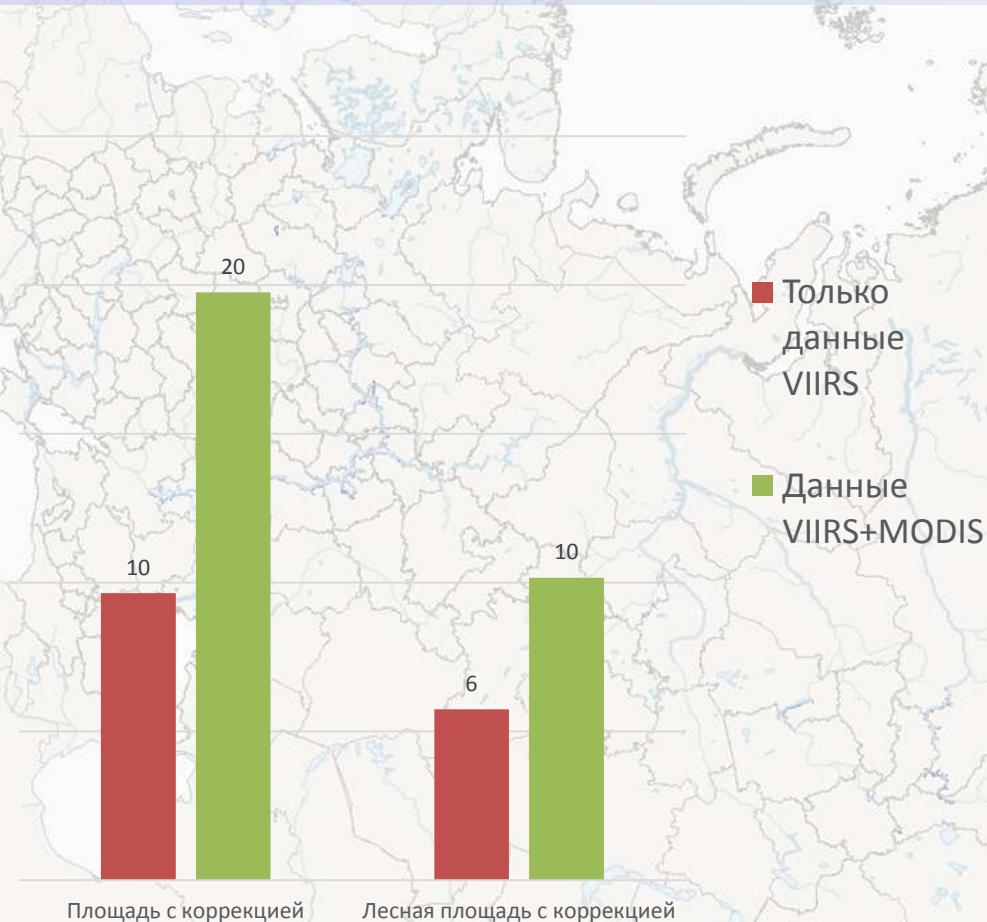


Что необходимо предпринять

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

Пример наблюдений пожара за отдельные сутки разными приборами

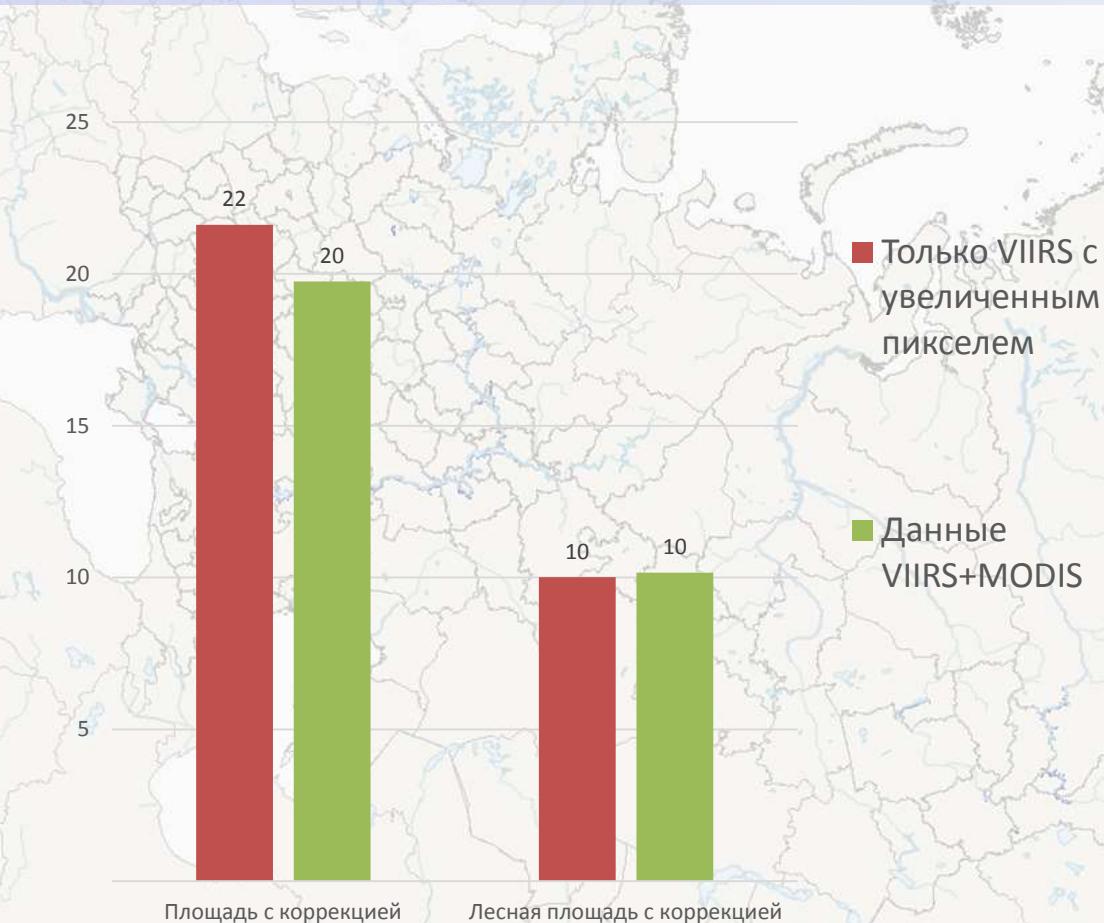
Проблема оценок площадей при переходе на VIIRS



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

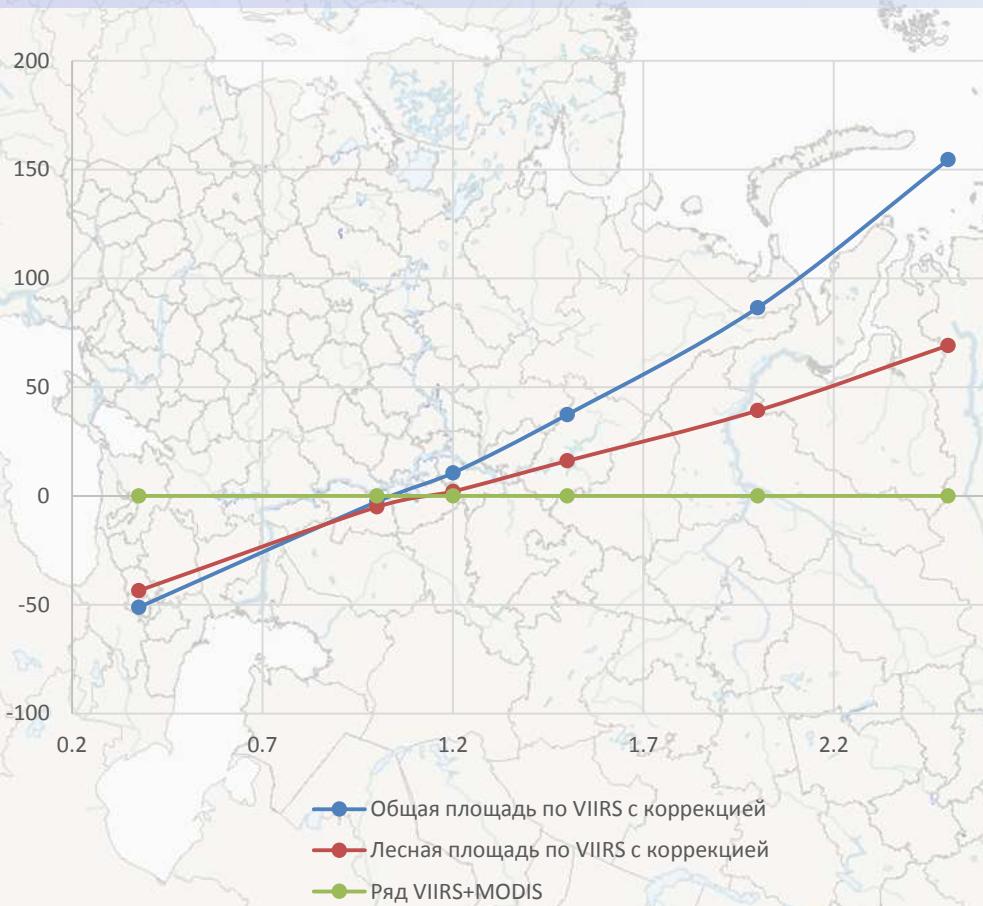
Оценка возможности проведения адаптации



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.

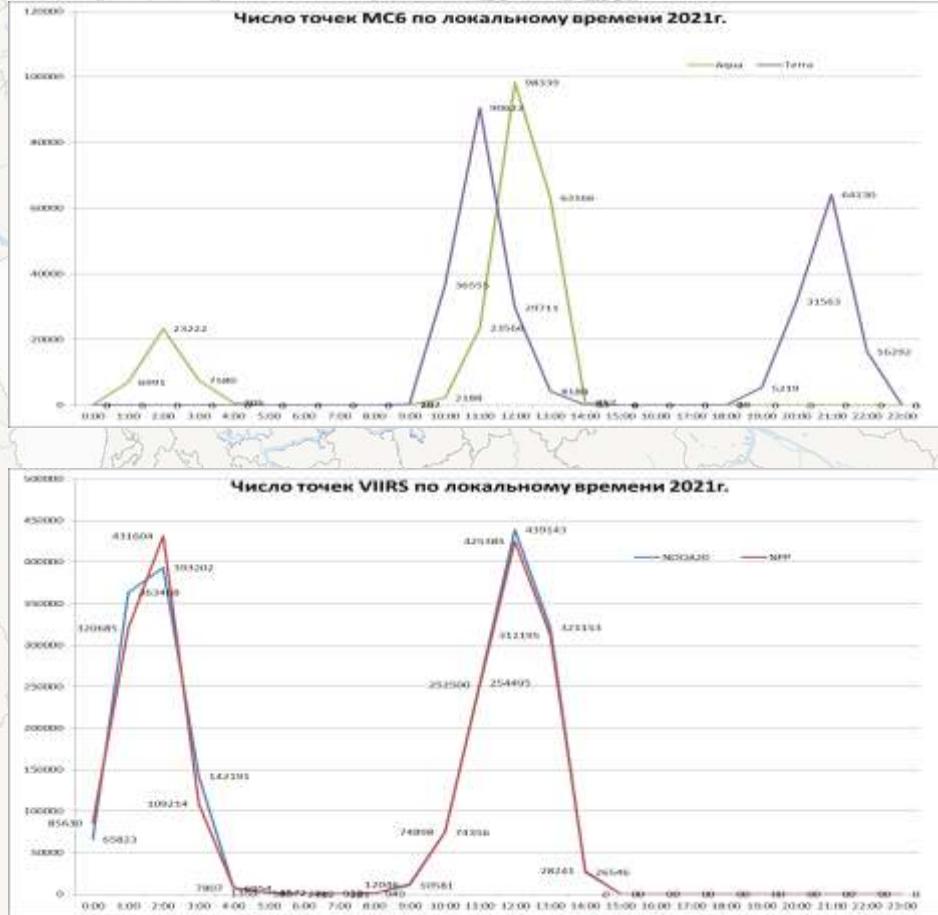
Моделирование влияния размера пикселя на характеристики рядов данных



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.

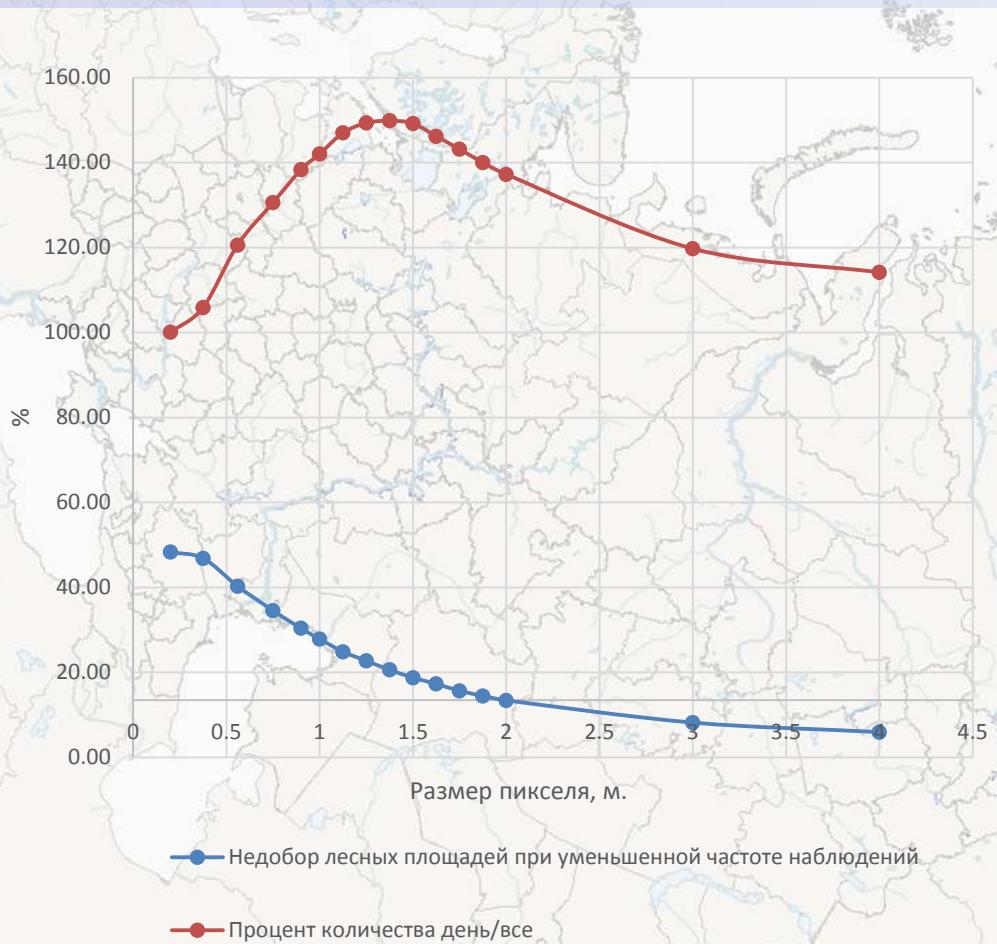
О частоте наблюдения пожаров приборами VIIRS и MODIS



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 увеличивают 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



- 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

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

Промежуточные итоги

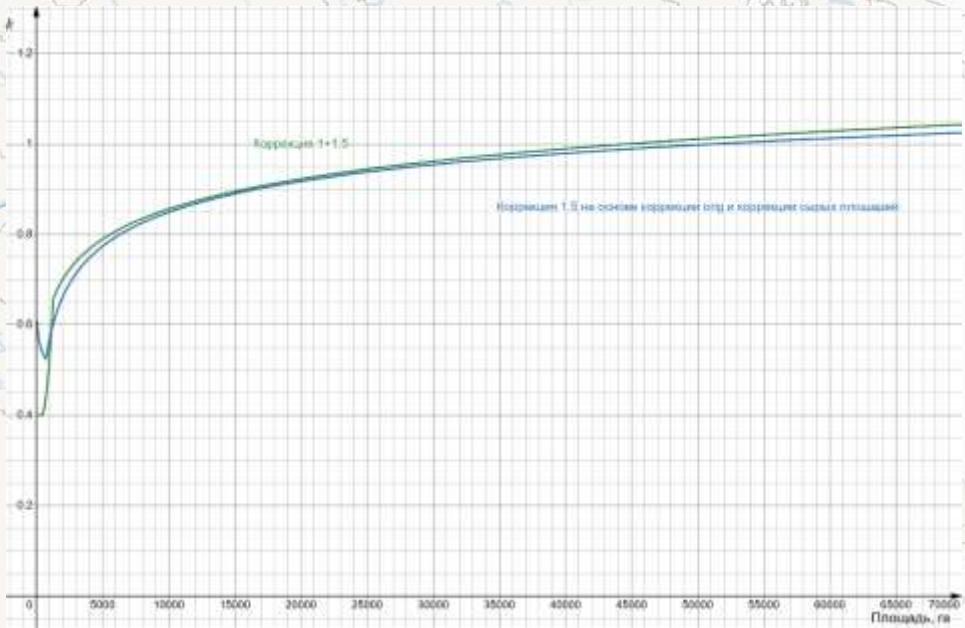
Проведенные работы показали, что изменением размера пикселя данных можно решить основную проблему перехода – получить сопоставимые оценки пройденных огнем площадей.

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.**

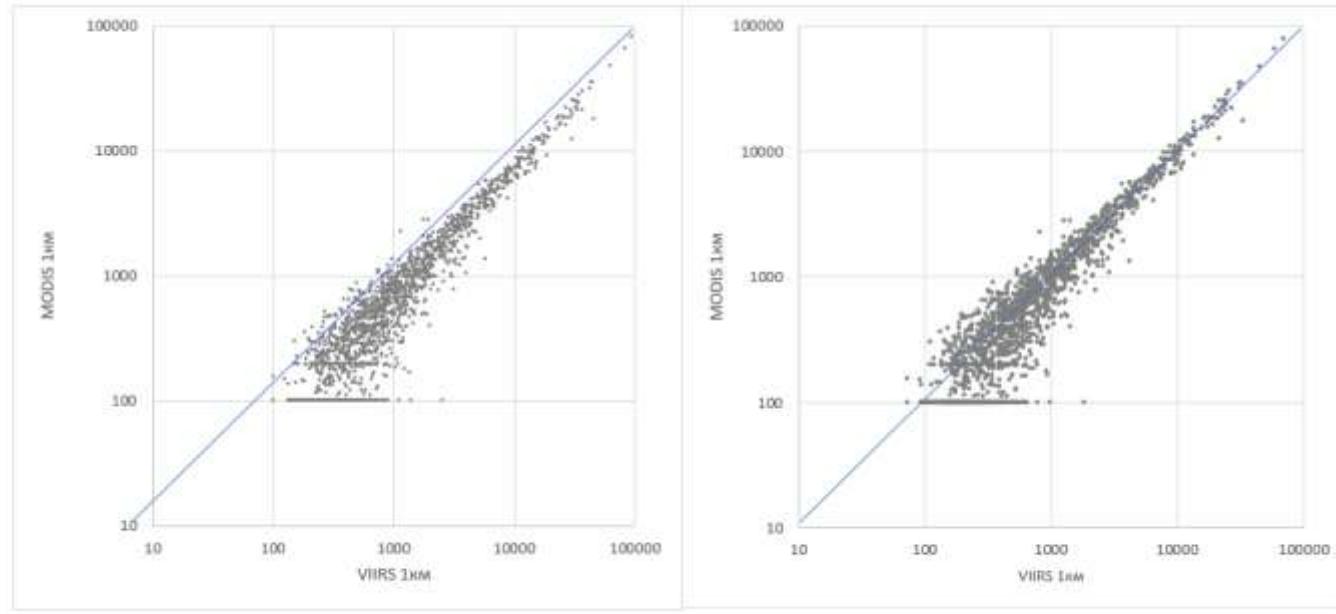
Метод дополнительной коррекции

- 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



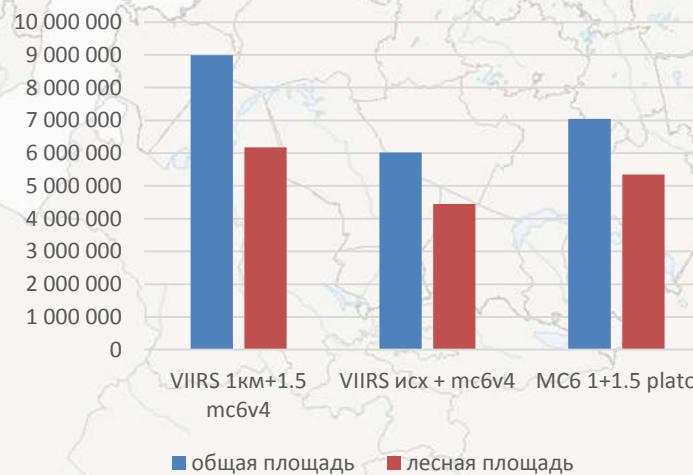
До и после коррекции

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

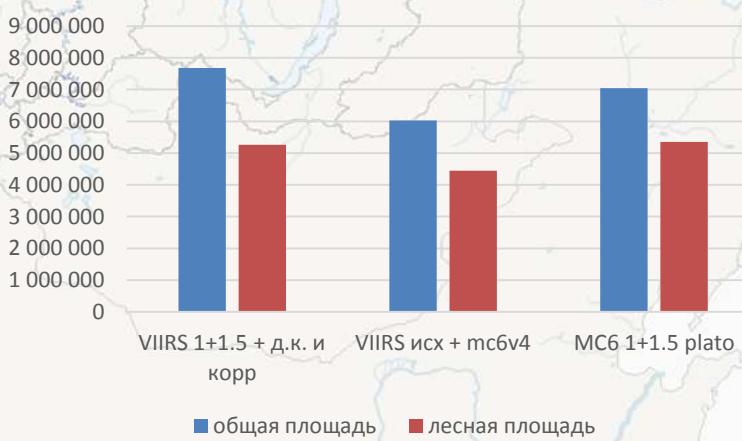
До проведения дополнительной коррекции

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



После проведения дополнительной коррекции

Дополнительно скорректированные
оценки площадей пожаров по данным
VIIRS 1 км.

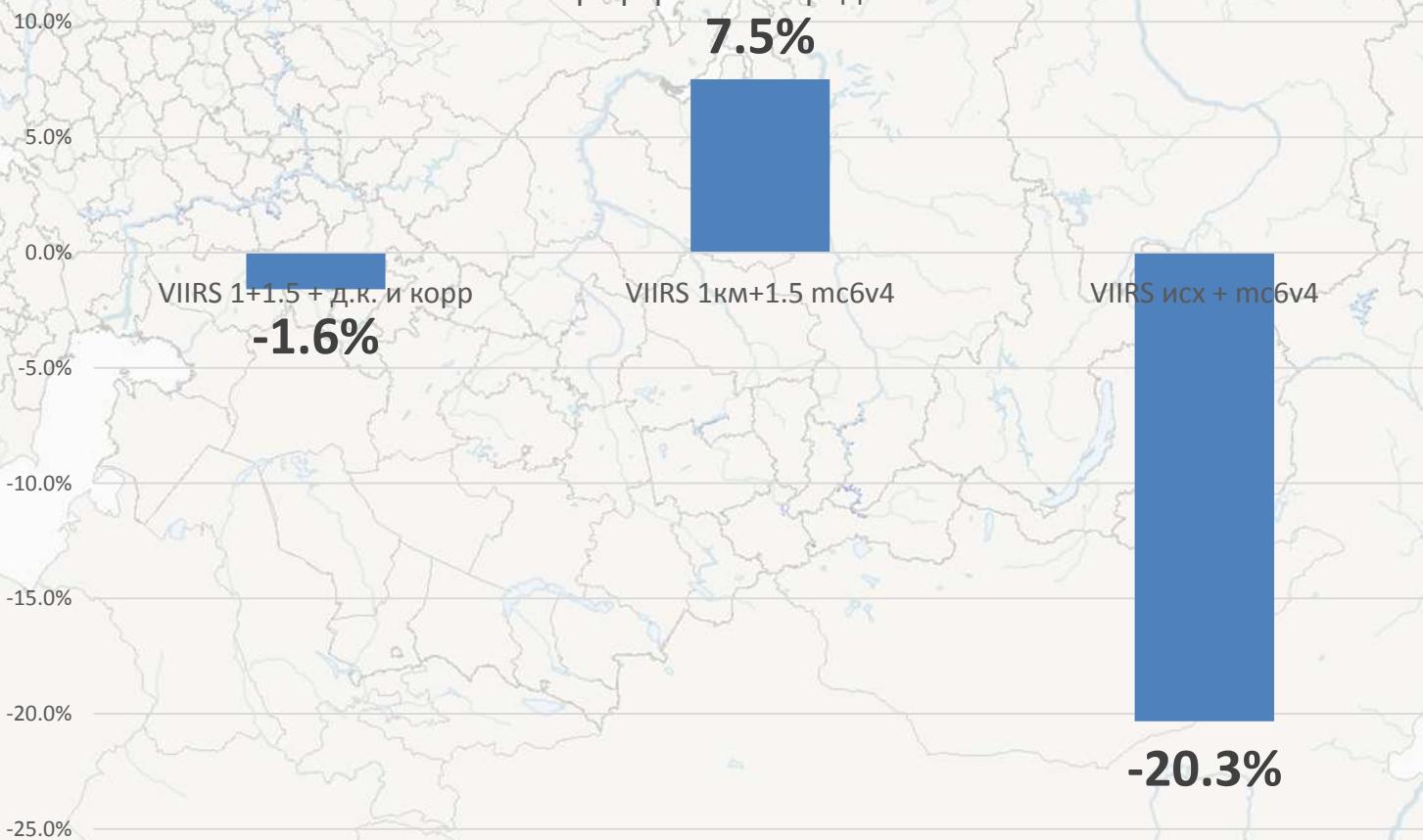


Предварительные оценки площадей лесных пожаров по данным VIIRS

- 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"

7.5%



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 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»

