

***Оценка площадей пройденных лесными
пожарами с использованием данных коллекции
МС6 прибора MODIS***

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

Институт космических исследований РАН

***Деятнадцатая Всероссийская открытая конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»
15 – 19 ноября 2021 г.
Секция F***

Преимущества и недостатки информации, полученной на основе детектирования активного горения

Основные недостатки

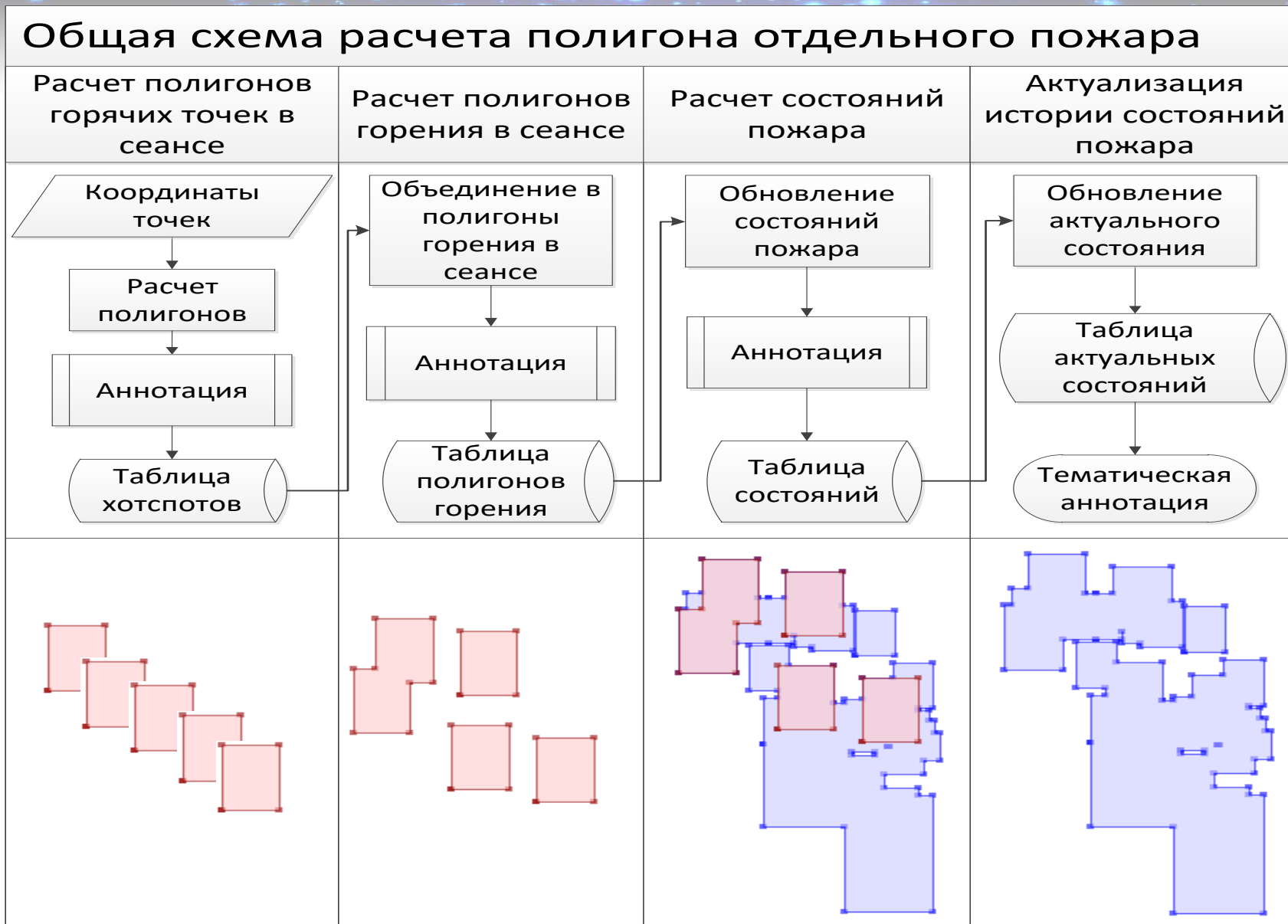
- **Информация получена в основном по данным низкого пространственного разрешения (1 км).**
- **Не высокая, для быстroteкущих пожаров, частота наблюдения**

Преимущества

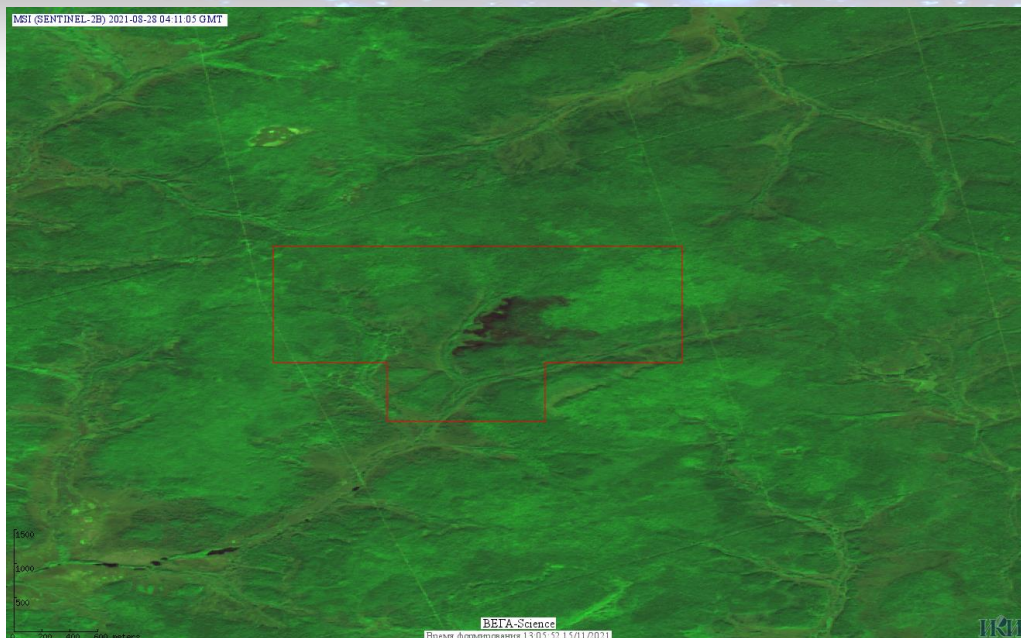
- **Достаточно надежные алгоритмы детектирования пожаров**
- **Наличие **однородных** рядов наблюдений (с 2001 года)**
Основной источник - прибор *Modis*, установленный на спутниках *Terra* и *Aqua*
- **Наличие технологии автоматизированного мониторинга пожаров и оценки их характеристик**

Как оценивать площади?

Схема анализа данных детектирования активного горения

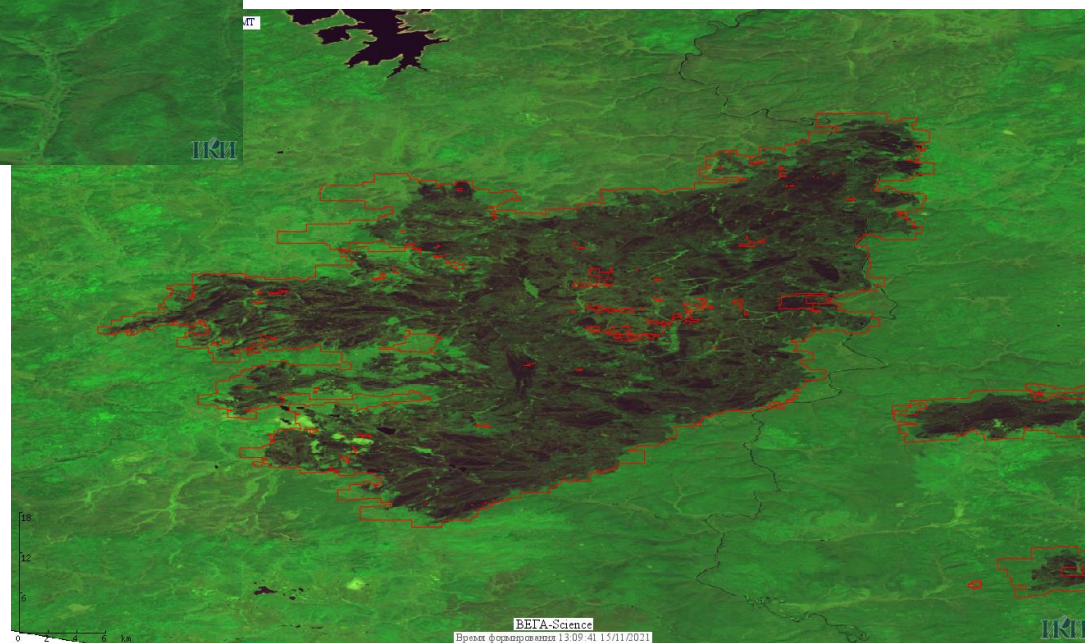


Необходимость выполнения коррекции оценок пройденной огнем площади



Особенности алгоритма детектирования тепловых аномалий в общем случае приводит к завышению пройденной огнем площади.

Относительная ошибка оценки пройденной огнем площади обратно пропорциональна площади пожара.



Коррекция площадей пожаров, для данных коллекции MS5

$$S_C = \begin{cases} \left(1 - \frac{k \times \Delta \times (1 - \sigma)}{\sqrt{S_G}}\right) \times S_G & \forall S_G > (k \times \Delta)^2 \\ \sigma \times S_G & \forall S_G \leq (k \times \Delta)^2 \end{cases}$$

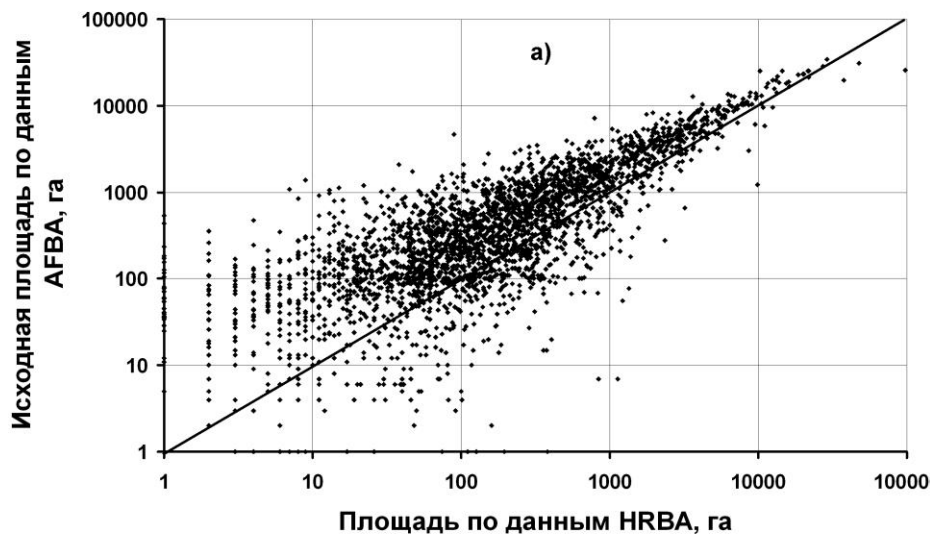
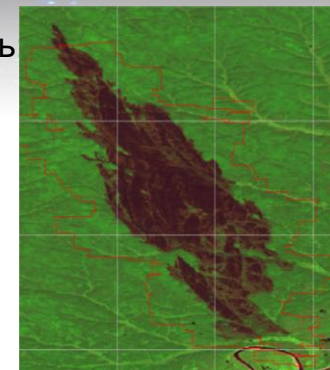
S_G – геометрически измеренная площадь

S_C – скорректированная площадь;

$\Delta=1.1$ - размер пиксела в км;

$\sigma=0.25$ – минимальное значение коэффициента коррекции;

$k=4$ - константа.



Площадь до коррекции



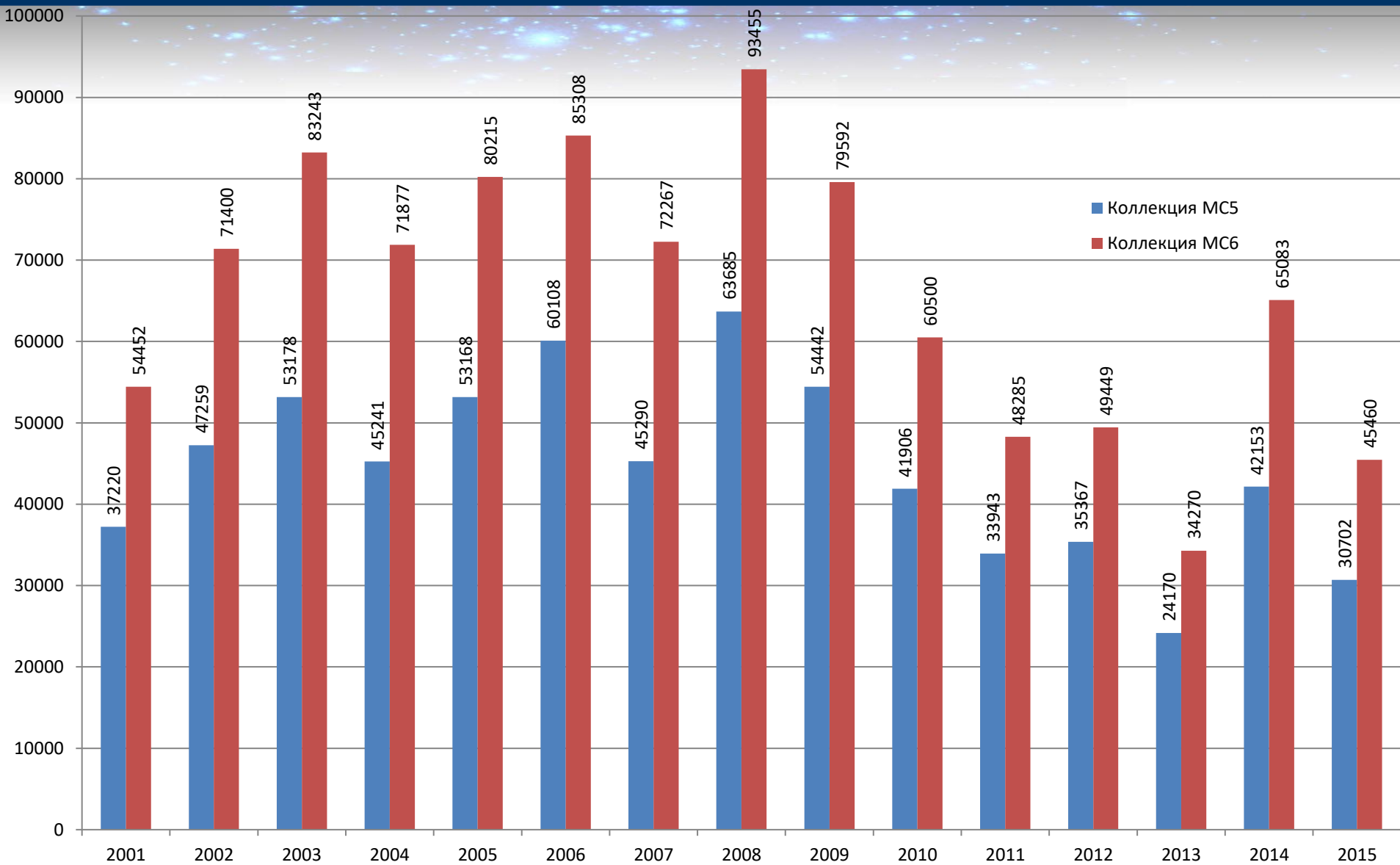
Площадь после коррекции

Сравнение оценок площади пожаров, полученных по данным MODIS (до и после коррекции) и Landsat-TM/ETM+ (в качестве опорных)



***Проблемы использования
различных рядов данных***

Различия разных версий данных (разница чисел пожаров в разных версиях)



***Коррекция площадей, получаемых
на основе данных детектирования
активного горения, с учетом
информации, получаемой о
картографировании гарей по
данным Landsat и Sentinel 2***

Система картографирования гарей по данным Landsat u Sentinel 2

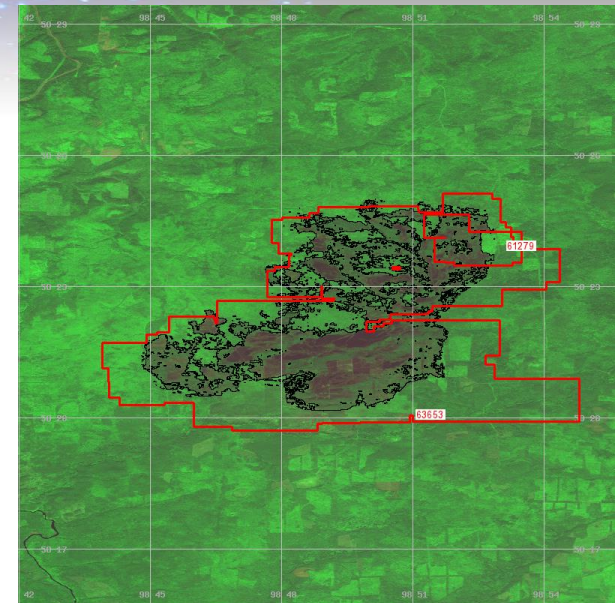
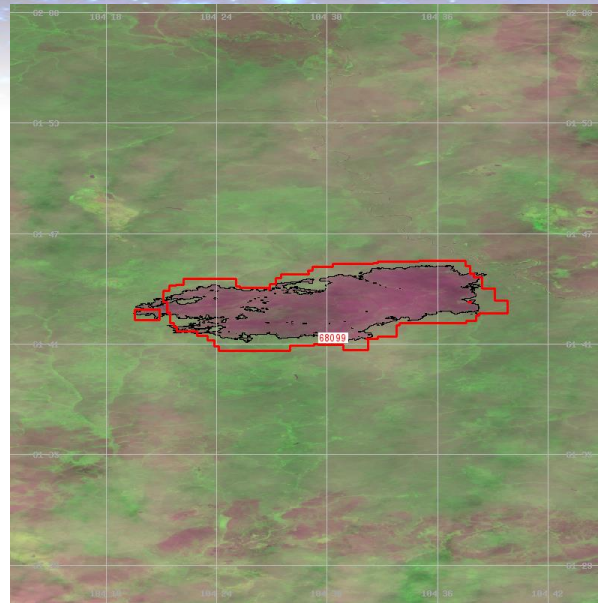
Картографирование выполняется на базе ИСДМ-Рослесхоз и Vega-Science.

Для картографирования создана максимально автоматизированная процедура.

Было картографировано более 10 тыс. гарей пожаров.

Все картографированные гари проходили процедуру верификации, которая включала:

- исключение контуров неудовлетворительного качества;
- проверку правильности сопоставления уточненного контура и пожаров по данным МСБ.



Верификация контуров пройденных огнём площадей

Виджет

Просмотр в виде ленты Пользователь: Все Словесный случай

Вывод: ВСЕ | Не проверено | Неопознанные | Ликвидация

№	№ контура	Пожары	Площадь контура, га в т.ч. всего	Площадь пожара	Дата окончания	Комплексы	Спутник	Дата обновления	Последнее обновление пожара	Полверификация	Забранить контур	Словесный случай	Просмотр контура	Карта	Обор.
1	6610	18092	327	88	огар		LANDSAT 8	2013-04-13 08:35:00		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	6614	18035	193	53*	огар		LANDSAT 8	2013-04-15 03:09:17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	6616	9792	508	15*	огар		LANDSAT 8	2013-04-28 03:29:12	2021-04-08 04:50:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	6612	12433 14002 16309 16408	4331	1043	огар		LANDSAT 8	2013-05-03 03:18:59		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	6620	11873	768	85*	огар		LANDSAT 8	2013-02-28 02:58:18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	6626	18081	50	48*	огар		LANDSAT 8	2013-03-19 03:10:41	2021-04-08 06:20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	6628	9732	114	65*	огар		LANDSAT 8	2013-04-15 03:10:17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	6634	18324	84	7*	огар		LANDSAT 8	2013-04-15 03:10:17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	6636	18831	400	0*	огар		LANDSAT 8	2013-04-24 08:06:42		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	6638	11305 21122	2634	2114	огар		LANDSAT 7	2013-04-15 01:23:00	2021-04-16 03:15:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	6642	11878 18297 18308	4746	480*	огар		LANDSAT 8	2013-02-28 02:58:18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	6644	11022	473	130	огар		LANDSAT 8	2013-05-03 03:18:59		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Интерфейс верификации уточненных контуров пожаров



Пример некорректного сопоставления уточненного контура пожара и данных МСБ

База данных границ гарей полученных по информации Landsat и Sentinel 2

Содержит информацию о 5474 уточненных пожарах, однозначно сопоставленных гарям.

Общая площадь гарей 9.0 млн га, включая 3.9 млн га лесной площади.

Распределение уточненных пожаров по годам



Распределение уточненных пожаров по площадям



База данных границ гарей, полученных по информации Landsat и Sentinel 2

(распределение картографированных гарей по территории России)

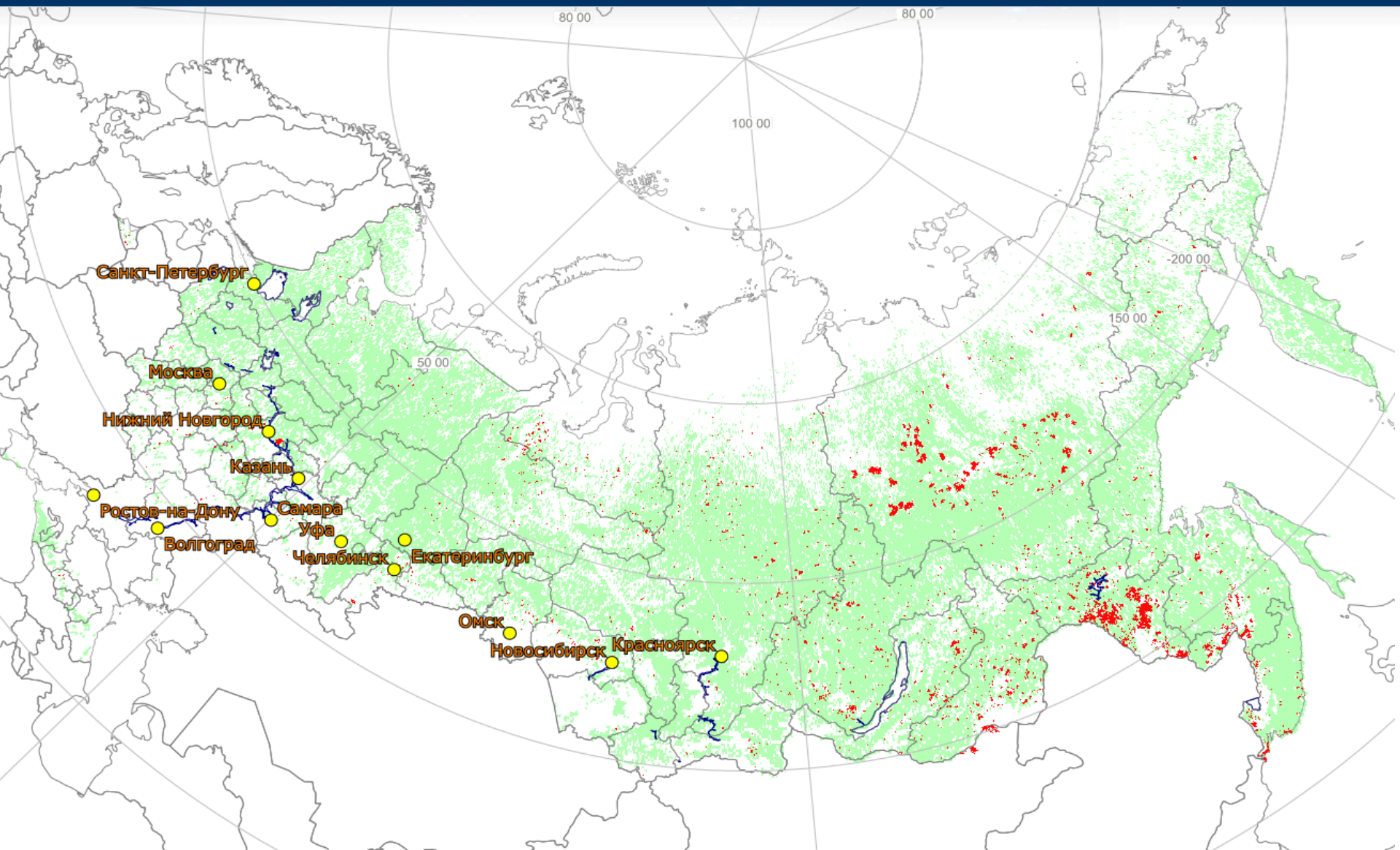
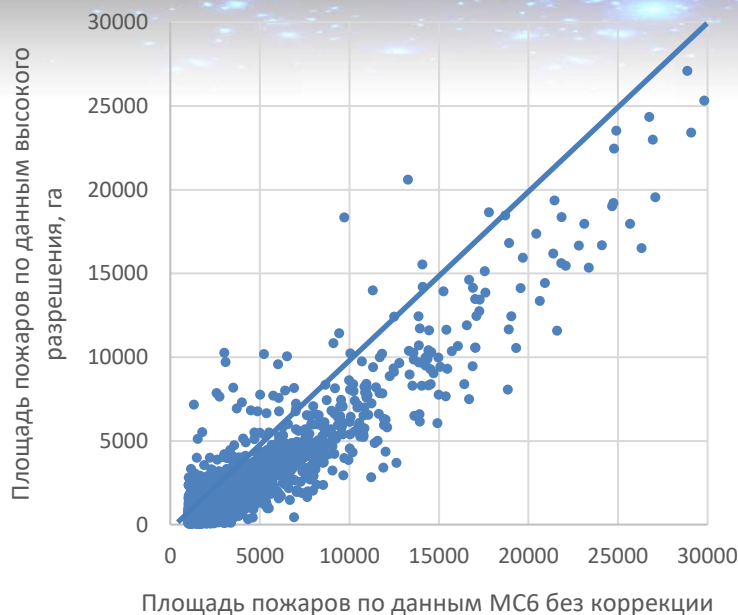


Схема построения коррекции площадей пожаров, полученной по данным коллекции МСБ



На основе аппроксимации была получена следующая зависимость значений $K_{ИИТ}$ от средних площадей пожаров в интервале: $K(Si_{MOD}) = 0.09 \times Si_{MOD}^{0.21}$.
Скорректированная площадь пожара может быть получена на основе следующей формулы:

$$Si_{MODk} = K(Si_{MOD}) \times Si_{MOD} \quad \text{или}$$

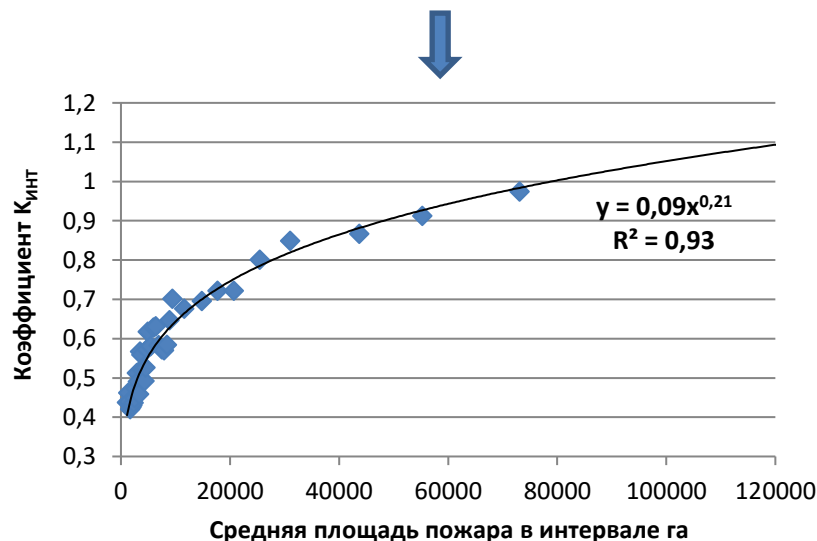
$$Si_{MODk} = (0.09 \times Si_{MOD}^{0.21}) \times Si_{MOD}$$

где Si_{MODk} – скорректированная площадь, $K(Si_{MOD})$ – коэффициент коррекции, зависящий от значения геометрической площади полигона пожара Si_{MOD} .

-разбиение всего набора данных на интервалы площадей с применением скользящего окна;
- расчет коэффициента коррекции ($K_{ИИТ}$) в заданных интервалах на основе следующей формулы:

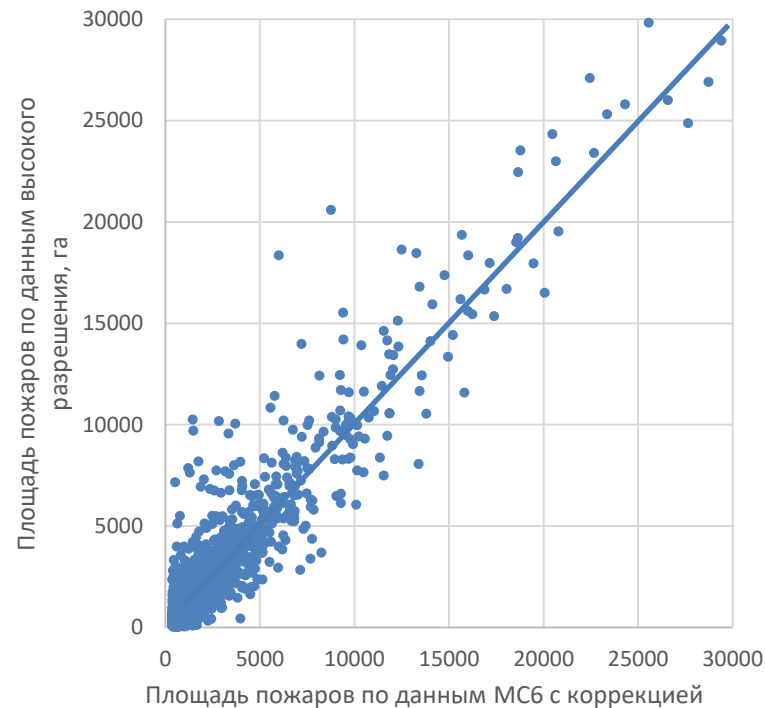
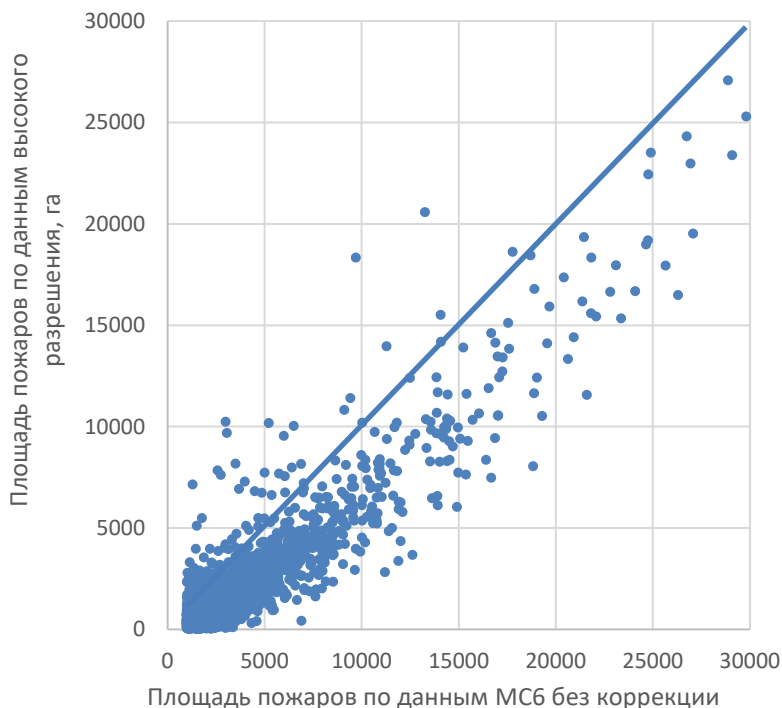
$$K_{ИИТ} = \frac{\sum_1^n Si_{HR}}{\sum_1^n Si_{MOD}}$$

где Si_{MOD} и Si_{HR} – значение геометрической площади пожаров, полученным на основе данных активного горения (МСБ) и данным высокого разрешения для i -го пожара в интервале; n – количество пожаров в интервале.



Зависимость коэффициента коррекции от геометрической площади пожара по данным МСБ

Сравнение площадей пожаров, измеренных по данным МСБ и данным высокого разрешения до и после коррекции



**Общая нескорректированная площадь всех использованных пожаров
13 580 тыс. га.**

**Общая скорректированная площадь
8 726 тыс. га.**

**Общая площадь гарей
9 056 тыс. га.**

Расхождение 3,8%.



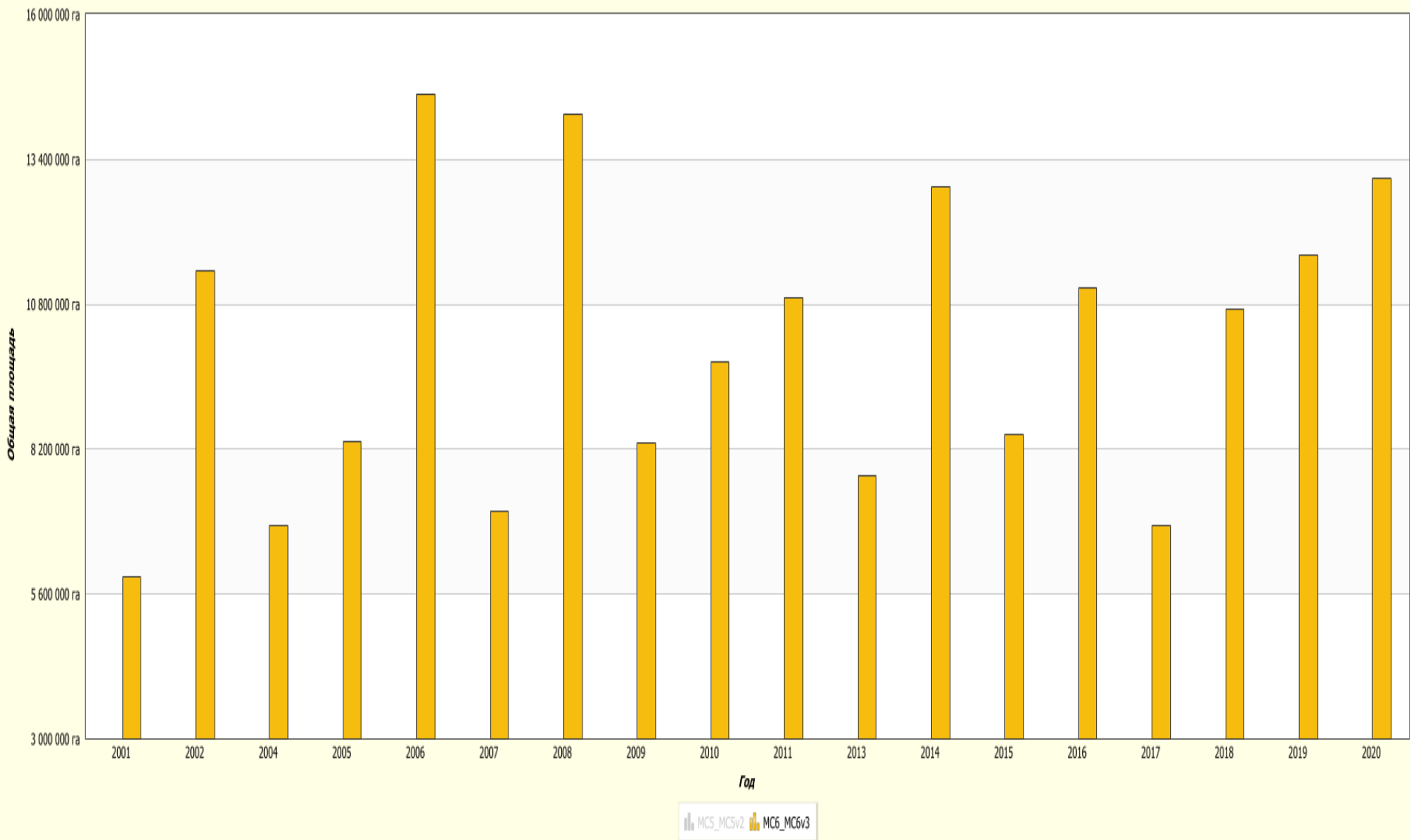
Ошибки в оценке площади

Ошибки в оценке площади, пройденной лесными пожарами, на уровне страны

- *Ошибка площади детектированных пожаров с учетом коррекции: **3-4%***
- *Ошибка, связанная с пропуском горения: **~5%** (предварительная оценка)*
- *Видимо можно считать общую ошибку менее **~10%***

***Как ведут себя площади,
пройденные лесными пожарами в
России в 21-ом веке?***

Без «аномальных» годов (2003, 2012) значимых трендов площадей, пройденных лесными пожарами, нет





***Спасибо за
внимание!***

Работа подготовлена при поддержке темы «Мониторинг» Минобрнауки (госрегистрация № 01.20.0.2.00164), с использованием возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-мониторинг»