



Оценка точности выявления погибших от пожаров лесов на основе спутниковых данных дистанционного зондирования

Стыценко Ф.В.
Барталев С.А.
Сайгин И.А.
ИКИ РАН

XXI международная конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»

13-17 ноября 2023 г.

Москва, ИКИ РАН

Актуальность работы

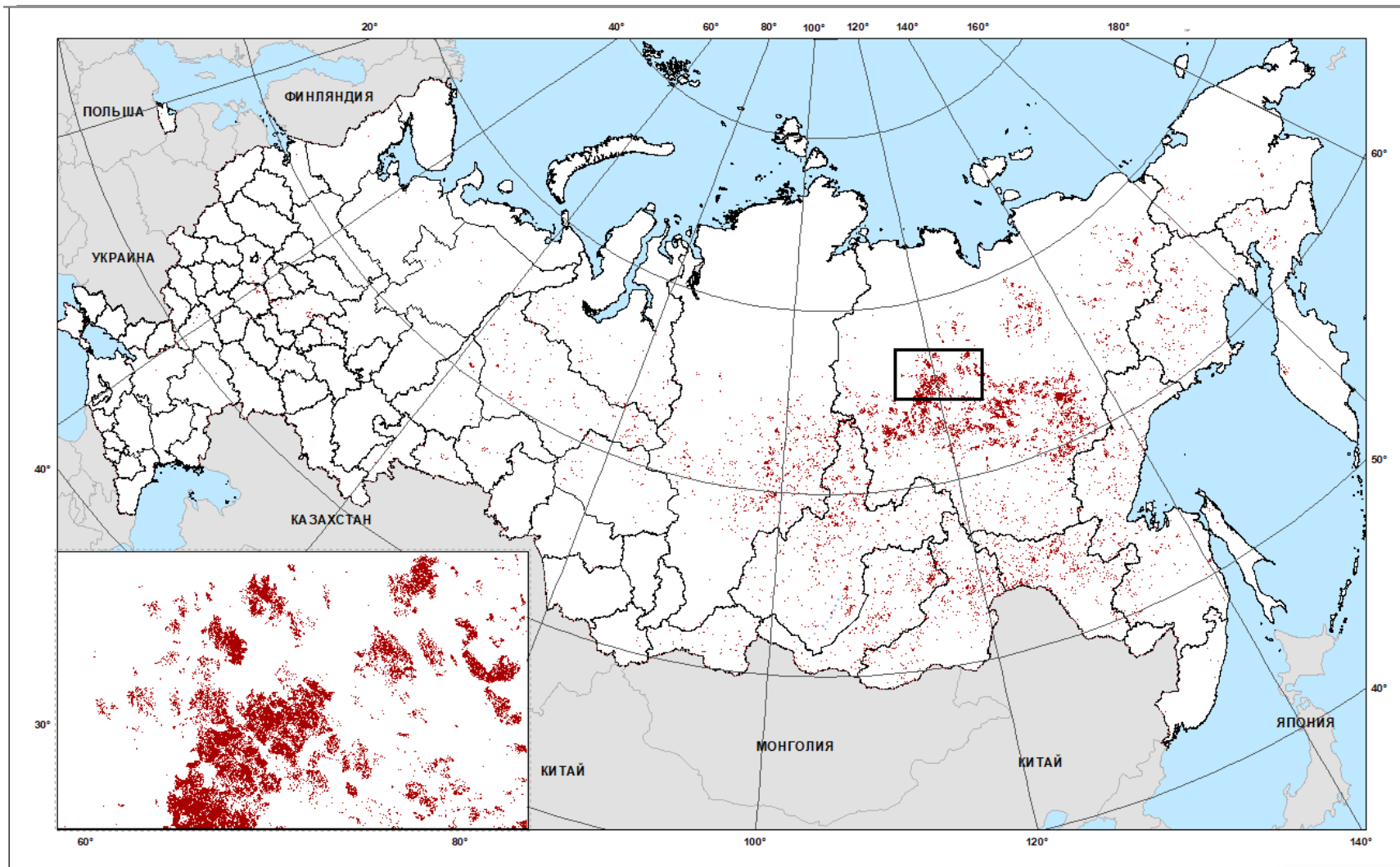
Важным тематическим продуктом, необходимым для ряда задач мониторинга наземных экосистем, включая оценку бюджета углерода, является площадь погибшего леса в результате воздействия природных пожаров. Ранее разработана методика оценки площади погибших от пожаров лесов на основе спутниковых данных дистанционного зондирования.

Целью работы является оценка точности выявления погибших от пожаров лесов на основе спутниковых данных дистанционного зондирования

Метод оценки погибших и поврежденных пожарами лесов на основе спутниковых данных MODIS



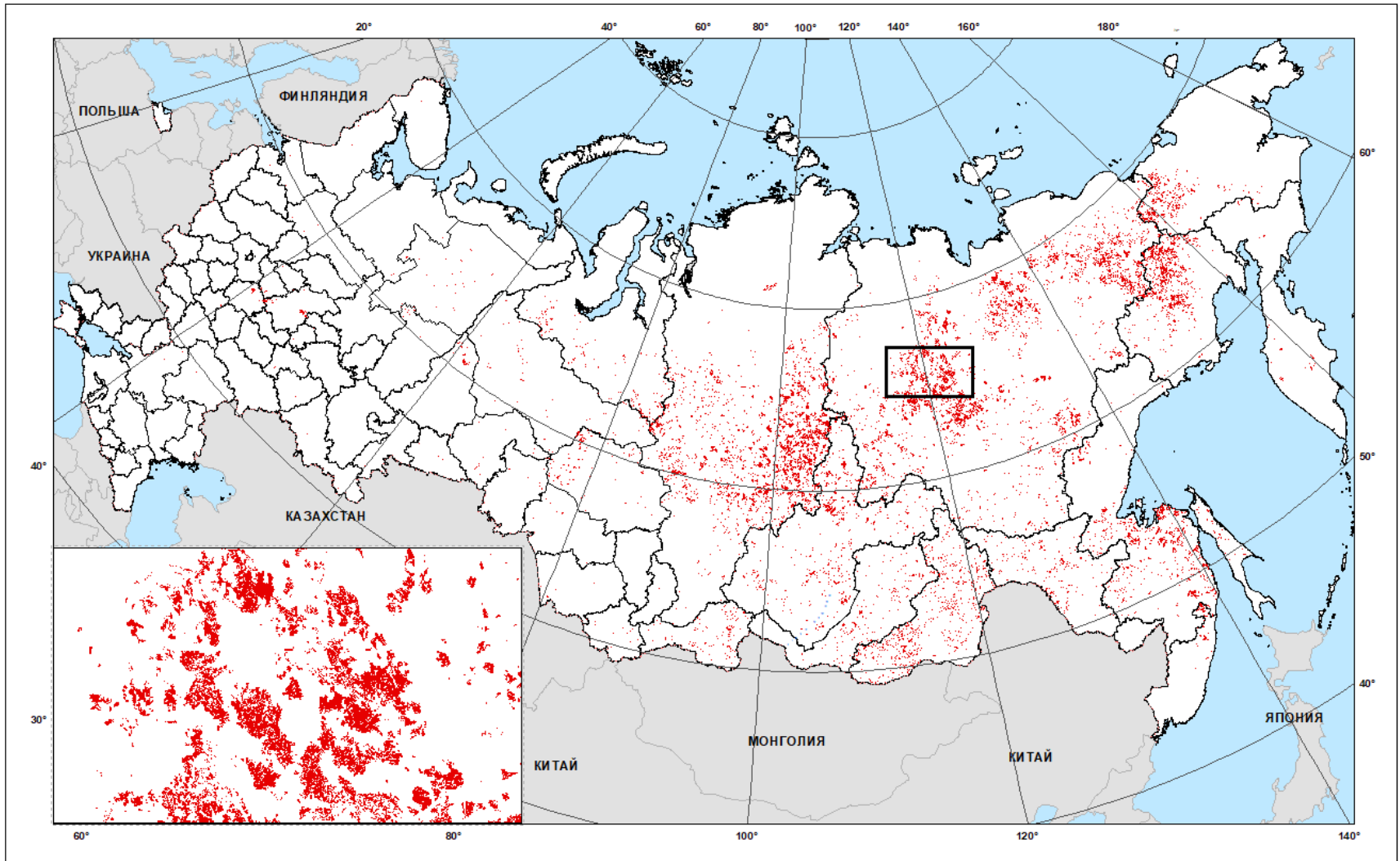
Погибший лес в РФ по данным ДЗЗ



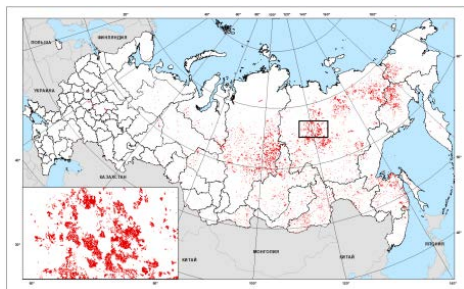
Основные задачи

- Уточнение порога выделения погибшего леса с помощью данных лесоустройства
- Коррекция площади погибшего леса на лесистость
- Расчет ошибки оценки площади погибшего леса

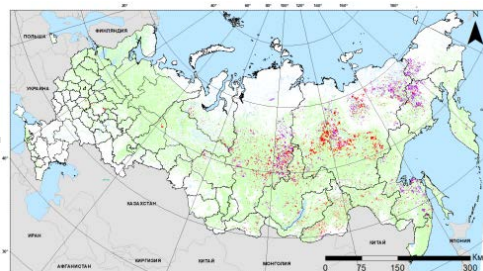
Погибший лес в РФ по данным лесоустройства



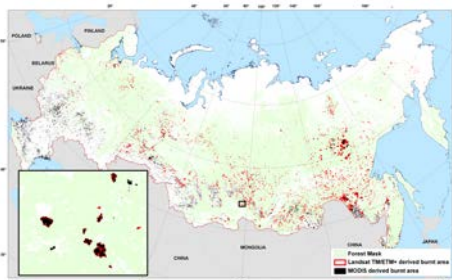
Уточнение порога выделения погибших лесов на основе вегетационного индекса RdSWVI



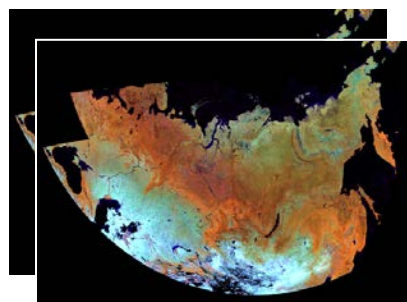
Погибший лес по данным лесоустройства



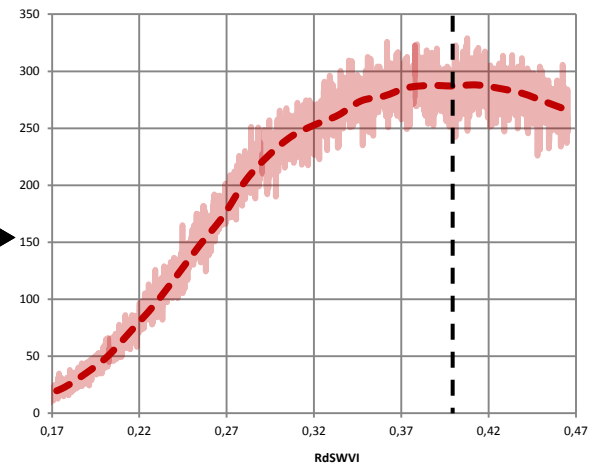
Датированные данные о горях на уровне выделов



Пройденная огнем площадь по данным MODIS



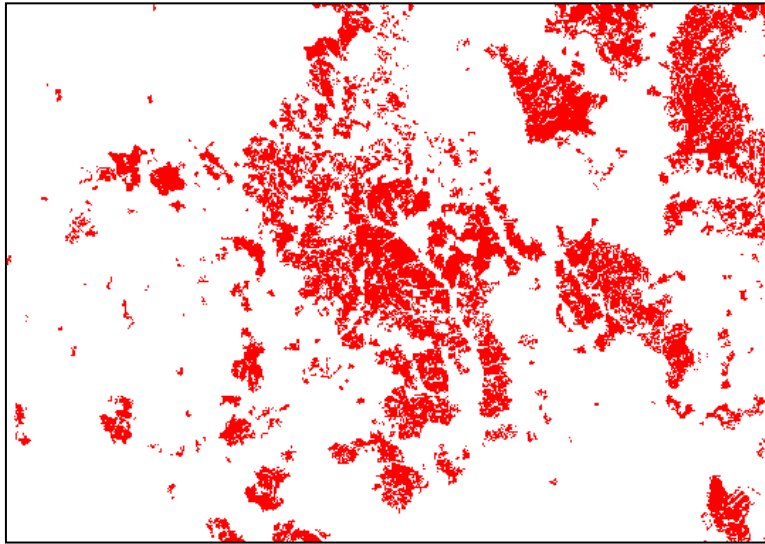
Временная серия данных об отражательной способности



Уточнение порога RdSWVI для выделения погибших лесов

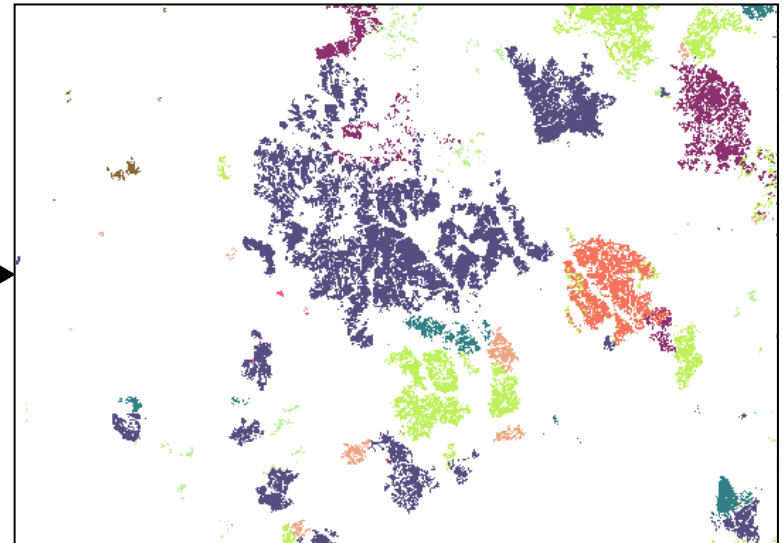
Спутниковые данные

Датирование гарей по данным лесоустройства

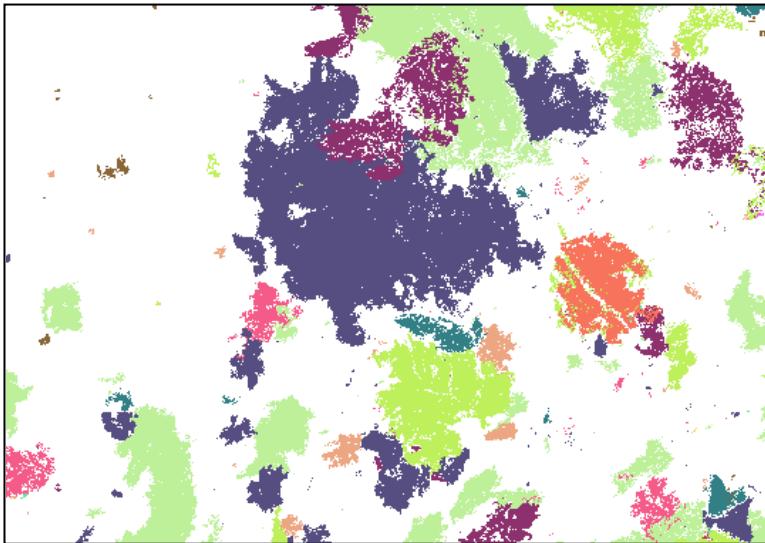


Класс гарей по данным лесоустройства

Площадь гарей АЦО ГИЛ : 46,41 млн.га
Площадь датированных гарей: 19,29 млн.га



Датированные гари по выделам

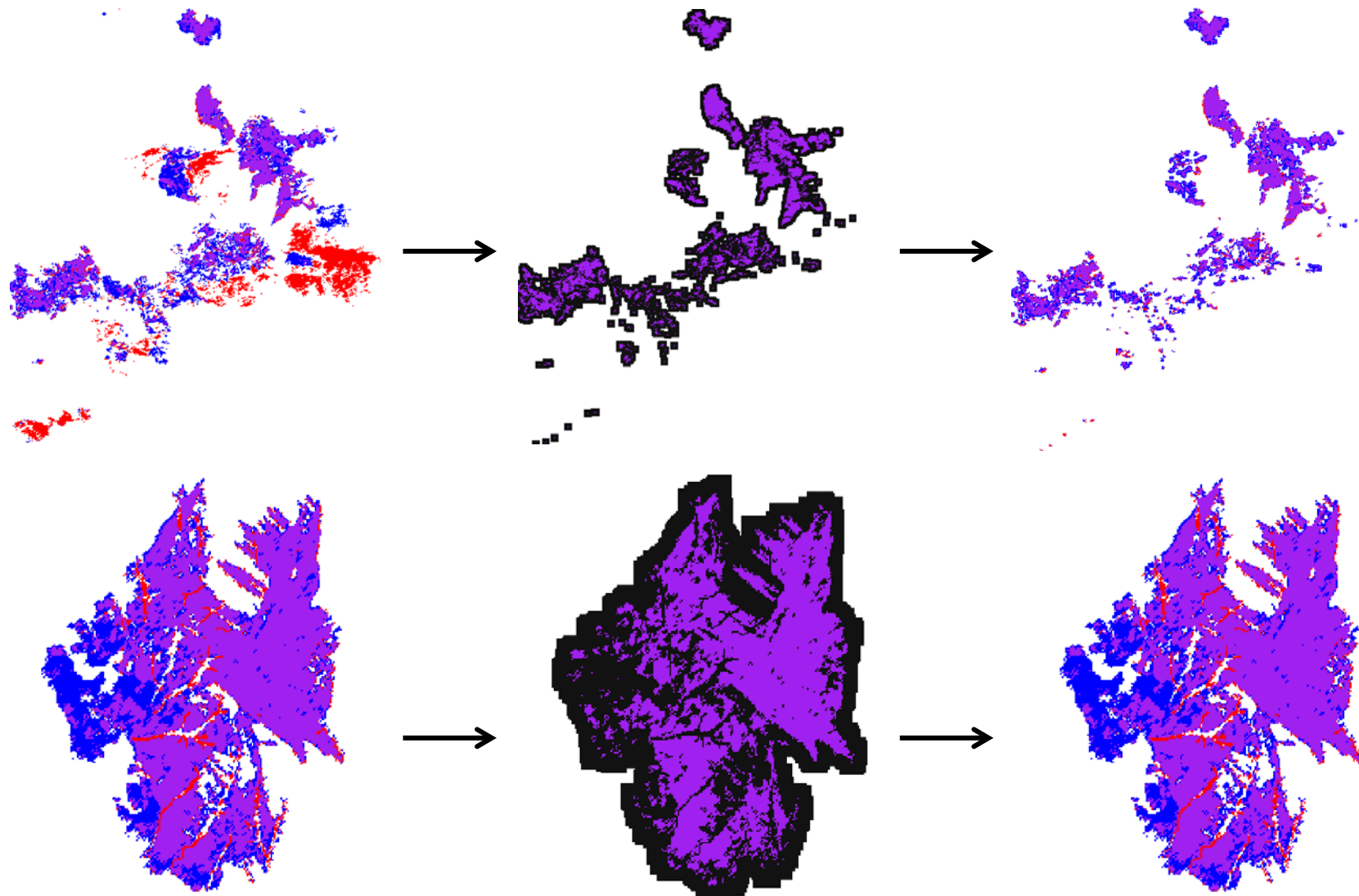


Пройденная огнем площадь по данным MODIS

Легенда

2001	2007	2013	2019
2002	2008	2014	2020
2003	2009	2015	2021
2004	2010	2016	2022
2005	2011	2017	
2006	2012	2018	

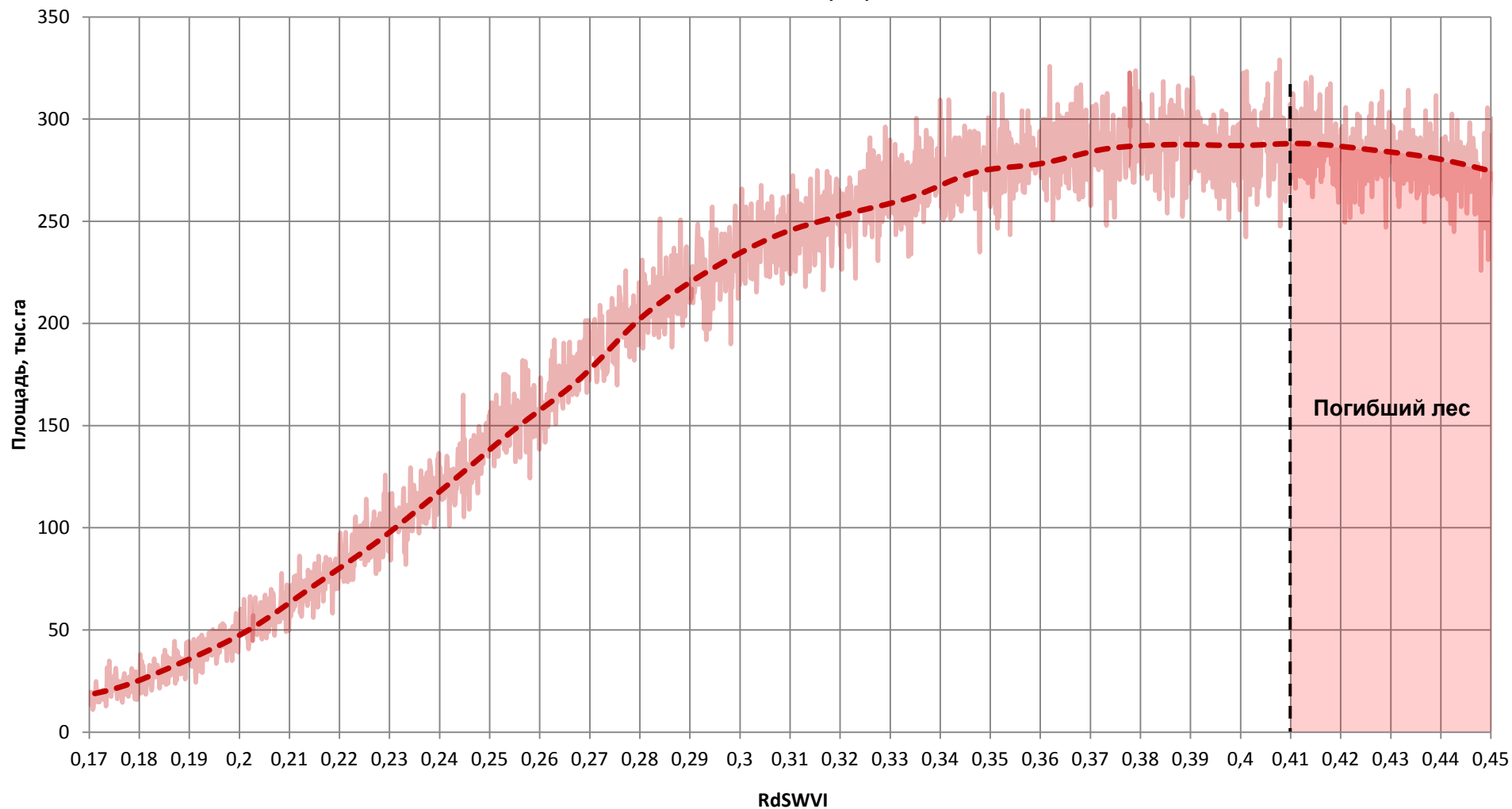
Анализ результатов оценки погибших пожарами лесов на основе выделов на уровне каждого пожара



Синий-гари по выделам **Красный**-гари по modis **Фиолетовый**- гари и по выделам и по modis **Черный** – буфер по общей маски гарей

Уточнение порога для выделения погибших лесов на основе спутниковых данных

Гистограмма вегетационного индекса $RdSWVI$ в год пожара для гарей, полученных на основе данных лесоустройства



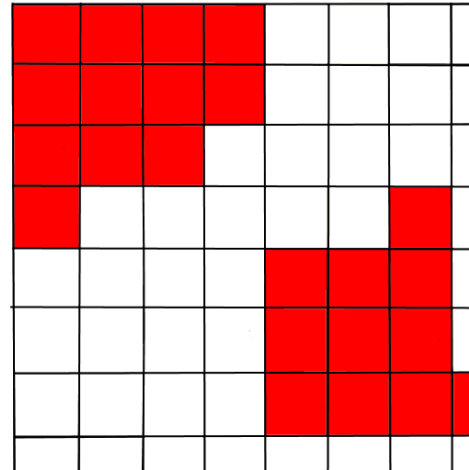
Максимум наблюдается при значении $RdSWVI = 0,41$. Был выбран порог для погибшего леса $RdSWVI > 0,41$

Коррекция площадей погибших лесов с учетом лесистости*

Временная серия
вегетационного индекса RdSWVI

0.42	0.43	0.42	0.41	0.40	0.33		
0.44	0.44	0.43	0.42	0.39	0.32	0.31	
0.43	0.42	0.41	0.40	0.37	0.38	0.39	
0.41	0.39	0.38	0.39	0.40	0.39	0.41	
0.36	0.35	0.33	0.38	0.42	0.42	0.43	
0.32	0.30	0.30	0.36	0.43	0.45	0.43	
		0.33	0.37	0.41	0.43	0.42	

Детектированные пиксели погибшего леса (RdSWVI > 0.41) (Площадь пикселя 230мX230м=5.29 Га)

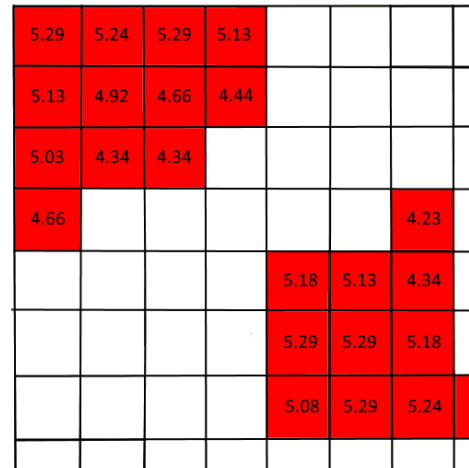


Площадь
погибших лесов с
2006 по 2022 гг:
33,5 млн.га

100	99	100	97	95	88	73	
97	93	88	84	86	84	74	
95	82	82	73	74	77	73	
88	77	88	86	90	84	80	
86	88	92	94	98	97	82	
82	90	100	100	100	100	98	
84	80	95	94	96	100	99	

$$S_1 = S * L / 100$$

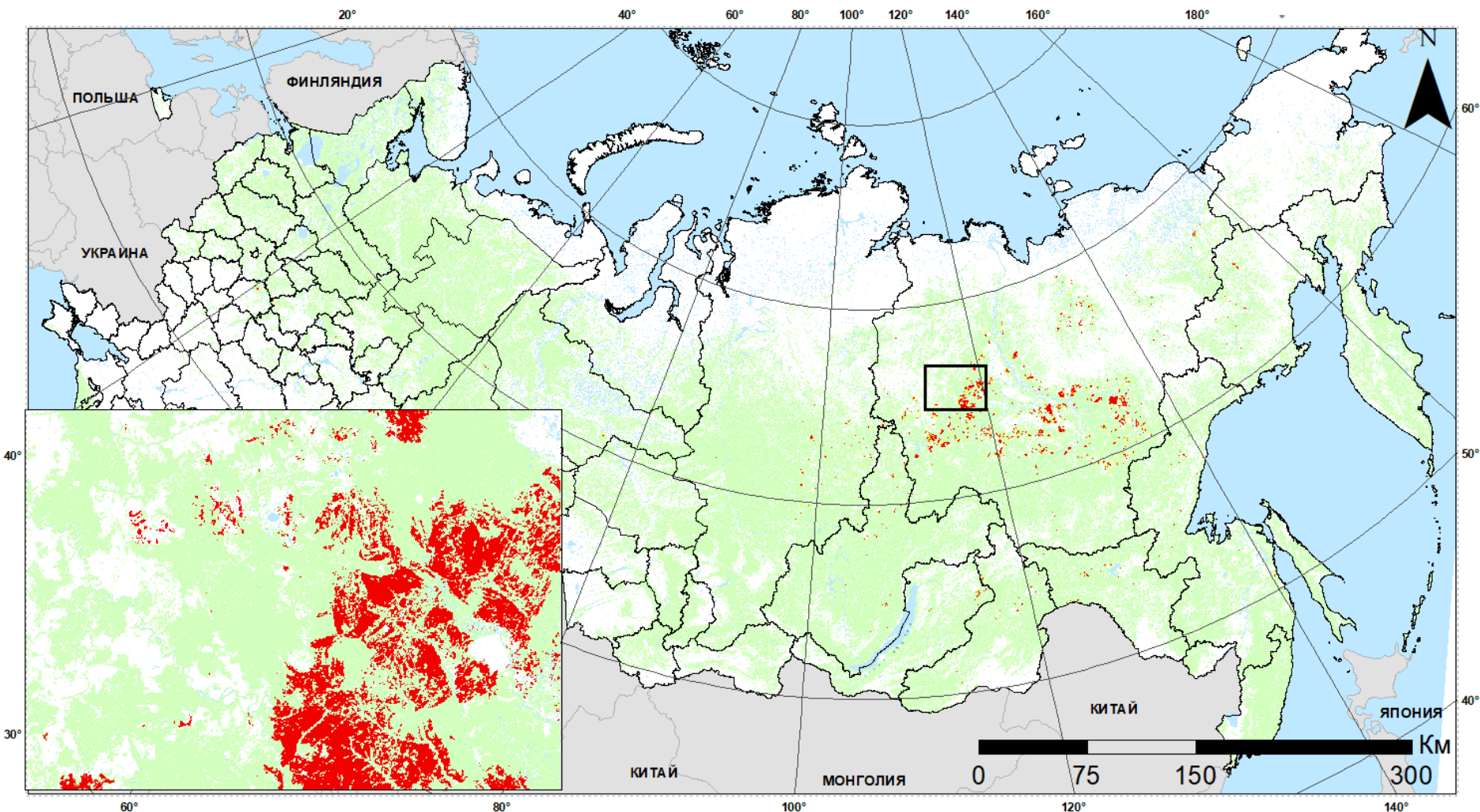
S₁ - Площадь
погибшего леса
S - Площадь
пикселя
L - Лесистость %



Площадь погибших
лесов с учетом
лесистости с 2006 по
2022 гг :
32,7 млн.га

*Ховратович Т.С. Методы оценки показателей горизонтальной структуры лесов по оптическим данным дистанционного зондирования земли: дис. канд. техн. наук: 25.00.34 / Ховратович Татьяна Сергеевна. – М., 2021

Результат уточненной оценки площади погибших от пожаров лесов на основе спутниковых данных в период с 2006 по 2022 гг.



Площадь выявленных на основе спутниковых данных погибших лесов с 2006 по 2022 гг : 32,7 млн.га

Результат уточненной оценки площади погибших от пожаров лесов на основе спутниковых данных в период с 2006 по 2022 гг.

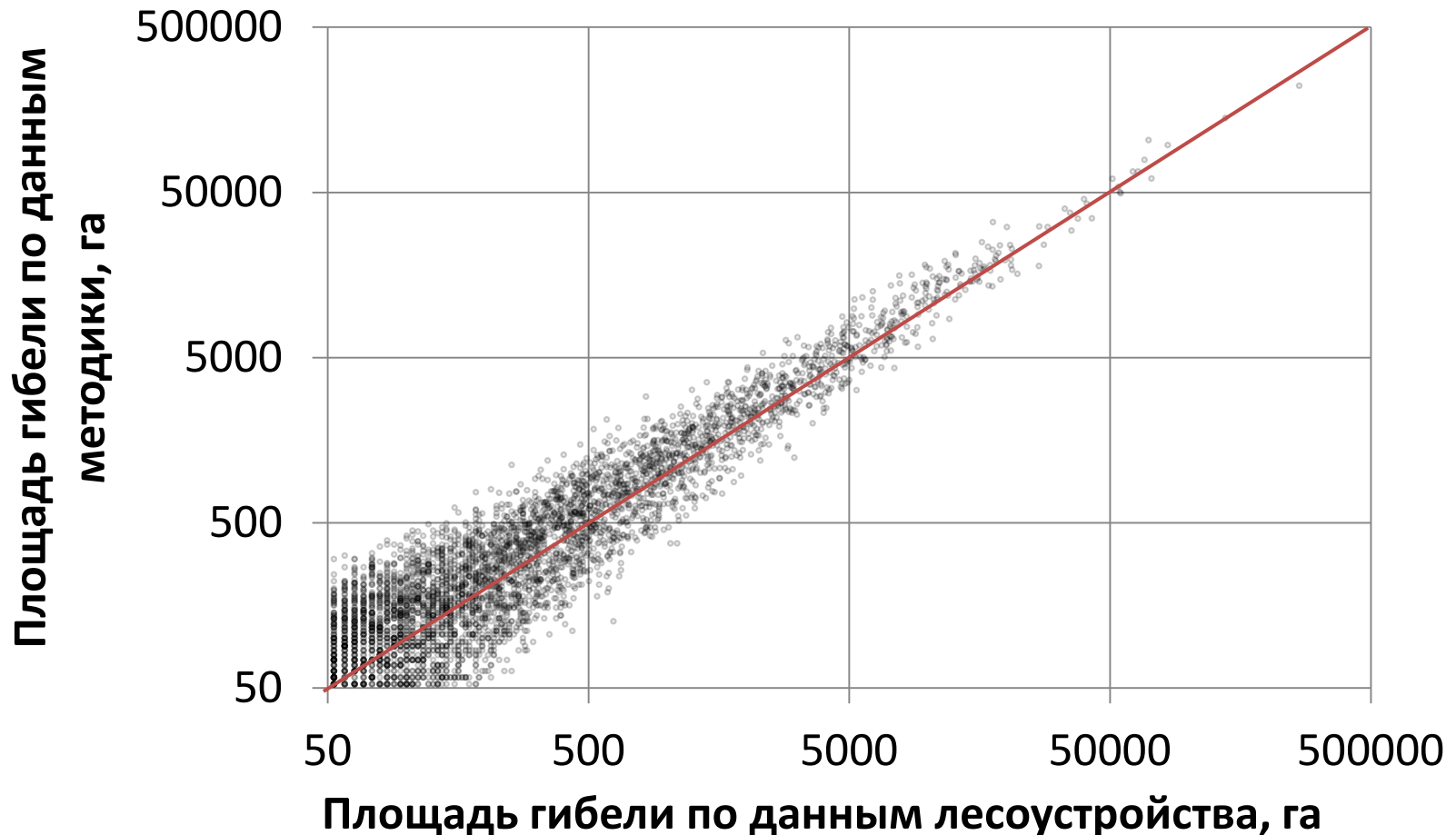


Среднегодовая площадь погибших от пожаров лесов по данным ГЛР: 1.47 млн га

Среднегодовая площадь погибших от пожаров лесов по спутникового мониторинга: 1.92 млн га

Среднегодовая площадь погибших от пожаров управляемых лесов по спутникового мониторинга: 1.20 млн га

Анализ погрешности оценки площади на уровне отдельных пожаров



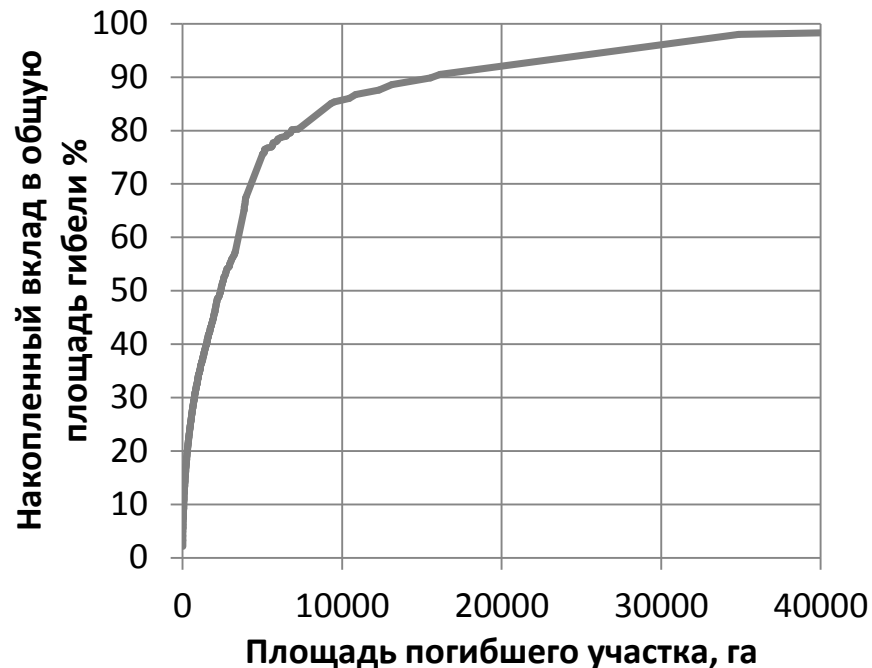
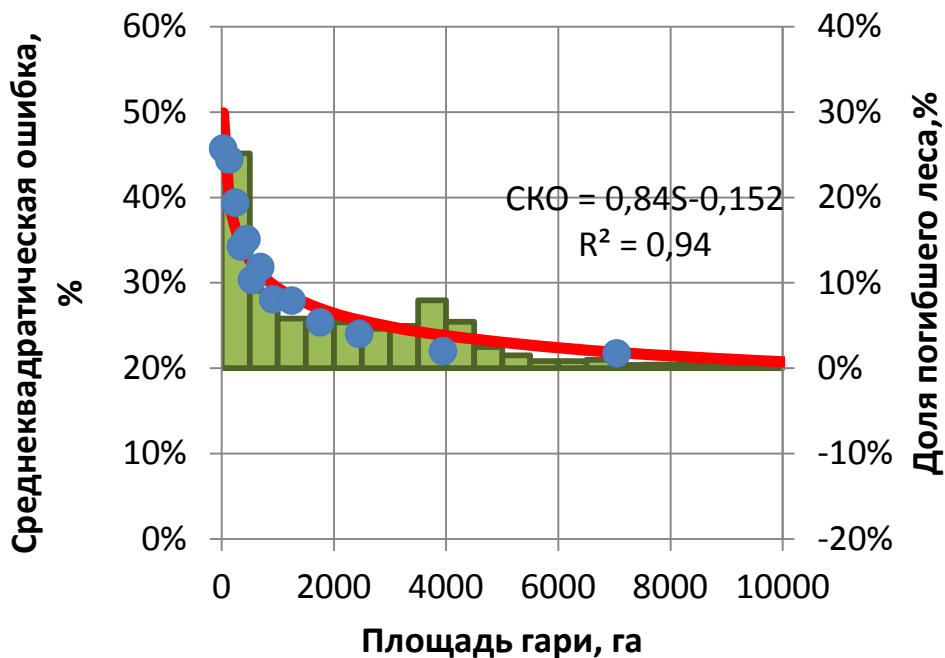
Взаимосвязь площади участков гибели лесов от пожаров, полученных на основе методики и опорных данных на уровне выделов

Анализ погрешности оценки площади на уровне отдельных пожаров

$$\delta = \frac{S_{\text{мет}} - S_{\text{оп}}}{S_{\text{оп}}} \quad CO_{\text{инт}} = \frac{\sum_1^n \delta}{n}$$

где $S_{\text{оп}}$ - площадь участка погибшего от пожара леса по опорным данным на уровне выделов, $S_{\text{мет}}$ - площадь участка погибшего от пожара леса по данным ДЗЗ.

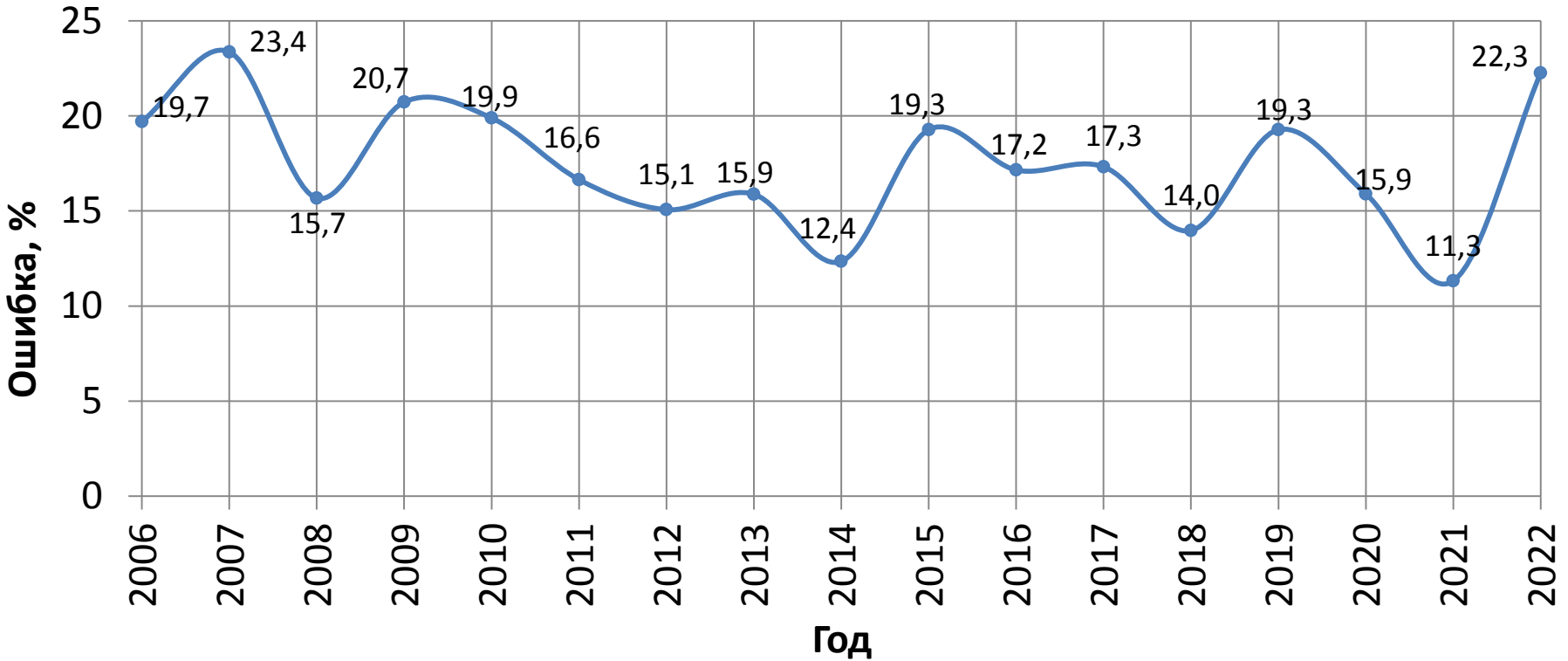
$$CKO_{\text{инт}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n ((S_{\text{мет}} - S_{\text{оп}} - CO_{\text{инт}} \times S_{\text{мет}}) / (S_{\text{мет}} - CO_{\text{инт}} \times S_{\text{мет}}))^2}{n}}$$



Расчет относительной ошибки оценки площади погибшего леса на уровне страны

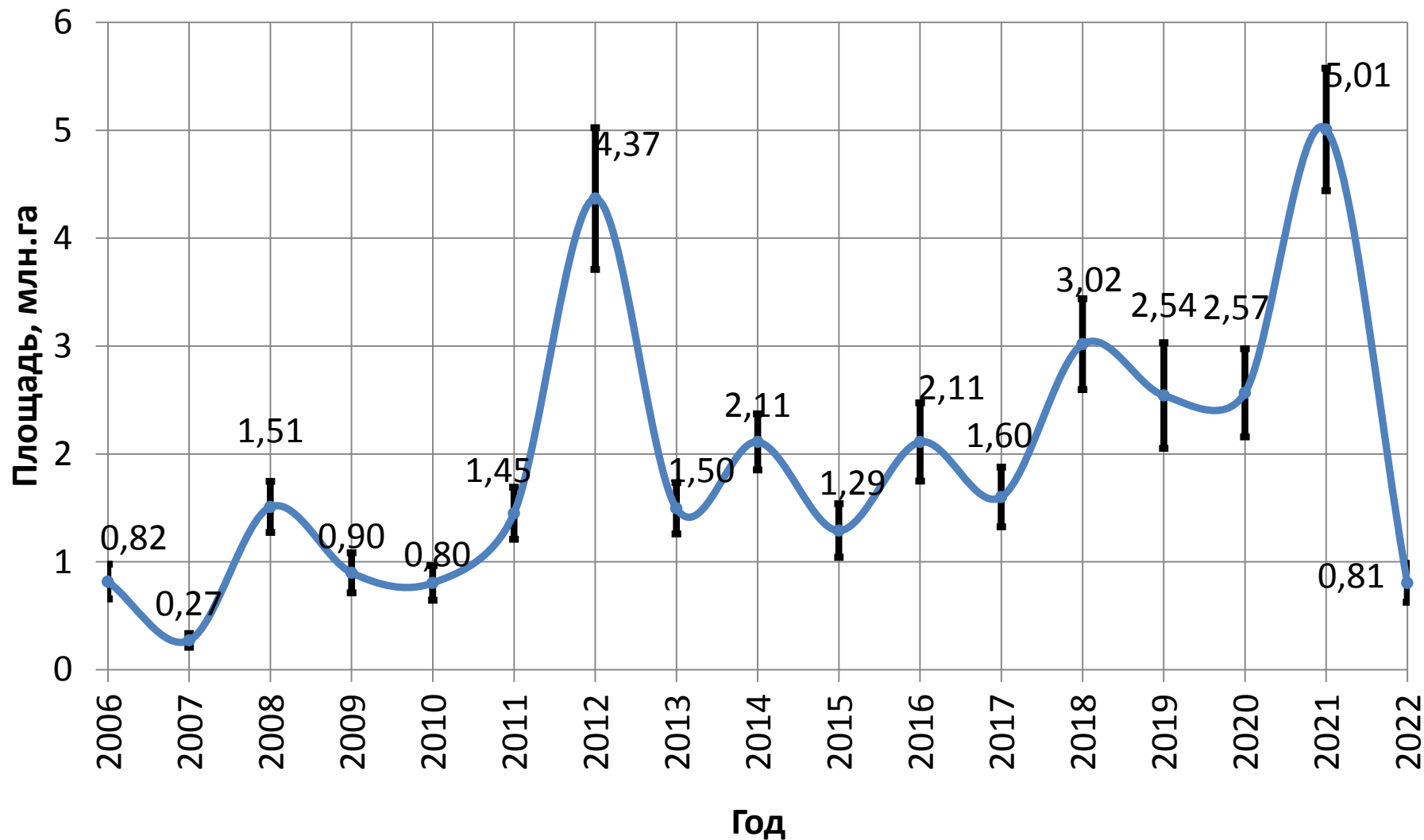
$$\delta_{\text{общ}} = \frac{\sqrt{\sum_1^m (\text{CKO}_i)^2}}{S_{\text{общ}}} = \frac{\sqrt{\sum_1^m (0.84 \times S_i^{-0.15})^2}}{S_{\text{общ}}}$$

где m и $S_{\text{общ}}$ – количество и общая площадь участков погибших от пожаров лесов соответственно.



Распределение относительных ошибок ежегодной оценки общей площади погибших от пожаров лесов на территории Российской Федерации в 2006-2022 годы.

Оценка площади погибших от пожаров лесов на территории России с учетом установленных значений погрешности



Заключение

- Приведена оптимизация параметров методики оценки площади погибшего леса;
- Скорректирована площадь погибшего лесов с учетом лесистости;
- Оценена зависимость систематической составляющей погрешности и среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности от размера гари ;
- Значение ошибки ожидаемо снижается с ростом размера выявленного участка погибшего леса ;
- Полученные зависимости были использованы в дальнейшем для оценки погрешности определения площади погибших лесов на уровне страны. Наименьшая ошибка в таком случае характерна для сезонов с большим количеством крупных пожаров и наоборот.

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).