

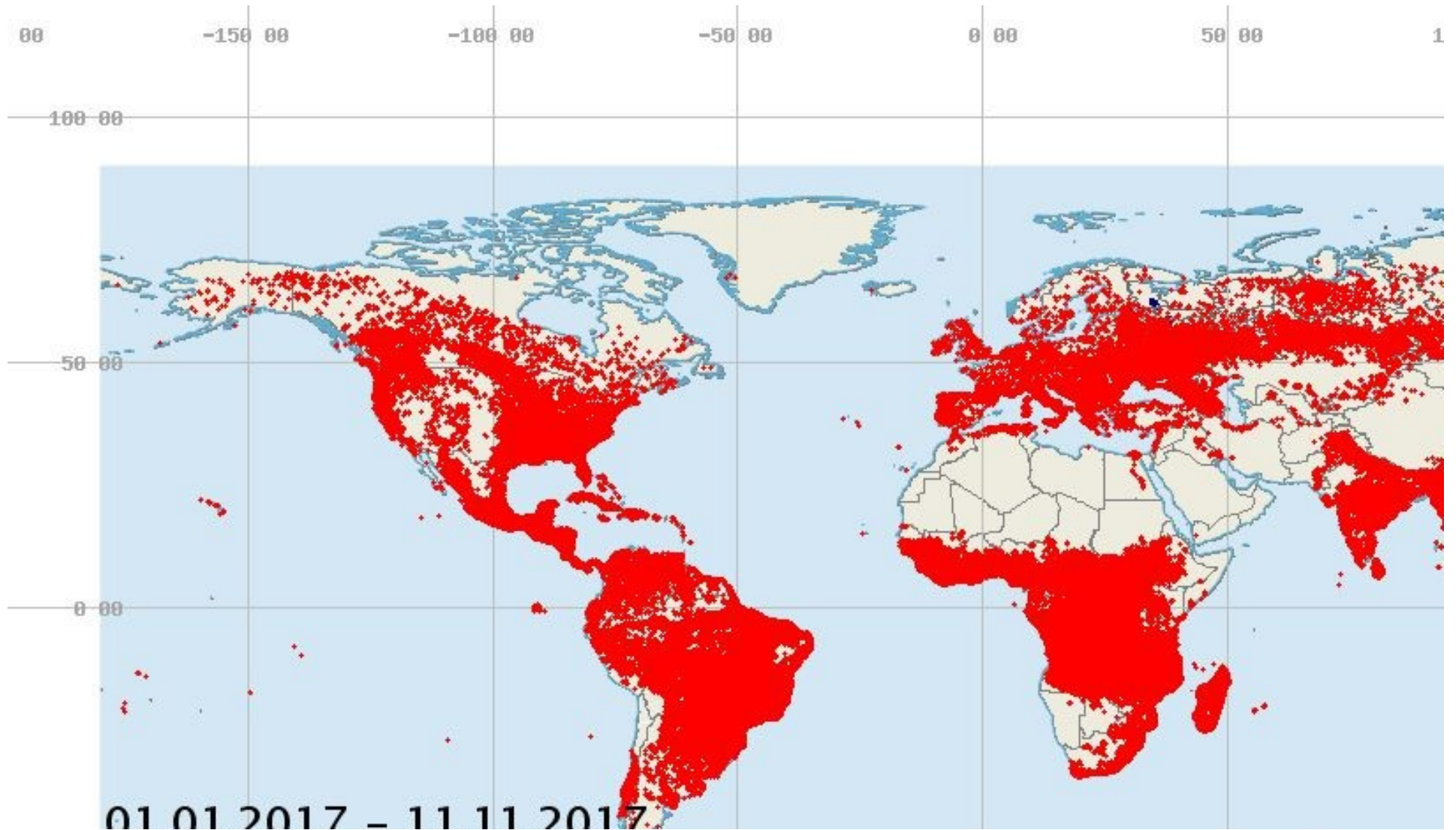


Новая методология мониторинга и прогнозирования пирогенной гибели лесов на основе данных многолетних спутниковых наблюдений

Барталев С.А., Стыценко Ф.В., Егоров В.А.,
Лупян Е.А., Хвостиков С.А.

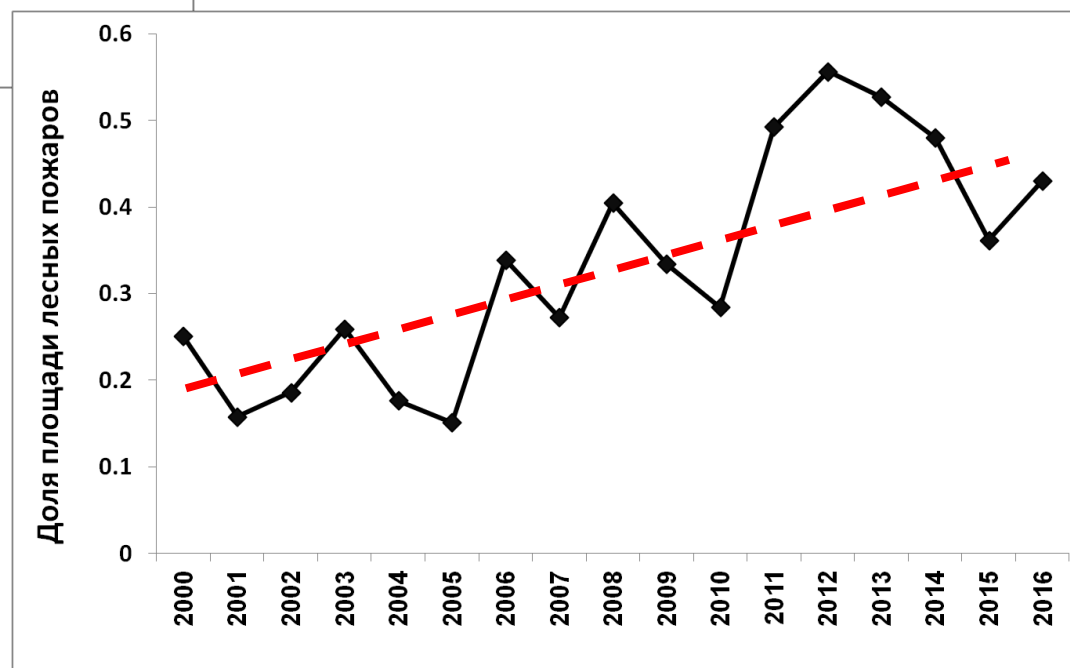
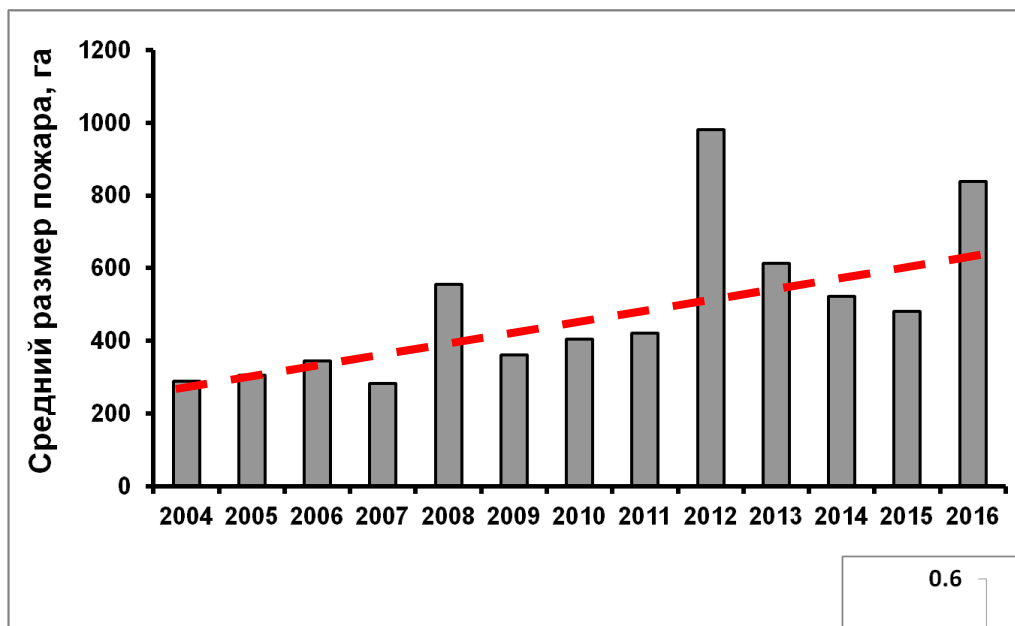
Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса
13 - 17 ноября 2017 г., Москва, ИКИ РАН

Глобальный феномен лесных пожаров



Пожары по данным MODIS

Тренды изменения характеристик пожаров в лесах России по данным MODIS

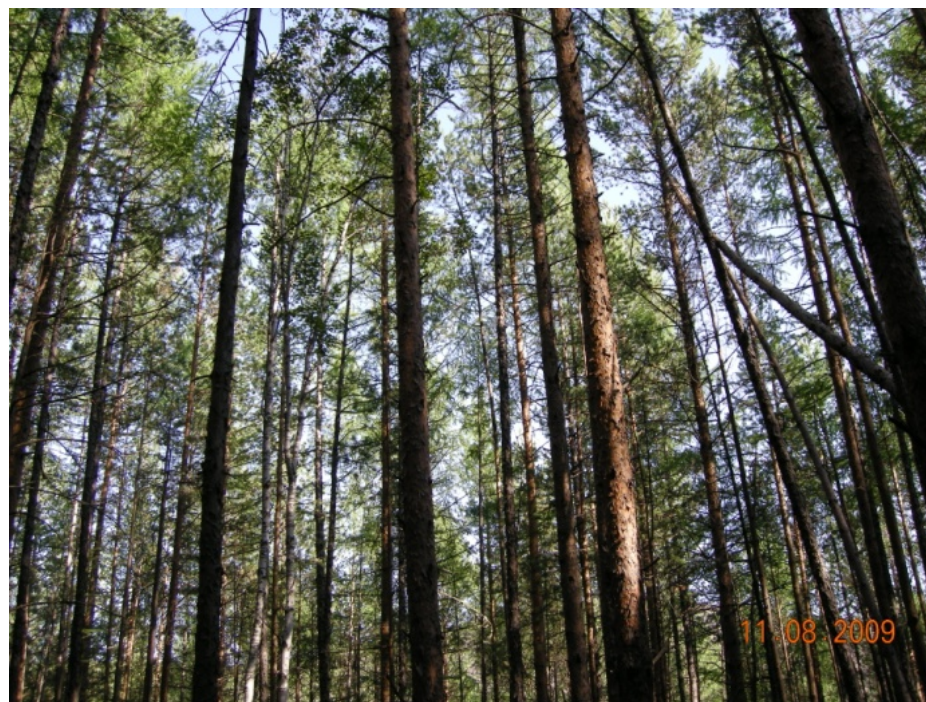


Последствия воздействия пожаров на леса

Наземные обследования пройденных пожарами лесов в Читинской области

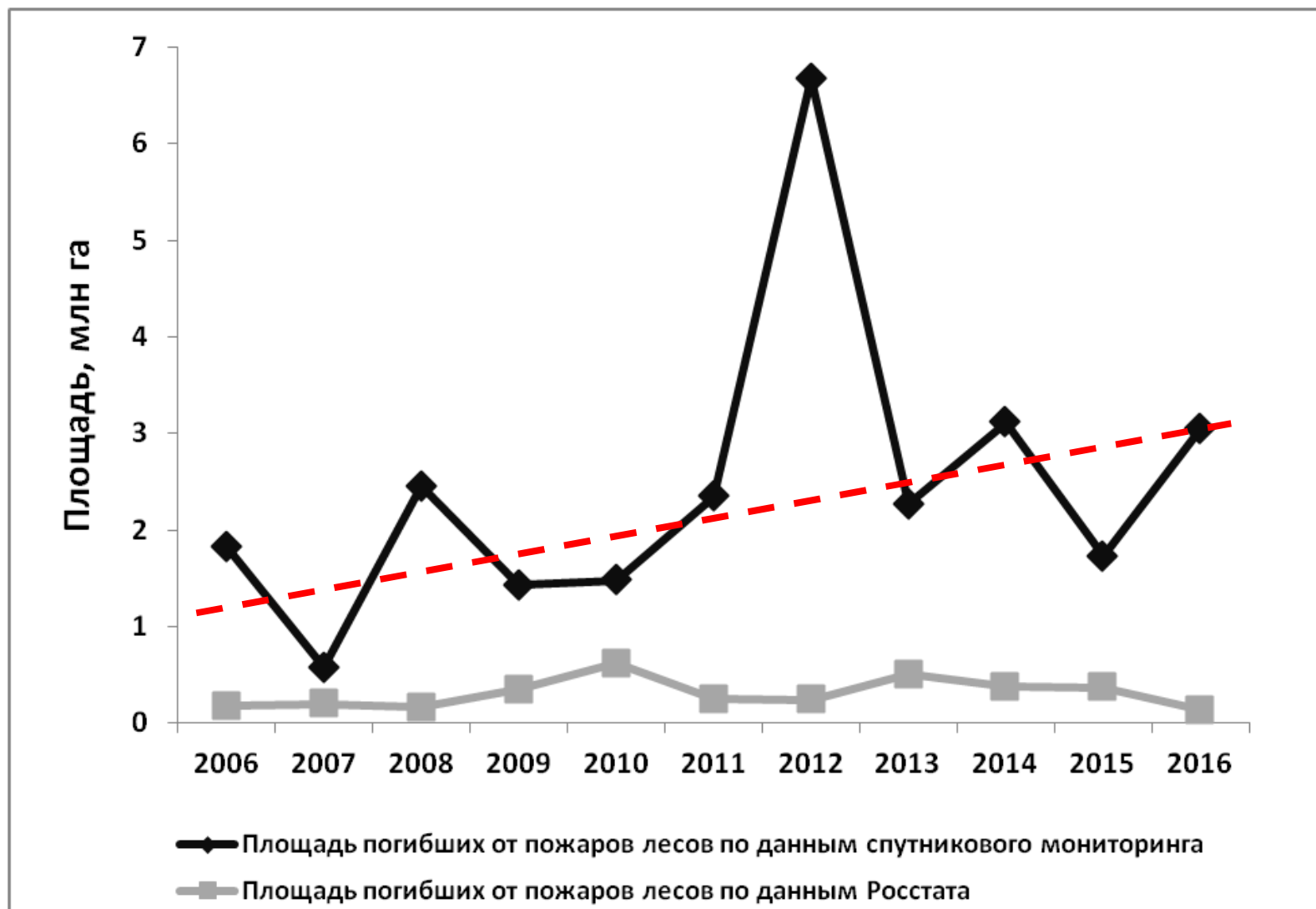


Погибший лесов

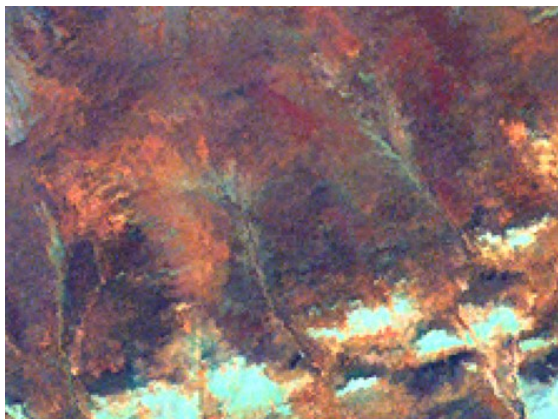


Слабо поврежденный лес

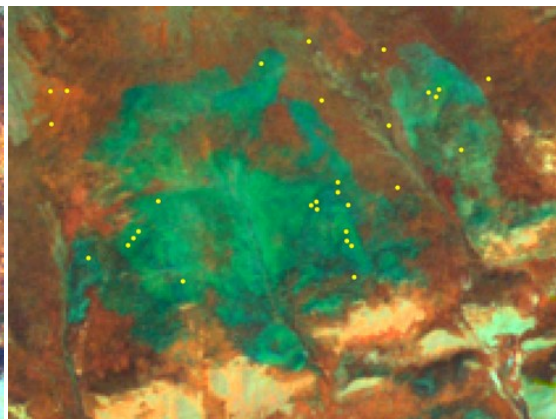
Динамика площади погибших от пожаров лесов России по различным данным



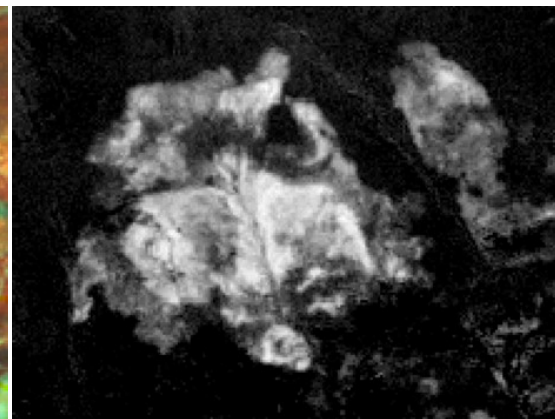
Оценка постпожарных усыханий лесов на основе разновременных данных ДЗЗ



Изображение леса до пожара



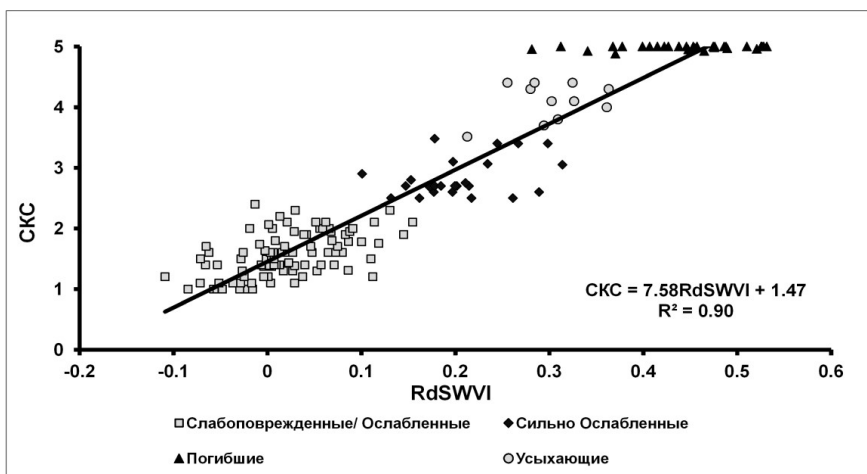
Изображение леса после пожара



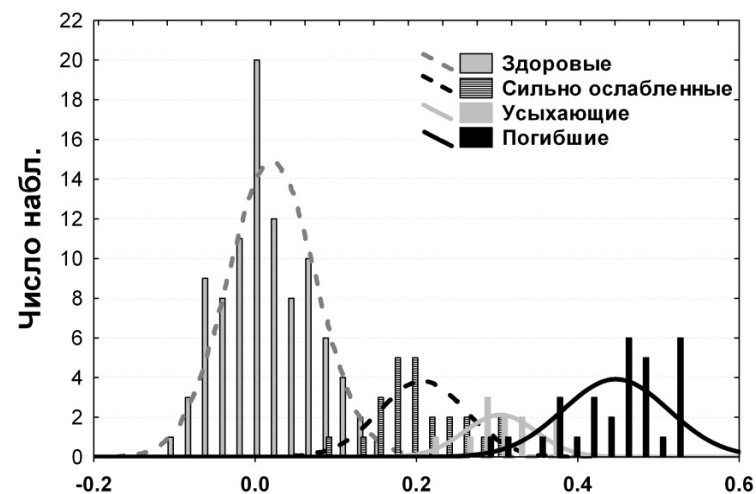
Изображение RdSWVI

$$SWVI = \frac{R_{nir} - R_{swir}}{R_{nir} + R_{swir}}$$

$$RdSWVI = \frac{SWVI_{pre} - SWVI_{post}}{\sqrt{SWVI_{pre} + 1}}$$

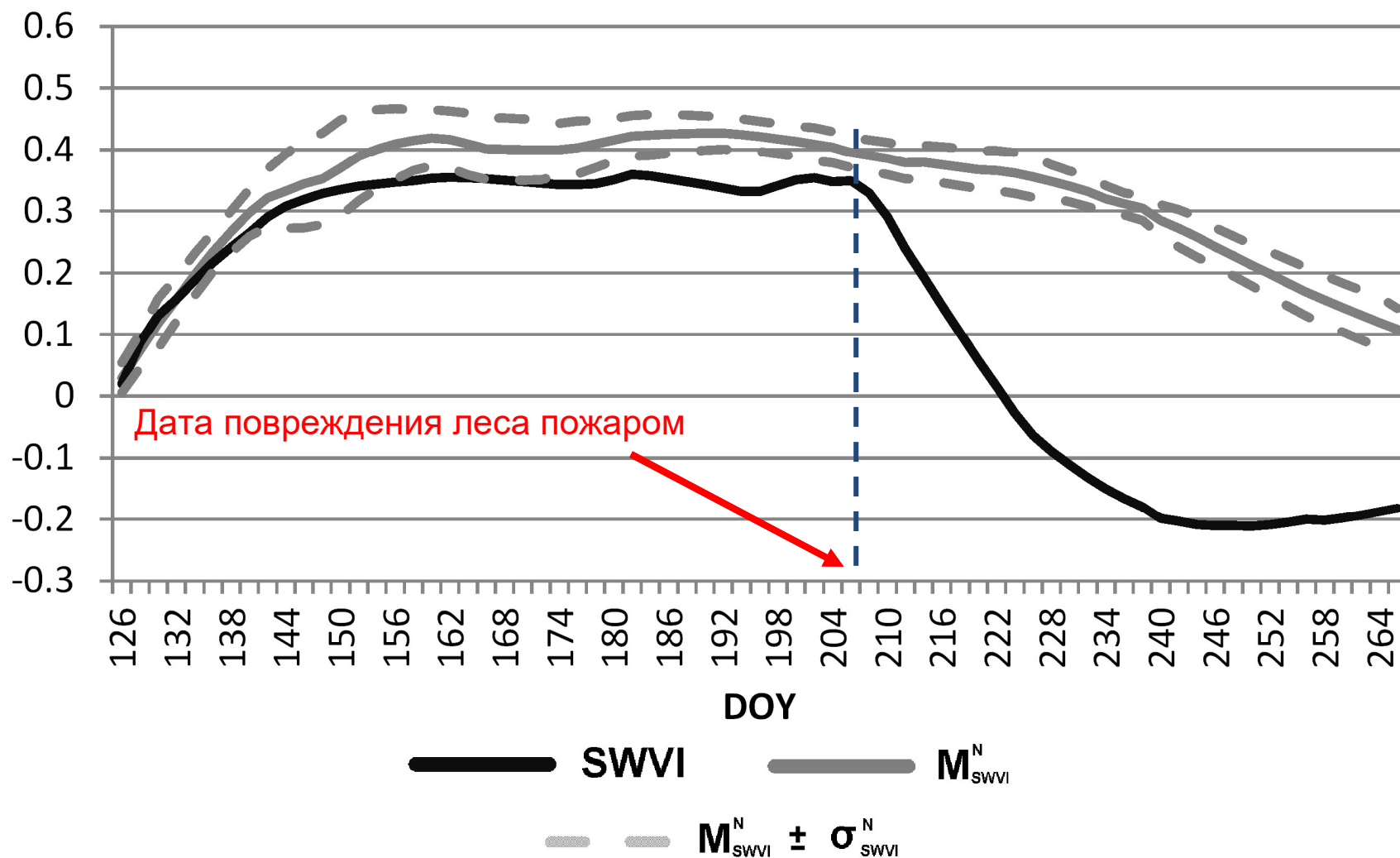


Взаимосвязь между значениями RdSWVI по данным Landsat-TM и категорией состояния (CКC) поврежденных лесов



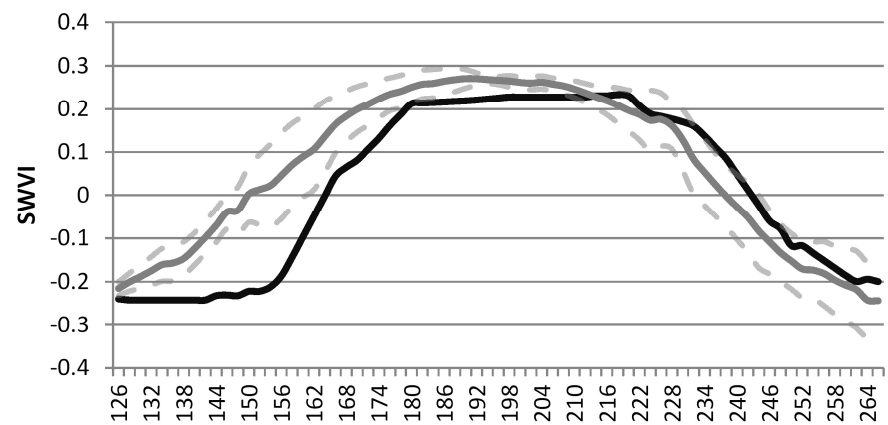
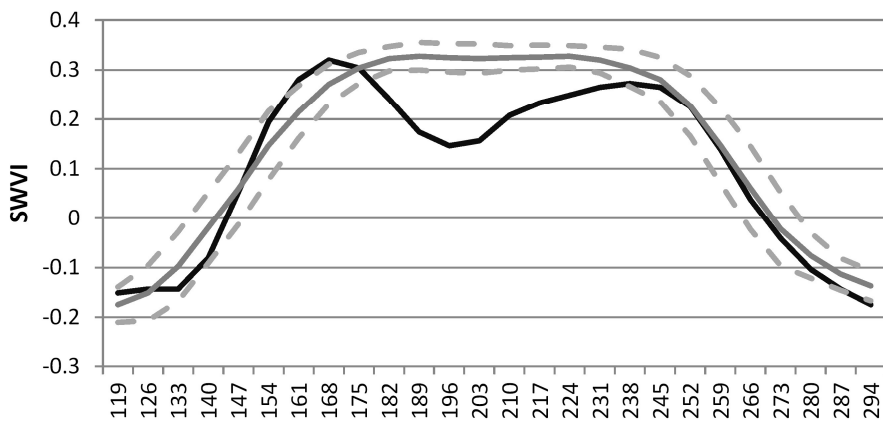
Гистограммы значений RdSWVI различных категорий повреждений лесов

Выявление поврежденных огнем лесов по отклонению сезонной динамики SWVI от многолетней статистической нормы

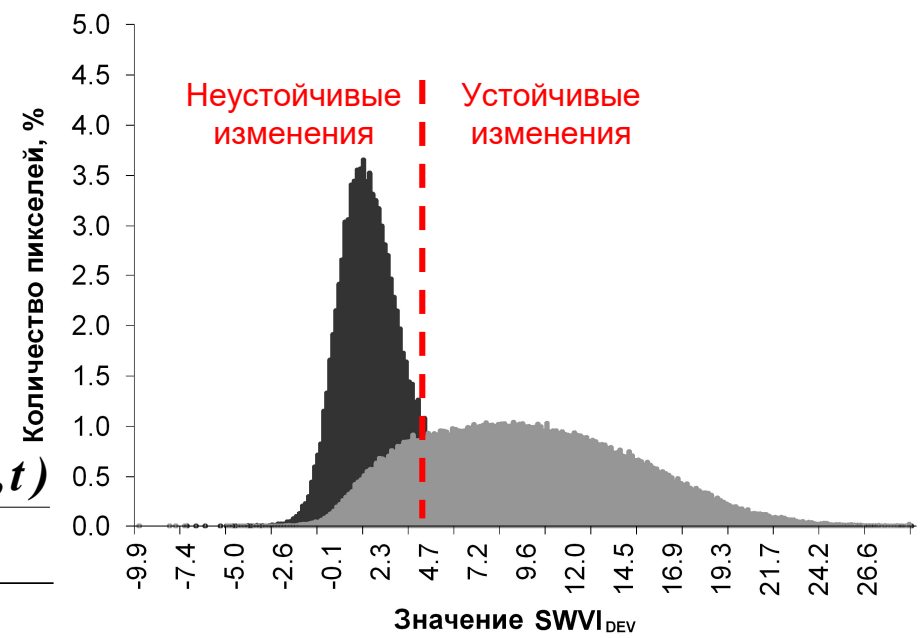
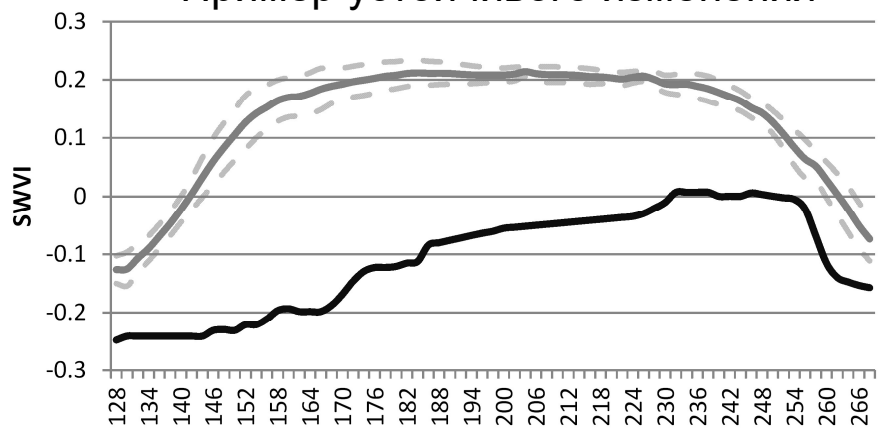


Классификация поврежденных лесов по устойчивости изменений

Примеры неустойчивых изменений



Пример устойчивого изменения



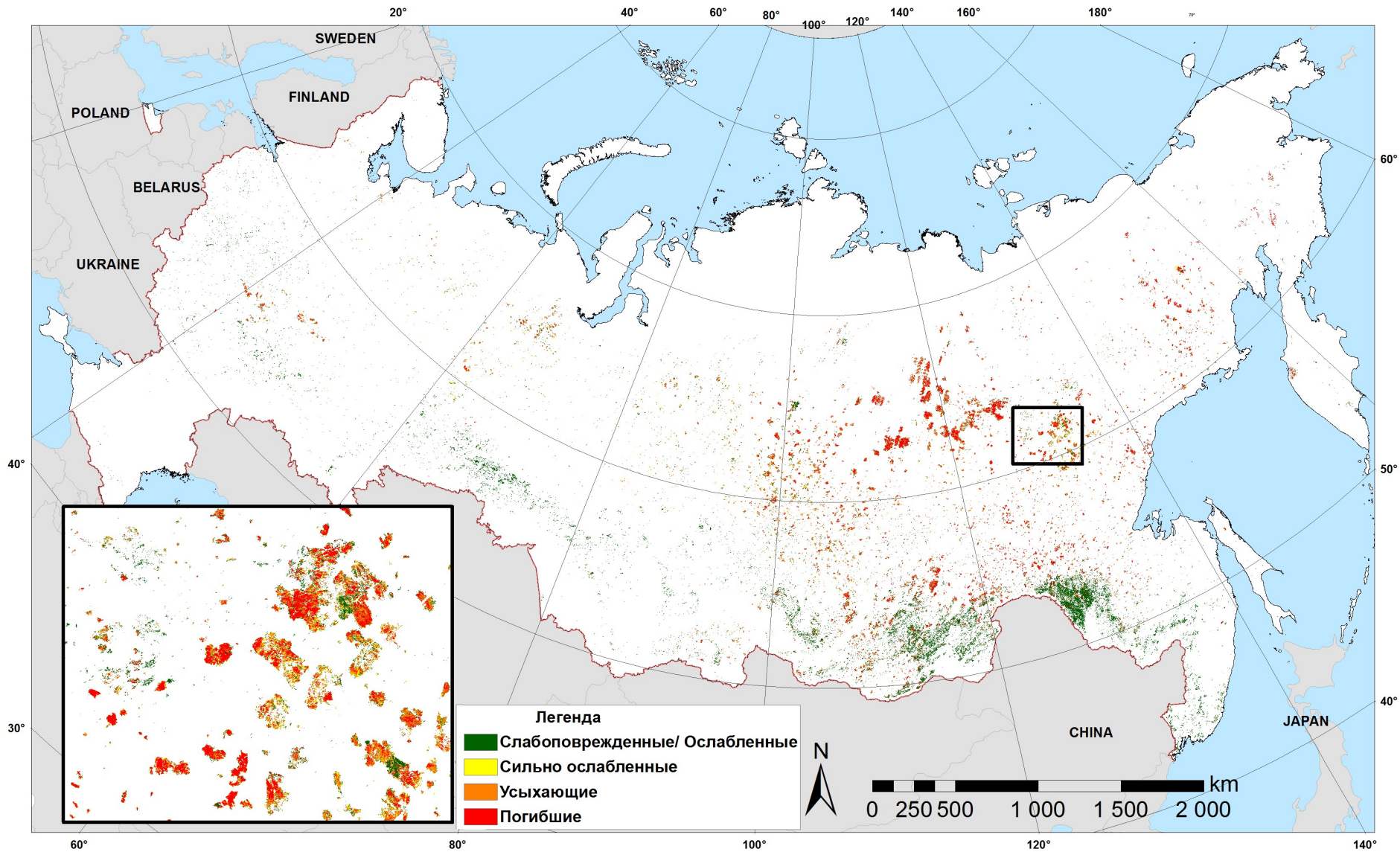
$$SWVI_{DEV} = \frac{\sum_n^{n+\Delta n} M_{swvi}^N(\Theta^*, t) - SWVI^C(\Theta^*, t)}{\Delta n \sigma_{swvi}^N(\Theta^*, t)}$$

Поиск сезонного максимума индекса RdSWVI поврежденного пожаром леса



$$RdSWVI(\Theta^*, t) = \frac{M_{swvi}^N(\Theta^*, t) - SWVI^C(\Theta^*, t)}{\sqrt{M_{swvi}^N(\Theta^*, t) + 1}}$$

Пирогенные повреждения лесов России (2006-2016)



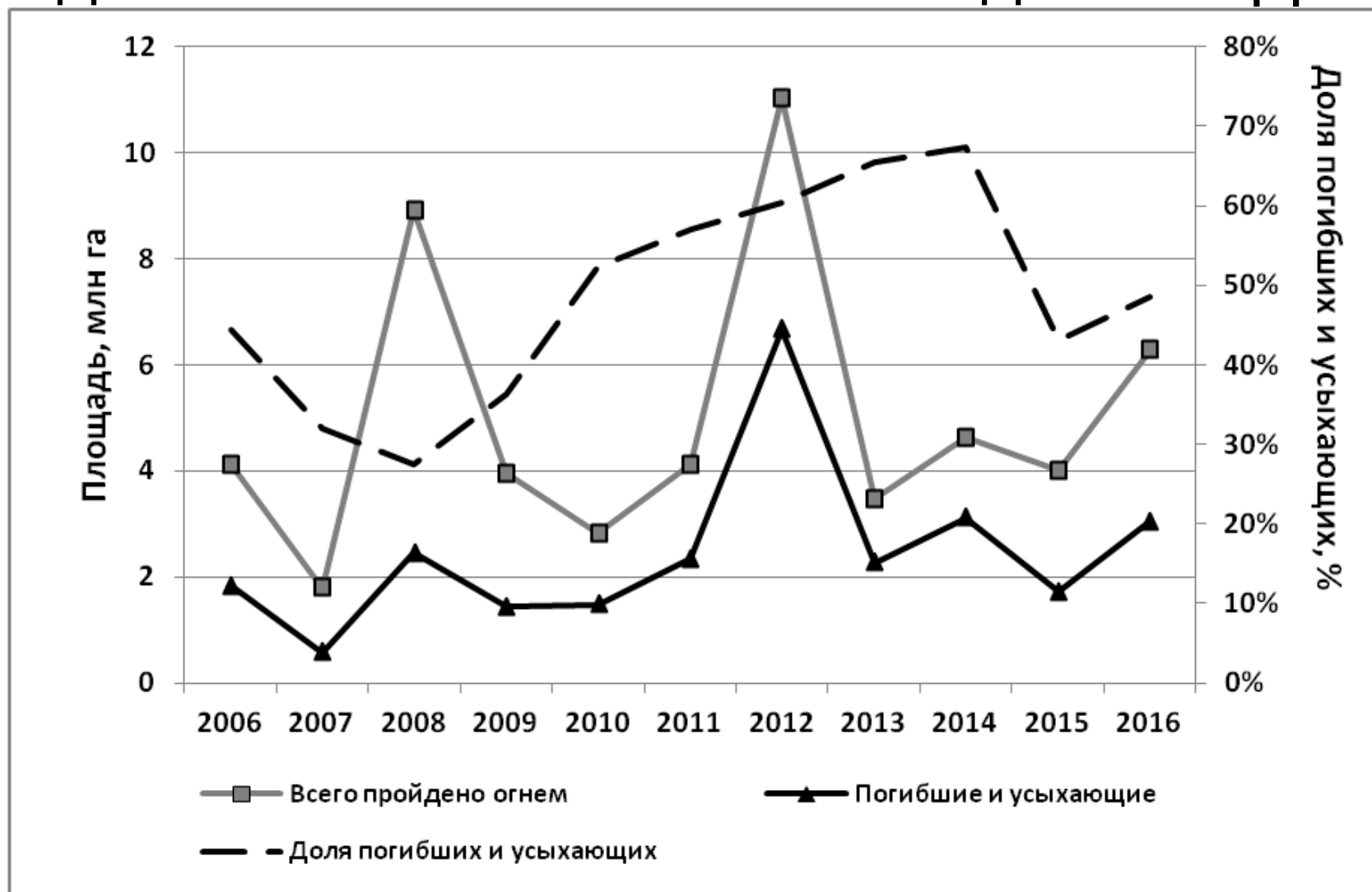
Площади пирогенных повреждений и гибели лесов России

Год	Площади лесов различных категорий состояния, тыс. га			
	Слабоповрежденные и ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Погибшие
2006	2148,7	143,4	536,4	1295,1
2007	1109,6	108,2	239,6	334,1
2008	6223,3	232,8	848,0	1608,0
2009	2333,4	177,8	530,2	901,9
2010	1112,0	237,5	462,0	1019,2
2011	1427,7	336,6	982,9	1364,7
2012	2816,0	1066,2	3373,0	3639,0
2013	976,4	223,2	802,7	1464,4
2014	1248,9	256,2	1083,2	2033,4
2015	2141,3	141,5	599,1	1128,9
2016	2848,3	381,4	1189,6	1859,1
Средняя	2272,2	289,2	937,8	1512,8
%	45,33	5,77	18,71	30,18

Оценка средней ежегодной площади пирогенной гибели лесов России:

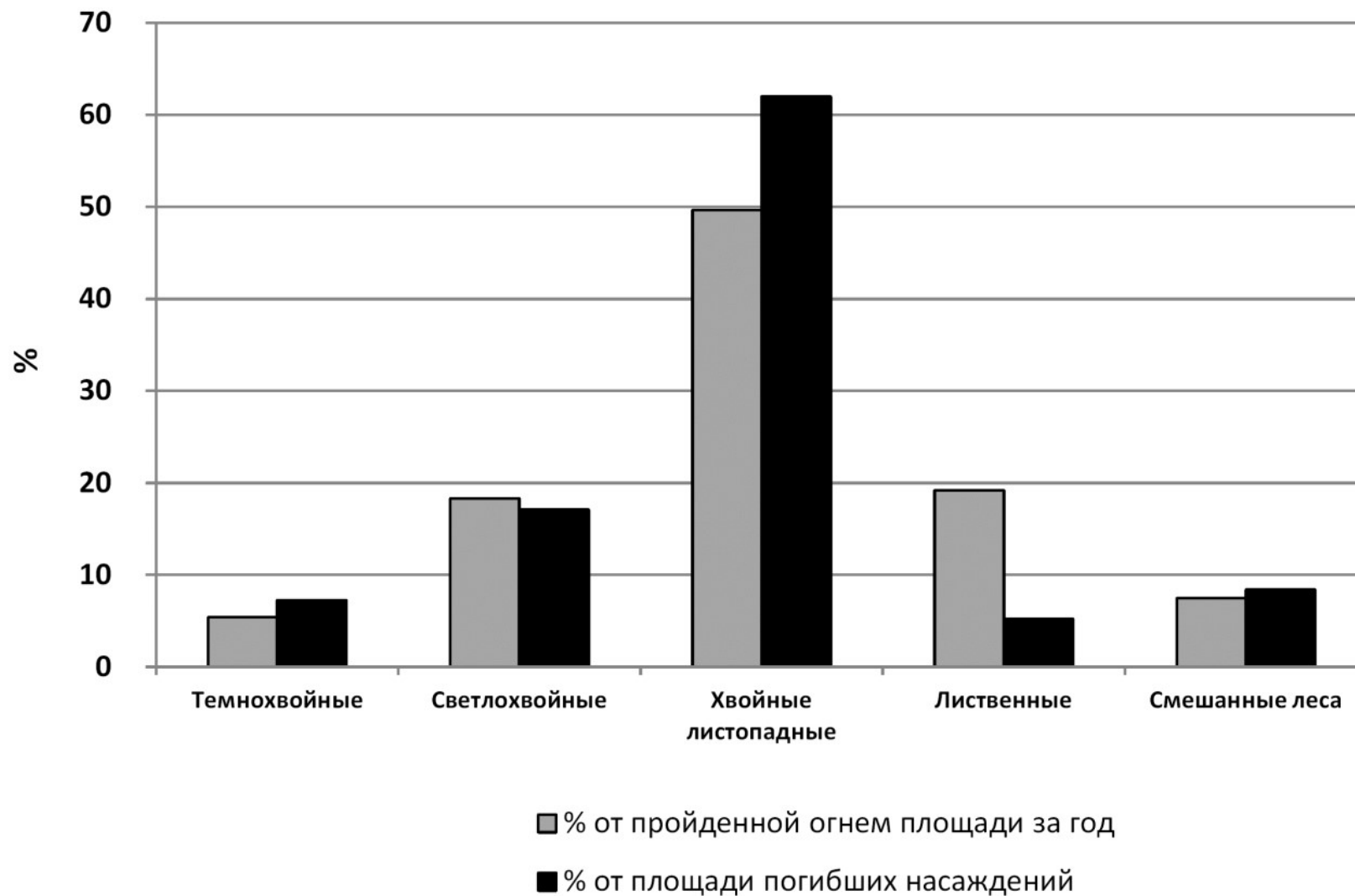
- непосредственно в год пожара – **1.51 млн. га в год**
- с учетом высокой вероятности гибели лесов категории усыхающих (потеря выше 2/3 ассимиляционного аппарата крон) – **2.45 млн. га в год**

Многолетние вариации пирогаенного воздействия на леса России по данным ДЗЗ

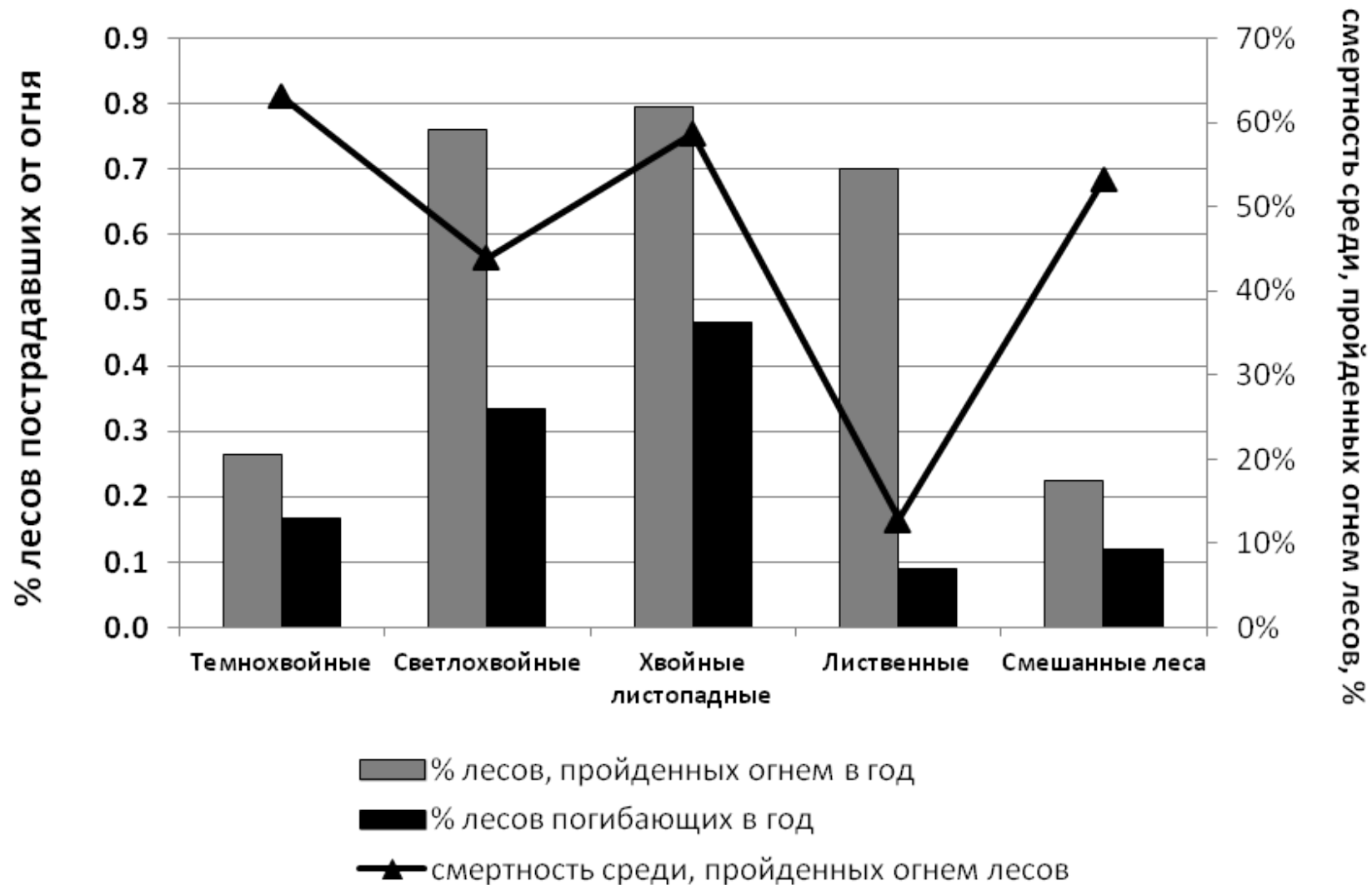


Доля погибших лесов от пройденной огнем площади колеблется в диапазоне от 27,6% до 67,4%, а ее среднемноголетняя величина составляет 48,8%;

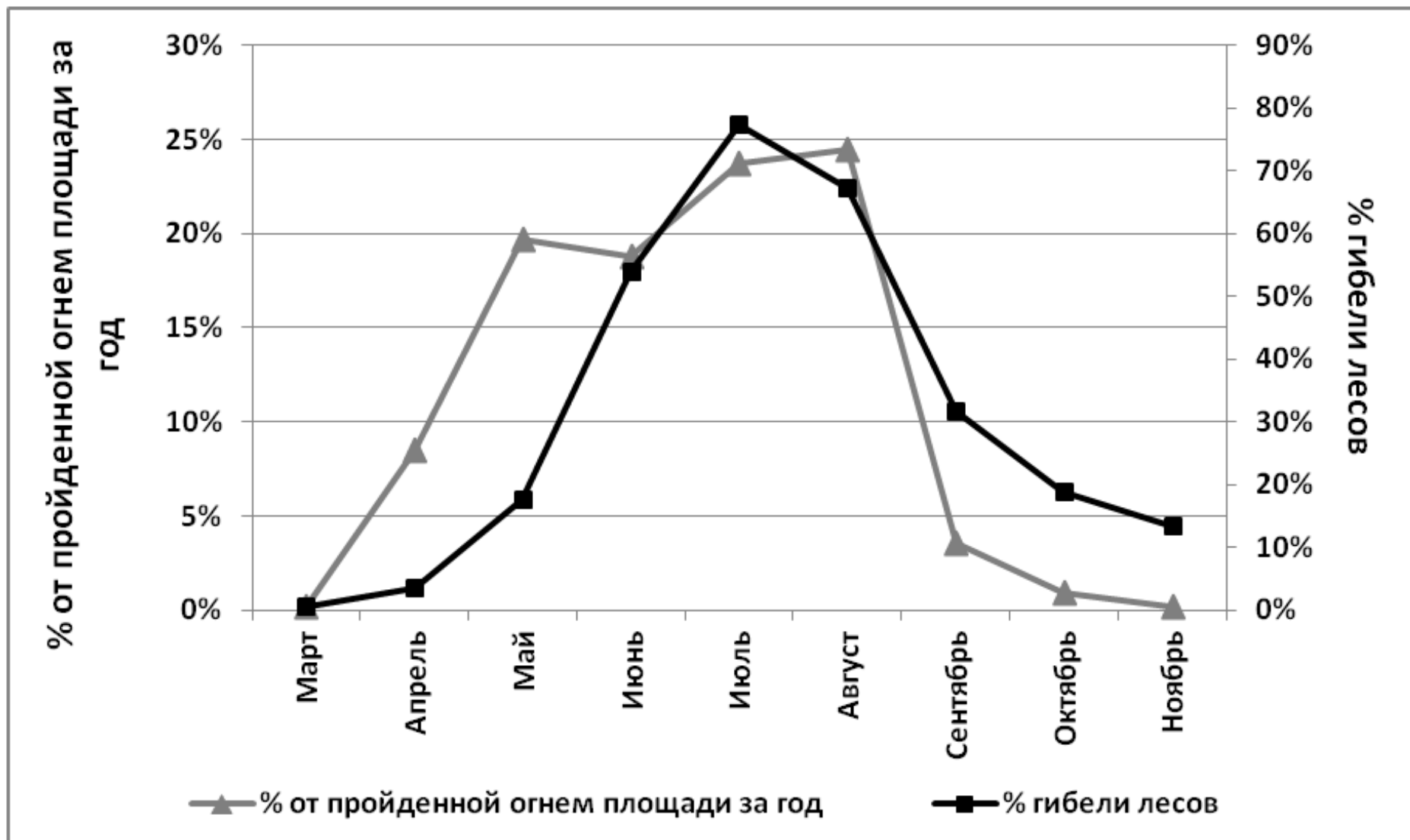
Распределение площади пирогенных повреждений и гибели лесов России по группам пород



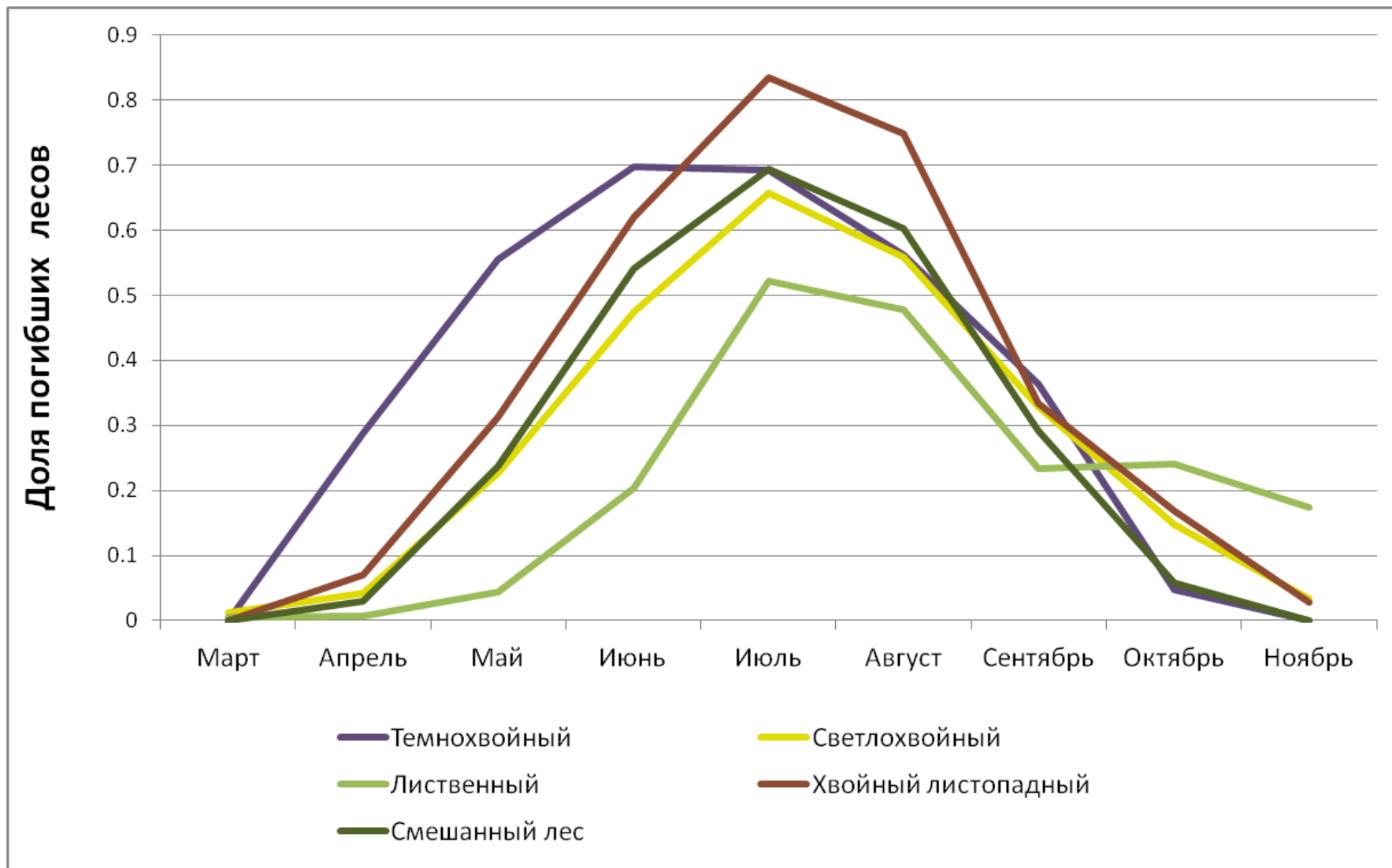
Пирогенные повреждения и гибель лесов России в зависимости от древесных пород



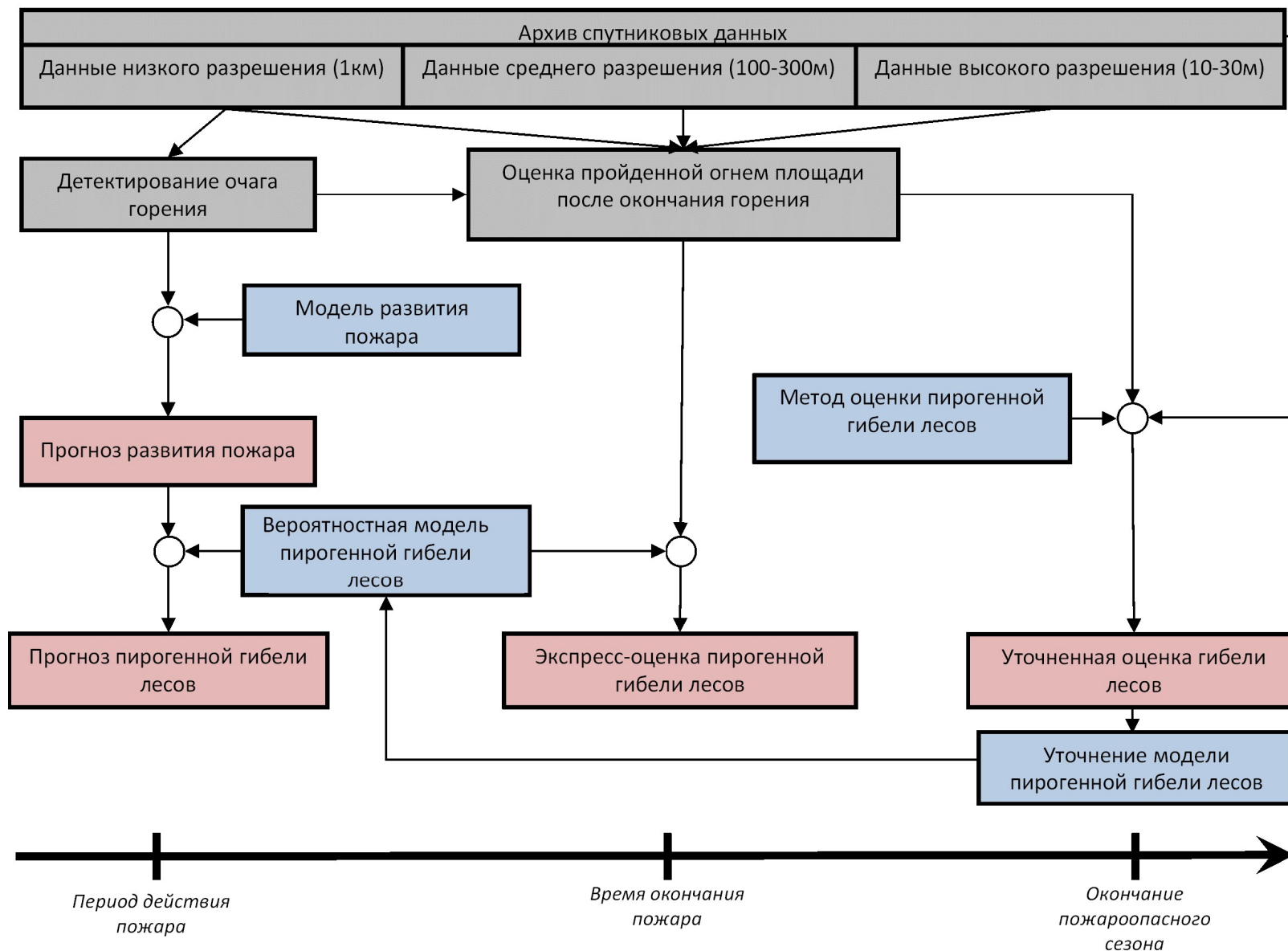
Среднемноголетняя сезонная динамика пирогенных повреждений лесов России



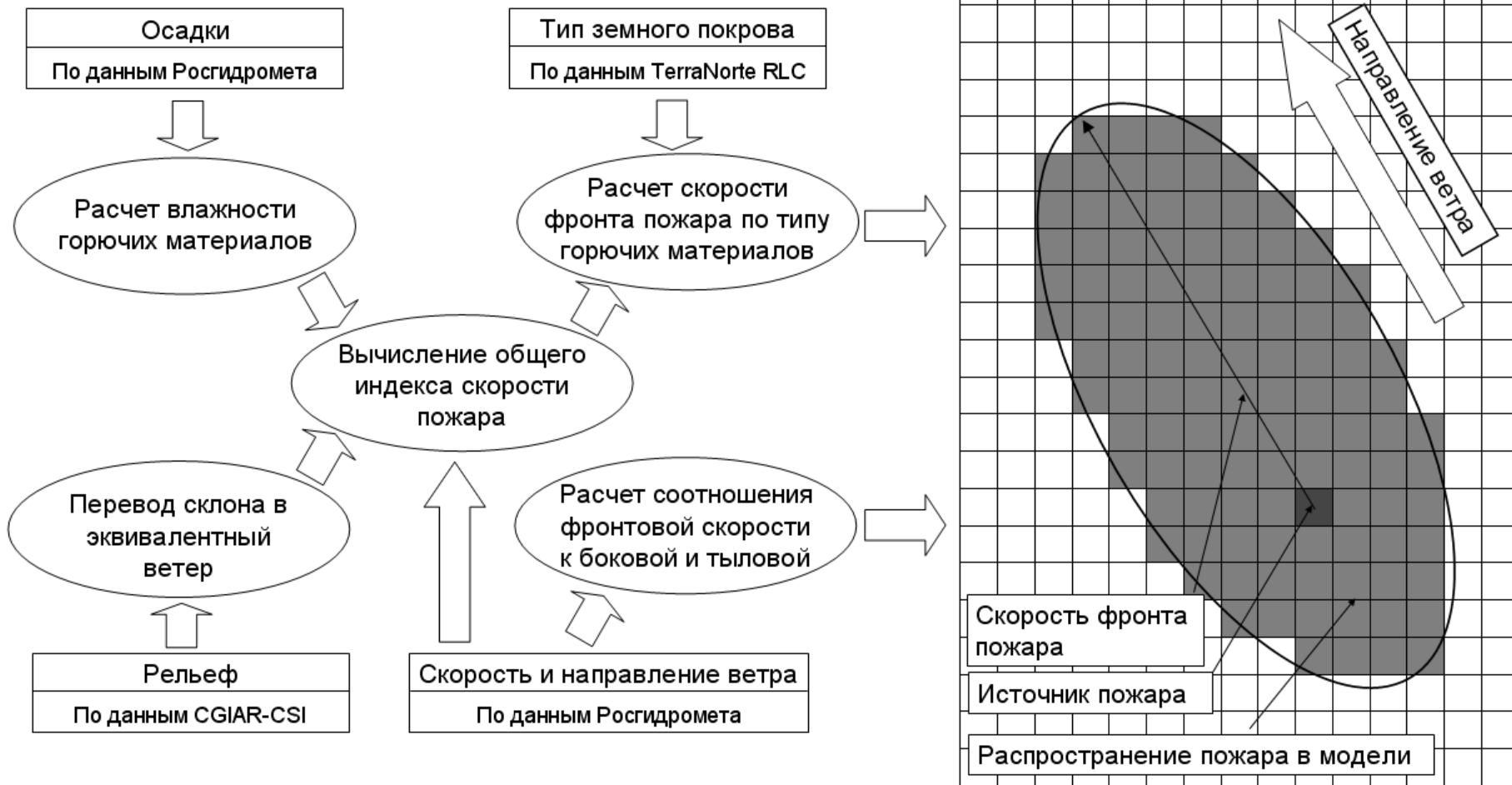
Среднемноголетняя сезонная динамика пирогенной гибели лесов в зависимости от принадлежности к группам пород



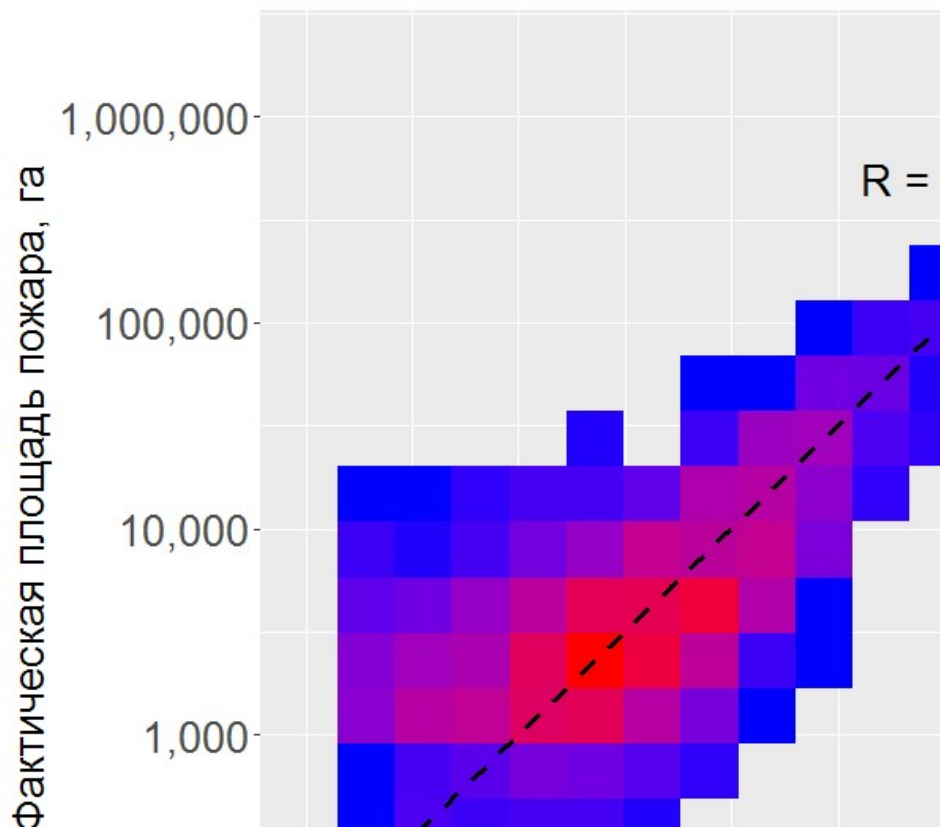
Логическая схема прогноза и оценки пирогенной гибели лесов



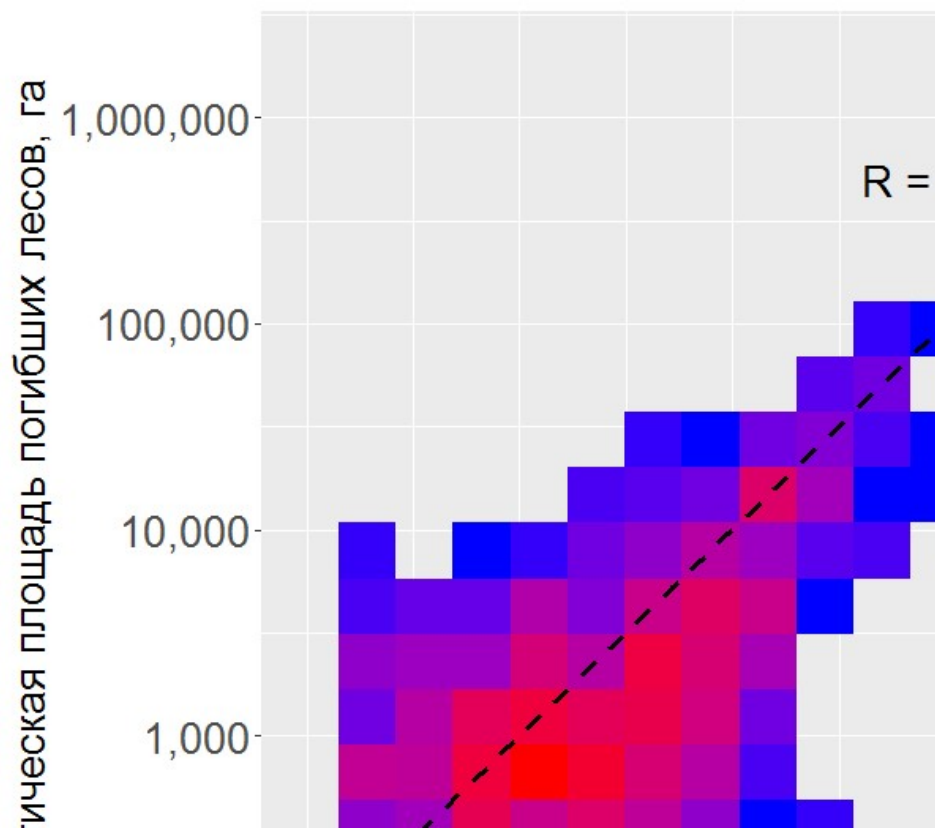
Модель распространения фронта пожара



Оценка оправдываемости прогнозов площади пожара и пирогенной гибели лесов

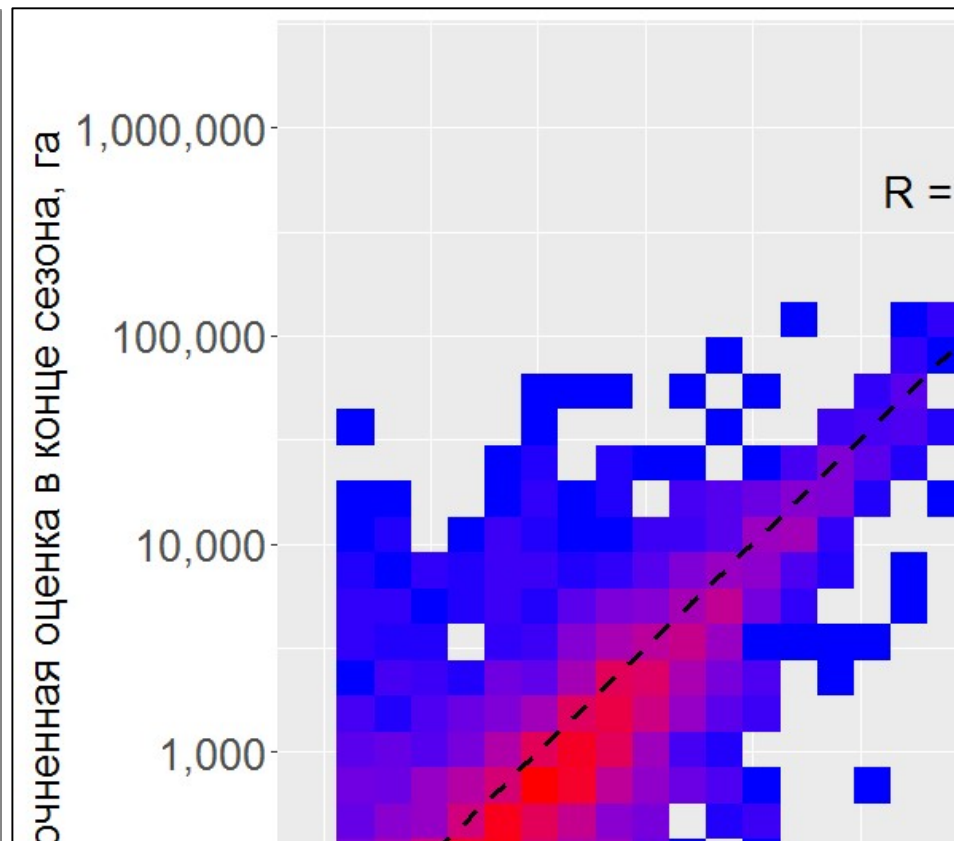
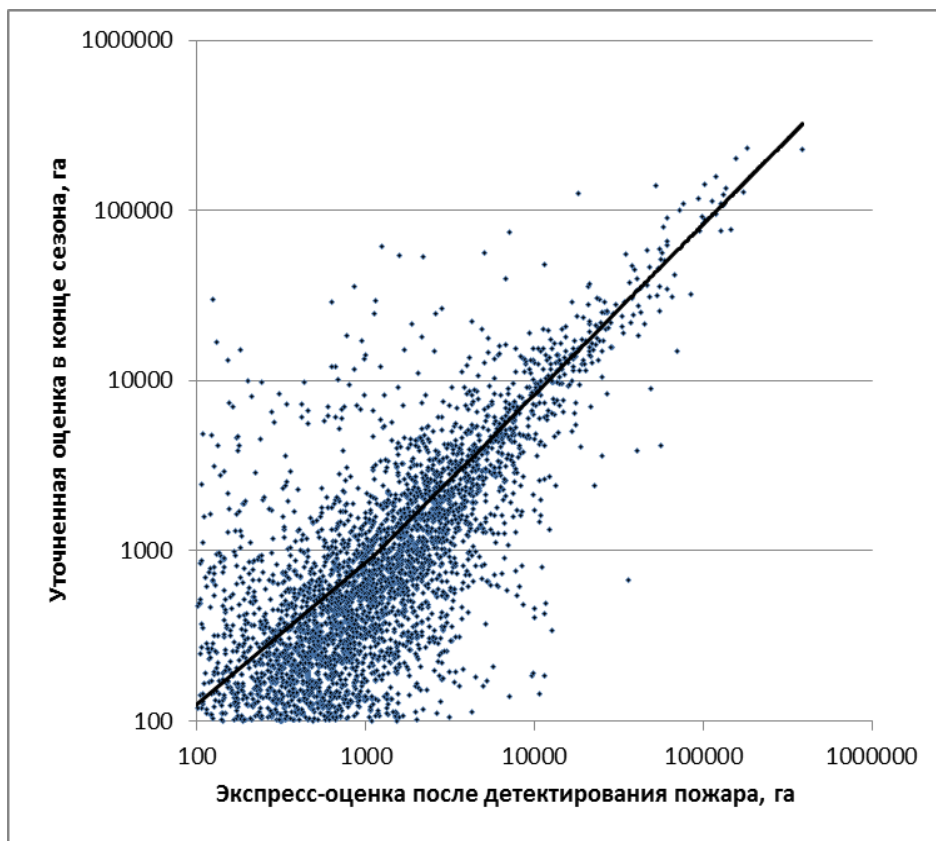


Сравнение агрегированных на уровне пожара оценок роста пройденной огнем площади



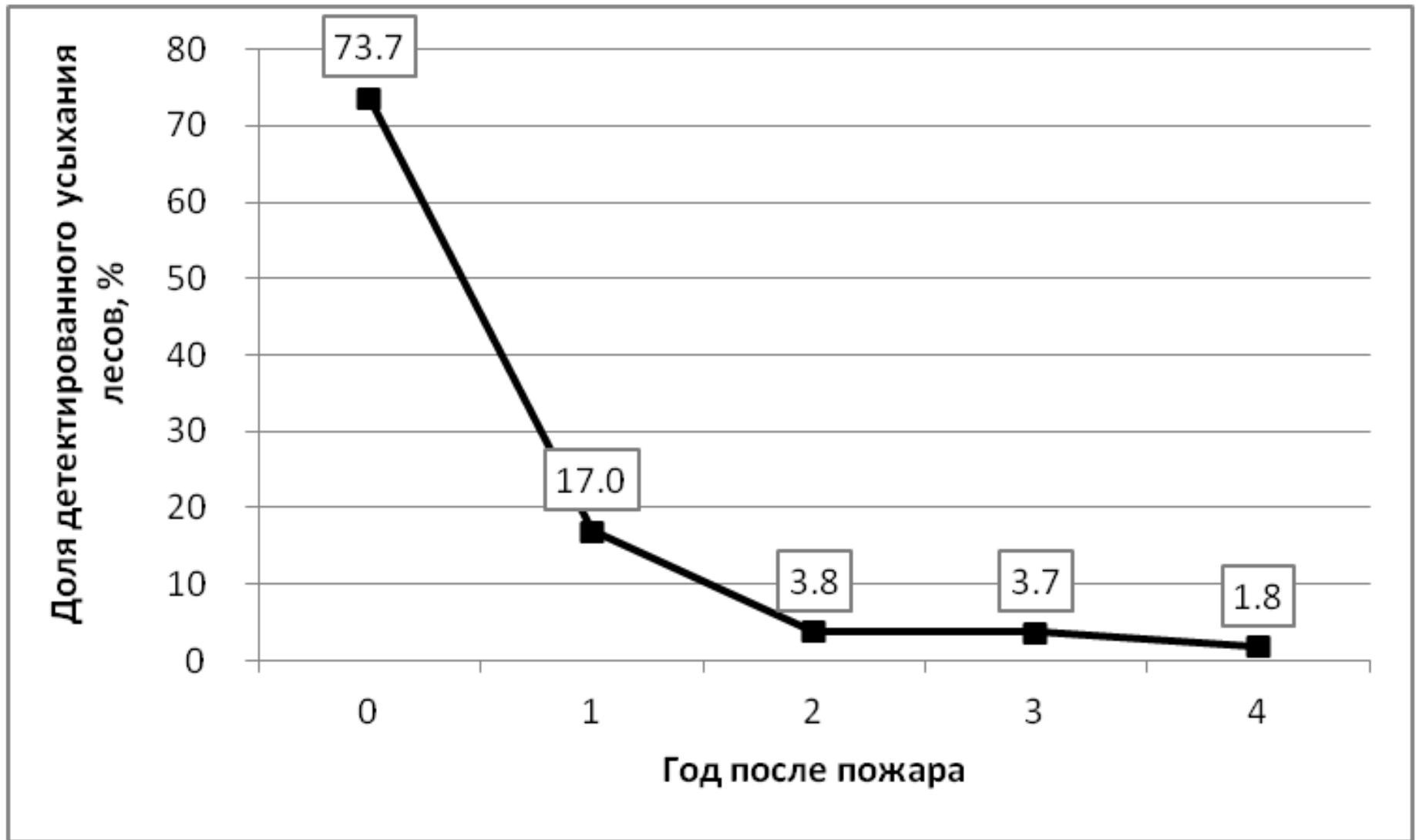
Сравнение агрегированных на уровне пожара оценок площади пирогенной гибели

Оценка оправдываемости вероятностных прогнозов пирогенной гибели лесов

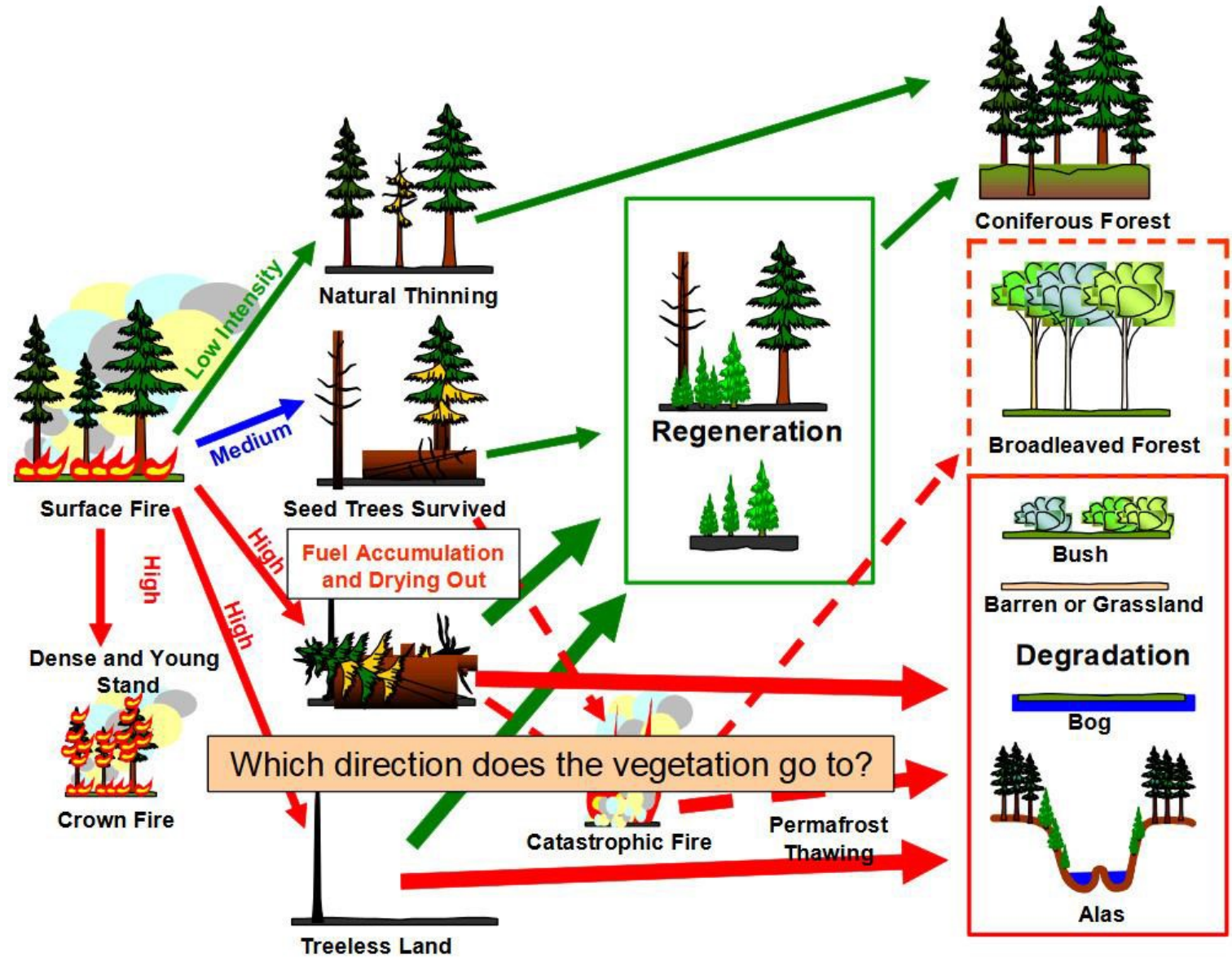


Оценка выполнена для 11 тыс. пожаров 2011-2016 годов, площадью более 500 га.
В среднем наблюдается переоценка площади пирогенной гибели лесов на 19%.

Долгосрочная динамика площади пост пирогенной гибели лесов



Основные траектории постпожарных изменений лесов в зоне вечной мерзлоты



Некоторые перспективные направления дальнейших исследований

- Исследование наличия общих биомных (бореальная зона) и глобальных закономерностей пирогенной гибели лесов;
- Количественный анализ влияния различных природных (в факторов том числе, погодных) на степень повреждения лесов пожарами;
- Разработка многофакторных прогностических моделей пирогенной гибели лесов на основе ассимиляции результатов обработки спутниковых данных;
- Разработка научно обоснованных рекомендаций по оптимальным стратегиям организации охраны лесов от пожаров в лесах России

Спасибо за внимание !

Работа выполнена в рамках государственного контракта Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.10.2015 г. №14.607.21.0122 на тему: «Разработка методов и программных комплексов автоматизированной обработки спутниковых данных дистанционного зондирования Земли для создания и поддержки информационных сервисов мониторинга ресурсного потенциала и состояния лесов России». Уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI60715X0122.