

# Методика ежегодного картографирования необлесенных гарей на основе спутниковых данных

*Стыценко Ф. В.<sup>1</sup>, Барталев С. А.<sup>1 2</sup>, Сайгин И.А.<sup>1 2</sup>*

*<sup>1</sup> Институт космических исследований РАН*

*<sup>2</sup> Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*

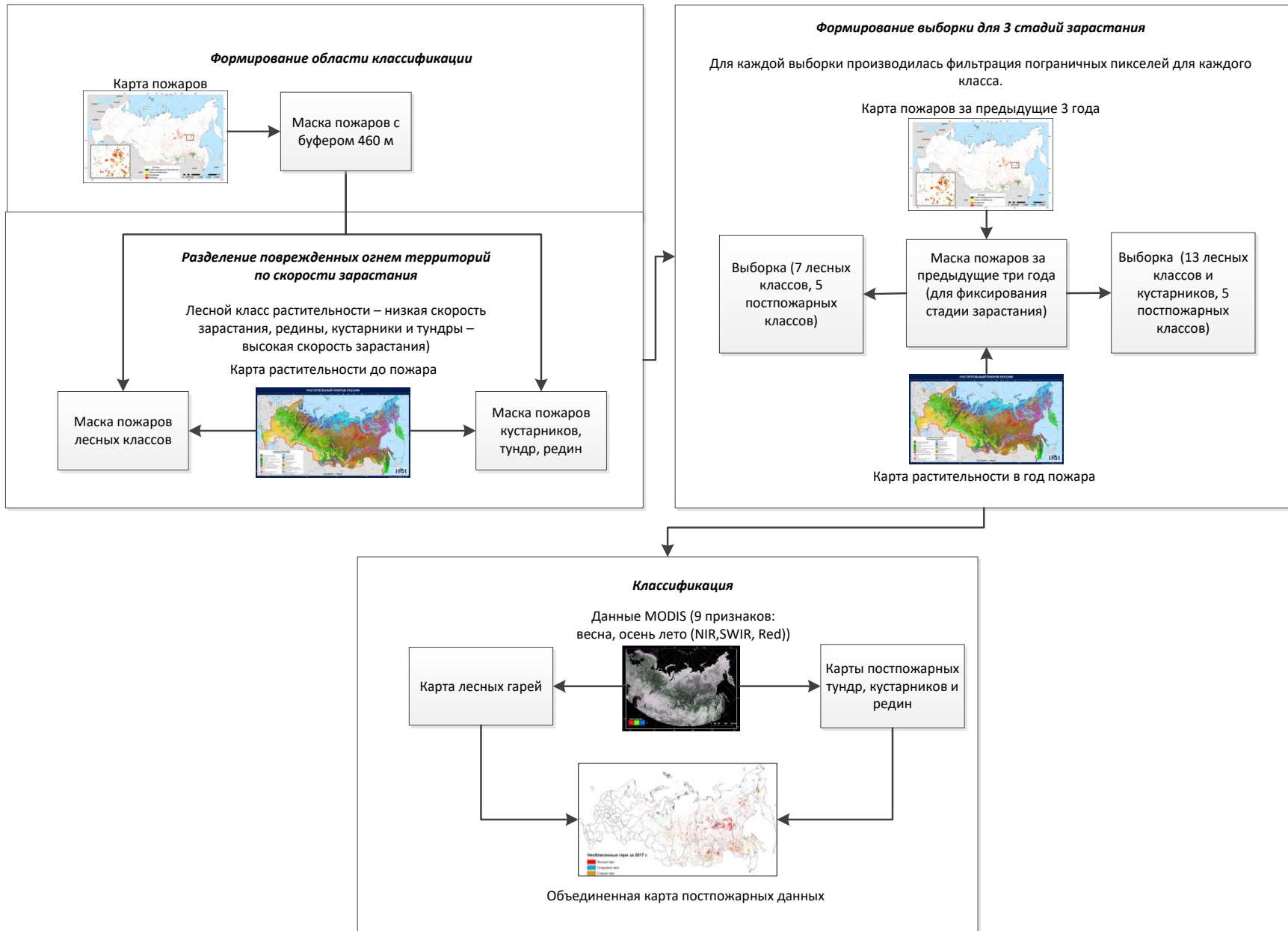
**Восемнадцатая Всероссийская открытая конференция  
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»  
16 – 20 ноября 2020 г.**

# Введение

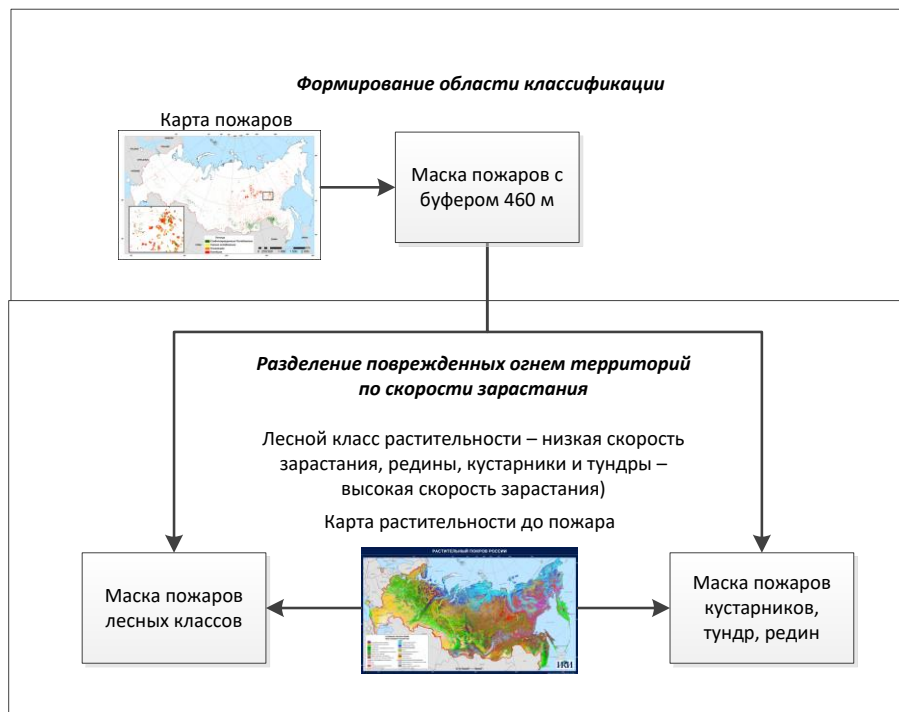
Одним из факторов, учет которых необходим при создании национальных карт растительного покрова являются лесные пожары, которые значительно меняют отражательные свойства поверхности, при этом ежегодный масштаб их воздействия на природные экосистемы измеряется миллионами гектар. Существуют два следующих базовых подхода для учета и картографирования лесных гарей: (а) использование внешних картографических данных или спутниковых продуктов, отражающих пройденные огнем площади и (б) создание отдельного класса гарей, получения для него опорной выборки и последующей классификации. Каждый из подходов имеет свои недостатки и ограничения. В первом подходе существует неопределенность во временном промежутке, в течении которого территория должна оставаться в классе гарей. Второй подход требует ежегодной актуализации выборки в следствии постепенного восстановления растительности на гарях прошлых лет, что может приводить к ошибкам.

В работе представлен комбинированный подход картографирования необлесенных гарей, который подразумевает проведение отдельной классификации в пределах многолетней маски пройденных огнем площадей и использовании динамической опорной выборки погибших от пожаров разных лет лесов. Подход основан на использовании спектральных сигнатур различных лесных, нелесных и постпожарных классов с последующей классификацией. Пиксел относился к классу необлесенных гарей, если попадал в один из постпожарных или нелесных классов. В случае попадания пиксела в один из лесных классов, он считается возобновившимся лесом. Данный подход использовался в рамках создания временной серии карт растительности России на основе данных MODIS с пространственным разрешением 230м.

# Общая схема алгоритма



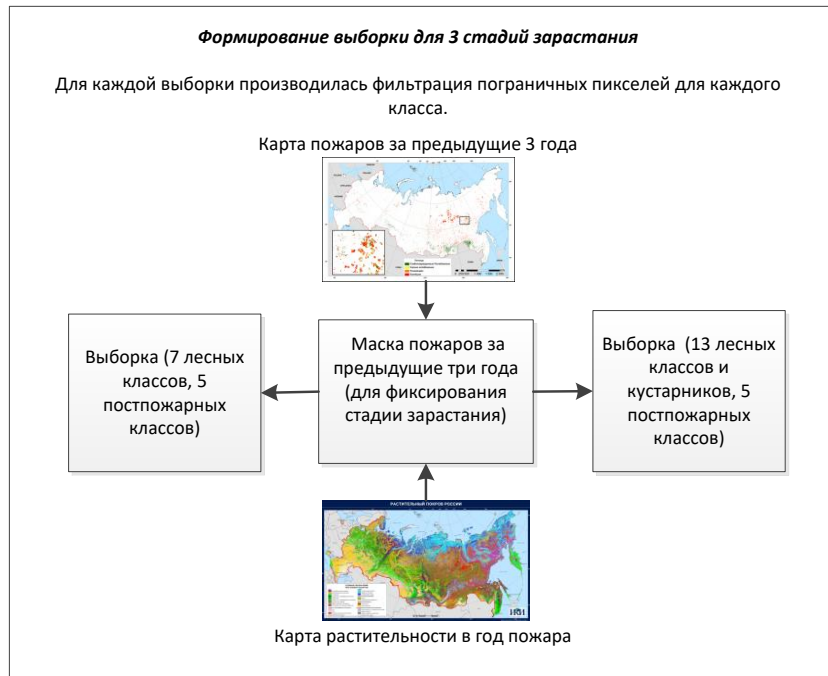
# Формирование области классификации и разделение поврежденных огнем территорий по скорости зарастания



Одной из особенностей метода выявления необлесенных гарей является использование маски территорий пройденных огнем. В качестве исходных данных для создания области интереса использовались ежегодные карты гарей, полученные в ИКИ РАН по данным MODIS с пространственным разрешением 230м. По выявленным гарям была построена буферная зона с использованием плавающего окна размером 3x3 пиксела.

Скорость зарастания зависит от класса погибшего леса, в частности скорость восстановления погибших редин и тундр выше, чем скорость восстановления лесных классов. Для разделения территорий по скорости зарастания использовалась карта растительности, полученная за предшествующий пожару год. Последующая обработка проводилась независимо для двух выделенных на данном этапе групп.

# Формирование выборки для 3 стадий зарастания



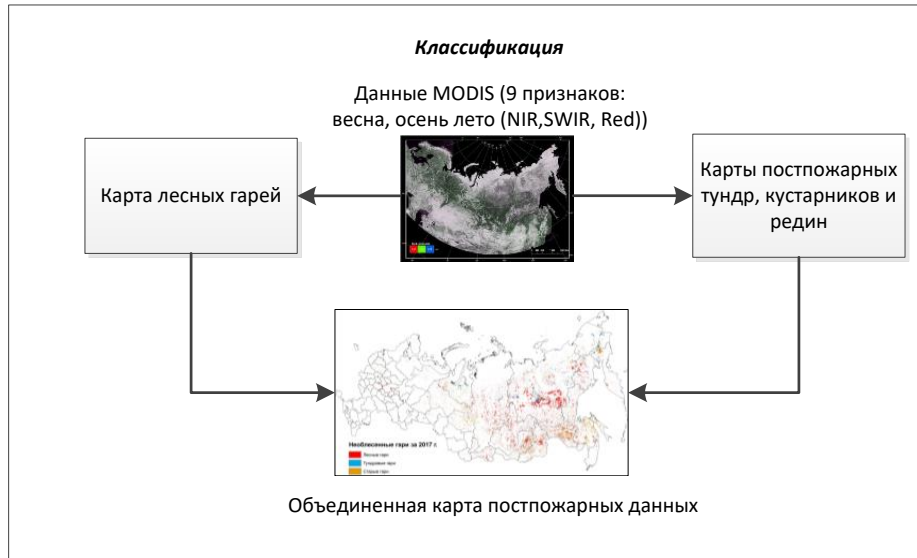
## *Выборка для лесных классов*

Для классификации необлесенных после пожара лесных территорий создавалась выборка с 12 классами: 7 лесных классов (темнохвойный лес, светлохвойных лес, лиственный лес, лиственничный лес, и три класса смешанных лесов), 3 постпожарных класса (погибшие лесные насаждения от пожаров, произошедших за год, за два и за три года до рассматриваемого года) и дополнительные классы открытой почвы и лугов. Постпожарные классы, полученные на основе разработанного в ИКИ РАН продукта, отражали разные стадии зарастания гарей, а классификация пикселя в один из лесных классов рассматривалось как восстановление леса.

## *Выборка для классов кустарников, тундр и редин*

Для детектирования не возобновившихся после пожара территорий кустарников, тундр и редин была создана выборка, включающая 21 класс: 5 постпожарных классов, 7 лесных классов и 6 классов кустарников, тундр и редин.

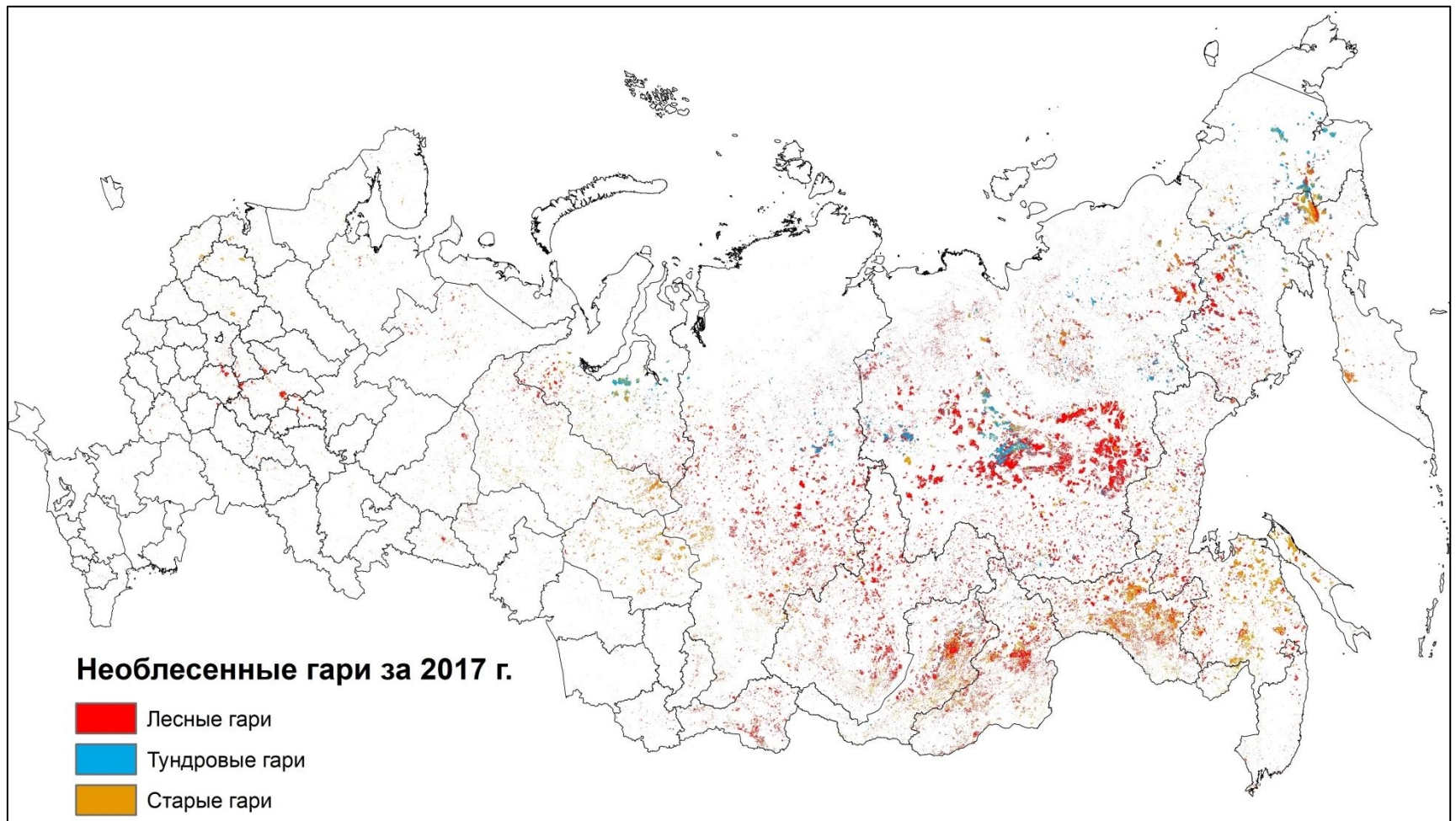
# Классификация



Классификация была выполнена алгоритмом LAGMA методом максимально правдоподобия. Алгоритм LAGMA предоставляет решение проблемы пространственной изменчивости спектрально-отражательных характеристик растительности на основе принципа локализации обучающей выборки, предполагающей, что для классификации в каждой точке используется находящаяся в ее локальной окрестности часть обучающей выборки.

В качестве признаков классификации использовались композитные изображения MODIS за весенний, летний и осенний периоды (NIR, SWIR и Red диапазоны). Полученные по двум независимым классификациям результаты объединялись в одну карту, при этом все постпожарные классы объединялись в общий класс гарей. Разработанный алгоритм используется как часть технологии создания ежегодно обновляемых карт растительности.

# Результаты работы метода



Полученный временной ряд карт дает возможности оценки многолетних изменений лесов под воздействием природных и антропогенных деструктивных факторов, процессов возобновления и сукцессионной динамики растительного покрова.

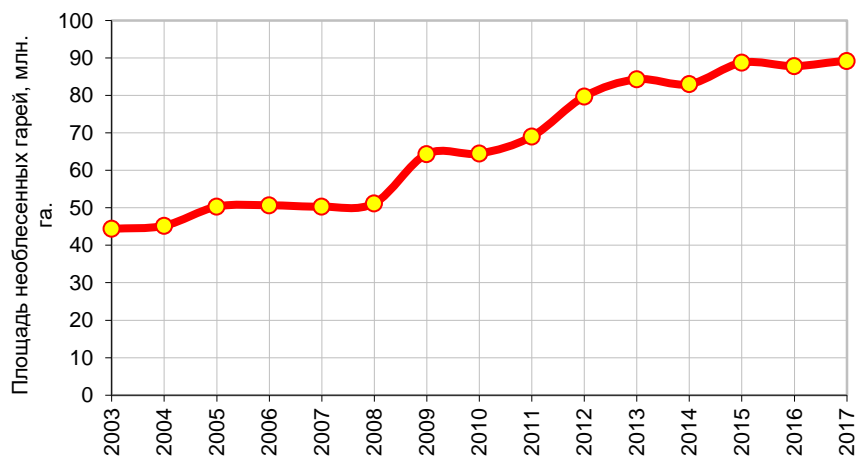


# Результаты работы метода

Доля площади гарей в лесных районах от общей площади гарей в России в 2017 г., %



На основе результатов работы метода установлено, что на территории России наблюдалось увеличение площади необлесенных гарей, на которых леса до настоящего времени не восстановились. Наблюдаемый при этом огромный прирост площади необлесенных гарей с 30 до 80 млн. га за десятилетний период с 2003 по 2013 годы безусловно является тревожным индикатором состояния российских лесов. Положительным фактом является то, что с 2015 года прекратилось дальнейшее нарастание площадей необлесенных гарей.



89,1 млн. га

Площадь гарей в лесах  
России  
по данным ДЗЗ, 2017 г.



# Предварительный анализ времени зарастания гарей лесом на основе разработанного алгоритма

Полученные результаты могут быть использованы, в том числе, для оценки времени зарастания гарей лесом. Для этого, временной ряд карт растительности был проанализирован с выявлением перехода пикселей гарей в один из лесных классов. На основе выполненного анализа получены средние значения времени зарастания гарей лесом по субъектам РФ, составившие от 5 до 17 лет.

Исследования проведены за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-77-30015) с использованием инфраструктуры ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2015).

