

ИНСТРУМЕНТЫ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛЕСНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ О РАДИАЦИОННОЙ МОЩНОСТИ ПОЖАРОВ

Лозин Д.В., Лупян Е.А., Балашов И.В., Сенько К.С.

Выступающий: Лозин Дмитрий Владиславович

Институт космических исследований РАН
Москва, 2020

FIRE RADIATIVE POWER И ИНФОРМАЦИЯ О ТИПЕ ЛЕСНОГО ПОКРОВА И ЕГО ПОВРЕЖДЕНИЯХ

Для анализа интегральной мощности теплоизлучения от пожаров растительности могут использоваться дистанционные данные, в частности, съемка аппаратурой Terra/MODIS, которой фиксируется радиояркая температура поверхности в диапазоне 4 мкм.

$$FRP \approx \frac{A_{pix}\sigma}{a\tau_4} (L_4 - \bar{L}_4)$$

Wooster, M., Xu, W., Nightingale, T.
Sentinel-3 SLSTR active fire detection and FRP product:
pre-launch algorithm development and performance
evaluation using MODIS and ASTER datasets

где L_4 - энергетическая яркость термически активного пиксела (цели) в канале 21 радиометра MODIS $\lambda \approx 4$ мкм, \bar{L}_4 - энергетическая яркость фона в том же спектральном диапазоне, A_{pix} - площадь пикселя MODIS (которая варьируется как функция угла сканирования), σ - постоянная Стефана-Больцмана ($5.6704 \cdot 10^{-8}$ Вт * м⁻²К⁻⁴), τ_4 - коэффициент прохождения 21 канала MODIS в атмосфере и a - эмпирическая постоянная, зависящая от прибора. Для MODIS $a = 3.0 \cdot 10^{-9}$ Вт * м⁻²ср⁻¹мкм⁻¹К⁻⁴. τ_4 просто присваивается значение 1, в формулу она включена для правильной атмосферной коррекции в следующем приближении.

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

$$CKC = a * RdSWVI + b$$

- 1 – здоровое насаждение
- 2 – ослабленное
- 3 – сильно ослабленное
- 4 – усыхающее
- 5 – погибшие

Классы CKC

Вегетационный индекс RdSWVI CKC лесов на основе значений RdSWVI

$SWVI_{pre}$ - значение индекса, полученное по изображению на заданную дату в год предшествующий пожару, а $SWVI_{post}$ - значение индекса после воздействия огня.

Коэффициенты a и b определяются экспериментально на основе совместного анализа данных спутниковых наблюдений и наземных лесопатологических обследований.

Ф.В. Стыценко, С.А. Барталев,
В.А. Егоров, Е.А. Лупян
Метод оценки степени повреждения лесов
пожарами на основе спутниковых данных
MODIS

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДАННЫЕ



ЦКП «ИКИ-Мониторинг»



FIRMS

Fire Information for Resource Management System

- БД горячих точек и «пожаров» (объединений горячих точек), сформированная на основе данных Collection 6 MODIS Active Fire / Hotspot Data в рамках Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг». Информация, хранящаяся в БД очищена от горячих точек, причиной которых не являются пожары.
- Постпожарные данные о повреждениях лесного покрова на территории РФ с 2006 года брались из БД, разработанной в ИКИ РАН, доступ к которой реализован в рамках Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг». Данные представляют собой набор пикселей размером в 260 м² каждому из которых сопоставлена средневзвешенная категория состояния (СКС).

ПЛАН РАБОТЫ

- **Задача** - создание метода **оперативной оценки повреждений лесного покрова, возникающих вследствие влияния лесных пожаров, на основе данных об интенсивности горения**
- **План действий**
 1. **Построение постпожарных карт FRPS**
 - В исходных данных FRP рассчитывается как интегральная величина со всей площади пиксела. Для использования пикселей всех размеров и однородности данных при построении карты была введена величина $FRPS = FRP / S_{pix} - FRP$, нормированное на площадь пиксела.
 2. **Сравнение данных об интенсивности горения пожаров с данными о повреждениях лесного покрова**
 - Ячейке карты FRPS ставился в соответствие класс СКС, если внутри ячейки содержались только пиксели одного класса из базы данных СКС
 3. **Расчёт вероятности успешного определения классов СКС лесов, соответствующих разрушению растительности по FRPS соответствующего пожара**
 - Шкала FRPS разбита на интервалы, внутри каждого из них посчитано количество ячеек, соответствующих первым трем классам и соответствующих 4 и 5 (усыхающая и погибшая растительность). Для каждого интервала рассчитана доля ячеек с погибшей растительностью
 4. **Оценка постпожарных повреждений на основе полученной вероятности**
 - Для каждого значения FRPS статистически получено значение вероятности последующей гибели леса, поэтому для каждой ячейки карты FRPS можно спрогнозировать повреждения в проценте от площади ячейки.
 - Среднее значение вероятности для всех ячеек пожара соответствует интегральной оценке ожидаемых повреждений

1. ПОСТРОЕНИЕ ПОСТПОЖАРНЫХ КАРТ FRPS

Формирование базы горячих точек

Скачивание файлов формата csv с платформы FIRMS

Фильтрация по территории

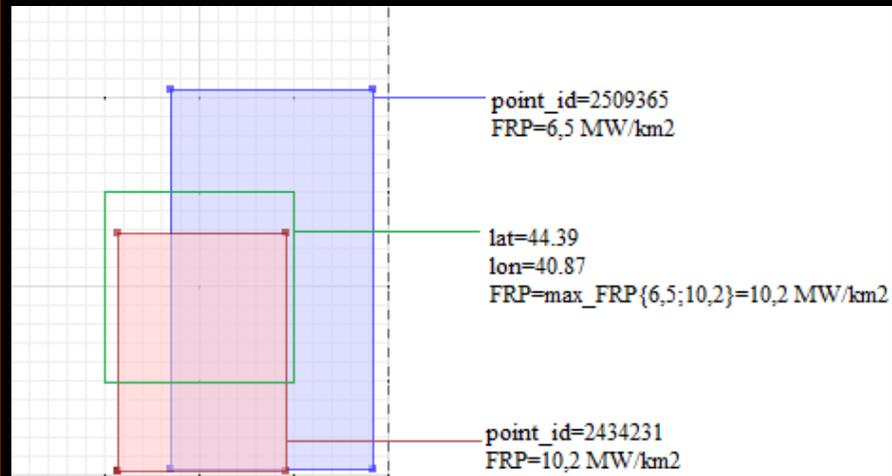
Фильтрация постоянных огней

Создание полигонов

Занесение и аннотация

1

Сопоставление полигонов ГТ с ячейками сетки



Каждой ячейке присваивалось максимальное FRPS среди всех горячих точек, покрывающих ячейку более, чем на 50%

2

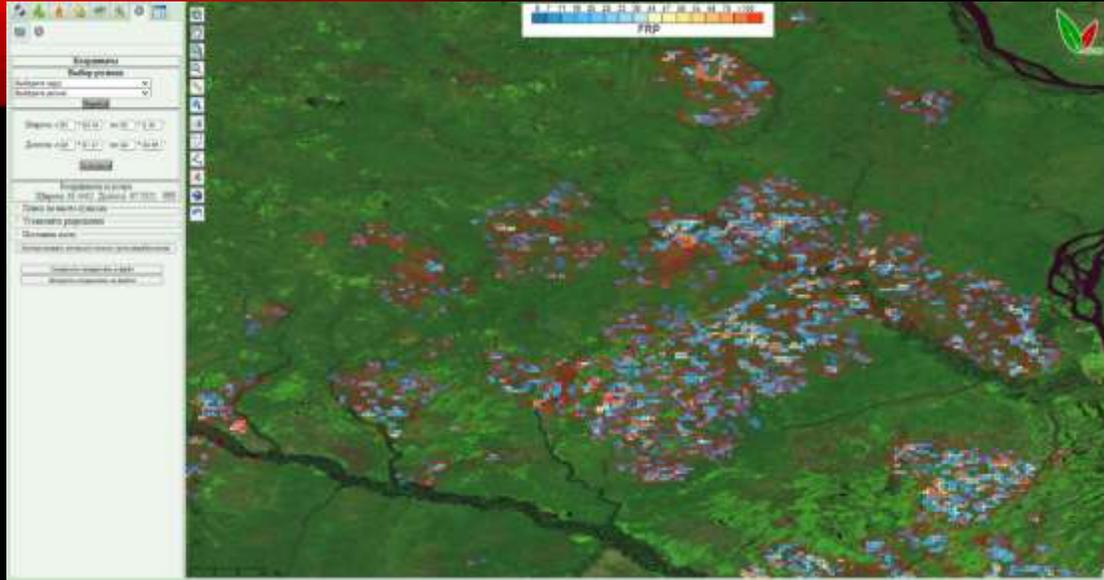
Получение результирующей таблицы fires, используемой для составления постпожарных карт FRP

fires	
SHAPE, [GEOMETRY]	
fire_id	
year, [YYYY]	
lon	
lat	
frp, [MW]	
terr_id, [id]	
VAL, [%]	

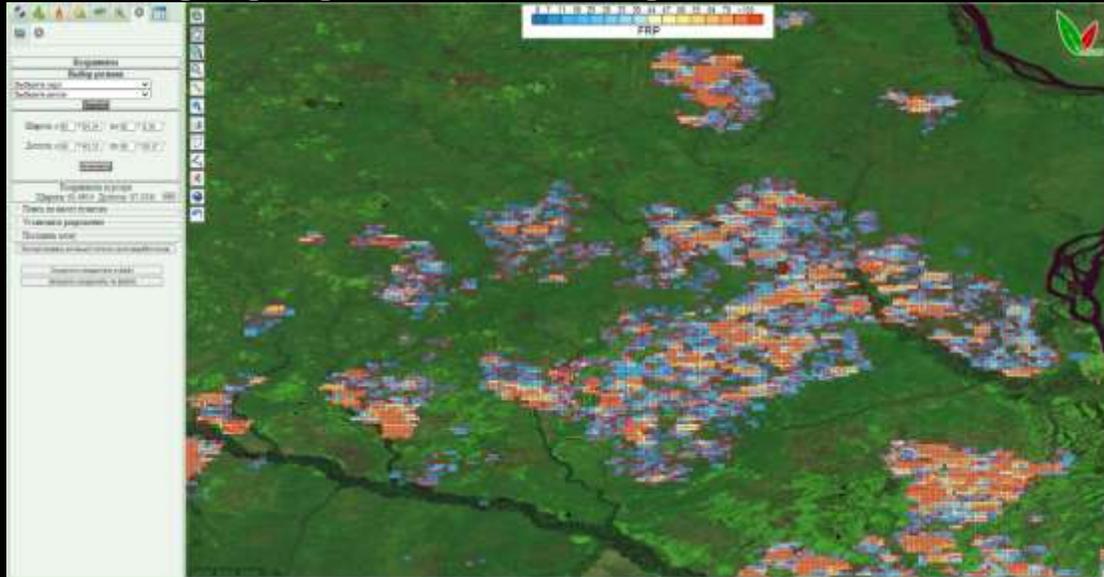
lon, lat - координаты центра ячейки,
SHAPE - геометрическое представление ячейки,
fire_id - идентификатор пожара, year - год, в котором этот пожар происходил,
frp - максимальное зарегистрированное значение FRPS,
terr_id и VAL - тип растительности и его доля покрытия.

3

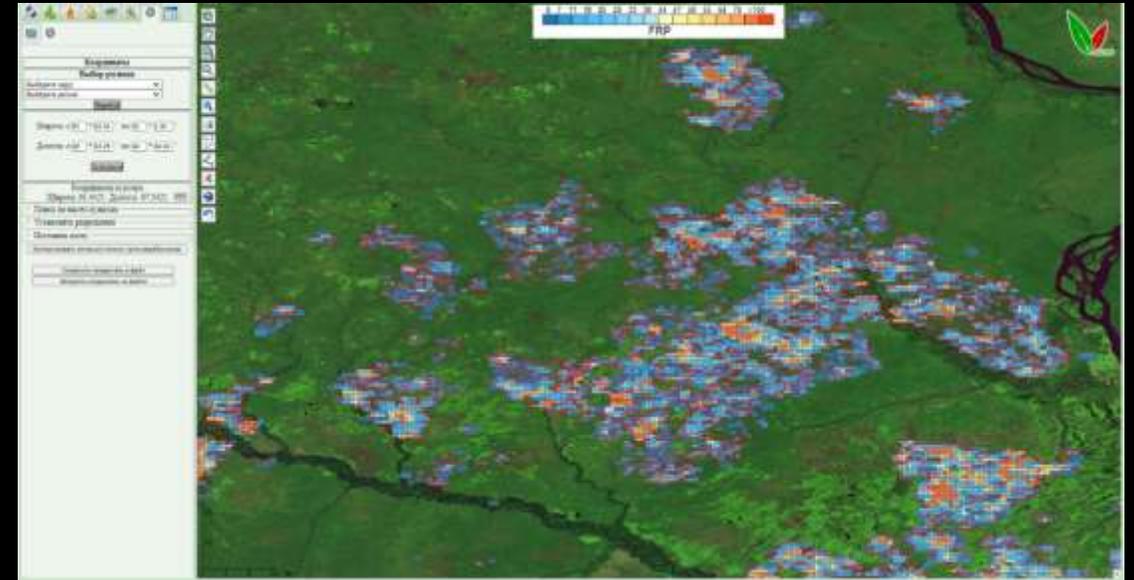
1.1 ЗАВИСИМОСТЬ FRP ОТ РАЗМЕРА ПИКСЕЛЯ, FRPS



Область карты распределения FRP пожаров с $size_x=1$



Область карты распределения FRP пожаров без ограничений



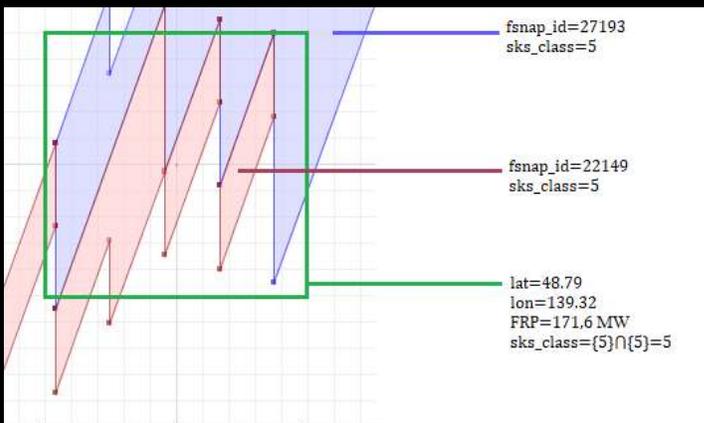
Область карты распределения FRP пожаров с $FRPS=FRP/S_{pix} - FRP$, нормированном на площадь пиксела.

Нормировка FRP на площадь пиксела позволяет сопоставлять данные пикселей разных размеров. Таким образом, удается избежать потерь как в количестве данных, так и зашкаливающих значений больших пикселей, покрывающих сразу несколько ячеек сетки

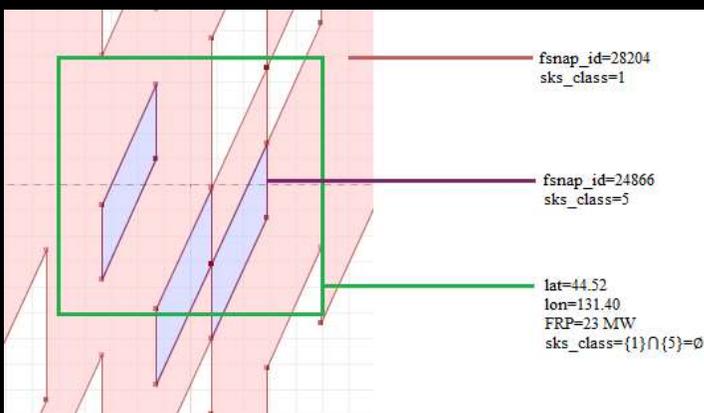
2. СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ ГОРЕНИЯ ПОЖАРОВ С ДАННЫМИ О ПОВРЕЖДЕНИЯХ ЛЕСНОГО ПОКРОВА

3. РАСЧЁТ ВЕРОЯТНОСТИ УСПЕШНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССОВ СКС ЛЕСОВ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ РАЗРУШЕНИЮ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО FRPS СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ПОЖАРА

Примеры сопоставления карты распределения FRP с картами СКС



Однородный случай, когда ячейка покрыта полигонами точек СКС одного класса, ячейке присваивается соответствующий СКС



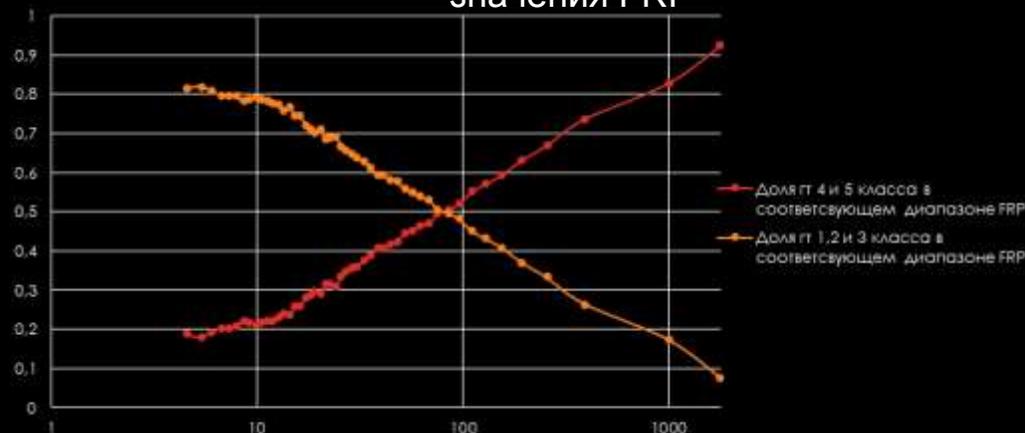
Неоднородный случай, когда ячейка покрыта полигонами точек СКС разных классов, ячейка пропускается

Таблица sksfrp, задающая отношение между FRPS и классами СКС

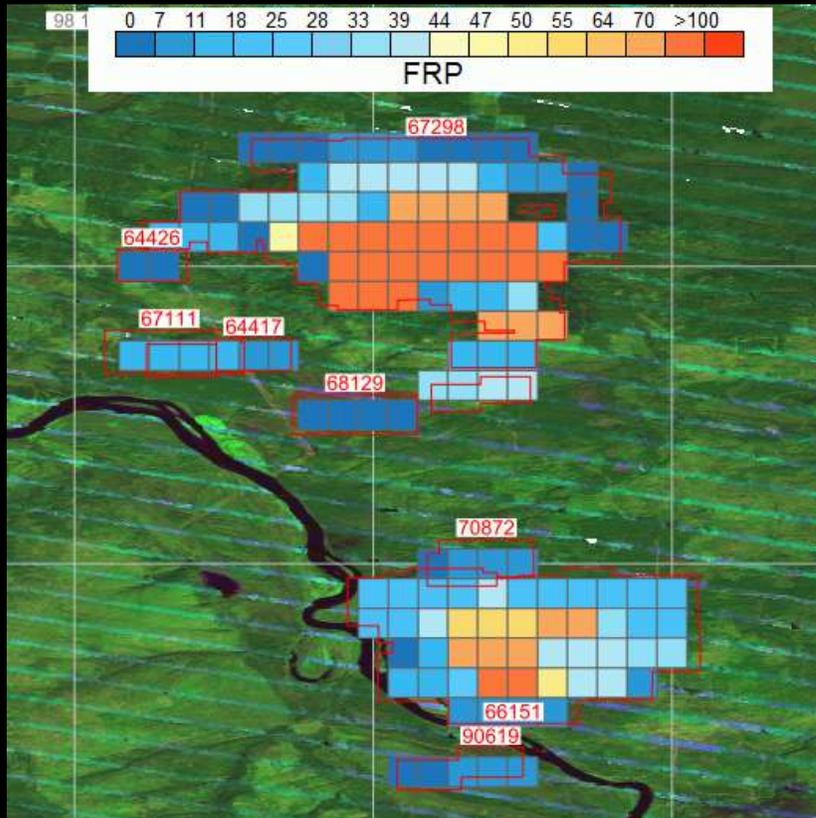
sksfrp	
sks_class	frp, [MW]
lat	lon
year, [YYYY]	terr_id, [id]
VAL, [%]	

lat, lon- координаты центра ячейки, sks_class- класс СКС
year - год, в котором пожар происходил, frp - максимальное зарегистрированное значение FRPS, terr_id и VAL - тип растительности и его доля покрытия.

Доля горячих точек первых трех классов СКС и классов СКС 4 и 5 (усыхающая и погибшая растительность) в зависимости от значения FRP



4. ОЦЕНКА ПОСТПОЖАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛУЧЕННОЙ ВЕРОЯТНОСТИ

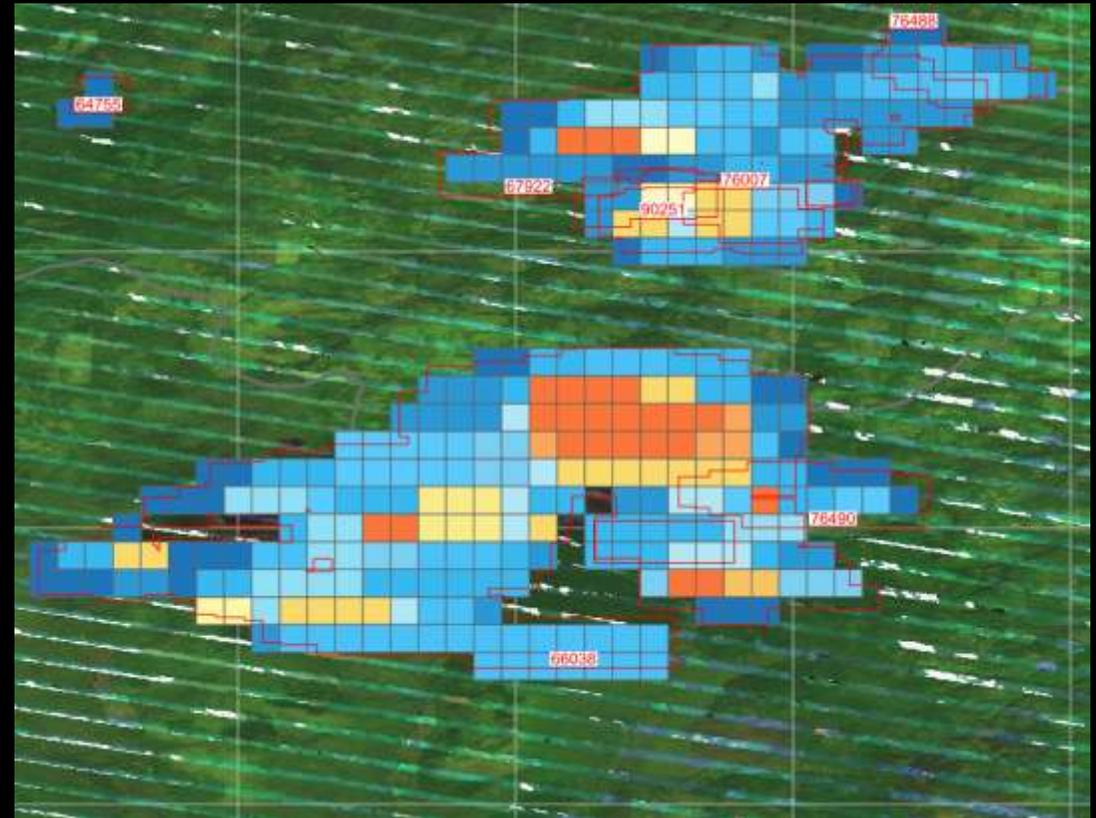


Fire1
fire_id=67298, 64426
avg_destruction=33%

Fire2
fire_id=70872, 66151
avg_destruction=27%

Fire3
fire_id=67922, 76007, 90251,
76488
avg_destruction=20%

Fire4
fire_id=66038, 76490
avg_destruction=26%



Примеры постпожарных карт для разных пожаров и оценки для них ожидаемых повреждений

РЕЗУЛЬТАТ

- На основе разработанного подхода и ПО реализуется система автоматизированной оперативной постпожарной оценки вероятных повреждений лесного покрова конкретным пожаром. Такая оценка будет даваться сразу после завершения пожара.
- В следующем году планируется внедрение таких систем в ИСДМ Рослесхоз и в Вега-Science