



Двадцать первая международная конференция  
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»  
ИКИ РАН 13-17 ноября 2023 г.

# Исследование воздействия луговых пожаров на растительный покров природных сообществ на основе изменения спектральных индексов NBR и NDVI



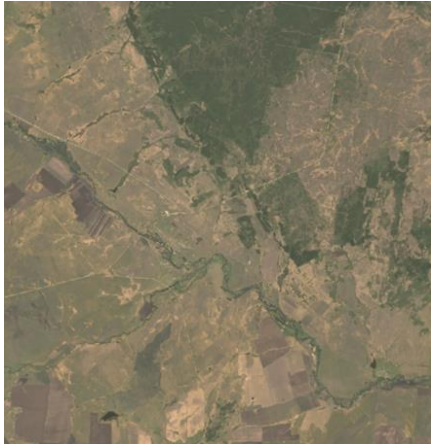
Тихонов Д.Н.  
Карпачевский А.М.  
Королева Т.В.  
*Географический факультет  
МГУ имени М.В.Ломоносова*

# Луговые пожары

- Менее изучены, чем лесные
- Характерно более быстрое восстановление
- Влияют на почвообразование, изменение климата и другие экосистемные процессы



<https://ria.ru/20180515/1520572221.html>

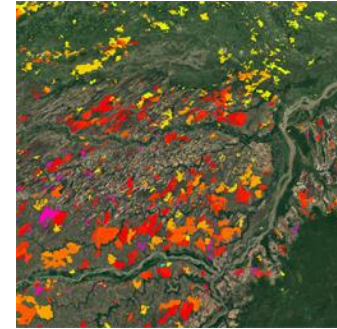




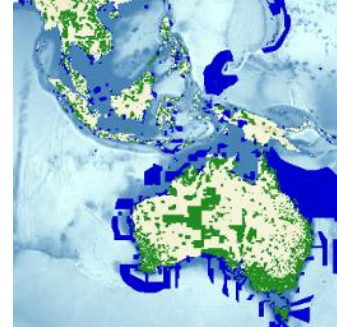
# Google Earth Engine

- **Облачные вычисления с использованием вычислительных ресурсов Google**
- Доступ к большой базе космических снимков и других продуктов с геопространственными данными
- API на Python и Java Script
- Возможность обращения к сервису через Google Colab
- **Бесплатный** для учебных и научных целей

# Данные



- MODIS Fire CCI Burned Area Pixel product, version 5.1
- WDPA: World Database on Protected Areas
- Landsat 8 OLI (каналы 2-7) (пр. разр. 30 м)
- Sentinel 2 MSI (каналы 2-4,8,12) (пр. разр. 10 м)



# Методика поиска пожаров



Создание функции 1 - пересечения растра FireCCI и векторного слоя с полигонами ООПТ

Создание функции 2 - формирования растра разностного индекса гари dNBR2

Подбор коллекций снимков Sentinel 2 на период (дата пожара - 1 месяц после даты пожара) и аналогичный период предыдущего года

Маскирование облачности

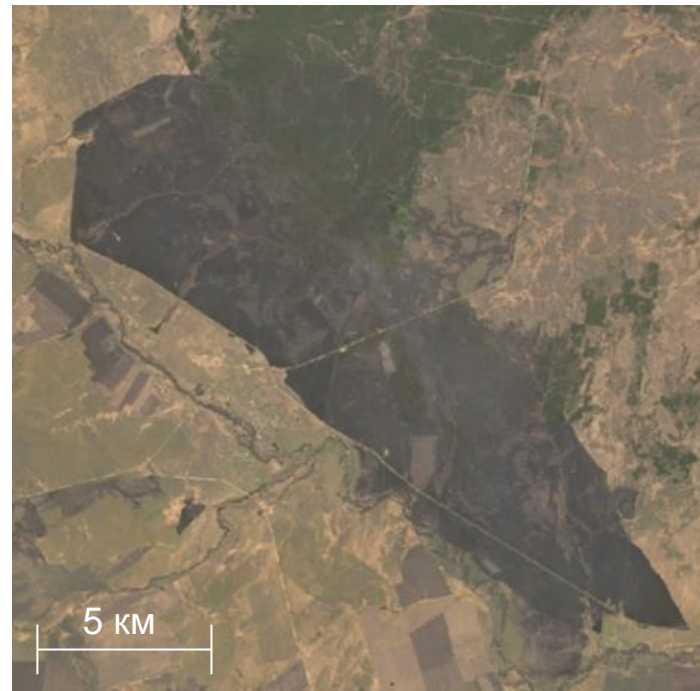
Расчет индекса NBR на каждый из двух периодов

Получение разностного индекса dNBR

Последовательное применение функций 1 и 2 для коллекции ООПТ и растра FireCCI для 2018-2023 гг.

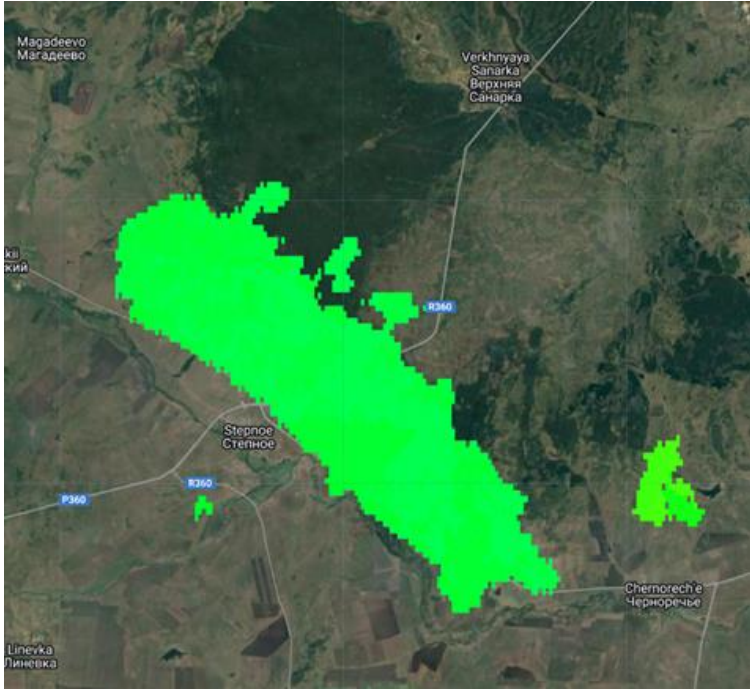


13 мая 2016 г.

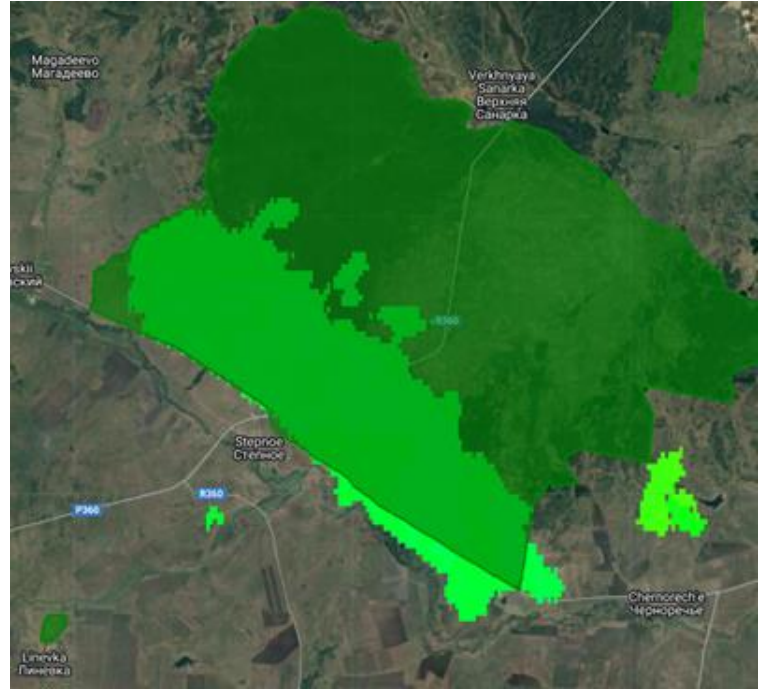


18 мая 2018 г.

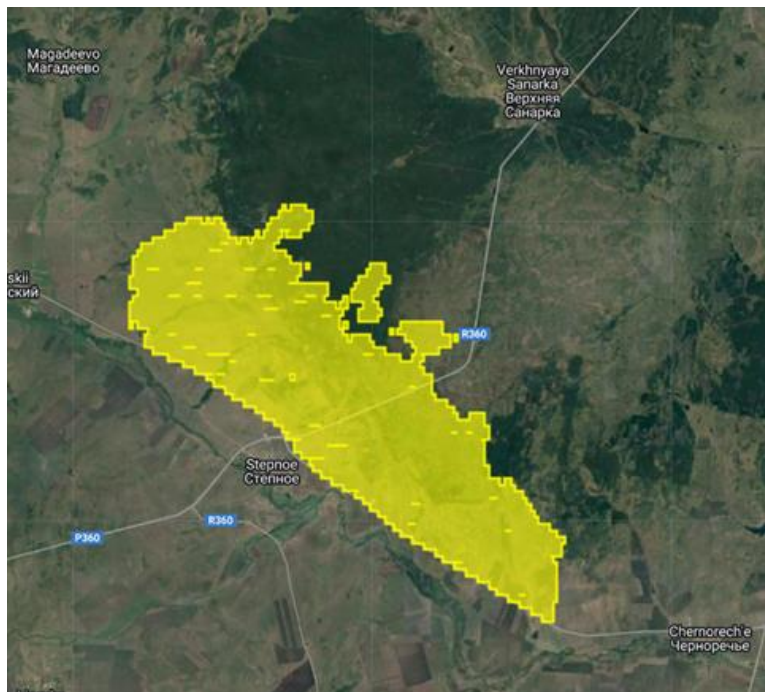
Санарский заказник. Пожар 2018 г. Площадь пожара составила 13 тыс. га



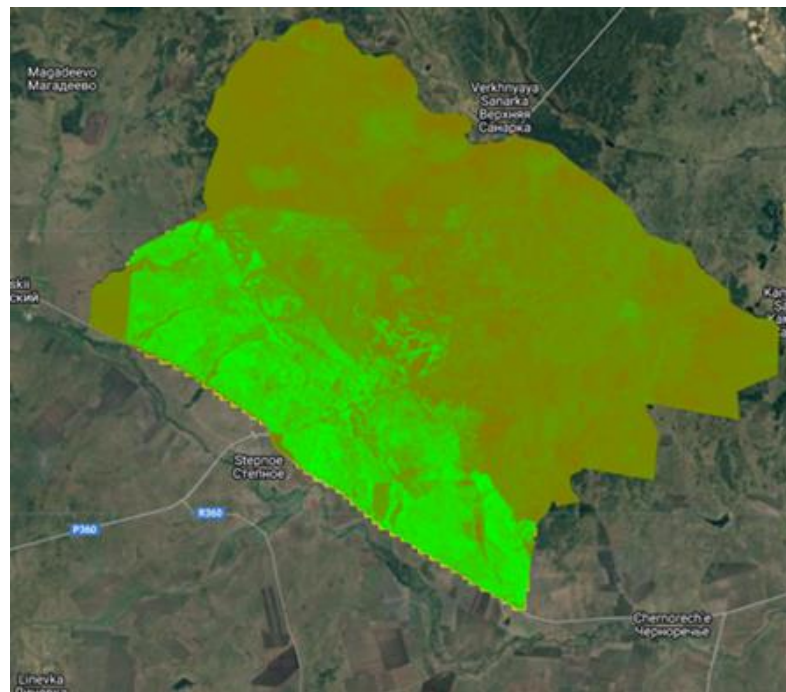
Fire CCI



Граница заказника



Пересечение FireCCI и территории заказника

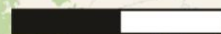


Растр dNBR2 на территорию заказника



# Исследуемые пожары

0 100 200 км



Цифрами на схеме указаны территории пожаров:  
1 - Новый Кондуровский, 2 - Бреды, 3 - Гогино, 4 - Слюда,  
5 - Санарский, 6 - Половинский, 7 - Сумки, 8 - Заозерный,  
9 - Степной, 10 - Ордынский

# Тестовые участки для сравнения горевшей и нетронутой территории

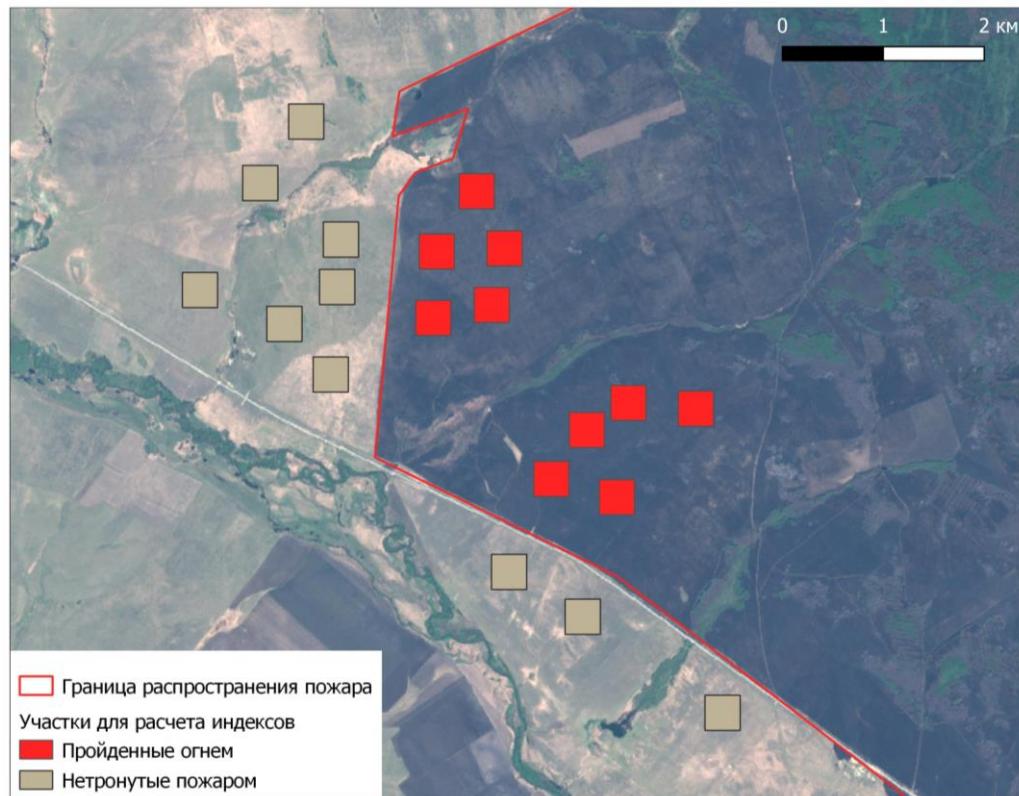
Для каждого пожара:

- 10 на территории, пройденной огнем
- 10 на нетронутой пожаром территории

Размер участков 350 \* 350 м (1225 пикселей Sentinel-2).

Для каждого участка расчет осредненного значения индексов NBR и NDVI

$$NDVI = \frac{B8 - B4}{B8 + B4}; NBR = \frac{B12 - B8}{B12 + B8}$$



# Статистический анализ результатов

- Изменение значений спектральных индексов NBR и NDVI для 4 временных срезов: год до пожара (-1), сразу после пожара (0), год после пожара (1), два года после пожара (2)
- Критерий Манна-Уитни для сравнения горевших и негоревших участков

Индекс	Временные ряды	U-stats	p-value
NBR	$\Delta(-1:0)$	2141.5	0.000000023
NBR	$\Delta(0:1)$	575.5	0.000000001
NBR	$\Delta(0:2)$	1056.5	0.000000001
NBR	$\Delta(-1:1)$	3794	0.232397269
NBR	$\Delta(-1:2)$	4008.5	0.453311541
NDVI	$\Delta(-1:0)$	3382	0.028080396
NDVI	$\Delta(0:1)$	2841.5	0.000274059
NDVI	$\Delta(0:2)$	3319	0.018310984
NDVI	$\Delta(-1:1)$	3708	0.164275215
NDVI	$\Delta(-1:2)$	3702.5	0.160413304

Использовался уровень  
значимости  $p = 0.05$

# Выводы

- Разработана методика, позволяющая автоматически выявлять пожары в пределах ООПТ в заданный год и определять его границы
- Были проанализированы изменения вегетационного и гаревого индекса
- Выявить статистически значимые различия значений вегетационного и гаревого индекса для растительного покрова горевших и негоревших участков нельзя уже через год после пожара

# Направления дальнейших исследований

- Автоматизировать исключение «ложных» пожаров, получаемых в результате работы скрипта по поиску пожаров (изменения состояния болот, с/х полей)
- Провести сравнение с другими индексами гари
- Провести контролируемое возгорание на тестовом полигоне, определить закономерности изменения индексов на нём, сравнить с природными пожарами

Исследование проходит в рамках проекта РФФ № 22-27-00329 «Моделирование отклика луговых экосистем на пирогенное воздействие в контролируемых условиях»

Спасибо за внимание!

Тихонов Дмитрий

[dtikhonov66@gmail.com](mailto:dtikhonov66@gmail.com)