

Адаптация метода оценки вероятности гибели лесов по интенсивности горения для работы с данными прибора VIIRS

Лозин Д.В., Лупян Е.А.

Институт Космических Исследований РАН

Актуальность

- В работе Лупян и др. 2022, был представлен метод оценки вероятности гибели лесов по данным интенсивности горения пожаров прибора MODIS
- Прекращение эксплуатации спутников AQUA и TERRA, на которых установлен прибор MODIS, делает актуальной задачу использования данных с приборов-аналогов
- Одним из таких приборов является VIIRS, данные которого имеют свою специфику, что требует адаптации метода оценки



Лупян Е.А., Лозин Д.В., Балашов И.В., Барталев С.А., Стыщенко Ф.В. Исследование зависимости степени повреждений лесов пожарами от интенсивности горения по данным спутникового мониторинга 2022

Данные



ЦКП “ИКИ-Мониторинг”



FIRMS

Fire Information for Resource Management System

Данные	Покрытие	Период	Количество/разрешение	Описание характеристики
БД горячих точек и пожаров на основе данных Collection 6 MODIS Active Fire/Hotspot Data	РФ	2001-н.в.	8 млн. точек 100 - 964 га	$FRP \approx \frac{A_{pix}\sigma}{a\tau_4} (L_4 - \bar{L}_4)$; $FRPS = \frac{FRP}{A_{pix}}$
Постпожарные данные о повреждениях лесного покрова		2006-н.в.	15 млн. точек 5,29 га	$CKC = a * RdSWVI + b$ 1 – здоровое насаждение 2 – ослабленное 3 – сильно ослабленное 4 – усыхающее 5 – погибшие
Информация о преобладающем типе лесного покрова		2000-н.в.	около 170 млн. лесных пикселей на карте одного года 5,29 га	Типы лесной растительности: Темнохвойные и светлохвойные Лиственные Смешанные Хвойные листвопадные Хвойный кустарник

Giglio L., Schroeder W., Justice C.O. The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products 2016

Е. А. Лупян, Ф. В. Стыщенко, К. С. Сенько, И. В. Балашов, А. А. Мазуров Оценка площадей пожаров на основе детектирования активного горения с использованием данных шестой коллекции приборов MODIS 2021

Ф.В. Стыщенко, С.А. Барталев, В.А. Егоров, Е.А. Лупян Метод оценки степени повреждения лесов пожарами на основе спутниковых данных MODIS 2013

Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. Спутниковое картографирование растительного покрова России 2016

12 ноября 2025 г. | Лозин Д.В., Лупян Е.А. | Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса

Адаптация метода оценки вероятности гибели лесов по интенсивности горения для работы с данными прибора VIIRS

Определение доли погибшей растительности внутри пикселя по FRPS

Таблица 1. Среднее FRPS для каждого класса СКС по данным с 2006 по 2021 г.

СКС	Среднее FRPS (МВт/км ²)
1(+2)	31,4
3	37,8
4	56,4
5	117,0

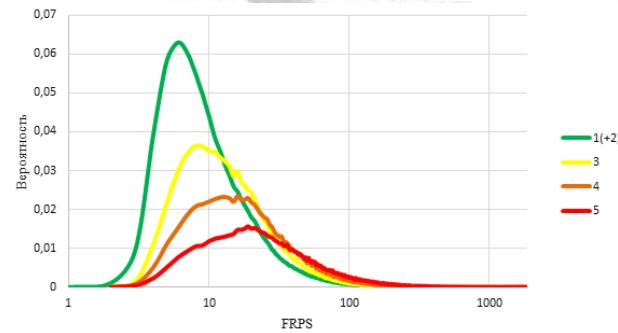


Рис. 2 – Распределение FRPS, сопоставленных с разными классами СКС

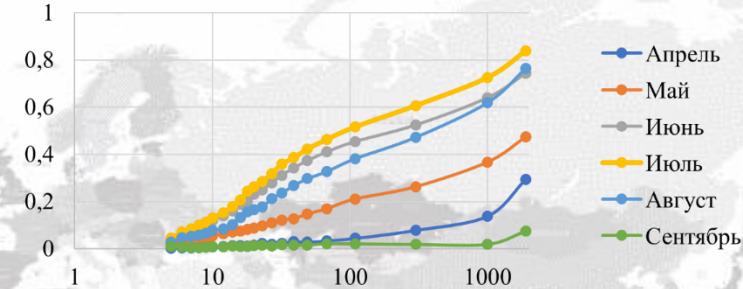


Рис. 1 – Вероятность гибели леса внутри пикселя от FRPS для разных месяцев возникновения пожаров (для хвойных листопадных лесов)

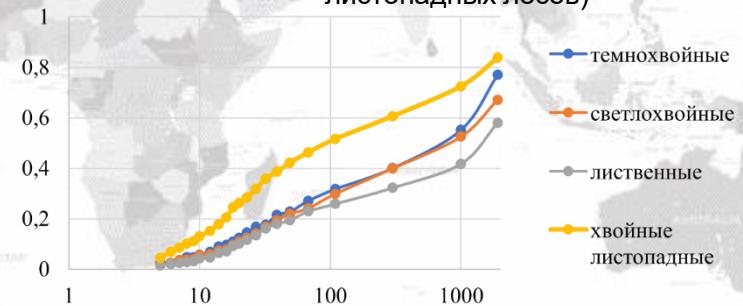
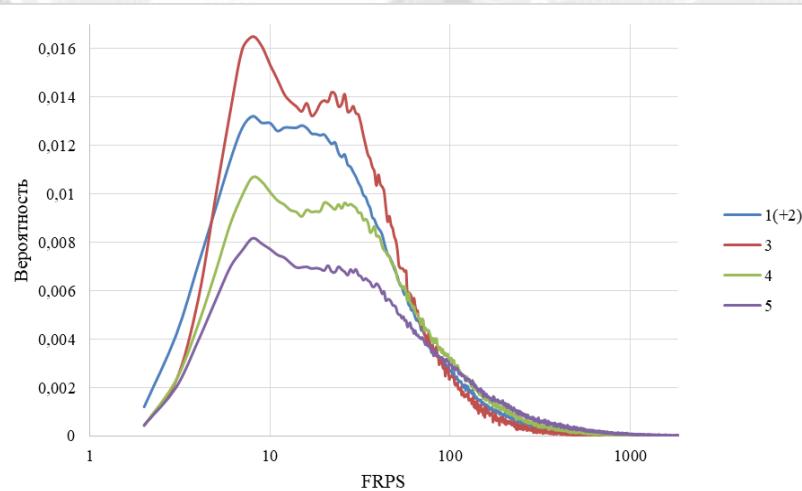


Рис. 3 – Вероятность гибели леса внутри пикселя от FRPS для разных типов растительности, на которых проходил пожар

Вероятностные кривые гибели леса от FRPS по данным VIIRS

В продукте пожаров по данным VIIRS VNP14IMG с 2012 года доступно более **16 млн ГТ лесных пожаров** на территории РФ

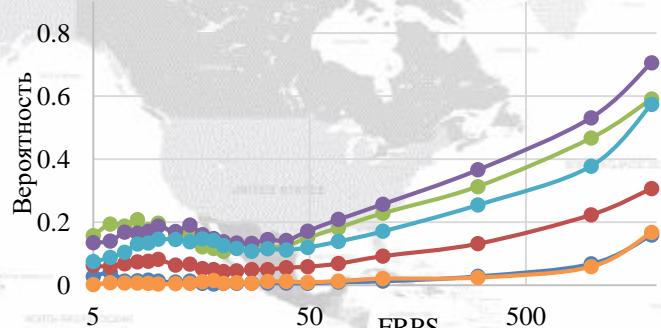


Распределение FRPS ГТ VIIRS с 2014 по 2022 на территории РФ различных классов категорий состояния лесного покрова. Распределения нормированы на общее число точек в соответствующем классе

Вероятностные кривые гибели леса от FRPS по данным VIIRS

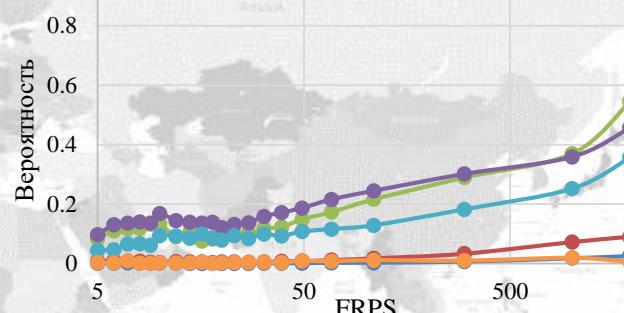
Вероятность гибели леса от интенсивности горения (FRPS) по данным VIIRS с учетом сезона и групп древесных пород на территории действия пожара

Светлохвойные VIIRS



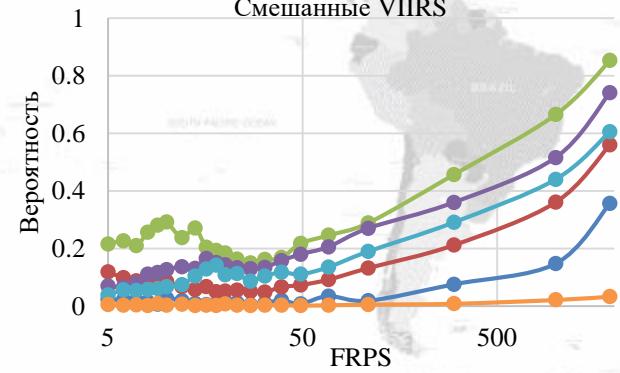
апрель май июнь июль август сентябрь

Лиственные VIIRS

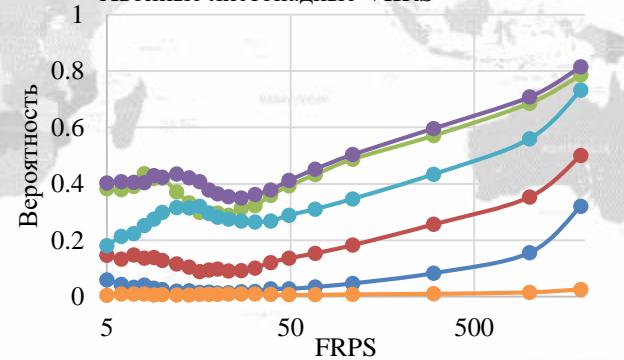


апрель май июнь июль август сентябрь

Смешанные VIIRS



Хвойные листвопадные VIIRS



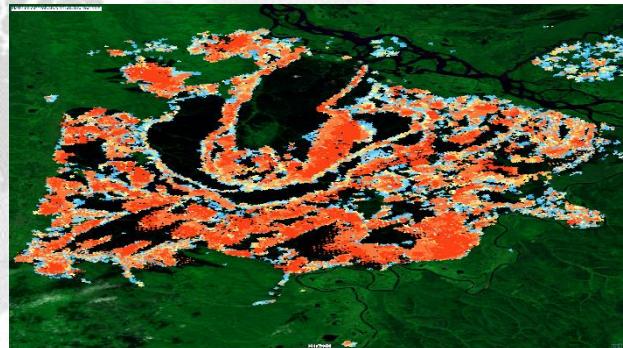
апрель май июнь июль август сентябрь

Сравнение измерений FRPS в дневное и ночное время по данным MODIS и VIIRS

По данным VIIRS:

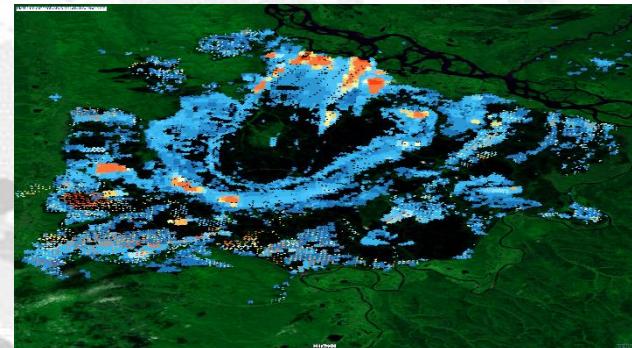
А)

Дневные данные



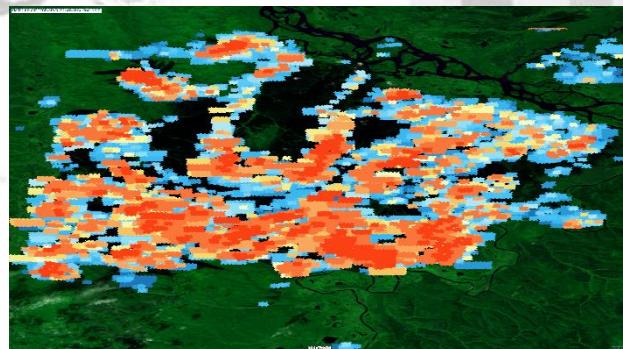
Б)

Ночные данные

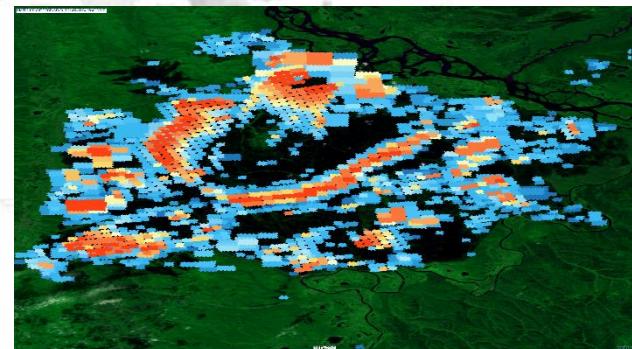


По данным MODIS:

В)

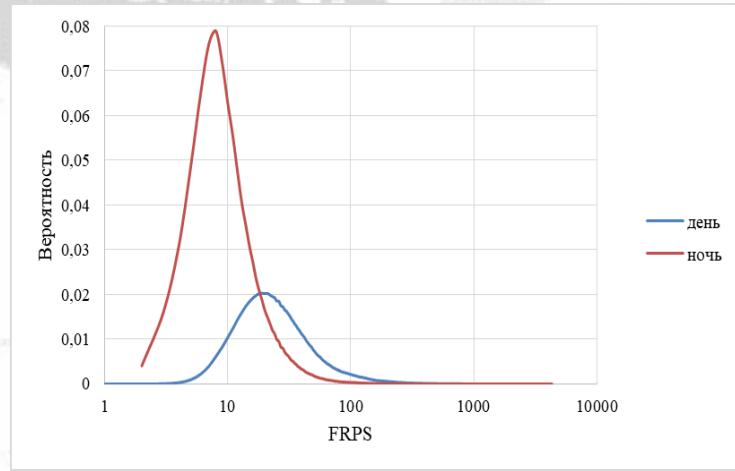


Г)

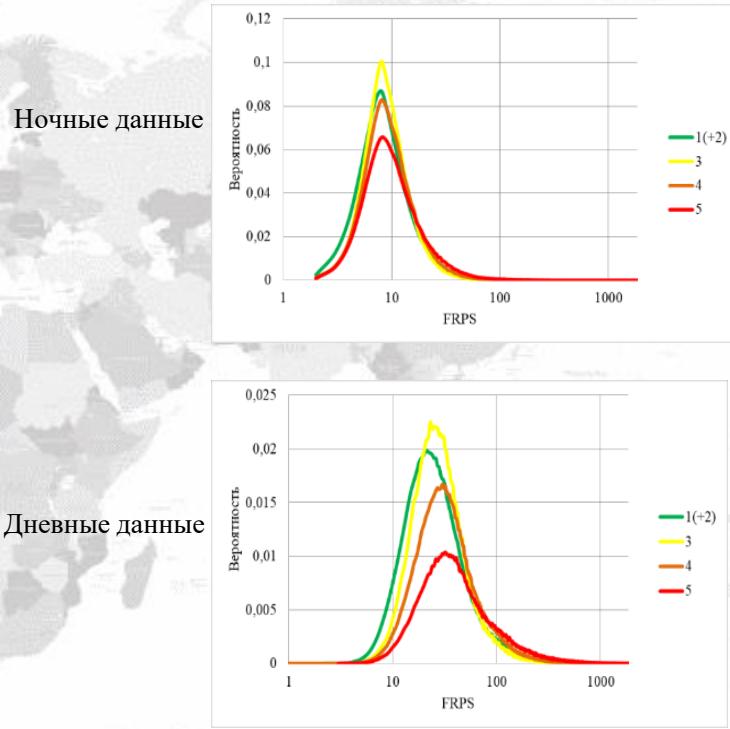


Фрагменты карты maxFRPS для пожара в Республике Саха (25.06 – 23.08.2021)

Вероятностные кривые по данным VIIRS с учетом времени суток

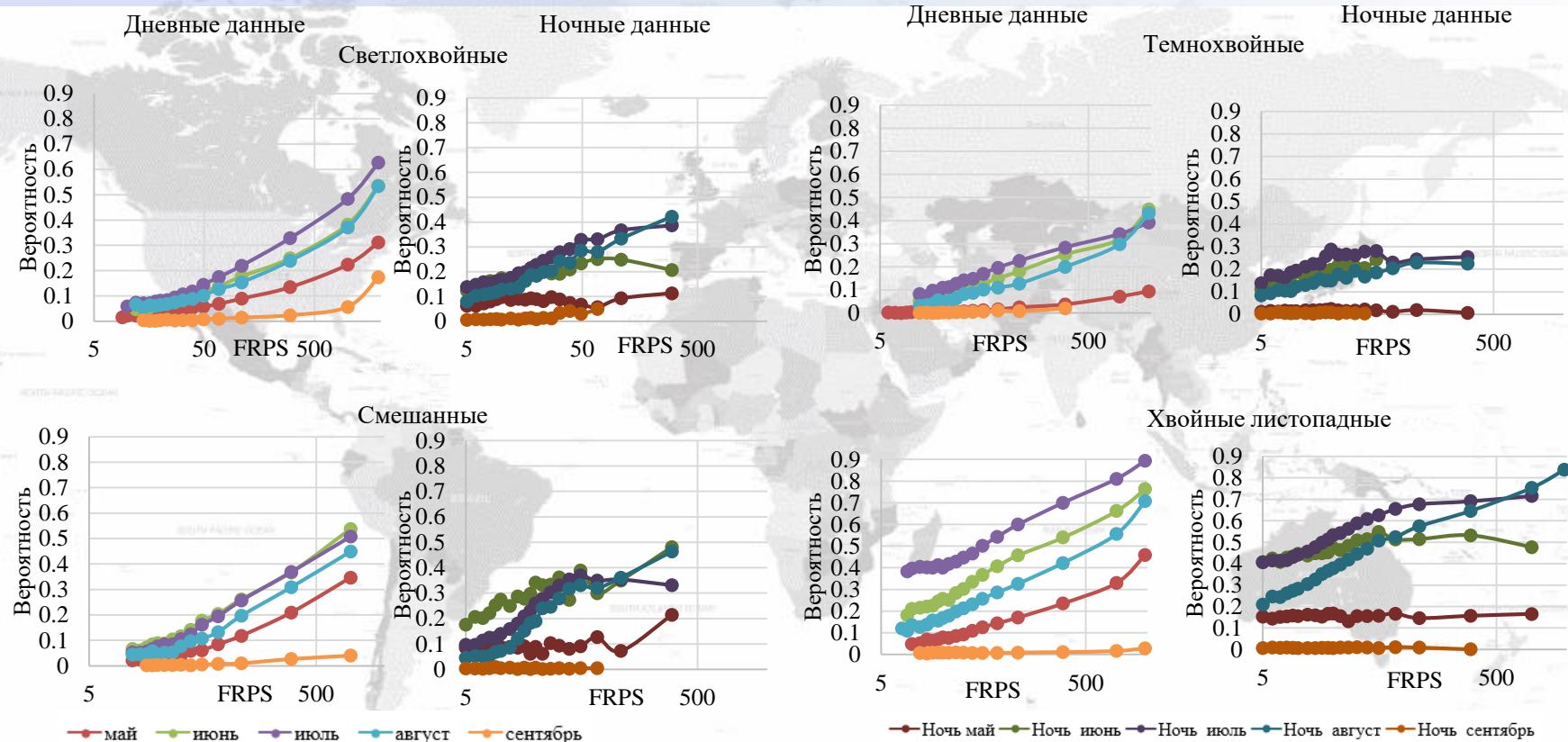


Распределение FRPS для дневных и ночных ГТ VIIRS
(2012-2023 гг.)



Распределение FRPS ГТ VIIRS с 2006 по 2021 на территории РФ
для различных классов категорий состояния лесного покрова

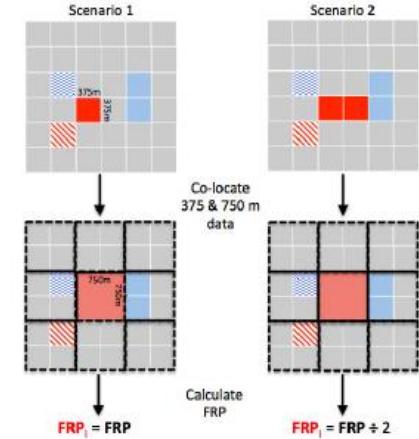
Вероятностные кривые по данным VIIRS с учетом времени суток



Отличия в расчете FRP по данным VIIRS и MODIS

Прибор	Коэффициент коррекции [Вт м ⁻² ср ⁻¹ мкм ⁻¹ К ⁻⁴]	Площадь, покрываемая пикселом	Минимальная температура детектирования днем	Спектральный диапазон	Локальное время съемки (на территории РФ)
VIIRS	$a = 3 * 10^{-9}$	14,1 – 62,4 га	325 К	3,97 – 4,13	00:00 – 4:00; 10:00 – 14:00
MODIS	$a = 2.88 * 10^{-9}$	100 – 964 га	300 К	3,93 – 3,99	20:00 – 4:00; 10:00 – 14:00

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



FRP для пикселей размером 375 метров рассчитывается по FRP с прибора 750 метров. При этом если в пикселе 750 метров детектировано $1 \leq N \leq 4$ горячих точек 375 метров, FRP для каждой из них рассчитывается как:

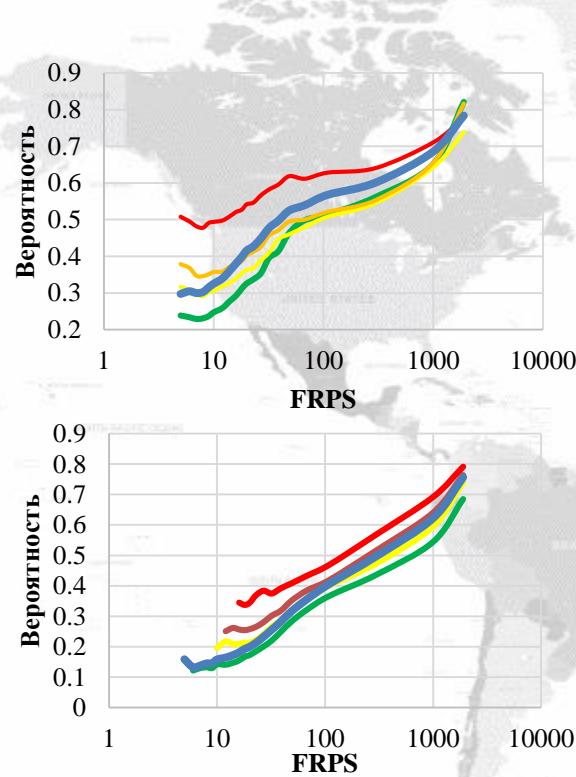
$$FRP_{375} = \frac{FRP_{750}}{N}$$

Dr. W. Schroeder, L. Giglio Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) 375 m & 750 m Active Fire Detection Data Sets Based on NASA VIIRS Land Science Investigator Processing System (SIPS)

12 ноября 2025 г. | Лозин Д.В., Лупян Е.А. | Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса

Адаптация метода оценки вероятности гибели лесов по интенсивности горения для работы с данными прибора VIIRS 10

Вероятностные кривые гибели для групп пикселей с различным количеством соседей



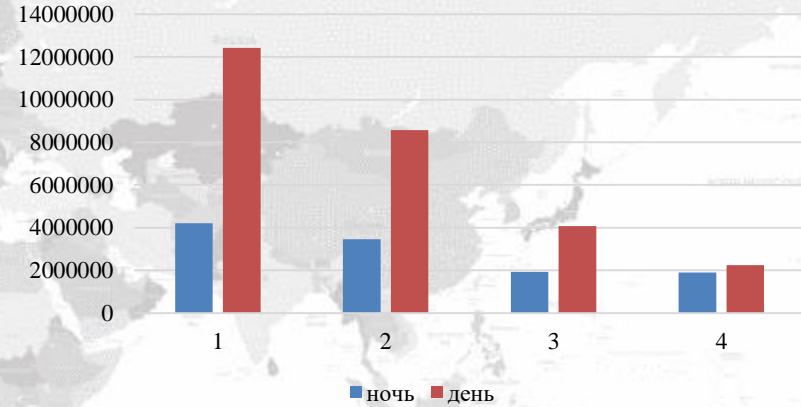
Количество соседей

- 1
- 2
- 3
- 4
- все

Количество соседей

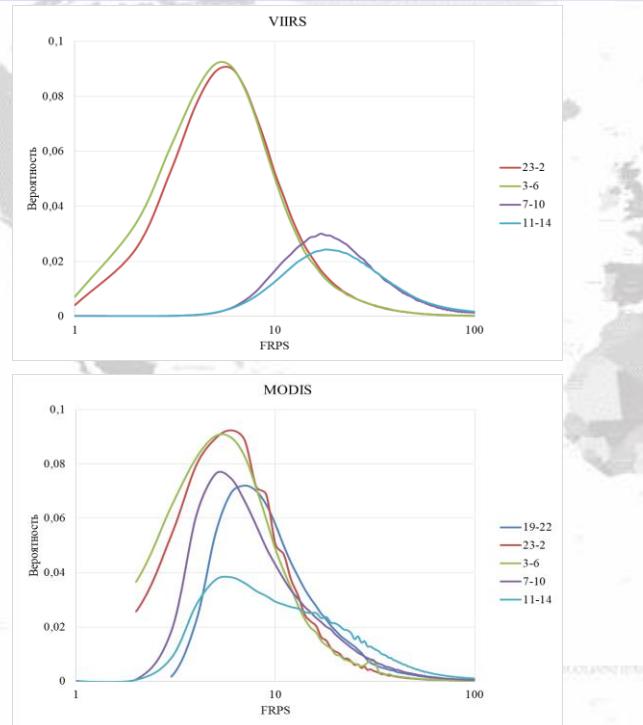
- 1
- 2
- 3
- 4
- все

Количество ГТ 375м внутри пикселя 750м

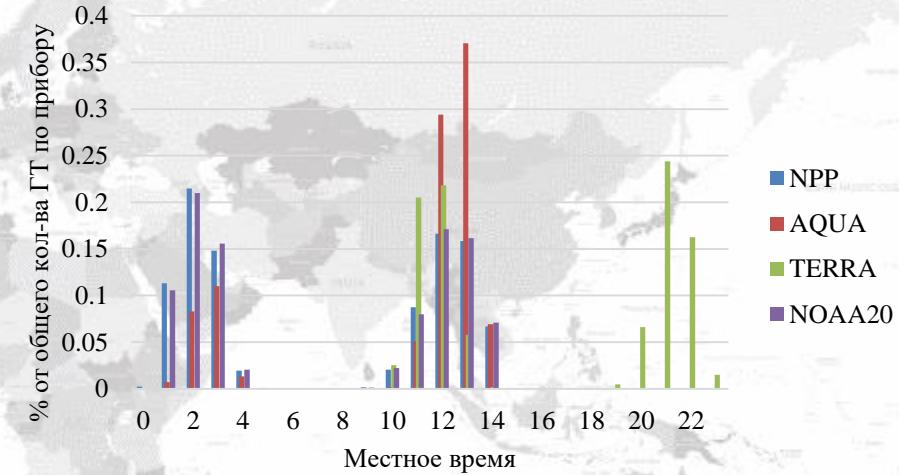


Кол-во соседей	Процент точек 5 СКС
1	19,1%
2	22,4%
3	25,3%
4	29,9%

Сравнение измерений FRPS в дневное и ночное время по данным MODIS и VIIRS

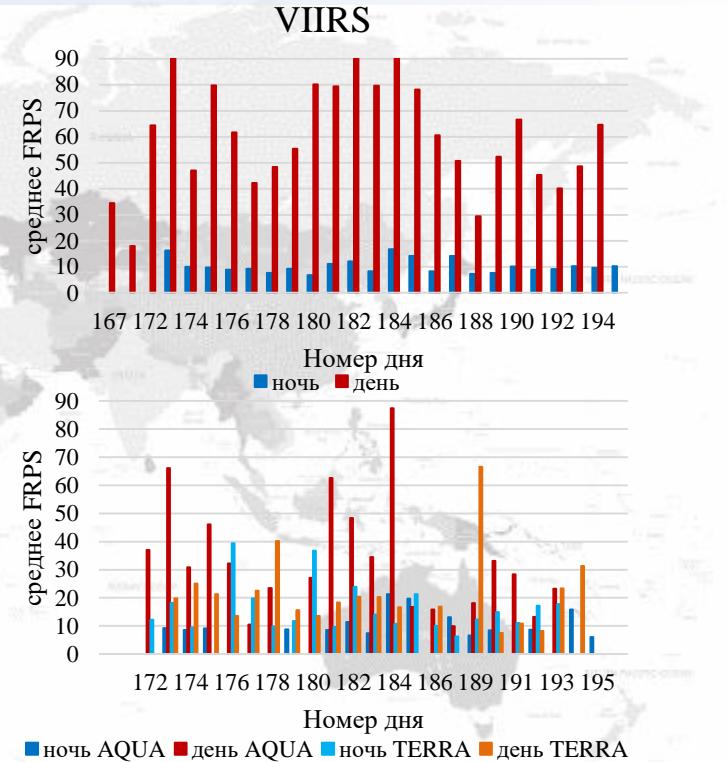
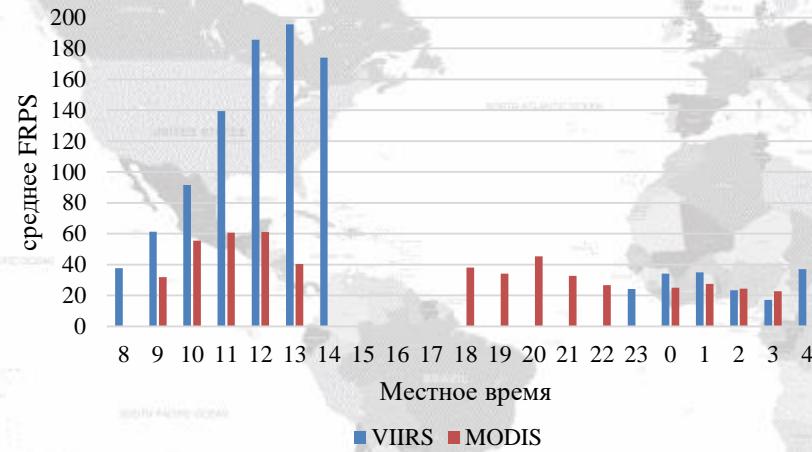


Распределение FRPS для разных диапазонов локального времени детектирования ГТ на территории РФ



Распределение количества ГТ с разным местным временем детектирования, снятых со спутников прибора VIIRS (NPP, NOAA20) и MODIS (AQUA, TERRA) на территории РФ за 2021 год

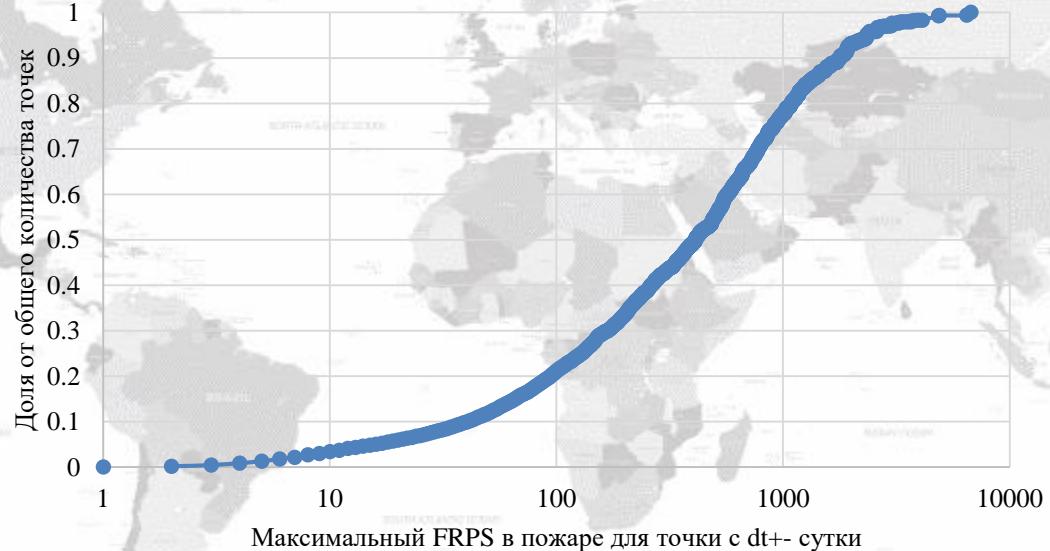
Сравнение среднего FRPS по данным VIIRS и MODIS в зависимости от времени суток



Среднее FRPS для развивающегося пожара 2023 года

Низкоинтенсивные пожары

Для каждой ночной ГТ VIIRS определялся максимальный FRPS, зарегистрированный в пожаре, к которому принадлежит ГТ с разницей по времени не более сутки



Выходы

- В ночное время пожары притухают, из-за чего падает их интенсивность горения
- По данным VIIRS недоступна съемка в вечернее время, которая позволяет определять интенсивность горения наочных участках до затухания пожара
- **При построении вероятностей гибели лесов от интенсивности горения по данным VIIRS необходимо учитывать время суток съемки**
- Определенный вклад в разницу измерений FRP MODIS и VIIRS так же вносит различное пространственное разрешение, минимальная температура детектирования днем, спектральный диапазон канала и операция перехода от измеренного FRP в разрешении 750 метров к разрешению 325 метров

Спасибо за внимание!

<http://smiswww.iki.rssi.ru>

Лозин Дмитрий Владиславович
lozin@d902.iki.rssi.ru

Отдел «Технологий
спутникового
Мониторинга»

