

# Оценка потенциальной эмиссии углерода от лесных пожаров на основе данных ДЗЗ и результатов моделирования

Хвостиков С.А., Барталев С.А

khvostikov@d902.iki.rssi.ru

Институт Космических Исследований РАН

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН

Девятнадцатая международная конференция  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»  
Москва, ИКИ РАН, 15 – 19 ноября 2021 года

# Введение

Ежегодно миллионы гектаров лесов России оказываются затронуты лесными пожарами;

По разным оценкам эмиссия от природных пожаров может составлять в среднем от 40 до 180 млн т в год;

Противопожарные меры могут сократить объем эмиссий, что важно в контексте борьбы с глобальным изменением климата и может быть экономически целесообразно в случае введения углеродных квот;

В данной работе рассматривается возможность оценки потенциальных эмиссий от пожаров в условии отсутствия тушения с помощью совмещения спутниковых данных и набора моделей.

# Метод оценки потенциальных эмиссий

Использование спутниковых данных для оценки момента и места возникновения пожара, пройденной ими территории и их повреждений;

Оценка потенциального развития всех пожаров без тушения с помощью модели динамики распространения огня;

Оценка углерода до и после пожара с помощью регрессионных моделей Международного института прикладного системного анализа (IIASA);

Оценка эмиссий от пожара в зависимости от его интенсивности;

Оценка долгосрочной динамики: восстановление на основе таблиц хода роста, оценка разложения сухостоя и валежа со временем.

# Потенциальное распространение пожаров

Анализируются все лесные пожары за 2006-2018 годы;

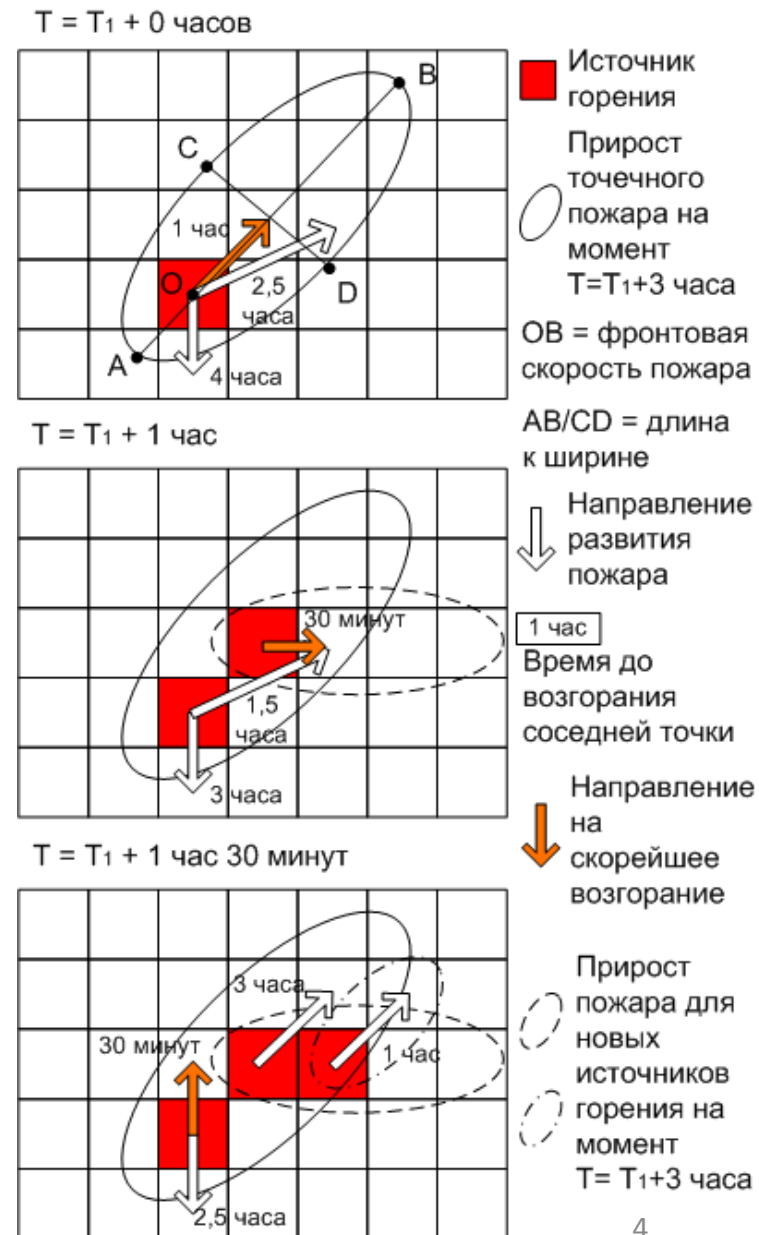
Используются хотспоты по MODIS для оценки времени и места возникновения пожара;

Каждый пожар моделируется до выпадения 1 см осадков;

Моделирование осуществляется с помощью канадской модели CFFBPS;

Горючие материалы определяются по спутниковым картам растительности, рельеф – ASTER, метеоданные – NCEP.

*Forestry Canada Fire Danger Group. Development and structure of Canadian Forest fire behavior prediction system. : Forestry Canada, 1991.*



# Оценка углерода

Для оценки углерода используются информация о породе, запаса стволовой древесины, бонитете и возрасте, полученная по данным ДЗЗ;

Углерод живых фракций, включая листья и ветви, оценивается по коэффициентам BCEF (Schepaschenko et al., 2018);

Углерод в подросте и живом напочвенном покрове оценивается по таблицам хода роста (Швиденко и др., 2008);

Углерод лесной подстилки по карте (Schepaschenko et al., 2013).

Швиденко А. З. и др. ТАБЛИЦЫ И МОДЕЛИ ХОДА РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ ОСНОВНЫХ ЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ. – 2008.

Schepaschenko D. G. и др. The pool of organic carbon in the soils of Russia // Eurasian Soil Sc. 2013. Т. 46. № 2. С. 107–116.

Schepaschenko D. и др. Improved Estimates of Biomass Expansion Factors for Russian Forests // Forests. 2018. Т. 9. № 6. С. 312.

# Оценка эмиссий

Для оценки эмиссий используется статистика степени повреждения леса в зависимости от породы и сезона;

Степень повреждения определяет долю сгоревшей лесной подстилки, наземного покрова с опадом, листьев и ветвей;

При сильном повреждении оставшийся углерод переводится в сухостой для учета его дальнейшего разложения и восстановления леса.

Ершов Д. В. Оценка эмиссий углерода от пожаров в лесах России на основе результатов спутникового мониторинга //Материалы 17-й Всероссийской открытой конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса". – 2019. – С. 519-519.

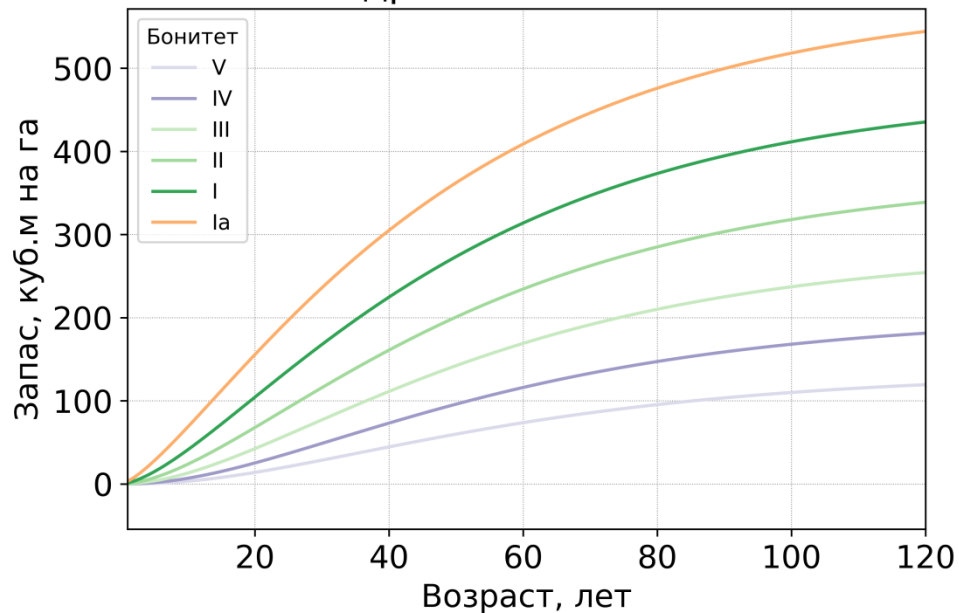
Тип	Интенсивность	Доля фракции, сгоревшая от пожара (эмиссия)			
		Полог древостоя	Подрост и подлесок	Напочвенный покров с опадом	Лесная подстилка
Верховой	Очень высок.	1.0	1.0	1.0	1.0
Низовой	Высокая (СКС 5-6)	0.1	1.0	1.0	0.7
	Средняя (СКС 3-4)	0	0.4	0.8	0.4
	Низкая (СКС 1-2)	0	0	0.4	0

# Восстановление после пожара

Для оценки восстановления после пожара используются таблицы хода роста (Швиденко и др., 2008);

Используются оценки разложения сухостоя и валежа в зависимости от породы и региона.

1.13. Ход роста полных (нормальных) березовых древостоев I=1\*



Швиденко А. З. и др. ТАБЛИЦЫ И МОДЕЛИ ХОДА РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ ОСНОВНЫХ ЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ. – 2008.

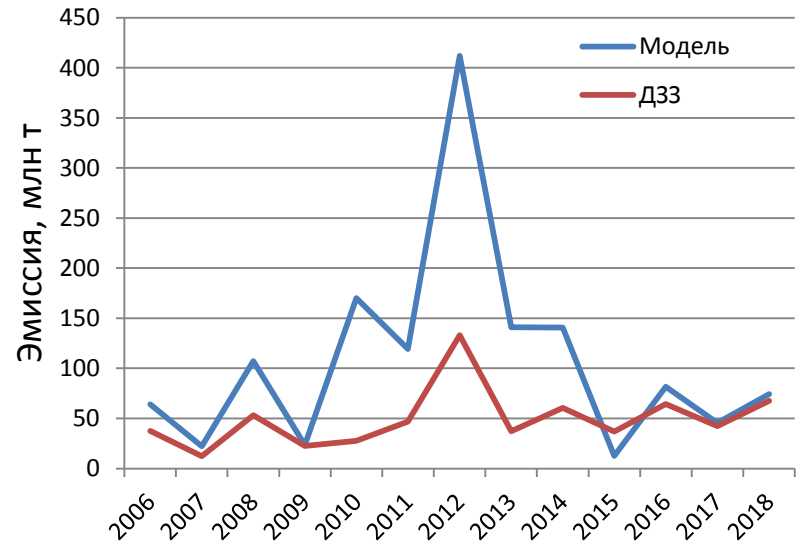
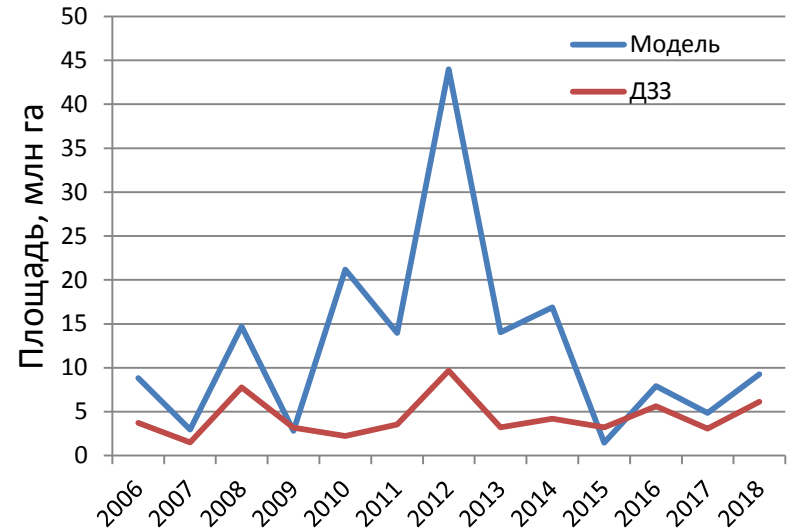
# Результаты

Моделирование до естественного прекращения пожара дает в несколько раз более высокую оценку площади пожара;

Эмиссия также значительно превосходит оценки, основанные на площади по ДЗЗ;

Большая переоценка в 2010 году, переоценка уменьшается до 2009 и после 2015 года.

	Факт	Модельный прогноз
Площадь, млн га	57	163
Эмиссия, млн т	642	1 410
Площадь за год	4,4	12,5
Эмиссия за год	49	109





# Результаты

Распределение переоценки площади пожара ожидаемо, очень велико в европейской части, мало в неохранных зонах на востоке страны.



# Анализ динамики пожаров во времени

Анализ показывает, что модельная оценка эмиссии превышает факт в 2,2 раза, превышение происходит на 4-й день развития всех пожаров;

Уровень факта может быть достигнут, если тушить пожары на 4-ый день, или тушить 82% пожаров в 1-ый день;

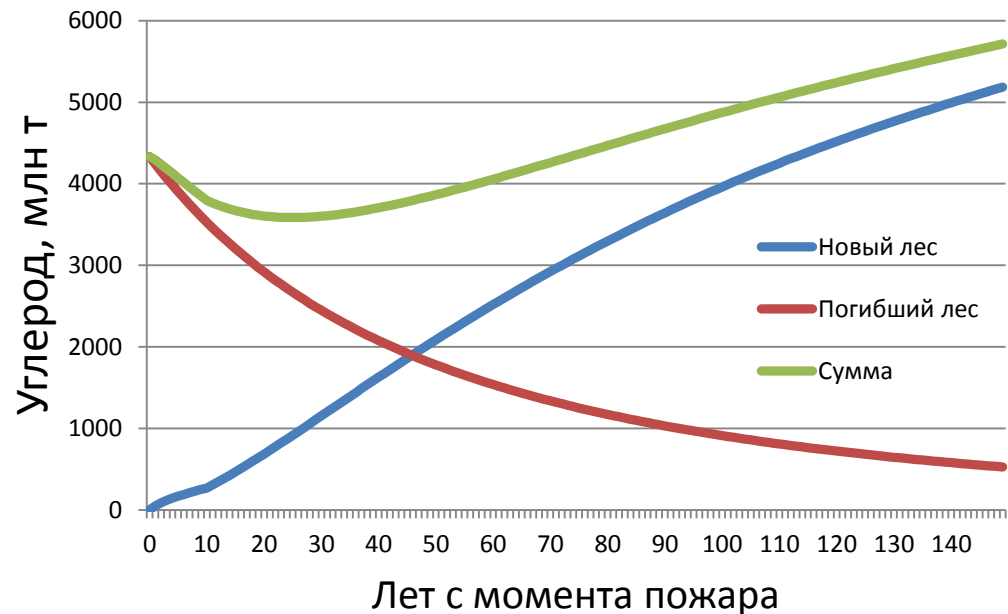
Уровень эмиссий европейской части страны (5% от модельных оценок) может быть достигнут только если тушить все пожары в первый день.

Уровень снижения эмиссий	День тушения	Доля потушенных пожаров на день		
		1	2	3
Уровень факта (45%)	4	82%	83%	87%
20%	3	93%	94%	100%
10%	2	98%	100%	-
5%	1	100%	-	-
1%	0	-	-	-

# Анализ восстановления лесов после пожаров

Эмиссия от разложения древесины в погибших лесах значительна и сравнима с первичной эмиссией;

Ожидаемо, в погибших лесах сначала наблюдается падение углерода в связи с разложением, затем рост в связи с появлением новых деревьев.



	Модельный прогноз
Первичная эмиссия, млн т углерода	1 410
Эмиссия от разложения сухостоя и валежа в первые 20 лет после пожара, млн т углерода	1 415
Восстановление леса в первые 20 лет после пожара, млн т углерода	685
Разложение минус восстановление в первые 20 лет после пожара, млн т углерода	730
Год, в который гарь становится стоком	26
Год, в который углерод леса достигнет допожарных значений	140

# Выводы

Была предложена методика оценки потенциальной эмиссии углерода от пожаров, комбинирующая данные ДЗЗ, модели развития пожаров и модели оценки углерода;

Первые оценки эмиссии выглядят адекватно и показывают ожидаемые закономерности;

Восстановление лесов после пожаров требует правильного учета сукцессии и задержки в развитии.

