

Объект	Регион	Удельная активность, Бк/кг			Ссылки
		<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	
Уголь	Лодозь, Польша	19	14	549	[2]
	Пекин, Китай	16	58	615	[3]
	Ростовская область, Россия	16	14	345	[4]
Породы террикона	Террикон пятой шахты, Россия	36	40	581	Наши данные
Золошлаковые отходы	Лодозь, Польша	61	53	457	[2]
	Пекин, Китай	26	37	101	[3]
	Ростовская область, Россия	83	59	696	[4]
Летучая зола	Лодозь, Польша	86	69	603	[2]
	Пекин, Китай	108	105	455	[3]
	Ростовская область, Россия	186	127	486	[4]
Почвы природно-техногенных территорий	Террикон пятой шахты, Россия	27	46	670	Наши данные
Фоновые почвы	Районы Ростовской области, Россия	23	30	411	Наши данные

Работа выполнена при финансовой поддержке базовой части государственного задания (проект № 3.6371.2017/БЧ (ЮФУ № БЧ0110-11/2017-35); проект № 3.6439.2017/БЧ (ЮФУ № БЧ0110-11/2017-36)) и с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Электромагнитные, электромеханические и тепловые свойства твердых тел» НИИ физики Южного федерального университета.

Список публикаций.

[1] *Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастлицев Е.Л., Вахлаева Н.Ю. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. - Новосибирск: Наука, 2005. 660с*

[2] *Vem, H. [etc.]. // J. Environ. Radioact. – 2002. – 61, P. 191-201.*

[3] *H. Gu [etc.] // Radiat. Prot. – 1996. – 16. – P. 309-316.*

[4] *Бураева Е.А., Малышевский В.С., Шиманская Е.И., Вардуни Т.В., Триболина А.Н., Гончаренко А.А., Гончарова Л.Ю., Тоцкая В.С., Нефедов В.С. // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4; URL: [www.science-education.ru/110-9652](http://www.science-education.ru/110-9652)*

## Фазовый состав атмосферных аэрозолей

*Саевский Антон Игоревич*

*Иванов Евгений Сергеевич, Долгополов Александр Викторович, Проценко Влада Вячеславовна,*

*Дергачева Евгения Сергеевна*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.; Кубрин Станислав Петрович, к.ф.-м.н.*

*[saevskiy@sfedu.ru](mailto:saevskiy@sfedu.ru)*

Изучение состава и свойств атмосферных аэрозолей необходимо для понимания различных процессов, происходящих в приземном слое воздуха и в атмосфере в целом. Изучение процессов поступления, переноса и накопления (фазовый состав оказывает на них существенное влияние) поллютантов (радионуклидов и тяжелых металлов) в атмосферных аэрозолях и в системе почва-атмосфера необходимо для исследований в областях радиоэкологии, метеорологии, климатологии, физики атмосферы, так как атмосфера является сложной, универсальной и самой динамичной средой переноса различных загрязняющих веществ. Также особую роль играет железо – самый распространенный металл в атмосфере, определяющий характер множества протекающих там процессов.

С учетом вышесказанного была поставлена задача изучить сезонные изменения фазового и структурного состава атмосферных аэрозолей в условиях крупного промышленного города на примере Ростова-на-Дону для умеренного континентального климата.

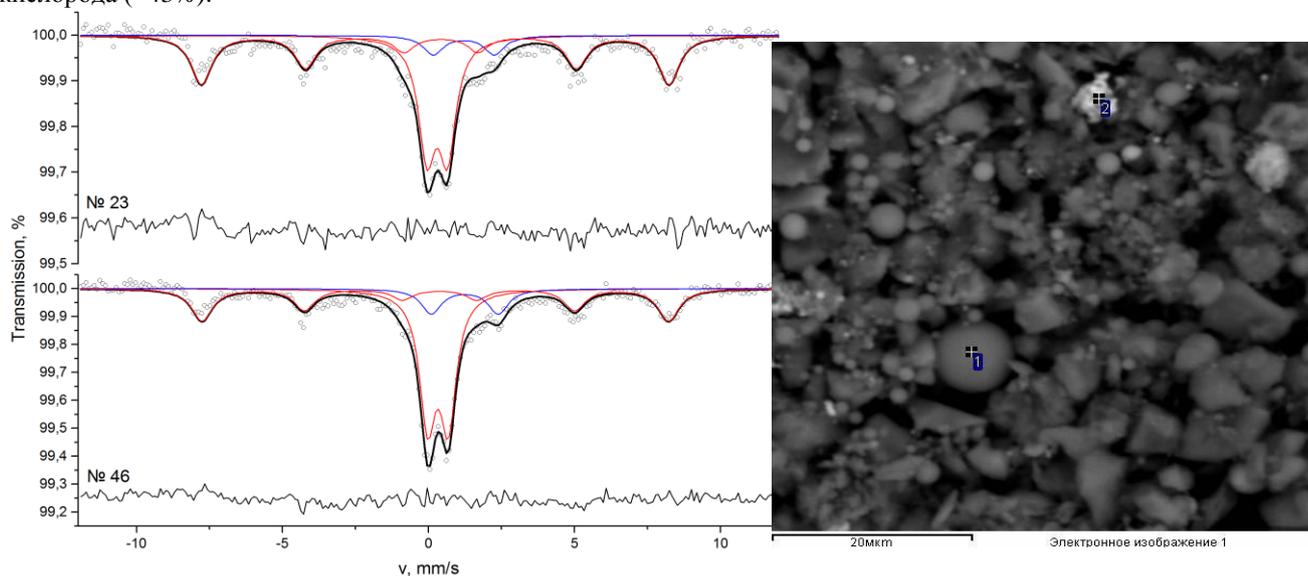
Для данного исследования использовались образцы атмосферных аэрозолей, отобранные на фильтрах из ткани Петрянова ФПП-15-1.7. Фазовые состояния ионов Fe исследовались методом мессбауэровской спектроскопии с помощью спектрометра MC-1104Em, в качестве источника гамма-квантов использовался <sup>57</sup>Co(Rh), обработка полученных спектров проводилась с помощью программы SpectrRelax[1]. Структурный состав образцов аэрозолей изучался с применением растрового электронного микроскопа VEGA II LMU фирмы «Tescan» с системами энергодисперсионного микроанализа INCA ENERGY 450/XT и волнодисперсионного микроанализа INCA WAVE 700.

На *рис.1* представлены примеры мессбауэровских спектров (МС) образцов атмосферных аэрозолей №23 (декабрь, 2000 г.) и №46 (октябрь, 2001 г.). МС обоих образцов представляют собой суперпозицию двух парамагнитных дублетов и зеемановского секстета, параметры которых приведены в таблице ниже. Изомерные сдвиги дублета 1 и секстета 1 соответствуют ионам  $Fe^{3+}$  в октаэдрическом кислородном окружении [2]. Изомерный сдвиг дублета 2 соответствует ионам  $Fe^{2+}$  в октаэдрическом кислородном окружении. Дублет 2, вероятно, обусловлен наличием в исследуемом образце соединения FeO. Относительно высокие значения квадрупольного расщепления и ширины линий указывает на высокодисперсное состояние FeO. Секстет 1 по своим параметрам близок к наночастицам  $\alpha-Fe_2O_3$  [3]. При этом, для них время суперпарамагнитной релаксации меньше времени ларморовской прецессии ( $\approx 10^{-8}$  с), что препятствует полному разрешению зеемановской сверхструктуры и обуславливает наличие дублета 1 [3]. Интенсивности линий МС образца № 46 выше, чем у образца №23, что указывает на более высокую концентрацию железа в образце №46. В дальнейшем эти данные будут уточняться, в частности, методом рентгеновской дифракции.

Образец	Компонента	$\delta \pm 0.002$ , мм/с	$\Delta \pm 0.002$ , мм/с	$H \pm 0,5$ , Т	$G \pm 0.002$ , мм/с	$A \pm 1$ , %	Состояние Fe
№23	Секстет 1	0,329	-0,098	496,7	0,863	47	$Fe_2O_3$
	Дублет 1	0,296	0,702		0,705	44	
	Дублет 2	1,209	2,092		0,834	9	FeO
№46	Секстет 1	0,306	-0,074	495,6	0,868	34	$Fe_2O_3$
	Дублет 1	0,312	0,736		0,65	58	FeO
	Дублет 2	1,266	2,302		0,674	11	

\*где  $\delta$  – изомерный сдвиг,  $\Delta$  – квадрупольное расщепление парамагнитных компонент,  $H$  – сверхтонкое поле на ядрах  $^{57}Fe$ ,  $G$  – ширина линий спектра,  $A$  – площадь компонент спектра. Изомерные сдвиги определены относительно  $\alpha-Fe$ .

Методами сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсного анализа получены снимки поверхности образцов атмосферных аэрозолей (*рис.2*). В них присутствует значительное количество алюмосиликатных микросфер (частица 1 на *рис.2*), которые образуются при факельном высокотемпературном сжигании угля на предприятиях топливной энергетики. Также были обнаружены другие частицы, например, частица 2, состоящая из соединений металлов. По данным полуколичественного анализа, частица 2 более чем наполовину состоит из соединений железа, а в частице 1 (алюмосиликатная микросфера) преобладают алюминий (~16%) и кремний (~22%), но присутствуют также другие металлы и значительное количество кислорода (~43%).



*рис.1. Мессбауэровские спектры образцов №23 и №46*

*рис.2. Снимок поверхности образца*

Таким образом, в атмосферных аэрозолях в разные времена года наблюдается разное количество железосодержащих соединений, которые представлены в разных фазах. В образцах присутствуют мелкодисперсные частицы гематита и другие минералы, а также алюмосиликатные микросферы. Наличие последних свидетельствует о поступлении продуктов сгорания угля на объектах энергетики в атмосферу. По данным мессбауэровской спектроскопии, в зимний период количество железосодержащих соединений в образцах меньше, чем в осенний, что позволяет судить об источниках их поступления в атмосферу. Исследования в этом направлении продолжаются, более точные выводы можно будет сделать позже, после

уточнения имеющихся данных и получения новых результатов по химическому и фазовому составу атмосферных аэрозолей.

Работа выполнена при финансовой поддержке базовой части государственного задания (проект № 3.6371.2017/БЧ (ЮФУ № БЧ0110-11/2017-35); проект № 3.6439.2017/БЧ (ЮФУ № БЧ0110-11/2017-36)) и с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Электромагнитные, электромеханические и тепловые свойства твердых тел» НИИ физики Южного федерального университета.

Список публикаций:

[1] Matsnev M. E., V. S. Rusakov // *AIP Conf. Proc.* 2012. 1489. P. 178-185.

[2] Menil F. // *J. Phys. Chem. Solids.* 1985. V. 46. № 7. P. 763-789.

[3] Kuding W., H. Bommel H. // *Physical Review.* 1966. 142. P. 327-333.

## **Анализ регистрации энергетических характеристик пожаров в лесах Сибири дистанционными средствами**

**Усатая Юлия Олеговна**

**Швецов Евгений Геннадьевич**

*Сибирский федеральный университет, Институт инженерной физики и радиоэлектроники*

*Пономарев Евгений Иванович, к.т.н.*

*[Julia\\_Usat@mail.ru](mailto:Julia_Usat@mail.ru)*

В Сибири ежегодно до 17 млн га леса подвергается воздействию пожаров [1], и прогнозируется дальнейший рост горимости [4, 5].

Наиболее значимое и быстро проявляющееся в экологическом плане воздействие на лес оказывают верховые пожары и пожары экстремальной интенсивности. Доля таких пожаров, приводящих к отпаду, замещению древостоев, варьирует на уровне ~30% [6], что составляет до 1,5–3 млн га лесных территорий в год [2]. Оперативный мониторинг ЛП в зоне бореальных лесов России может быть проведен только с использованием спутниковых систем. В связи с этим актуальна разработка новых подходов к детектированию энергетических характеристик пожаров, в том числе дистанционных методов оперативной регистрации верховых пожаров и пожаров экстремальной интенсивности.

Основная цель данной работы – определение критерия дистанционного детектирования экстремальных по интенсивности и/или верховых пожаров, а также количественная оценка доли таких пожаров за последнее десятилетие в лесах Сибири.

Работа выполнена с использованием банка данных лесных пожаров Сибири за период 1996 – 2015 гг. Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН.

В качестве энергетической характеристики пожаров предложено использовать дистанционно определяемый показатель мощности теплоизлучения (МТИ, Fire Radiative Power (FRP)) от активной зоны пожара [7].

Адаптирован и апробирован на практике дистанционный метод регистрации мощности теплоизлучения от активной зоны пожара в диапазоне 3.929–3.989 мкм (данные TERRA/Modis, *рис. 1*), что впервые реализовано применительно к условиям горения в лесах Сибири [3].

Мониторинг энергетических характеристик пожаров в условиях Сибири на основе данных TERRA/Modis характеризуется высокой оперативностью получения данных и возможностью многократного итерационного уточнения данных в процессе регистрации термически активных зон пожаров.

Мощности теплоизлучения активной зоны в зависимости от субпиксельной площади активной зоны демонстрирует разброс в широком диапазоне значений, однако, их средние значения достоверно аппроксимируются ( $R^2=0.9$ ) линейной функцией.

Зафиксировано, что теплоизлучение от экстремальных пожаров и зон верхового горения превышает порог  $2,5\sigma$  от среднего значения по полигону пожара ( $p<0.05$ ). Вероятность корректной классификации пожара, как верхового, по данным дистанционного детектирования была не ниже 65%.