

Часть 2.

Природные и природно-ресурсные геосистемы: типы, современное состояние и динамика

УДК 551.59

DOI: 10.35735/9785604968338_121

АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ ВОЗДУШНЫХ МАСС ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ЛЕНО-АЛДАНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ В ИЮЛЕ И АВГУСТЕ 2021 ГОДА

М.С. Васильев^{1,2}, М.А. Тимофеев²

¹*Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН*

²*Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова*

Аннотация. В работе рассмотрена общая пространственно-временная изменчивость аэрозольной оптической толщи (АОТ) атмосферы в июле и августе 2021 г. на территории Якутии, обратные и прямые траектории воздушных масс, а также лесные пожары (свыше 500 Га) в Лено-Алданском междуречье (центральная и юго-восточная часть Якутии). Используются данные дистанционного зондирования Земли, «Якутской базы авиационной охраны лесов» и модели HYSTLIT. Показано, что в Центральной Якутии (холодный период 2021 г.) преобладал западный перенос воздушных масс. Увеличение АОТ (август 2021 г.) в центральной, западной и северо-западной Якутии связано с лесопожарной обстановкой в Лено-Алданском междуречье.

Ключевые слова: лесные пожары, аэрозоль, циркуляция атмосферы, HYSPLIT.

ANALYSIS OF TRAJECTORIES OF AIR MASSES FROM FOREST FIRES IN THE LENA-ALDAN INTERFLUVE IN JULY AND AUGUST 2021

M.S. Vasiliev^{1,2}, M.A. Timofeev²

¹*Melnikov Permafrost Institute SB RAS*

²*M.K. Ammosov North-Eastern Federal University*

Annotation. The work examines the general spatiotemporal variability of the aerosol optical depth (AOD) of the atmosphere in July and August 2021 on the territory of Yakutia, reverse and forward trajectories of air masses, as well as forest fires (over 500 ha) in the Leno-Aldan interfluve (central and southeastern part of Yakutia). Data from remote sensing of the Earth, the «Yakut Aviation Forest Protection Base» and the HYSTLIT model were used. It is shown that in Central Yakutia (cold period of 2021) the western transport of air masses predominated. The increase in AOD (August 2021) in central, western and northwestern Yakutia is associated with the forest fire situation in the Leno-Aldan interfluve.

Keywords: forest fires, aerosol, atmospheric circulation, HYSPLIT.

Введение. Горение лесного массива сопровождается выбросами в атмосферу аэрозольных частиц, углекислого газа, окислов серы, азота и др. Загрязнение атмосферы продуктами горения негативно сказывается на здоровье людей с проявлением различных атмосферных эффектов (изменение прозрачности, охлаждение/нагрев воздуха и т.п.). В Якутии исследования пирогенного аэрозоля проводились по данным солнечного фотометра марки CIMEL CE-318 (2004-2021 гг.), входящем в глобальную сеть AERONET [1, 2]. На данный момент основным источником анализа аэрозольной оптической толщи на обширной территории Якутии являются данные дистанционного зондирования Земли и климатические реанализы. Пирогенный аэрозоль от лесных пожаров за счет адвекции в атмосфере может распространяться на значительное расстояние. Для правильной оценки влияния аэрозольных

частиц на геосферы Земли необходимо учитывать траектории переноса воздушных масс на различных изобарических уровнях атмосферы.

Цель работы – анализ траекторий воздушных масс от локализации лесных пожаров в Лено-Алданском междуречье Якутии (центральная и юго-восточная часть).

Материалы и методы исследования

Пространственно-временной анализ траектории распространения воздушных масс осуществлен через интернет-сервис для проведения расчетов с помощью модели HYSPLIT (<https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>). Рассматривались прямые и обратные траектории воздушных масс. Обратные траектории рассчитывались относительно месторасположения солнечного фотометра марки CIMEL CE-318 [5] расположенного в Центральной Якутии (2004-2021 гг. – с. Октёмцы, 61.66° N, 129.37° E, <https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>). Для каждого месяца с аномальной горимостью лесов в 2021 г. были рассчитаны по три траектории: 5, 15 и 25 числа в срок 00 UTC на высоте 500 м с временем генерации 24 ч.

Анализ аэрозольной оптической толщи (АОТ на длине волны 550 нм) проводился по данным спектрорадиометра MODIS (спутник Terra) – продукт MOD08_M3 версия 6.1.

Данные по лесным пожарам предоставлены ГБУ РС (Я) «Якутской базой авиационной охраны лесов» (табл.) за период июль-август 2021 г. Были выделены крупные очаги горения лесного массива свыше 500 Га на территории Лено-Алданского междуречья. Прямые траектории воздушных масс от лесных пожаров рассчитывались относительно даты их обнаружения.

Таблица 1

Очаги лесных пожаров в Лено-Алданском междуречье по данным ГБУ РС (Я) «Якутская база авиационной охраны лесов».

Дата обнаружения	Широта	Долгота	Дата тушения	Площадь, га
15.07.2021	62°25'54"	134°39'28"	18.08.2021	38500
19.07.2021	62°55'23"	134°25'16"	18.08.2021	865
19.07.2021	62°55'48"	134°16'08"	05.08.2021	805
19.07.2021	62°59'28"	134°06'25"	17.08.2021	15576
28.07.2021	61°26'10"	132°02'28"	11.08.2021	1362
02.08.2021	62°34'25"	133°42'33"	14.08.2021	2210
06.08.2021	62°52'59"	132°05'32"	19.08.2021	2200
06.08.2021	62°59'59"	130°15'03"	23.08.2021	40000
08.08.2021	62°40'42"	133°53'30"	21.08.2021	2100
09.08.2021	62°59'56"	130°19'54"	13.08.2021	3000
12.08.2021	62°51'47"	134°52'05"	19.08.2021	1369

Видно (табл.), что наибольшая площадь лесных пожаров наблюдалась в Усть-Алданском районе – 40000 гектаров (с.ш. 62°59'59", в.д. 130°15'03") с 6-23 августа 2021 г.

Результаты и их обсуждение. На рис. 1 представлены обратные траектории воздушных масс относительно месторасположения солнечного фотометра в Центральной Якутии за 2021 г. Наиболее протяженные траектории в течение суток наблюдались 25-го мая (со стороны Хабаровского края – 50.78° N 139.25° E) и 25-октября (со стороны Иркутской области 58.81° N 111.69° E). Оба случая приходятся на межсезонье, когда происходит оттаивание либо формирование снежного покрова. В остальных случаях, траектории воздушных масс (в течение суток) наблюдались в пределах территории Республики Саха (Якутия).

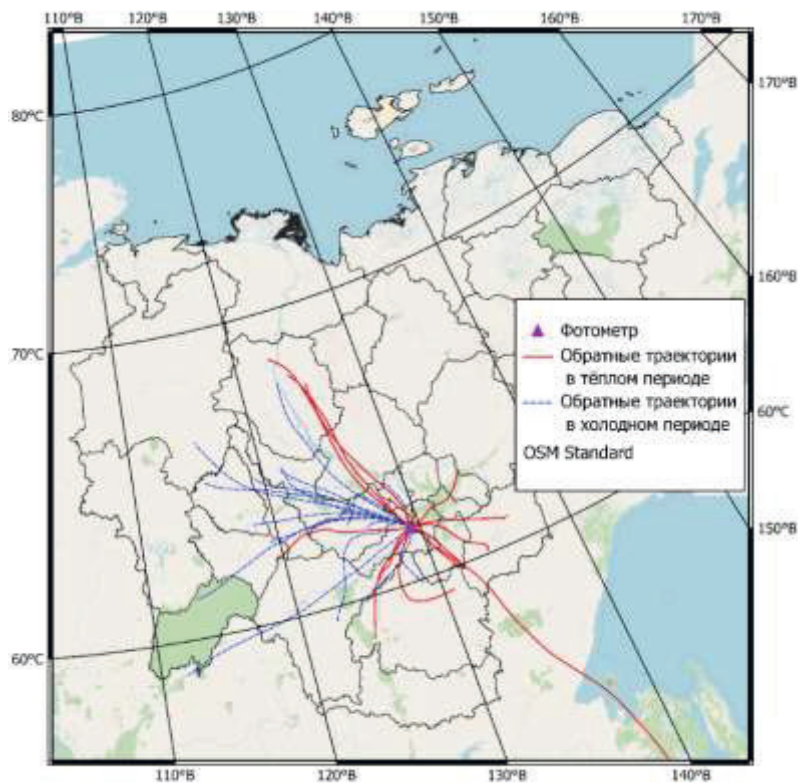


Рис. 1. Обратные траектории воздушных масс на высоте 500 м относительно месторасположения солнечного фотометра марки CIMEL CE-318 в Центральной Якутии за 2021 г. на основе растровой подложки «Open Street Map Standard».

Штрихпунктирными линиями синего цвета (рис. 1) показаны траектории воздушных масс за холодный период – январь-апрель, 25 октября-декабрь. Видно, что в холодном периоде преобладает западный перенос воздушных масс. Сплошными красными линиями показаны траектории за теплый период – с 5 мая по 15 октября. В теплом периоде нельзя выделить направление основного переноса, так как траектории разнонаправленные и в целом их можно сгруппировать по нескольким секторам. По данным HYSPLIT траектории воздушных масс не исходят со стороны северо-восточного сектора Якутии и лесные пожары 2021 г., например в таких районах как Абыйский, Момский и Среднеколымский не могли оказать существенного влияния на увеличение АОТ (пожароопасный период) в Центральной Якутии. Например, максимальные значения АОТ наблюдались в августе 2021 г. [4].

На рис. 2 представлены пространственно-временные карты АОТ атмосферы за июль и август месяцы 2021 г. по данным MODIS/Terra. Траектории воздушных масс от 15-го и 19-го июля направлены преимущественно на север, а 28-го – юг. Максимальные значения АОТ наблюдались в западной и центральной Якутии.

Видно (рис. 2, справа), что траектории воздушных масс от лесных пожаров 2-го (2210 Га) и 6-го (2200 и 40000 Га) августа преимущественно имеют восточное направление, что связано с увеличением АОТ в западной и центральной Якутии. Наиболее протяженная траектория воздушной массы от лесного пожара (3000 Га) зафиксирована 9-го августа, которая в течение суток достигла Арктической зоны (северо-западная часть Якутии) с учетом очагов горения лесного массива в этих улусах (районах).

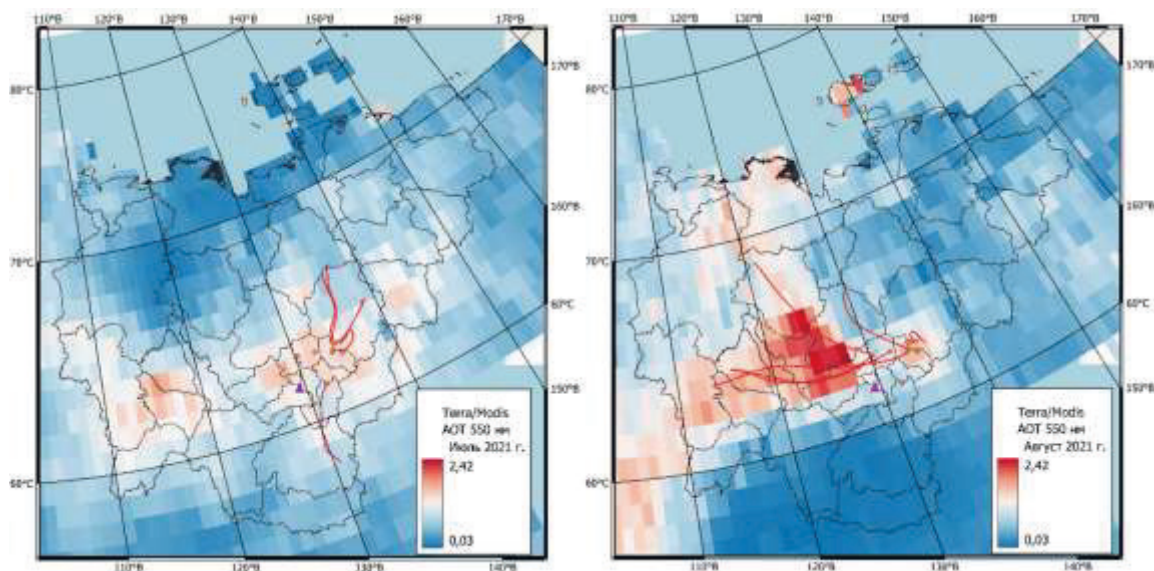


Рис. 2. Пространственно-временные карты АОТ (MODIS/Terra) за июль (слева) и август (справа) месяцы 2021 г., где фиолетовым треугольником отмечено месторасположение солнечного фотометра в Центральной Якутии. Прямые траектории воздушных масс на высоте 500 м от мест локализации лесных пожаров (свыше 500 Га – маркеры в виде ромба оранжевого цвета) отображены сплошными красными линиями.

Выводы. Таким образом, можно отметить, что крупные очаги лесных пожаров (пирогенный аэрозоль) [3] на территории Якутии могут влиять на пространственно-временную динамику АОТ всего региона. При анализе АОТ и выявлении причинно-следственных связей (экологических – загрязнение атмосферы продуктами горения и т.п.) необходимо учитывать перенос воздушных масс (циркуляцию атмосферы).

Благодарность. Работа выполнена в рамках базового бюджетного проекта «Криогенные процессы и формирование природных рисков освоения мерзлотных ландшафтов Восточной Сибири», регистрационный номер НИОКТР 122011400152-7.

Литература

1. Васильев М.С., Николашкин С.В. Температурный эффект дымового аэрозоля в летний сезон над центральной частью Якутии за период 2004-2014 гг // Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28. № 12. С. 1106-1111.
2. Васильев М.С., Николашкин С.В., Бороев Р.Н. Состояние прозрачности атмосферы над центральной частью Якутии по данным солнечного фотометра за период 2004-2014 гг // Метеорология и гидрология. 2017. № 11. С. 14-20.
3. Васильев М.С., Тимофеев М.А., Сергин Д.К. Горимость лесов в Якутии за период 1958-2022 гг / В книге: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию Академии наук Республики Саха (Якутия) и 40-летию геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова. Якутск, 2023. С. 422-427.
4. Тимофеев М.А. Сезонная изменчивость аэрозольной оптической толщи атмосферы над центральной Якутией за период 2004-2021 гг / В сборнике: Аммосов-2023. Сборник материалов общеуниверситетской научной конференции студентов и магистрантов. Редколлегия: Н.С. Григорьев, А.И. Михайлова. Якутск, 2023. С. 865-868.
5. Dubovik O., Smirnov A., Holben B.N., King M.D., Kaufman Y.J., Eck T.F., Slutsker I. Accuracy assessments of aerosol optical properties retrieved from Aerosol Robotic Network (AERONET) Sun and sky-radiance measurements // J. Geophys. Res. 2000. V. 105(D8). N 4. P. 9791-9806.