



ЛИДАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ
СУТОЧНОЙ ДИНАМИКИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ
СТРУКТУРЫ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ В
ЛЕТНИЙ ПЕРИОД НАД ПРИБРЕЖНОЙ
ТЕРРИТОРИЕЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ



Балин Ю.С., Клемашева М.Г., Коханенко Г.П.,
Насонов С.В., Новоселов М.М., Пеннер И.Э.

Институт оптики
атмосферы им.
В.Е. Зуева СО РАН

АКТУАЛЬНОСТЬ

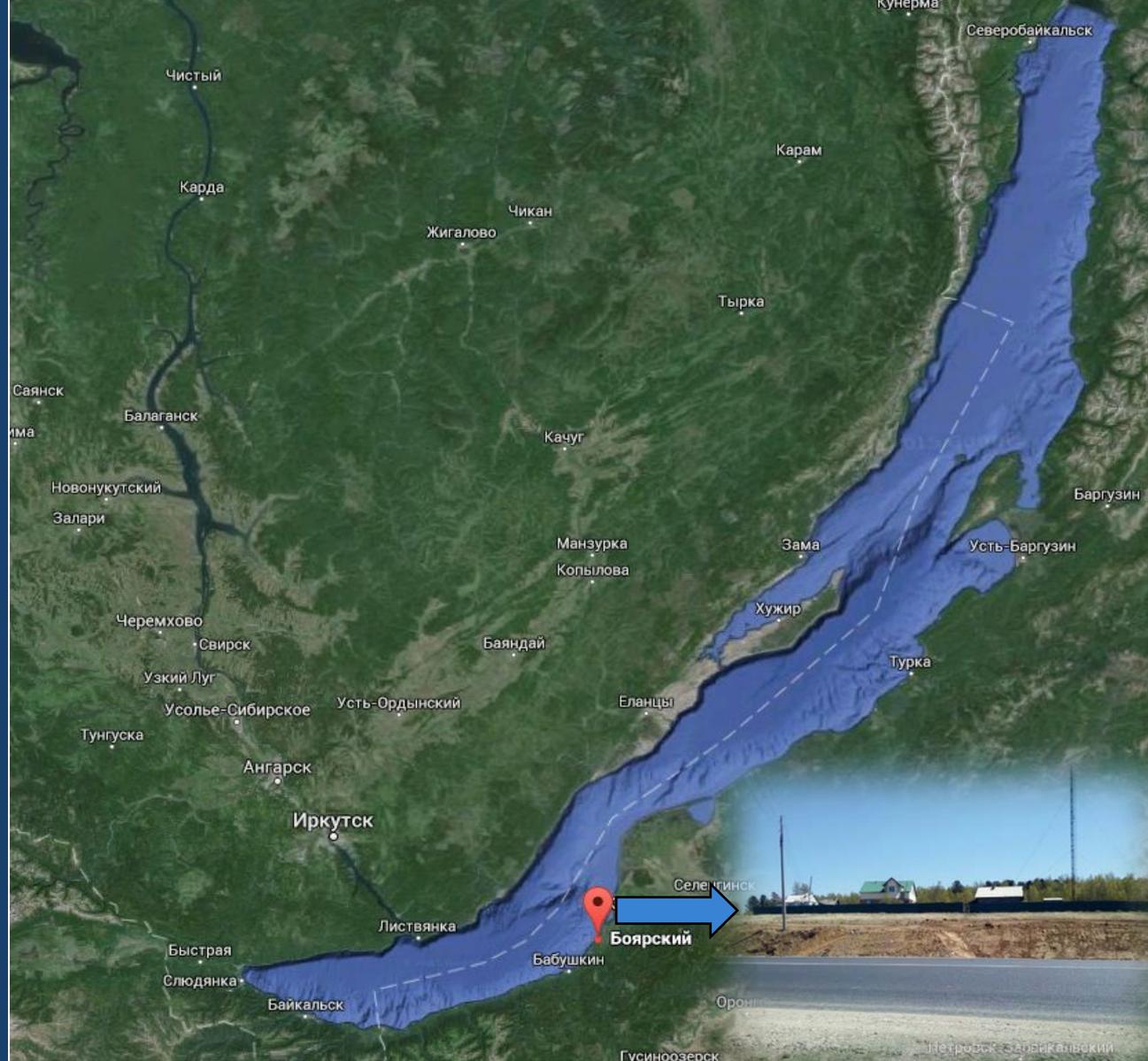


Озеро Байкал - уникальный природный объект, располагающийся в Восточной Сибири.

Окружающая среда Байкала многие годы является объектом научных исследований с позиций глобальных экологических и климатических изменений.

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований особенностей пространственно-временной структуры аэрозоля в атмосфере над территорией Байкала, на основе лидарных методов.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ



Южная часть озера Байкал, научный стационар Боярский (Института физического материаловедения СО РАН), республика Бурятия ($51^{\circ}50'N$, $106^{\circ}04'E$).

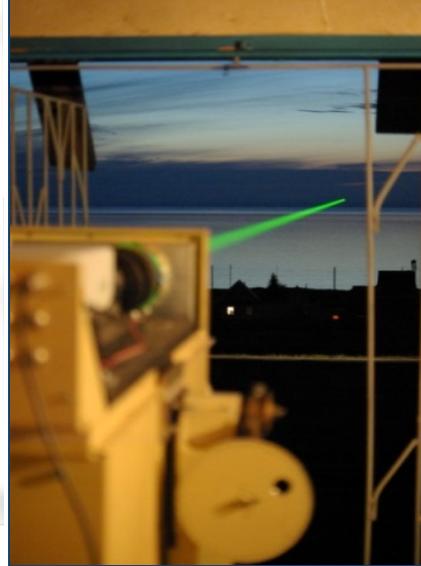
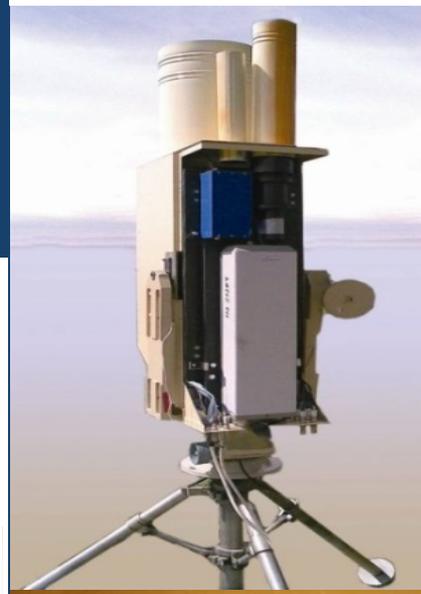
Мобильный аэрозольно-
рамановский
поляризационный лидар
«ЛОЗА-А2»
(самолетно-корабельный)



ВНЕШНИЙ ВИД
ЛИДАРОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
В ИЗМЕРЕНИЯХ
НА БАЙКАЛЕ



Многоволновой
малогабаритный
аэрозольно-рамановский
лидар «ЛОЗА-М2»»



ПЕРЕДАТЧИК		
LOTIS LS-2131M	Лазер Nd:YAG	LOTIS LS-2135
240 120	Энергия на длинах волн, мДж: 1064 нм 532 нм	340 170
8	Длительность импульса, нс	10-12
1-20	Частота повторения импульсов, Гц	10
ОПТИЧЕСКАЯ ПРИЕМНАЯ СИСТЕМА		
Два (для видимого и ИК диапазона)	Приемный телескоп	Два (для ближней и дальней зон)
110	Диаметр телескопа, мм	50 и 250
500	Фокусное расстояние, мм	200 и 1000
РЕГИСТРАЦИЯ СИГНАЛОВ		
Аналоговый (поляризованный, кросс-поляризованный) Приемник Н11526-20-NF Hamamatsu (Япония)	Приемный канал 532 нм	Аналоговый (без учета поляризации) Приемник Н11526-20-NF Hamamatsu (Япония)
Аналоговый Приемник Фотомодуль на основе лавинного фотодиода С30956Е-ТС (ИОА, Россия)	Приемный канал 1064 нм	Аналоговый Фотомодуль на основе лавинного фотодиода С30956Е-ТС (ИОА, Россия)
Счет фотонов (в темное время суток) Приемник Н11706Р-40-MOD Hamamatsu (Япония)	Приемный канал 607 нм	Счет фотонов (в темное время суток) Приемник Н11706Р-40-MOD Hamamatsu (Япония)

1. Nasonov S., Balin Yu., Klemasheva M., Kokhanenko G., et. al. Mobile aerosol Raman polarizing lidar LOSA-A2 for atmospheric sounding // **Atmosphere**. 2020. V. 11, N 1032.

2. Balin Yu.S., Bairashin G.S., Kokhanenko G.P., et. al. LOSA-M2 aerosol Raman lidar // **Quantum Electronics**. 2011. V. 41, N 10.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЙКАЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ*



Территория Байкальского региона располагается на широте *резко континентального климата*. Основной перенос – западный.

Летом преобладает *циклоническая деятельность* с поступлением с запада континентальных и атлантических воздушных масс.

Специфические особенности климата данного региона вызваны *орографическими факторами*.

Здесь действуют *локальные ветровые потоки*, которые оказывают влияние на пространственное распределение и перенос атмосферного аэрозоля над акваторией озера.

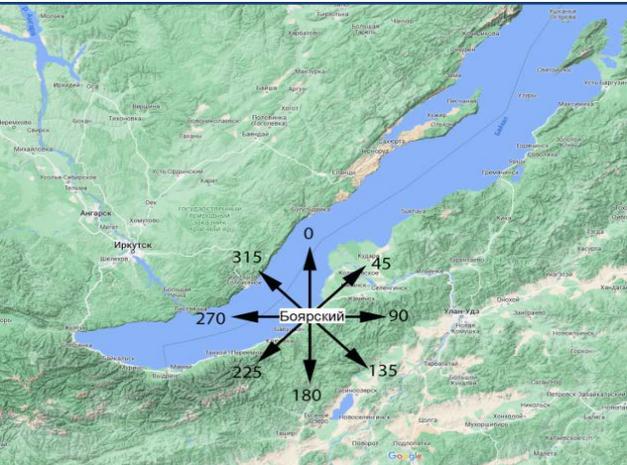
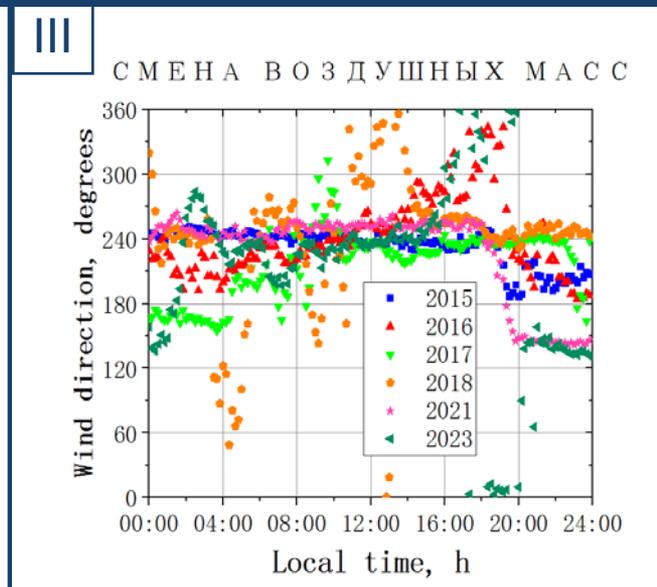
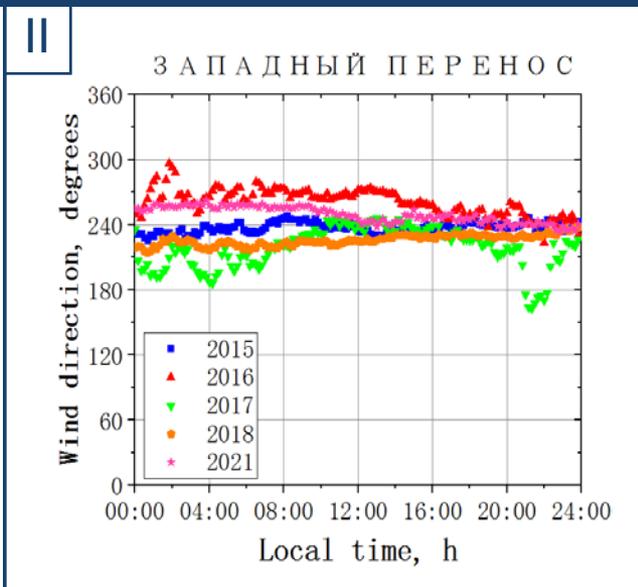
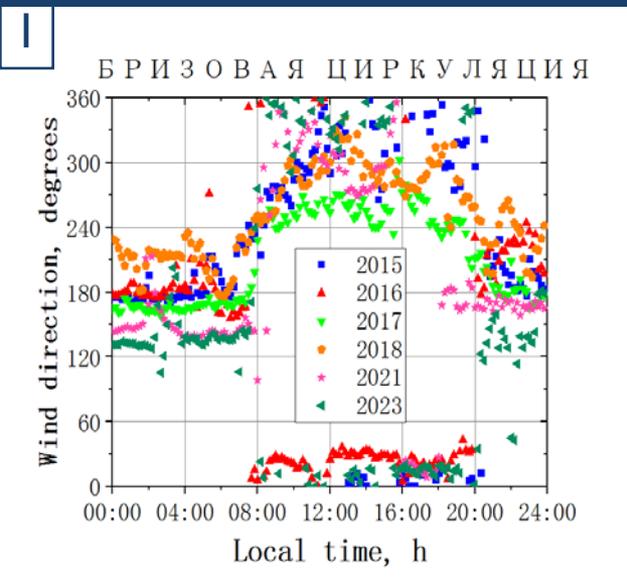
Влияние на климат прибрежной территории оказывает *большой объем воды* озера, которая медленно нагревается и охлаждается.

*Беркин Н.С., Макаров А.А., Русинек О.Т.
Байкаловедение: учебное пособие.
Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та,
2009. 291 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВЫХ ПОТОКОВ НА БАЙКАЛЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

*Использованы данные за 2015-2023 гг. с двух ультразвуковых метеорологических комплексов фирмы ООО «Сибаналитприбор», расположенных на высоте 3 м и 20 м на стационаре Боярский.

**Данные метеорологических измерений предоставлены сотрудниками Института физического материаловедения СО РАН (г. Улан-Удэ).

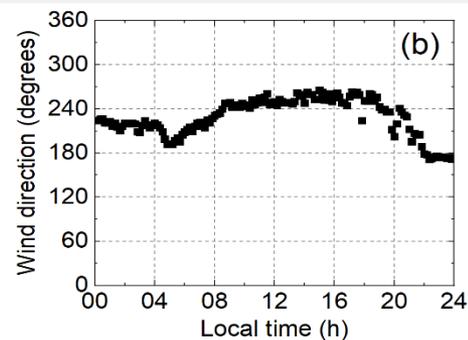
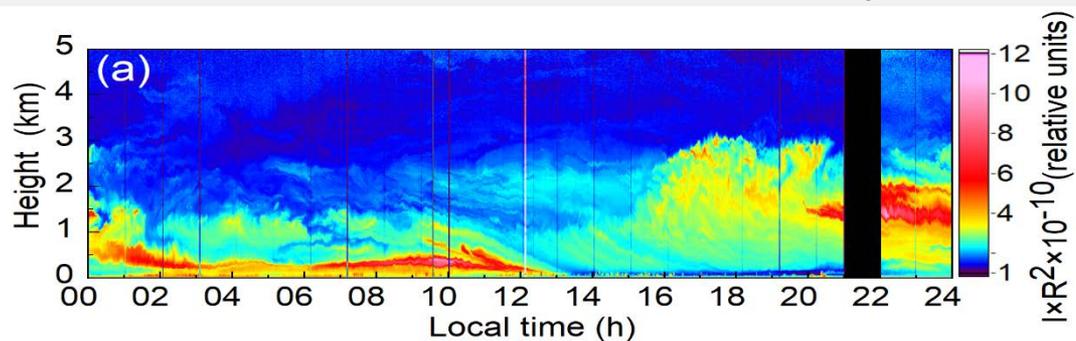


СТАТИСТИКА ПО СИТУАЦИЯМ, %

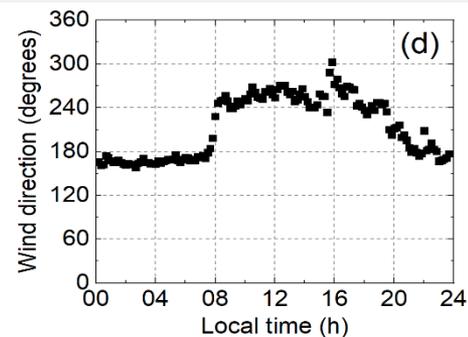
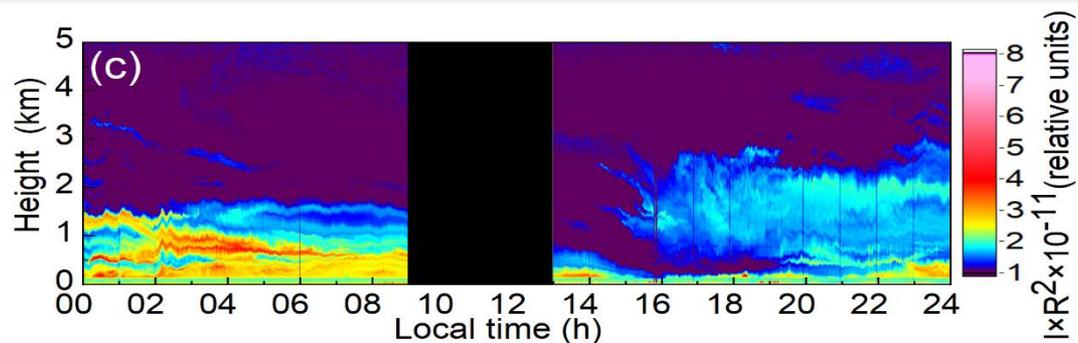


ПЕРЫЙ ТИП АТМОСФЕРНЫХ СИТУАЦИЙ. БРИЗОВАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ

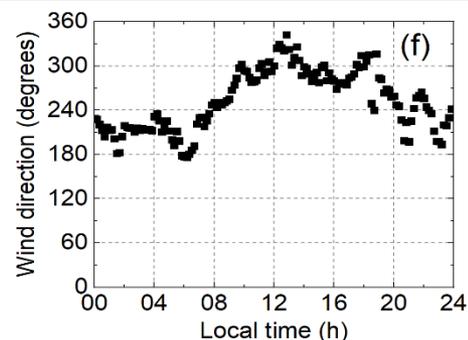
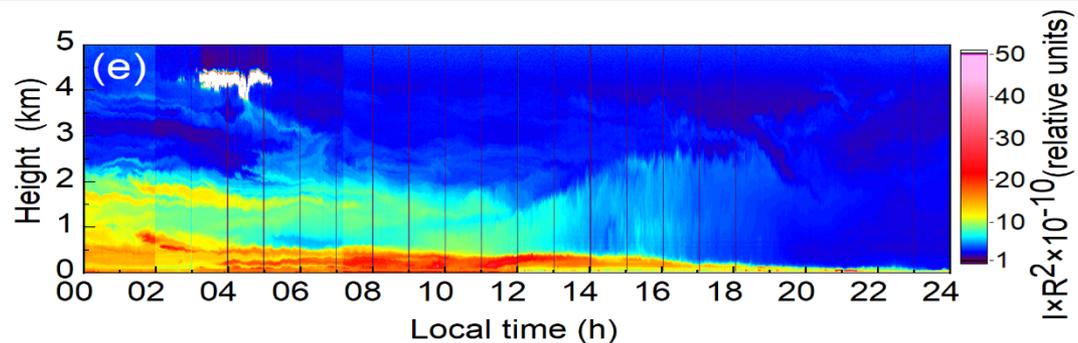
5 августа 2015



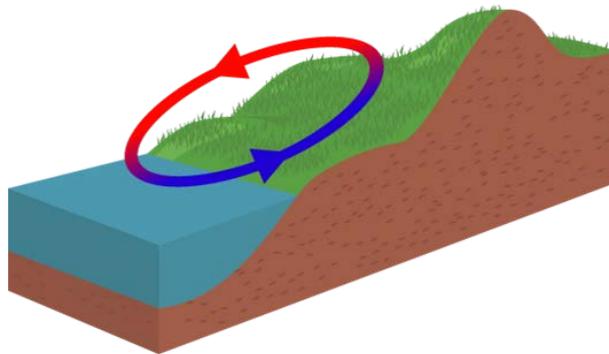
1 августа 2017



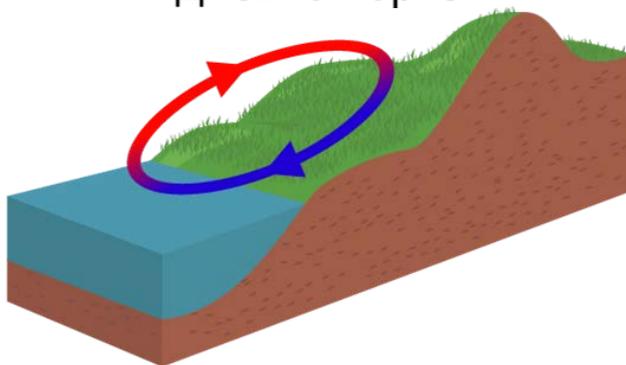
24 июля 2018



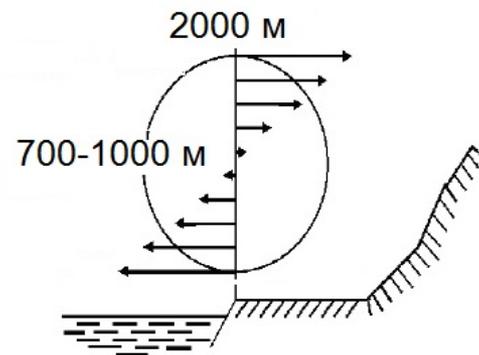
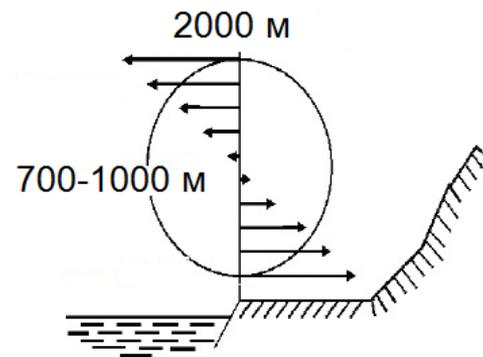
БРИЗОВАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ



Дневной бриз



Ночной бриз

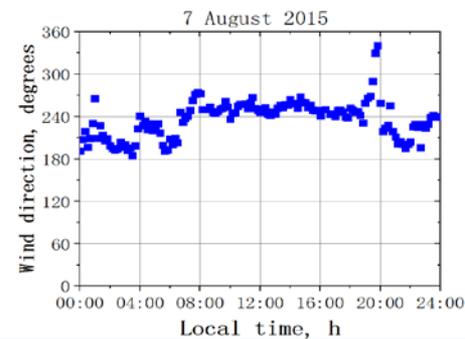
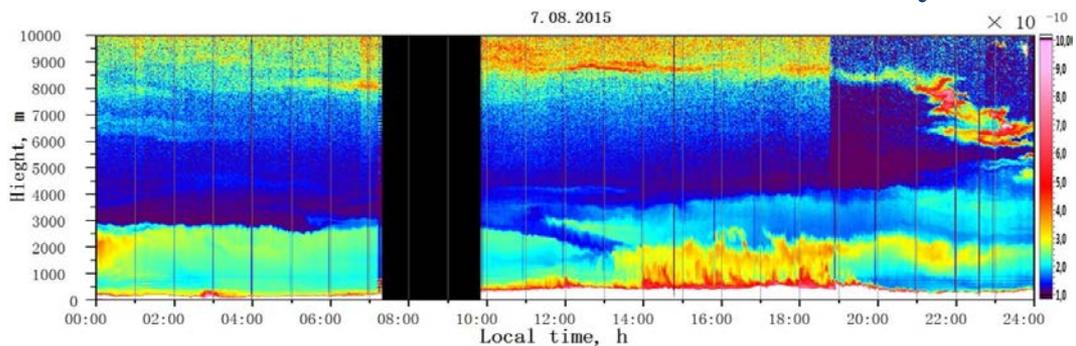


ВЕРТИКАЛЬНЫЕ МАСШТАБЫ БРИЗОВЫХ ЯЧЕЕК

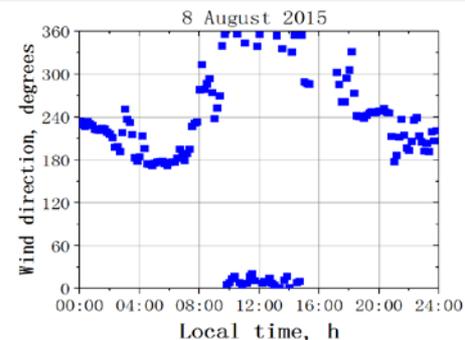
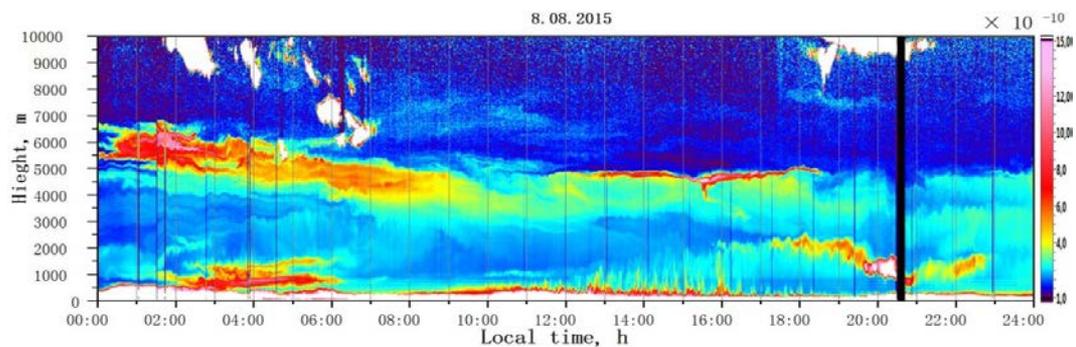
до 600 м	направление переноса с озера на сушу (днем), с суши на озеро (ночью)
с 700 м до 1000 м	переходный слой, где равновероятно может быть перенос и в ту, и в другую сторону
выше 1100 м	направление переноса с суши на озеро (днем), с озера на сушу (ночью)

ВТОРОЙ ТИП АТМОСФЕРНЫХ СИТУАЦИЙ. ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ПЕРЕНОС (АНТИЦИКЛОНЫ)

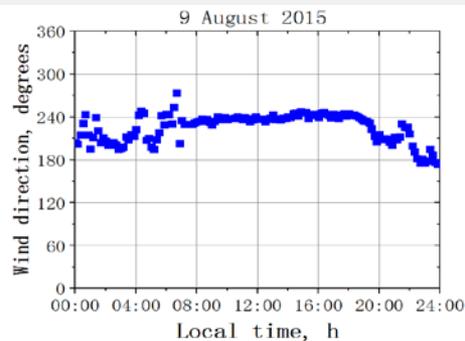
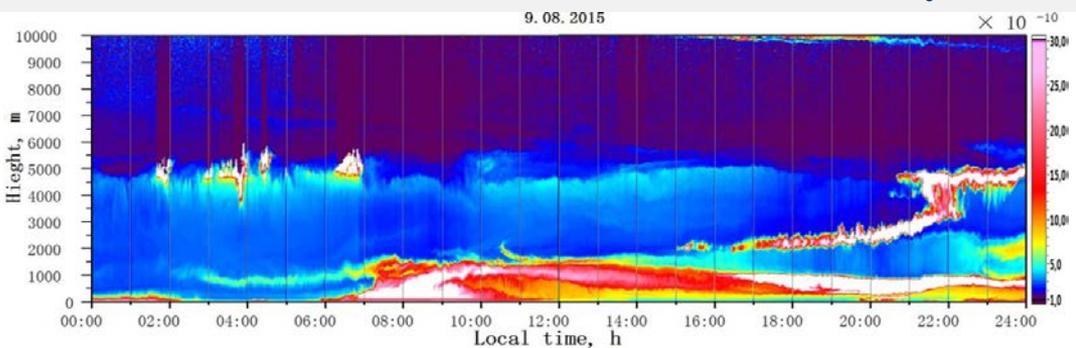
7 августа 2015



8 августа 2015

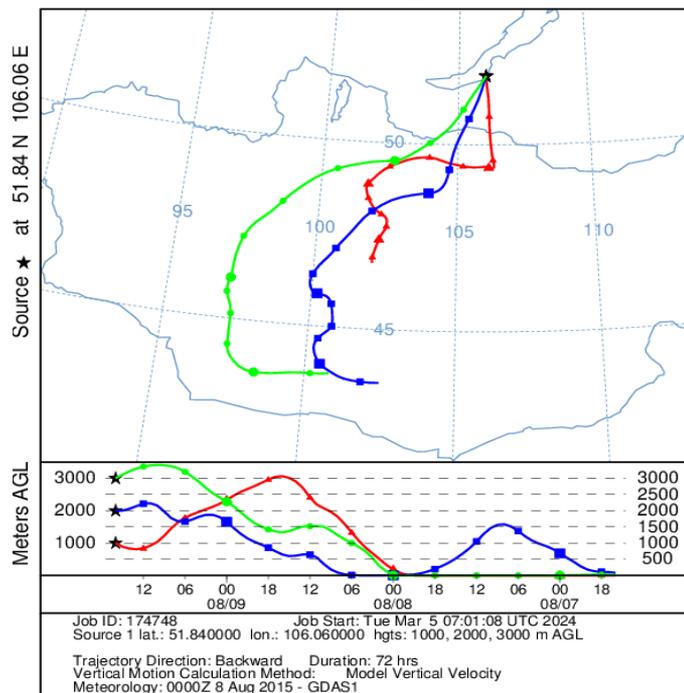


9 августа 2015

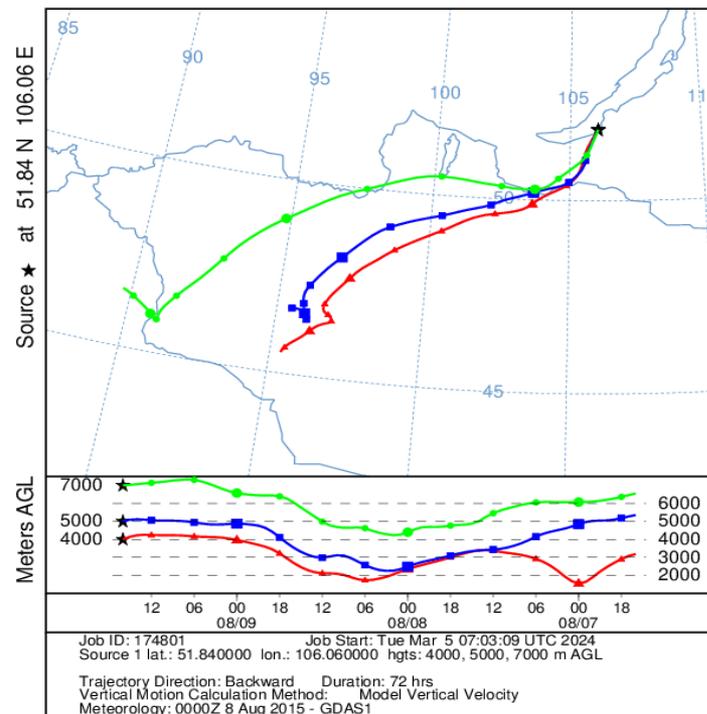


9 августа 2015

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1600 UTC 09 Aug 15
GDAS Meteorological Data

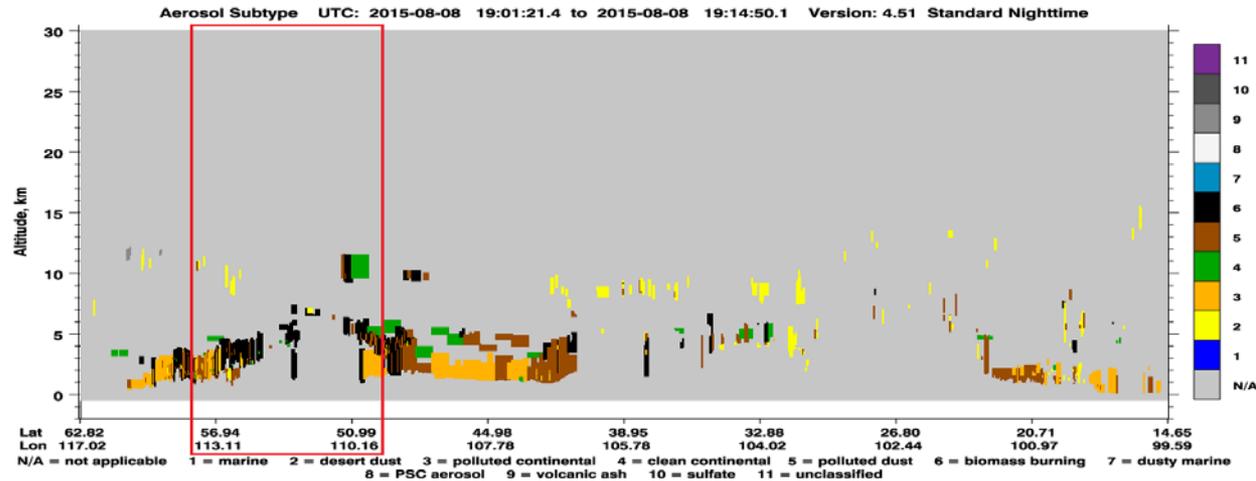
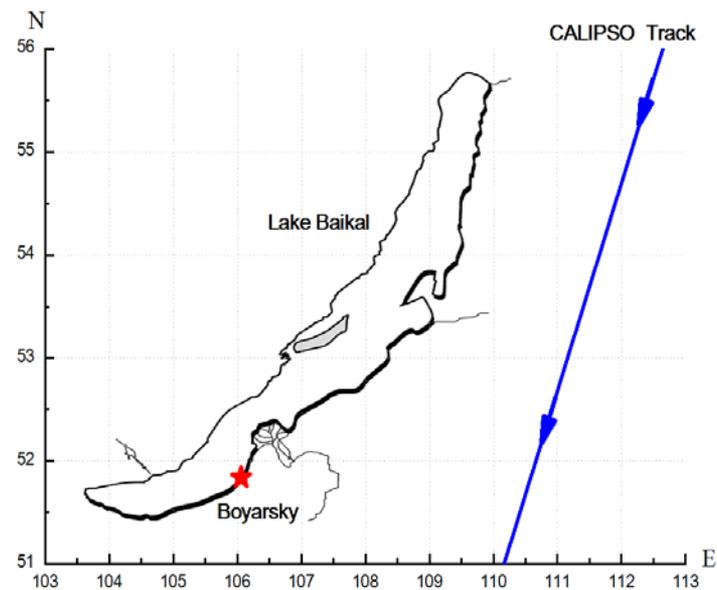


NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1600 UTC 09 Aug 15
GDAS Meteorological Data



Трехдневный траекторный анализ с использованием модели HYSPLIT показывает что основное направление переноса в эти дни во всем высотном диапазоне наблюдаемых аэрозольных слоев было южное и юго-западное, с территории Монголии.

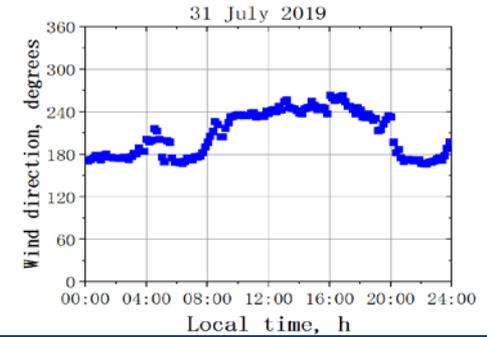
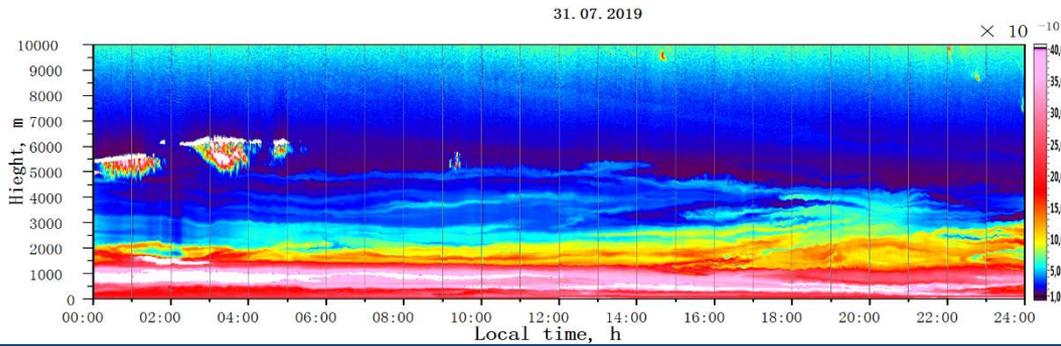
ДАННЫЕ КОСМИЧЕСКОГО ЛИДАРА CALIOP



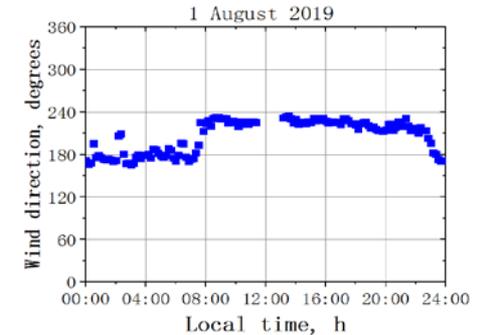
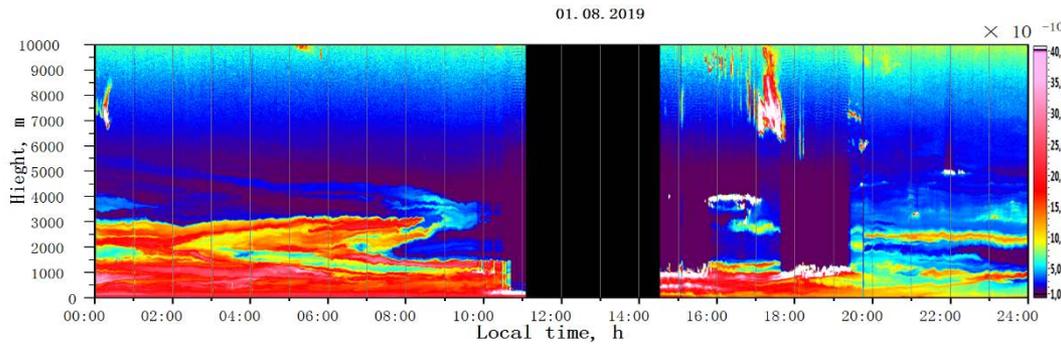
Основной вклад дают два источника – пылевой аэрозоль, принесенный с пустынных территорий Монголии и дымовой аэрозоль от лесных пожаров, очаги которых регистрировались в этот период на территории Сибири.

ВТОРОЙ ТИП АТМОСФЕРНЫХ СИТУАЦИЙ. ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ПЕРЕНОС (АНТИЦИКЛОНЫ)

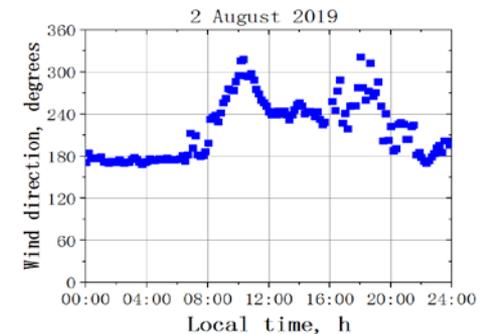
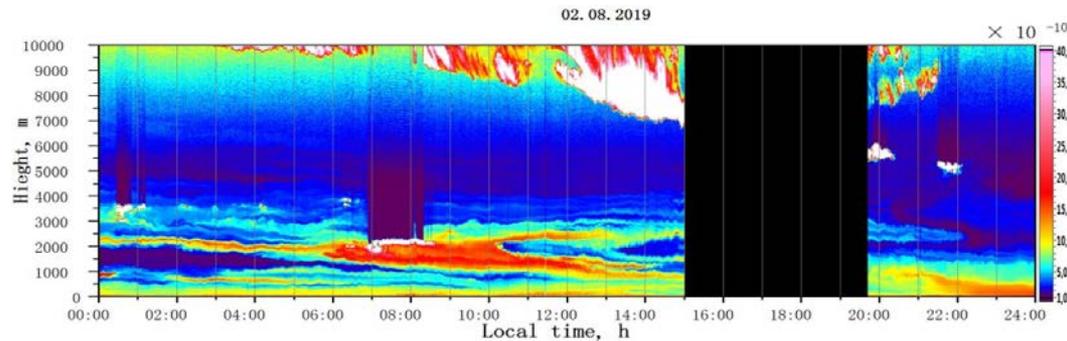
31 июля 2019



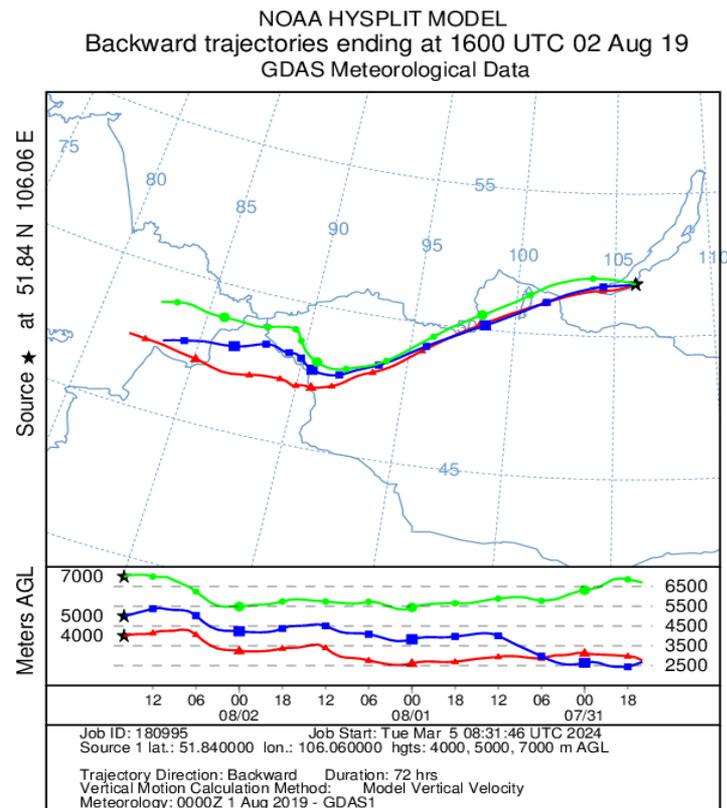
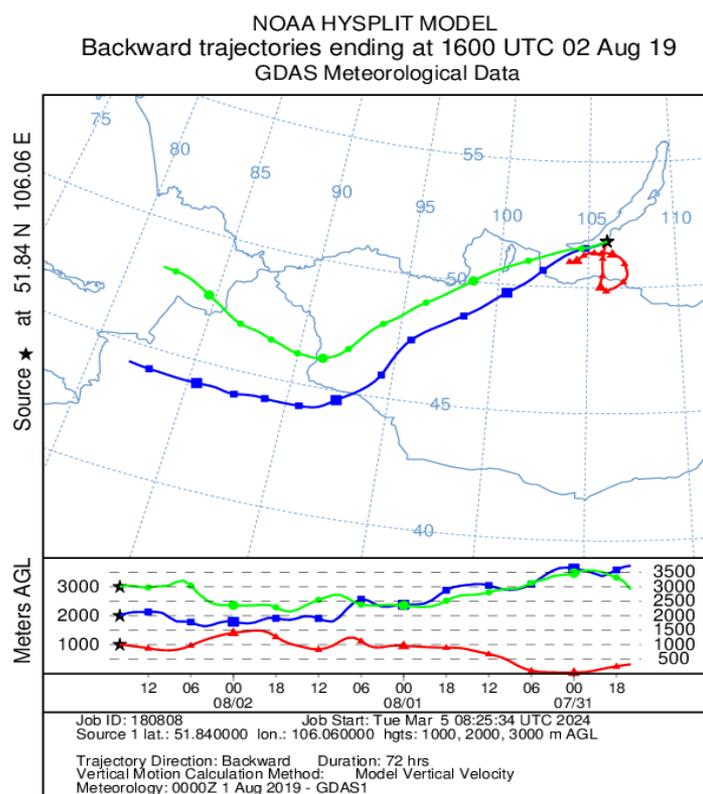
1 августа 2019



2 августа 2019

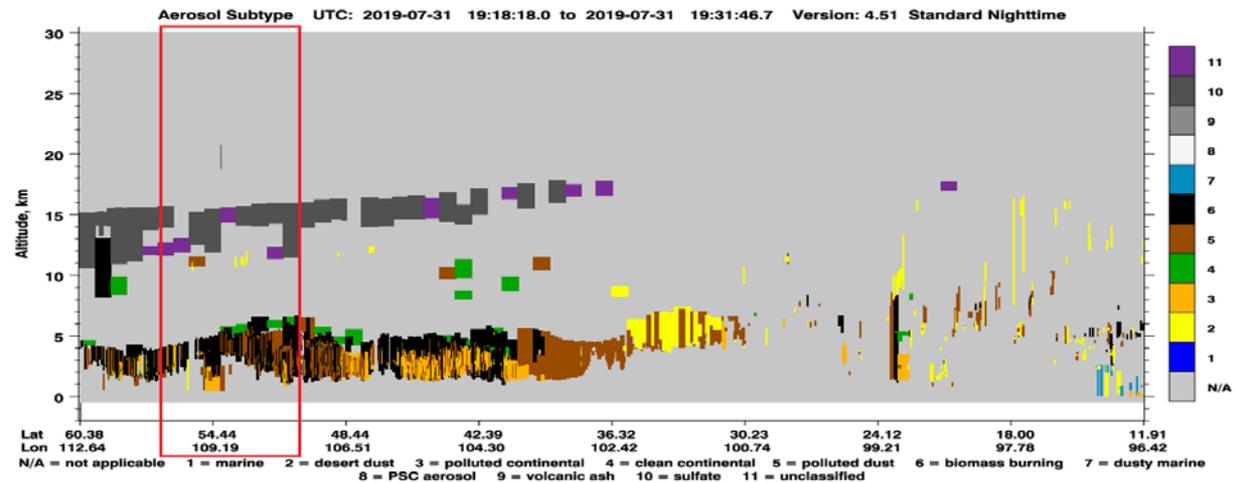
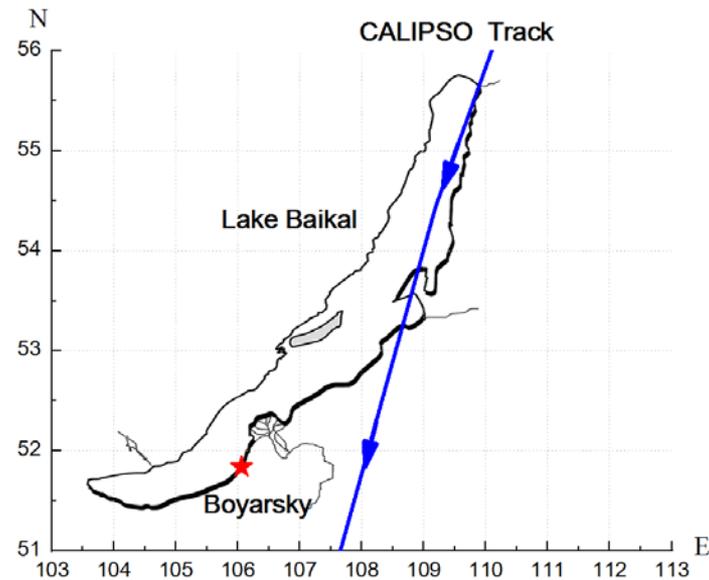


2 августа 2019



Трехдневный траекторный анализ с использованием модели HYSPLIT показывает что основное направление переноса в эти дни во всем высотном диапазоне наблюдаемых аэрозольных слоев было юго-западное, с территории Монголии.

ДАННЫЕ КОСМИЧЕСКОГО ЛИДАРА CALIOP

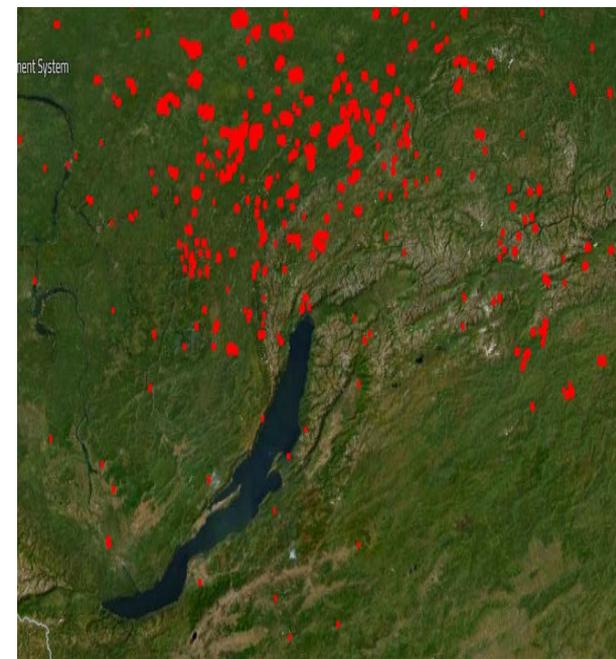
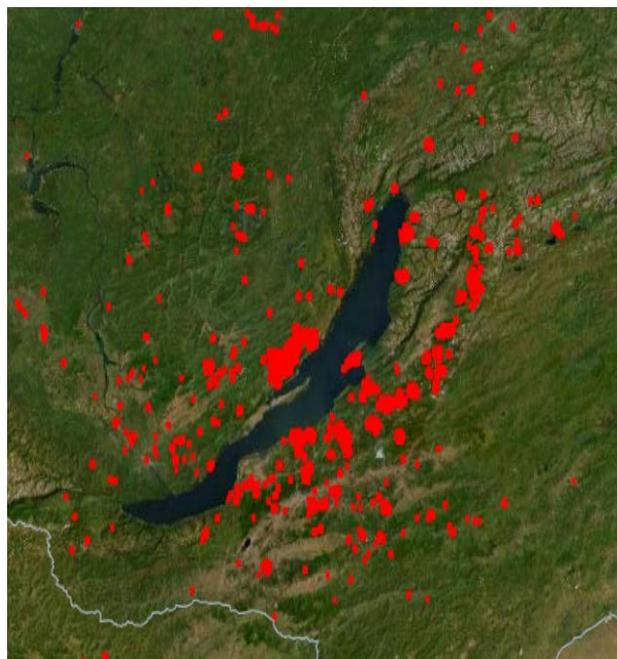


Основной вклад дают два источника – пылевой аэрозоль, принесенный с пустынных территорий Монголии и дымовой аэрозоль от лесных пожаров, очаги которых регистрировались в этот период на территории Сибири.

6-9 августа 2015

30 июля - 2 августа 2019

ОЧАГИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ



Date	LOSA-M2			NAAPS	
	Altitude range (m)	BAE	AOD	Total optical depth	Smoke surface concentration ($\mu\text{g m}^{-3}$)
7 August 2015	150-3000	$1.27 \pm 0,09$	0.12	0.10÷0.20	32÷64
8 August 2015	150-6000	$1.25 \pm 0,13$	0.14	0.10÷0.20	32÷64
9 August 2015	150-5000	$1.04 \pm 0,11$	0.28	0.20÷0.40	64÷128
31 July 2019	100-2000	$0.82 \pm 0,03$	3.78	3.20÷6.40	64÷128
1 August 2019	100-3000	$1.08 \pm 0,12$	1.46	1.60÷3.20	128÷256
2 August 2019	100-4000	$1.23 \pm 0,19$	0.31	0.40÷0.80	32÷64

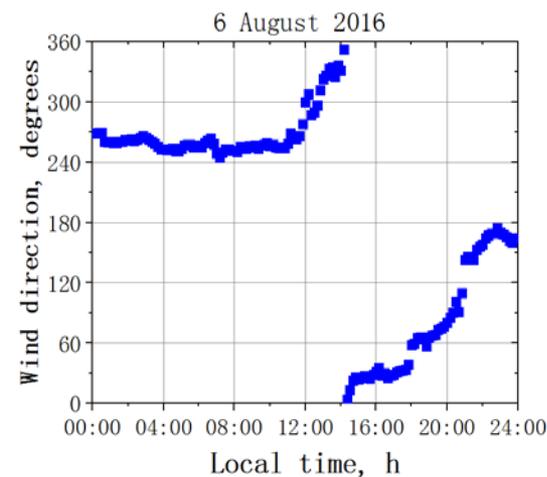
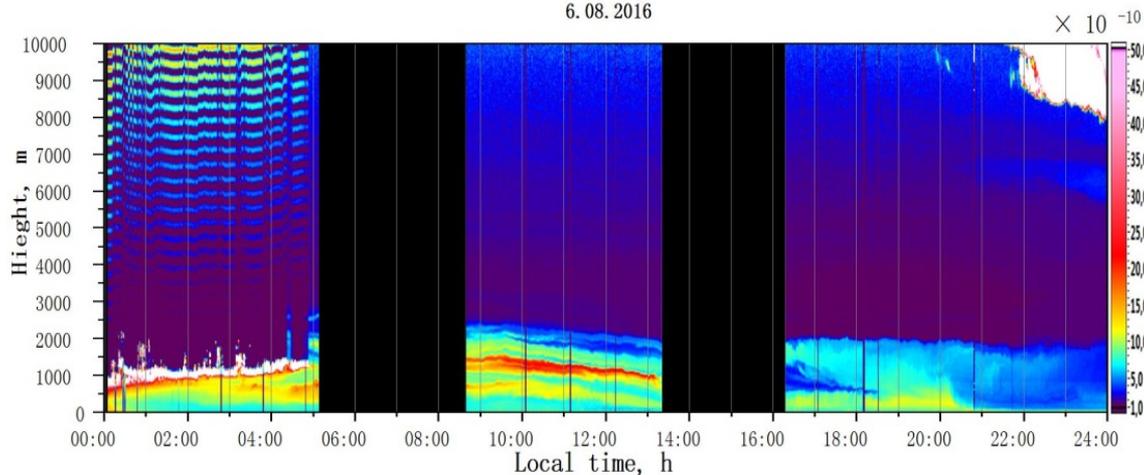
<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>

<http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>

ТРЕТИЙ ТИП АТМОСФЕРНЫХ СИТУАЦИЙ. СМЕНА НАПРАВЛЕНИЙ ПЕРЕНОСА (ЦИКЛОНЫ И АТМОСФЕРНЫЕ ФРОНТЫ)

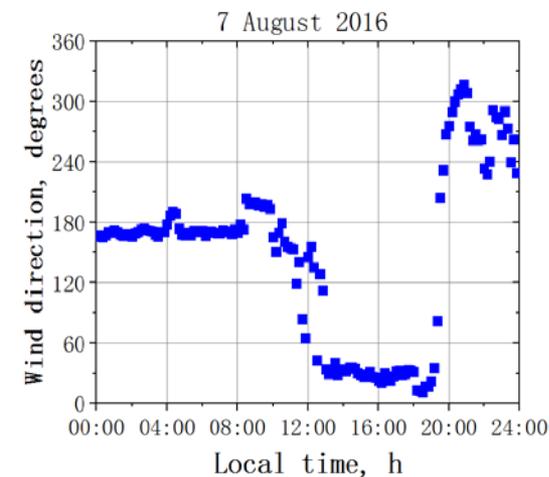
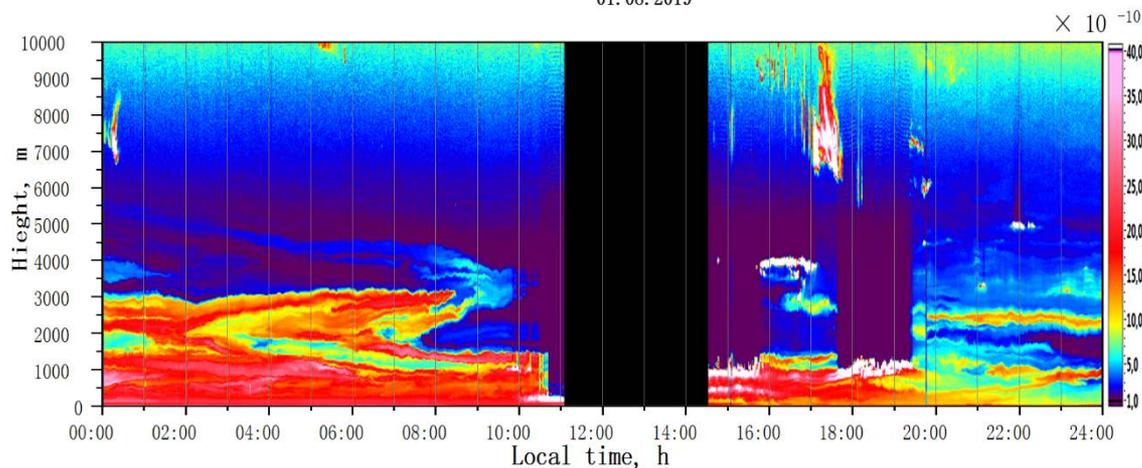
6 августа 2016

6. 08. 2016



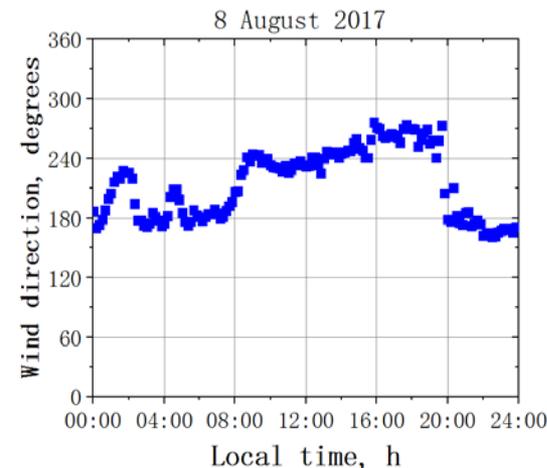
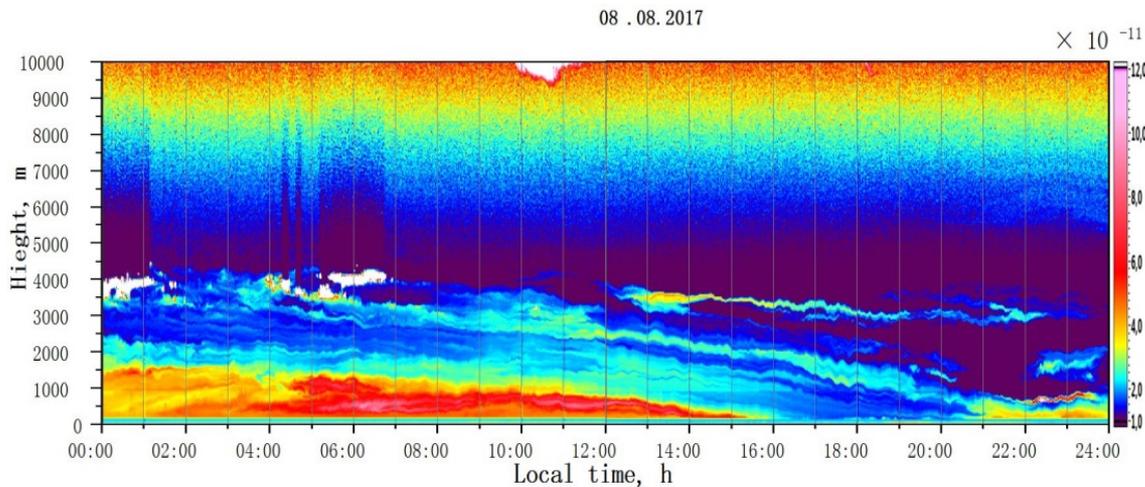
7 августа 2016

01.08.2019

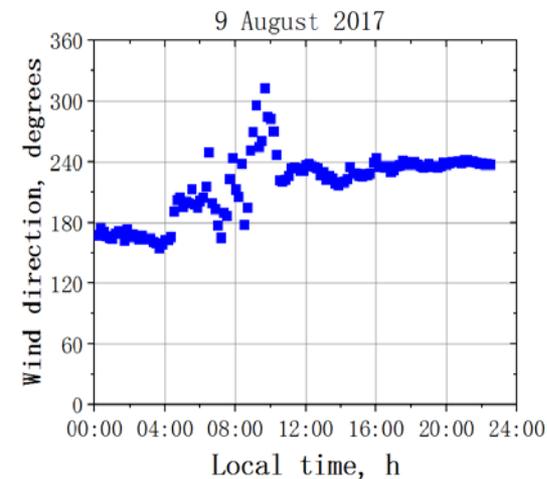
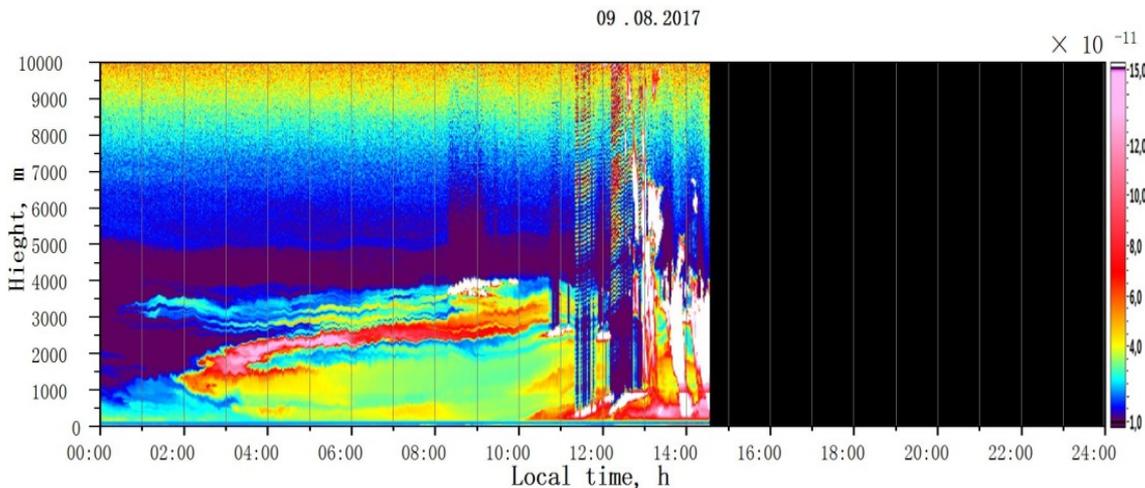


ТРЕТИЙ ТИП АТМОСФЕРНЫХ СИТУАЦИЙ. СМЕНА НАПРАВЛЕНИЙ ПЕРЕНОСА (ЦИКЛОНЫ И АТМОСФЕРНЫЕ ФРОНТЫ)

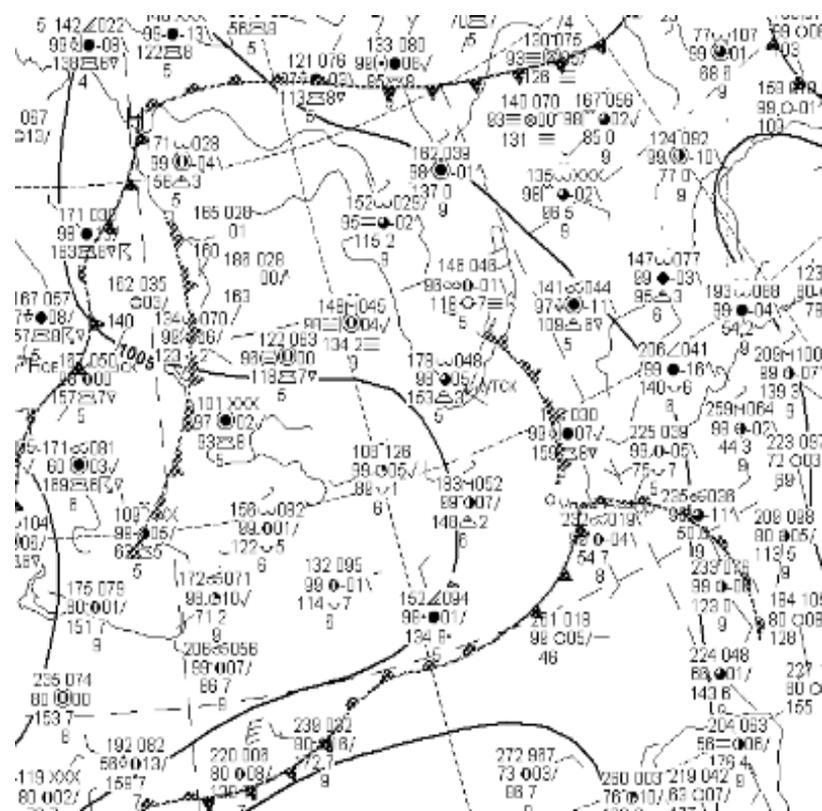
8 августа 2017



9 августа 2017

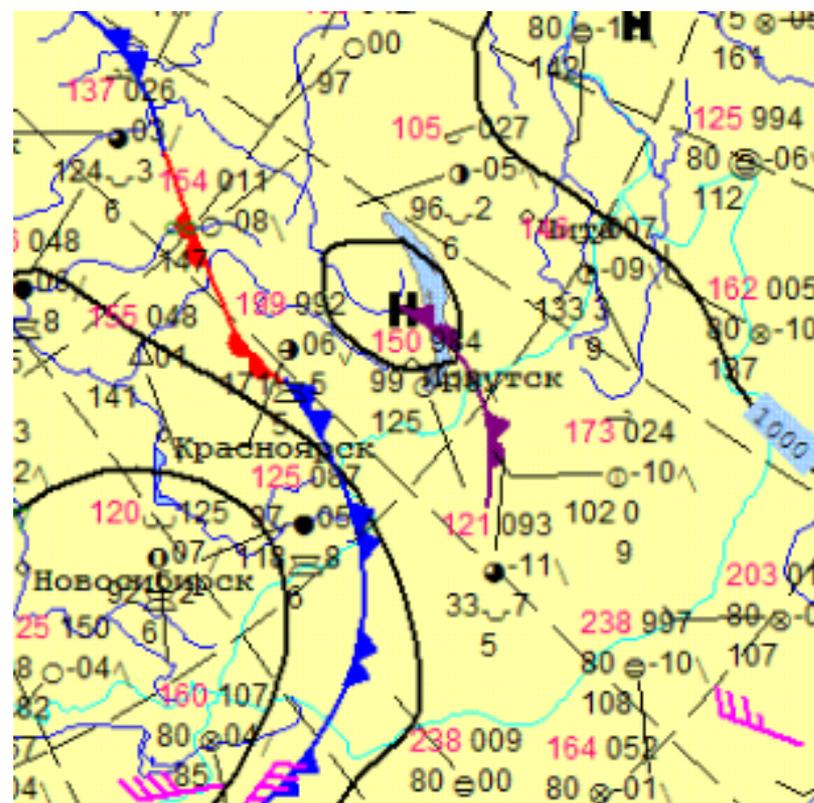


СИНОПТИЧЕСКИЕ КАРТЫ



РУАА98 RUNW 080000
АНАЛИЗ ПРИЗЕМНЫЙ
sa 00h UTC 08.08.16

ГМС Метео-3010
МПК-91
1:15 000000



Гидрометцентр России
АНАЛИЗ ПРИЗЕМНЫЙ
от 08.08.2017 18ч ВСВ
Meteoinfo.ru

По данным анализа синоптических карт 8 августа 2016 г. и 9 августа 2017 г. над Байкалом сформировался фронт окклюзии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ



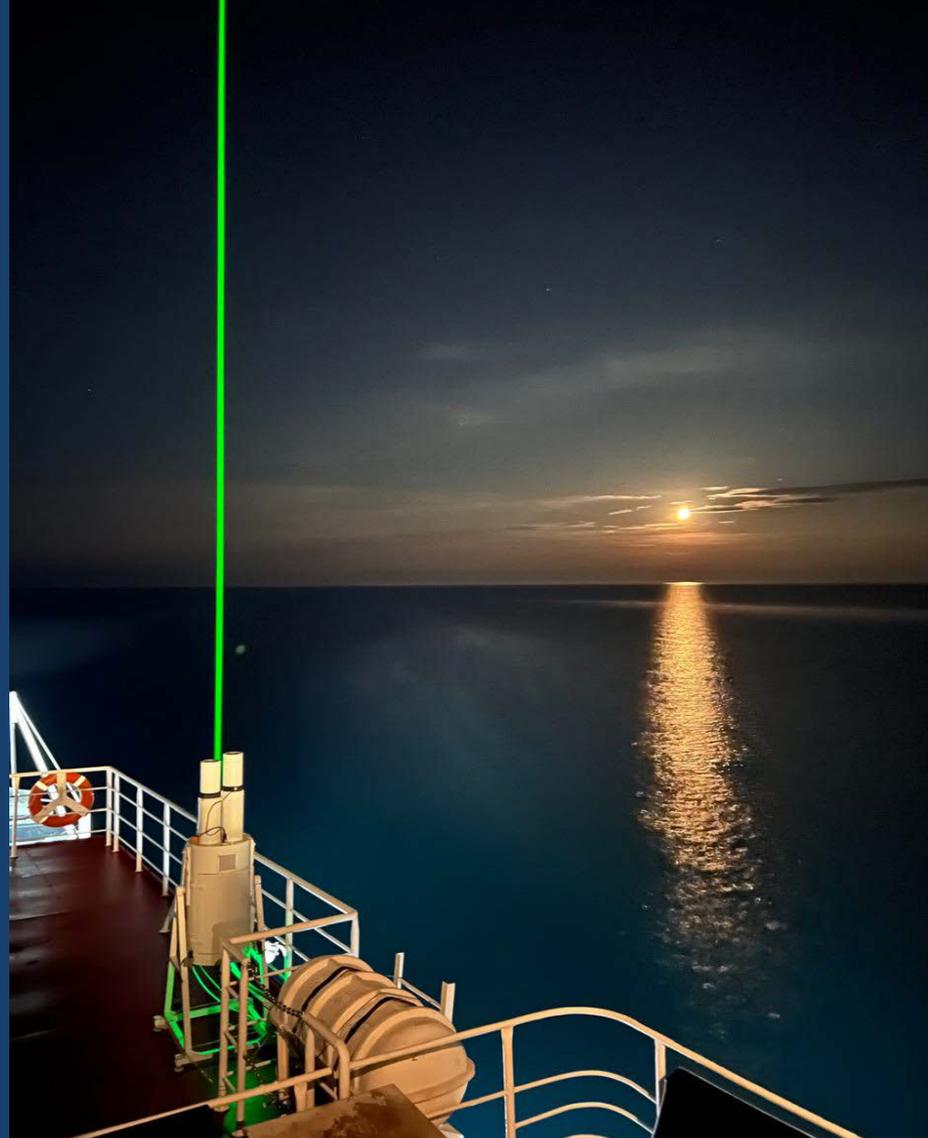
Байкальский регион представляет собой место со сложной орографией, где помимо основного переноса местные ветровые потоки играют важную роль в эволюции распределения аэрозоля в атмосфере.

В докладе продемонстрированы результаты многолетних лидарных исследований особенностей вертикальной структуры аэрозоля в атмосфере над озером Байкал.

Проведенные исследования позволяют дополнить информацию об особенностях формирования и переноса атмосферного аэрозоля в условиях местных климатов, характерных для горной котловины прибрежной территорией Байкала.

ЛИДАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ОСОБЕННОСТЕЙ СУТОЧНОЙ
ДИНАМИКИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ
СТРУКТУРЫ АТМОСФЕРНОГО
АЭРОЗОЛЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД
НАД ПРИБРЕЖНОЙ
ТЕРРИТОРИЕЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Балин Ю.С., Клемашева М.Г.,
Коханенко Г.П., Насонов С.В.,
Новоселов М.М., Пеннер И.Э.



V Всероссийская конференция с международным участием
«Турбулентность, динамика атмосферы и климата»
19–21 ноября 2024 г. Москва