

Оптические свойства и микрофизические характеристики атмосферного аэрозоля: новые результаты исследований

Г.И. Горчаков, А.А. Виноградова, А.В. Карпов,
Р.А. Гуцин, О.И. Даценко

Кисловодск, 6-9 апреля 2026 г.

Эпоха Г.В. Розенберга ЛОРСА

Первое десятилетие ИФА

Постановка новых задач:

1. Дистанционные зондирования атмосферы, обратные задачи
2. Распространение солнечного и теплового излучения
3. Оптика аэрозоля: Г.В. Розенберг
«Повернем луч горизонтально»

Эпоха Г.В. Розенберга 70-е годы XX века

Оптика и микрофизика аэрозоля

Развитие представлений об аэрозоле:

- Аэрозоль как система фракций
- Аэрозоль как процесс
- Оптический полигон
- Распространение (лазерного) поляризованного излучения
- Обратные задачи оптики аэрозоля

Эпоха Г.В. Розенберга Экспедиции

1. Карадаг – 69
2. Сааремаа – 73
3. АФАЭКС – 78
4. АФАЭКС – 79 (СССР-США)
5. АРАЭКС – 82 (пылевой аэрозоль)

80-е годы XX века

Работа с А.М. Обуховым

«Исследование аэрозольного загрязнения
воздушного бассейна КавМинВод»

1. Создание аппаратного комплекса
2. Исследование пространственно-временной изменчивости

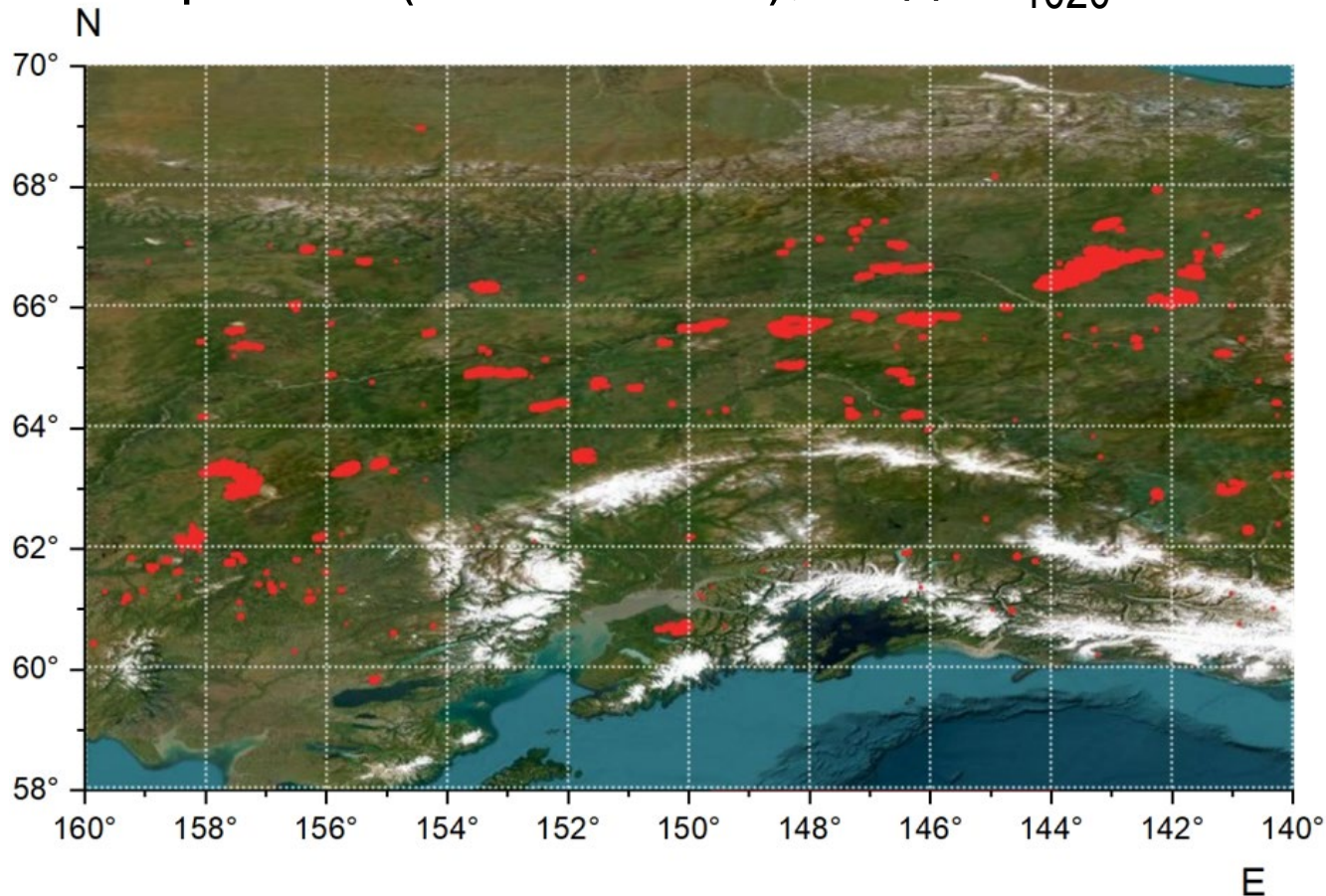


Современные результаты (2021-2025 гг)

- Оптические и микрофизические характеристики крупномасштабных оптически плотных дымках
- Важное: Поглощательная способность аэрозоля в крупномасштабных дымках

Дымная мгла

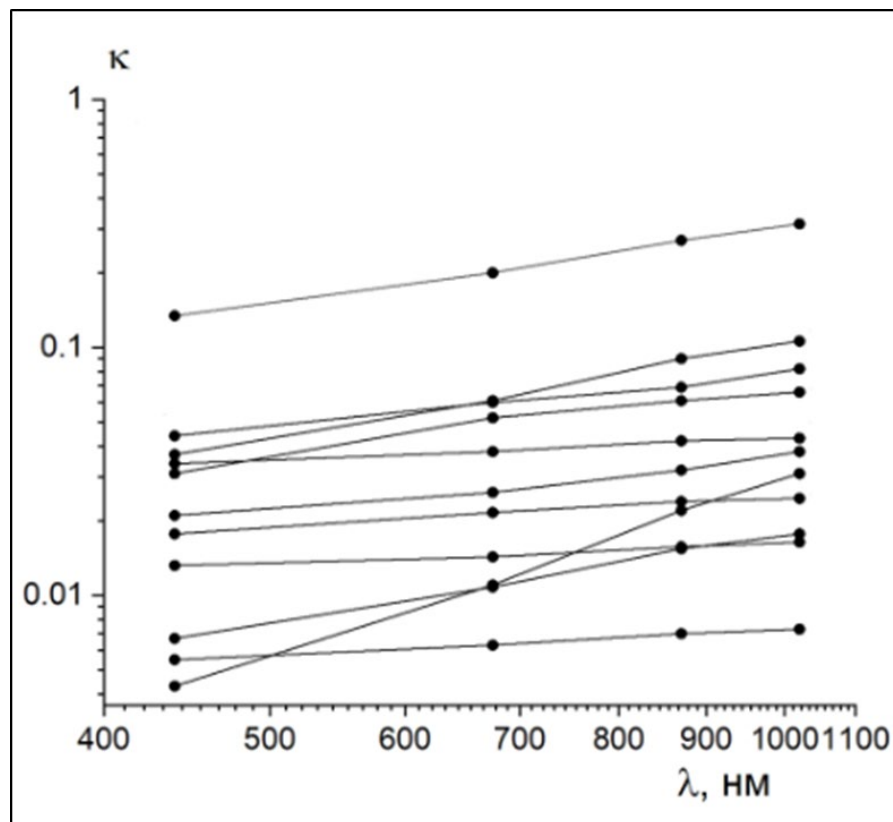
- Обнаружено аномальное селективное поглощение дымового аэрозоля (Аляска 2019), когда $\kappa_{1020} = 0.316$



Пожары на Аляске

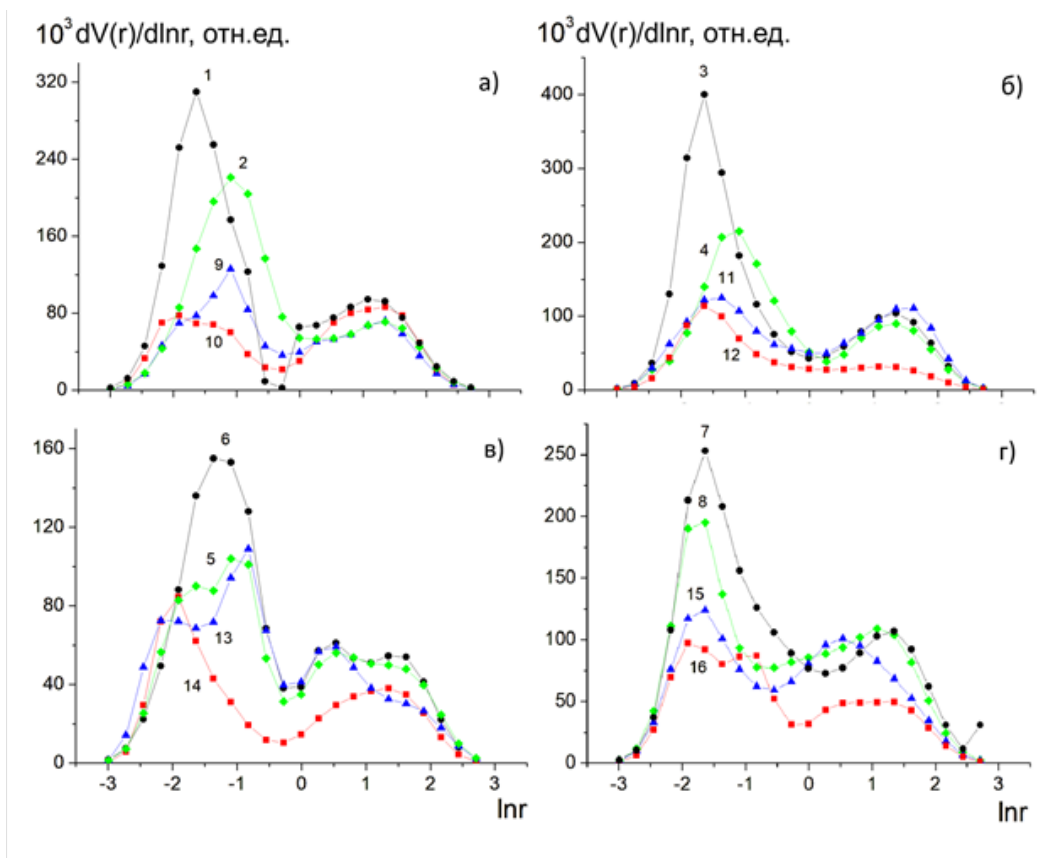
Дымная мгла

Спектральные зависимости мнимой части коэффициента преломления



Смоги Китая

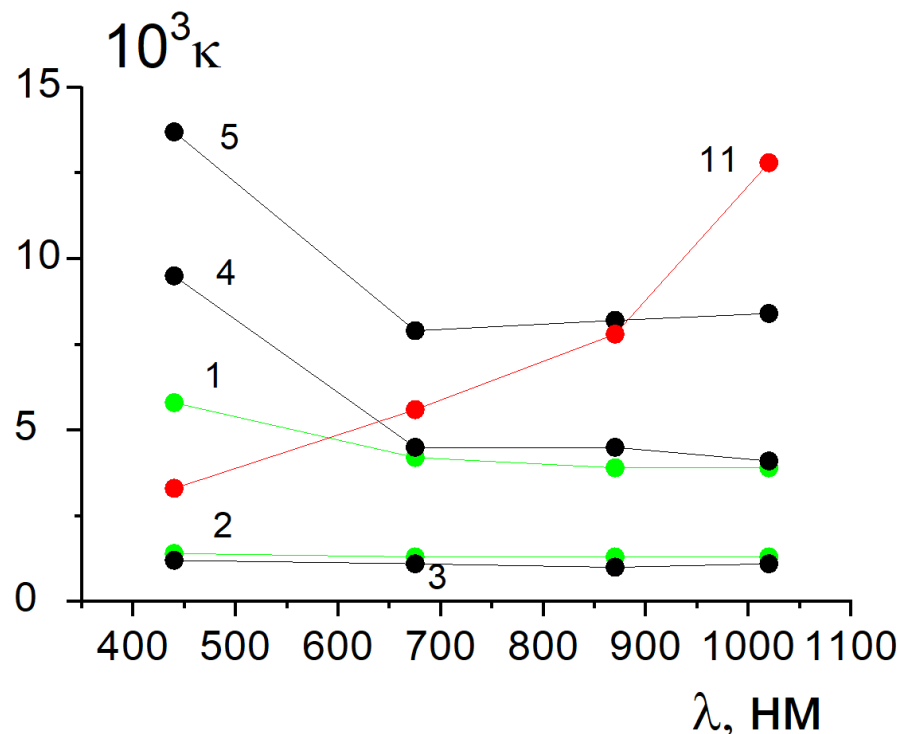
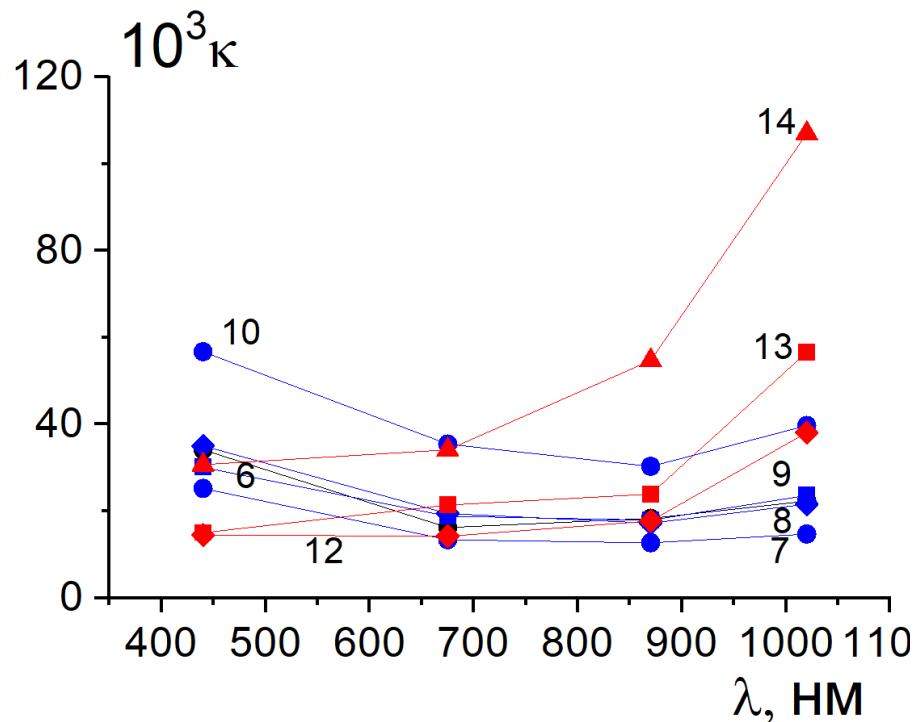
Нефотохимические смоги Китая



Вариации микроструктуры

Смоги и дымки Китая

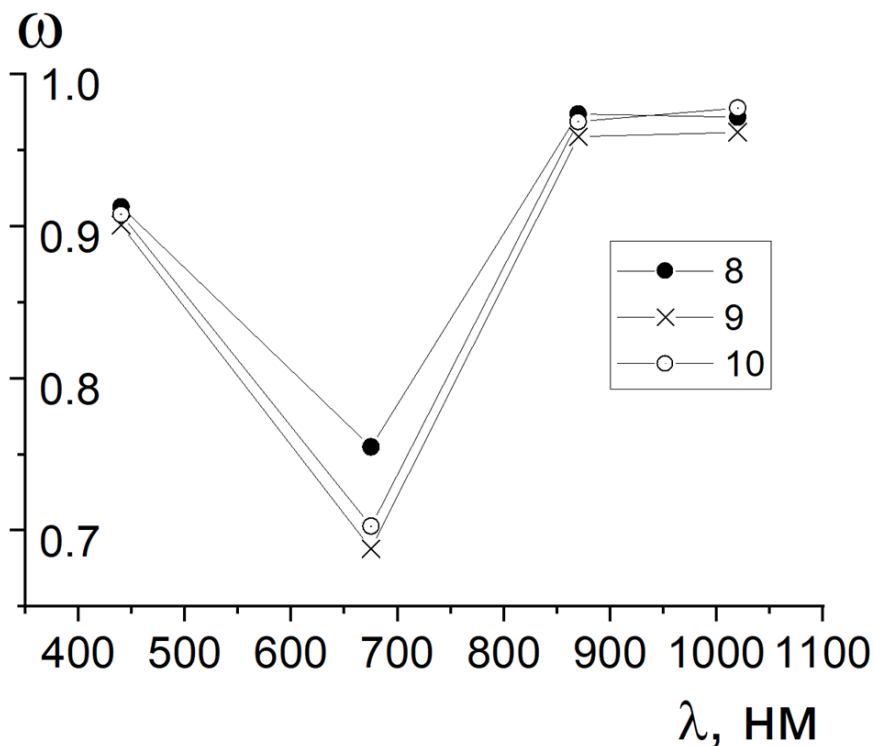
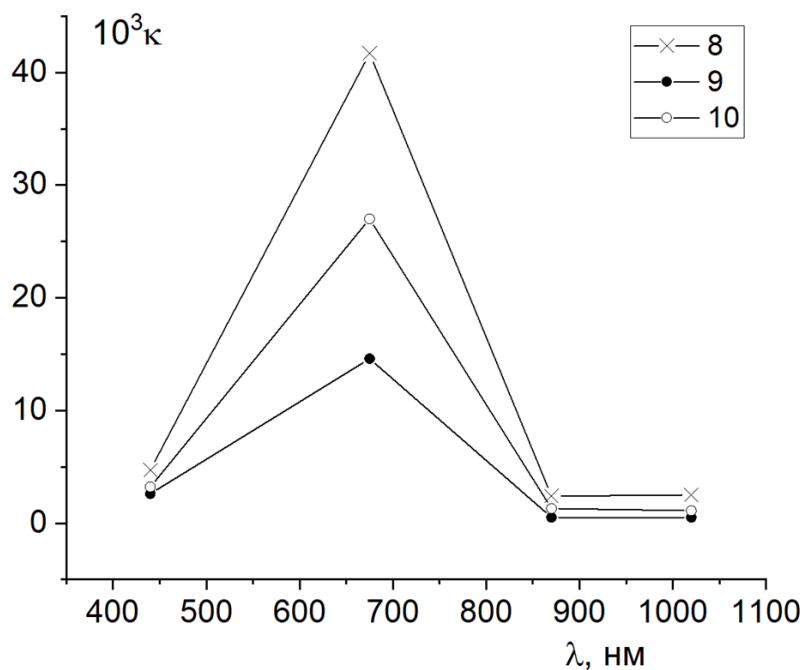
В зимних нефотохимических дымках обнаружено аномальное селективное поглощение



Пыльная мгла на Ближнем Востоке (2022)

- Обнаружено селективное поглощение пылевого аэрозоля в видимой области спектра ($\lambda = 675$ нм) – минерал гётит

Мнимая часть коэффициента преломления и альbedo однократного рассеяния



Современные результаты XX века

- Исследование механизмов опустынивания.
- Потепление климата приводит к обострению негативных процессов, включая опустынивание и аридизацию

Ветропесчаный поток

- Важный действующий фактор на опустыненных территориях – ветропесчаный поток (ВПП)
- Основные процессы в ВПП:
- Сальтация, электризация, эмиссия пылевого аэрозоля

Постановка задачи

- В начале XX века обнаружены факты, которые противоречат концепции Багнольда: «В ВПП все определяется скоростью ветра» (или динамической скоростью)

Постановка задачи

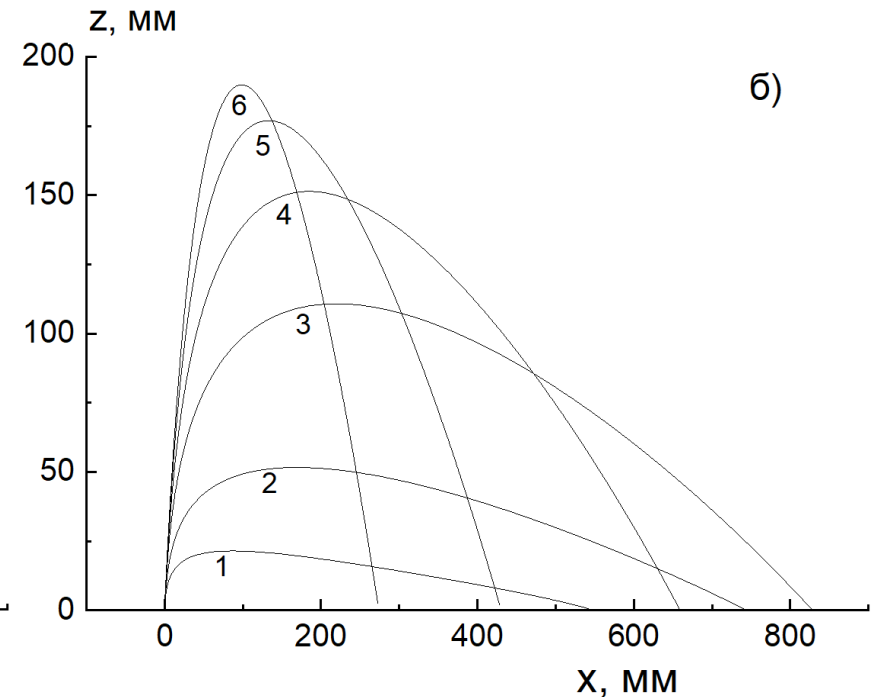
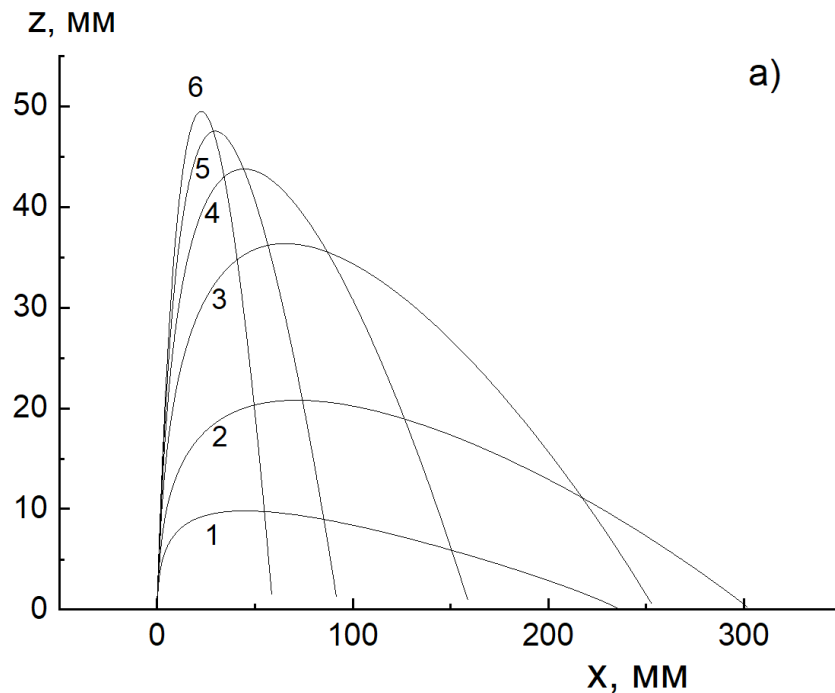
- Возникла необходимость уточнения механизмов сальтации в ВПП. Изучение процессов в ВПП потребовало создать аппаратный комплекс и организовать 14 экспедиций на опустыненные территории.

Наши результаты

1. Ветропесчаный поток представляет собой пылевую плазму в которой всё заряжено: сальтирующие частицы, подстилающая поверхность, пылевой аэрозоль.
2. Показано, что в ВПП возможны электрические коронные микрозаряды.
3. Показано, что при разрядах могут возникать высокоскоростные заряженные частицы с вертикальной компонентной больше 1 м/с.
4. Выполнены оценки вкладов электродинамической и классической сальтации (аэродинамической сальтации) в формировании вертикального распределения сальтирующих частиц.
5. Оценены скорости выноса и турбулентные потоки пылевого аэрозоля с опустыненных территорий

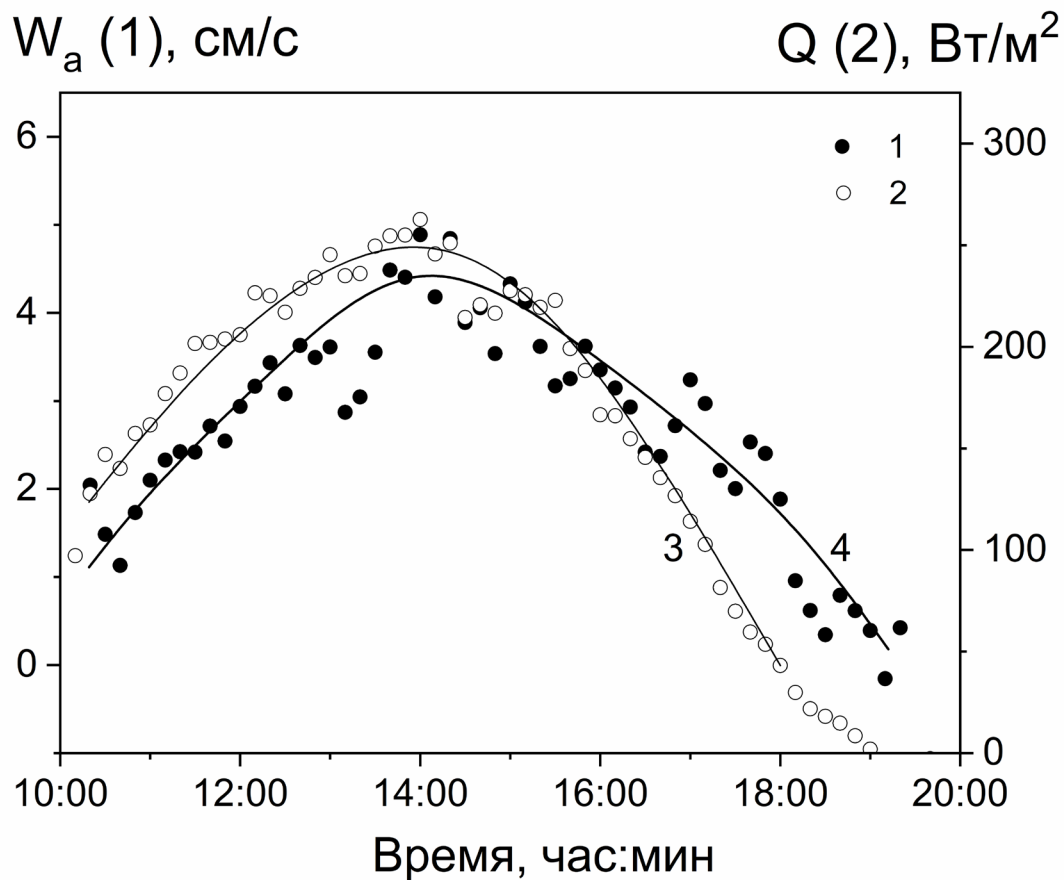
Траекторный анализ

диаметр частиц 50 (1), 100 (2), 250 (3), 500 (4), 1000 (5) и 2000 мкм (6) при скорости вылета с подстилающей поверхности 1.0 м/с (а) и 2.0 м/с (б).



Показано, что на высоте больше 2-3 см вертикальные распределения сальтирующих частиц определяются электродинамической сальтацией ($D = 100$ мкм).

Турбулентные потоки аэрозоля



Дневной ход скорости выноса пылевого аэрозоля (1) и турбулентного потока тепла (2)

Аэрозоль в Арктике

- Выполнено исследование загрязнения арктических регионов тяжелыми металлами и чёрным углеродом (А.А. Виноградова)

Московский регион

- Примерно полвека выполняются исследования аэрозольного загрязнения воздушного бассейна Московского региона.

Благодарю за внимание!