

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИСТОЙ ОБЛАЧНОСТИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ СТАНЦИИ ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЛОЗА-М3 ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ЗА ПЕРИОД 2000-2025 ГГ

¹А.В. Скороходов, ¹В.А. Шишко, ^{1,2}А.В. Конопонкин, ^{1,2}А.В. Шалеев, ¹А.С. Насонова, ¹С.В. Насонов

¹Институт оптики атмосферы имени В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, 634055, Россия

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, 634050, Россия

E-mail: vazime@yandex.ru, sva@iao.ru, a.kon@iao.ru, sav@iao.ru, eas@iao.ru, nsvtsk@iao.ru

Введение

Изучение условий формирования кристаллических (высокослоистых и перистых) облаков, а также их характерных оптических параметров является необходимой задачей для корректной интерпретации результатов лазерного зондирования атмосферы. Расположение лидарной станции ЛОЗА-М3 в г. Томске обуславливает уникальность наблюдаемых атмосферных процессов. Точка наблюдения расположена в зоне континентального климата, где существенным образом проявляется меридиональный перенос из-за географических особенностей региона. Здесь наблюдаются резкие температурные колебания в течение года, вызванные влиянием холодных воздушных масс с Арктики и теплых – с Казахстана. В зимнее время регион часто оказывается под воздействием Сибирского максимума. Такая синоптическая обстановка формирует сложный режим образования и эволюции кристаллических облаков. Следовательно, и модель распространения лидарного сигнала будет отличаться от уже существующих для других регионов планеты.

Исходные данные

В качестве источника информации об оптических параметрах кристаллических облаков в районе расположения лидарной станции ЛОЗА-М3 рассматриваются результаты наблюдения за ними сенсорами MODIS (ежедневные продукты MOD06_L2/MYD06_L2), установленными на спутниках Terra и Aqua за период 2000-2025 гг. При этом отобраны эпизоды наблюдения только однослоиной облачности с оптической толщиной меньше 5 и высотой верхней границы больше 5000 м. Рассматриваются следующие характеристики облаков:

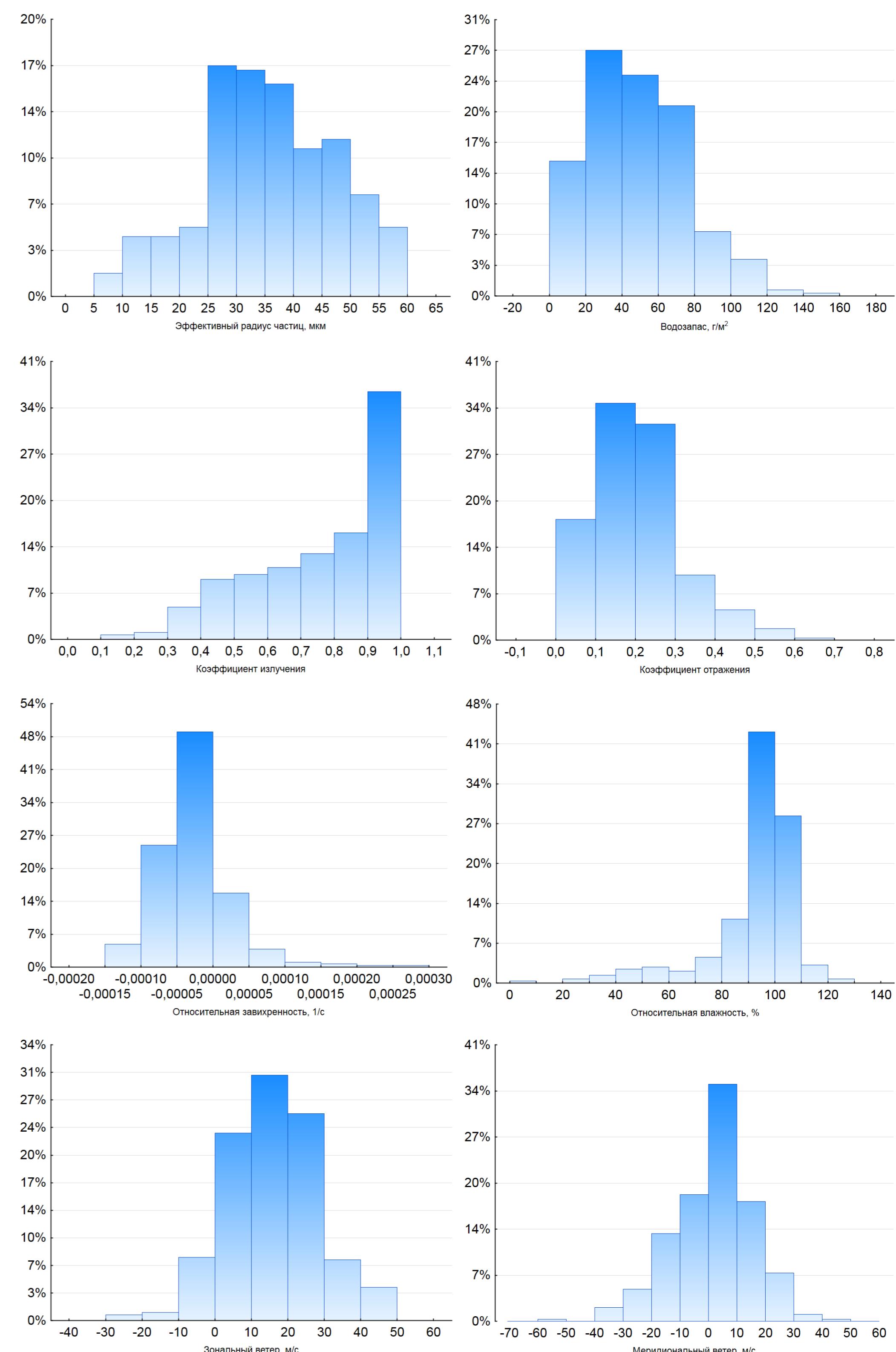
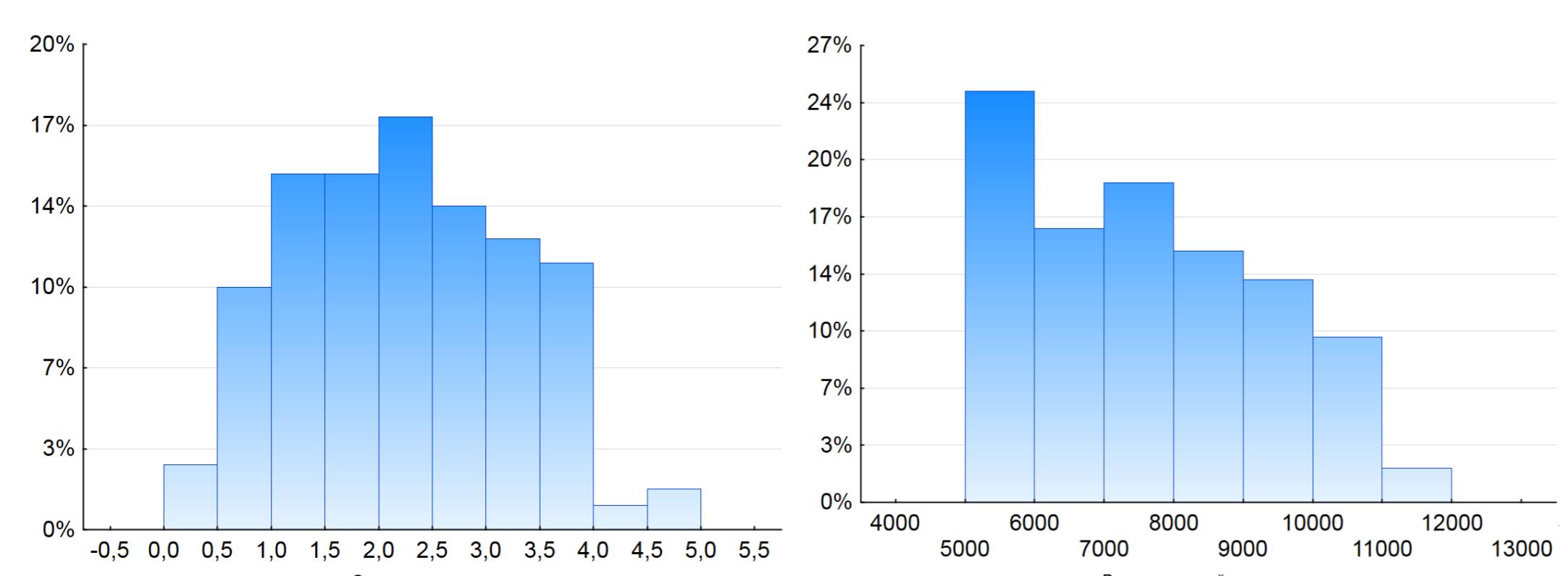
- повторяемость,
- высота верхней границы,
- давление на верхней границе,
- температура на верхней границе,
- коэффициент излучения (сколько пропускают),
- коэффициент отражения,
- оптическая толщина,
- эффективный радиус частиц,
- водозапас.

Условия формирования кристаллических облаков на основе отобранных эпизодов осуществляется с привлечением данных почасового реанализа ERA-5 на различных уровнях давления. При этом берутся сведения на основе информации о давлении на верхней границе облачности в каждом отдельном эпизоде. Поскольку геометрическая толщина исследуемых облаков небольшая, то рассматривается только один уровень давления. Из реанализа извлекаются следующие параметры:

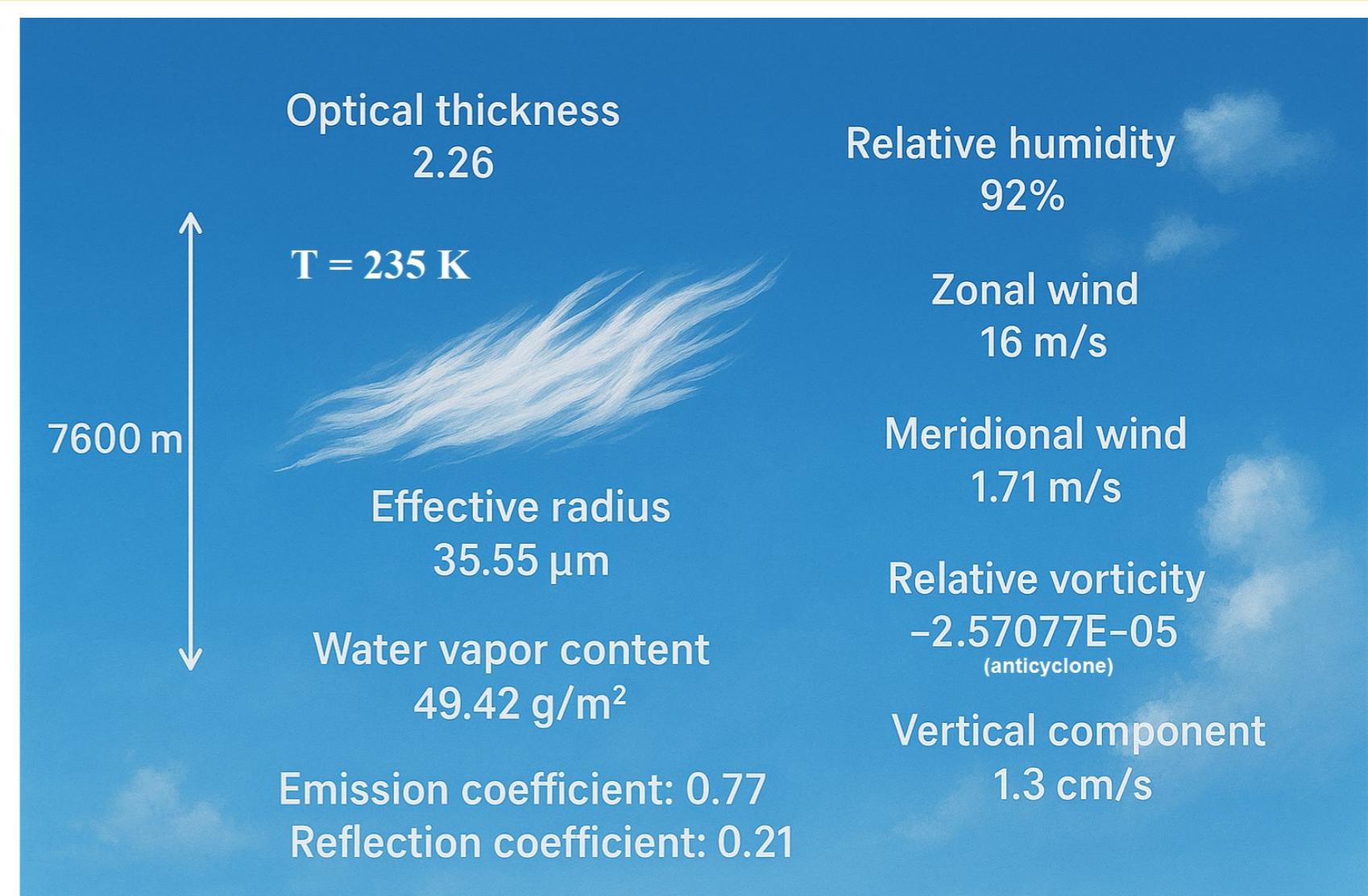
- дивергенция (сходимость/расходимость потоков воздуха),
- потенциальная завихренность,
- относительная завихренность,
- удельная влажность,
- относительная влажность,
- температура воздуха,
- зональная составляющая ветра,
- меридиональная составляющая ветра,
- вертикальная составляющая ветра.

Результаты

На основе отобранных эпизодов наблюдения кристаллической однослоиной облачности с выбранной оптической толщиной и высотой верхней границы были построены частотные гистограммы ее оптических характеристик и параметров окружающей их среды. Типичное для точки расположения лидарной станции ЛОЗА-М3 облако имеет оптическую толщину 2.26, высоту верхней границы 7600 м, состоит из крупных частиц с низким водозапасом, а также удерживает 77% теплового излучения и отражает 21% солнечного. Характерными условиями его формирования являются: преобладание ветра с запада на восток и с юга на север при умеренном поднятии воздушных масс, антициклонической завихренности и высокой влажности воздуха (30% эпизодов – перенасыщение льдом).



Модель кристаллического облака



Заключение

Результаты работы будут использоваться для интерпретации результатов лазерного зондирования кристаллической облачности на лидарной станции ЛОЗА-М3

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-77-10053, <https://rscf.ru/project/25-77-10053/>.