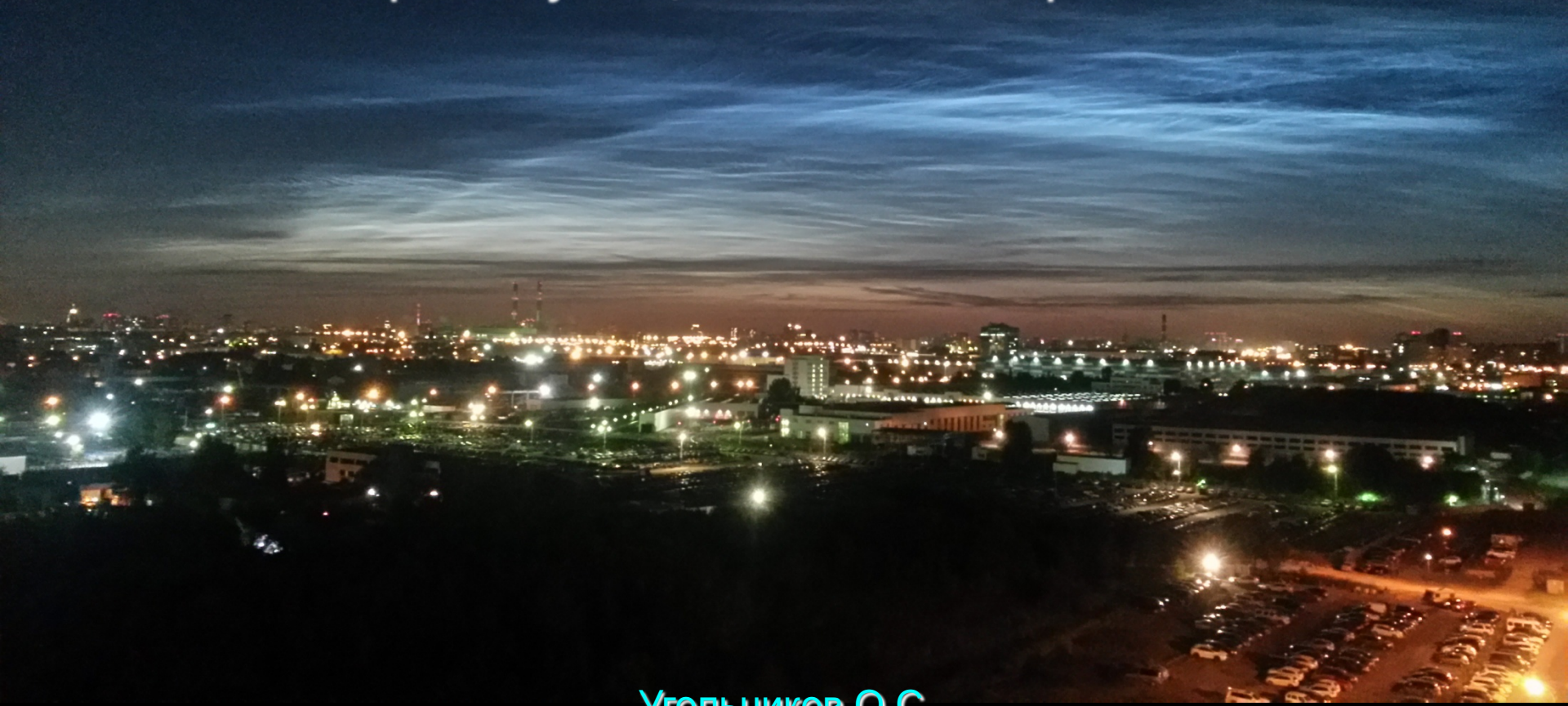
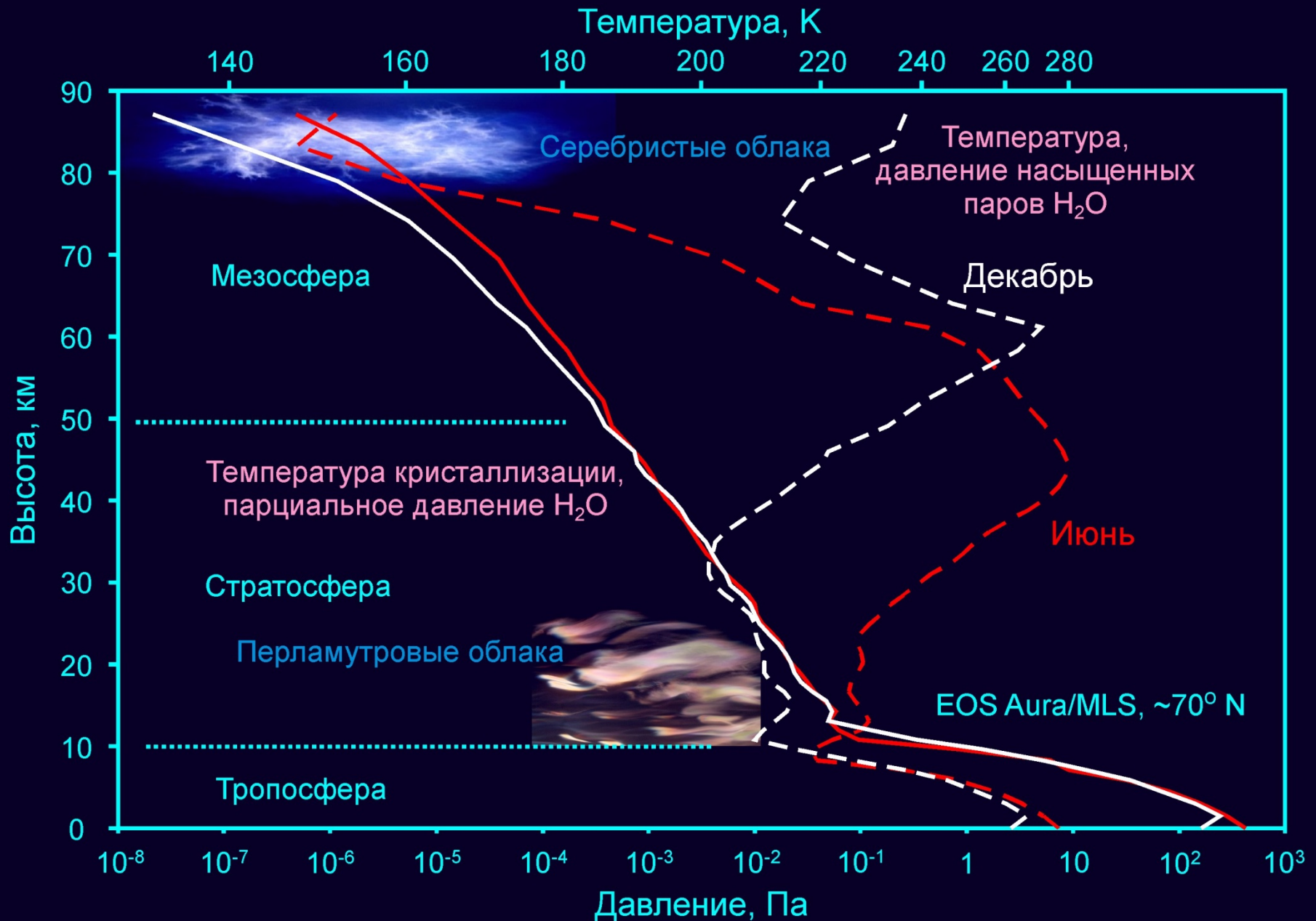


Измерение высоты, размеров частиц и волновых свойств полярных мезосферных облаков на основе сетевых фотометрических и триангуляционных измерений



Угольников О.С.
Институт космических исследований РАН

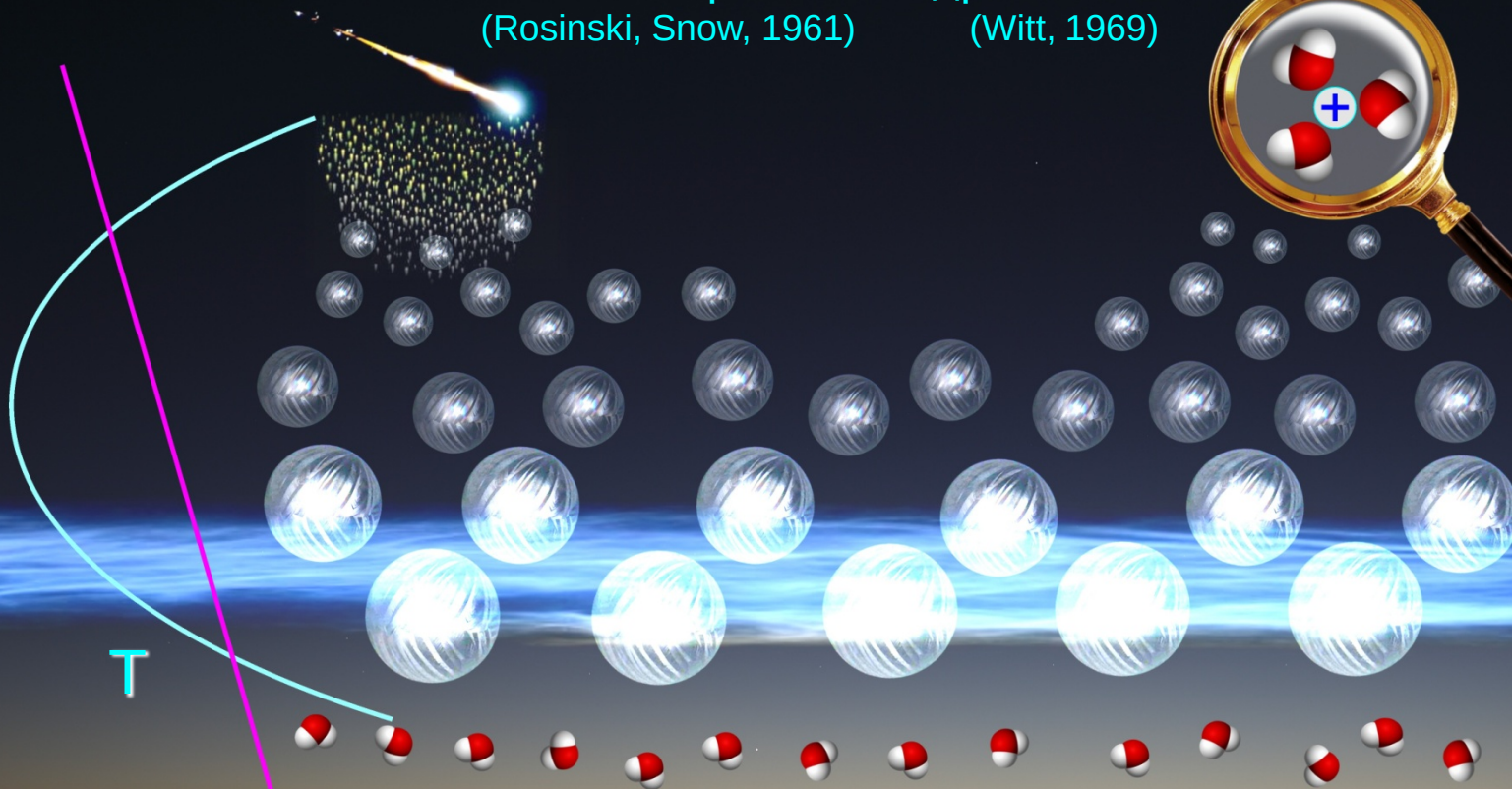
Ледяные частицы



Образование облаков

Метеоры
(Rosinski, Snow, 1961)

Гидратные ионы
(Witt, 1969)



Порог заморзания
льда

Тренды XX века



Частота наблюдений
серебристых облаков
(Thomas and Olivero, 2001)

Тунгусское
тело



Аэростатные
измерения

Оптическая толщина
стратосферного аэрозоля
(Deshler et al., 2003; Keen, 2011)

1880

1900

1920

1940

1960

1980

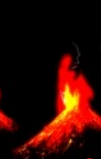
2000



Кракатау



Агунг



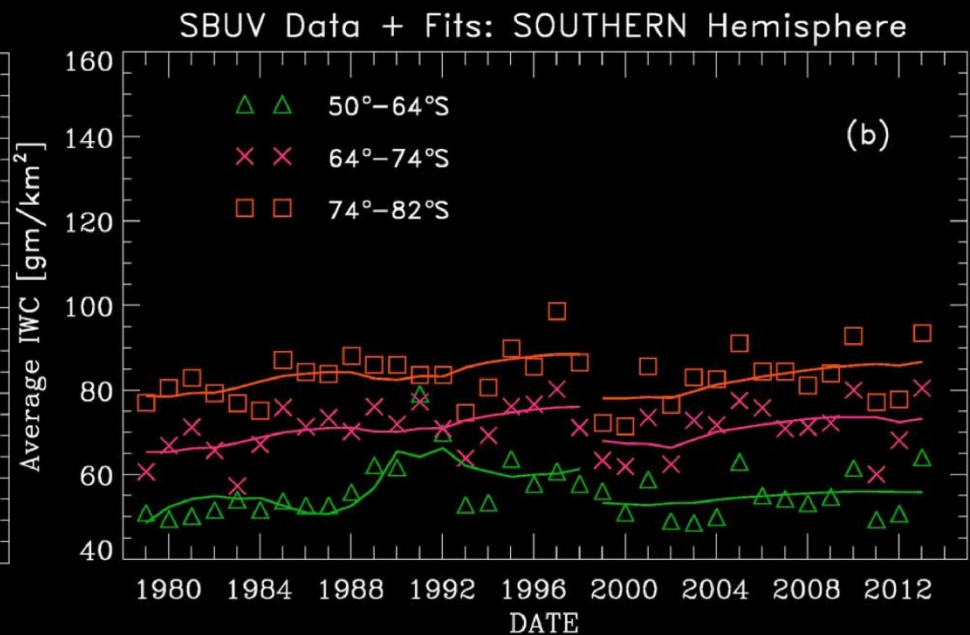
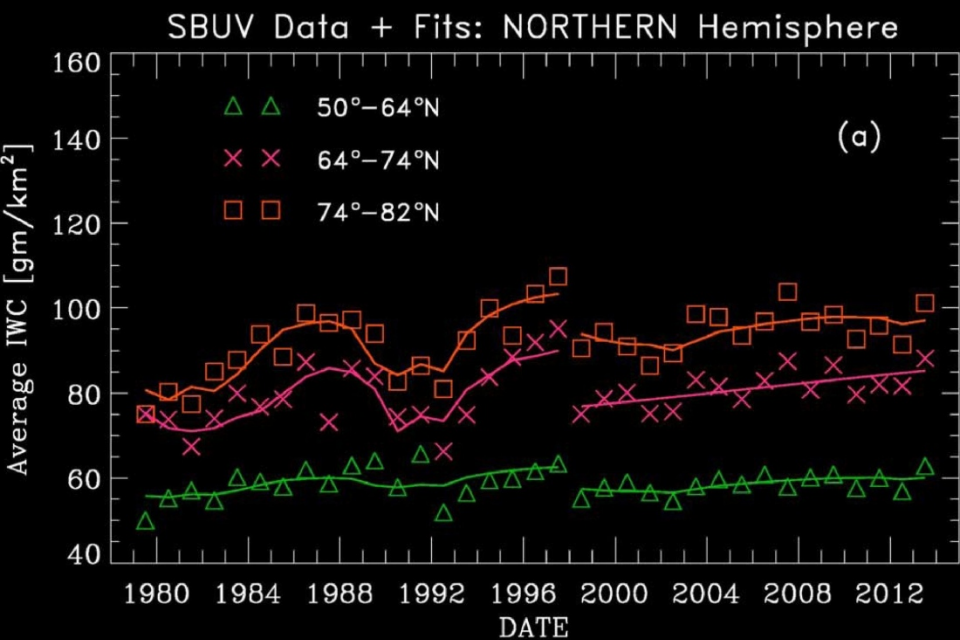
Эль-Чичон



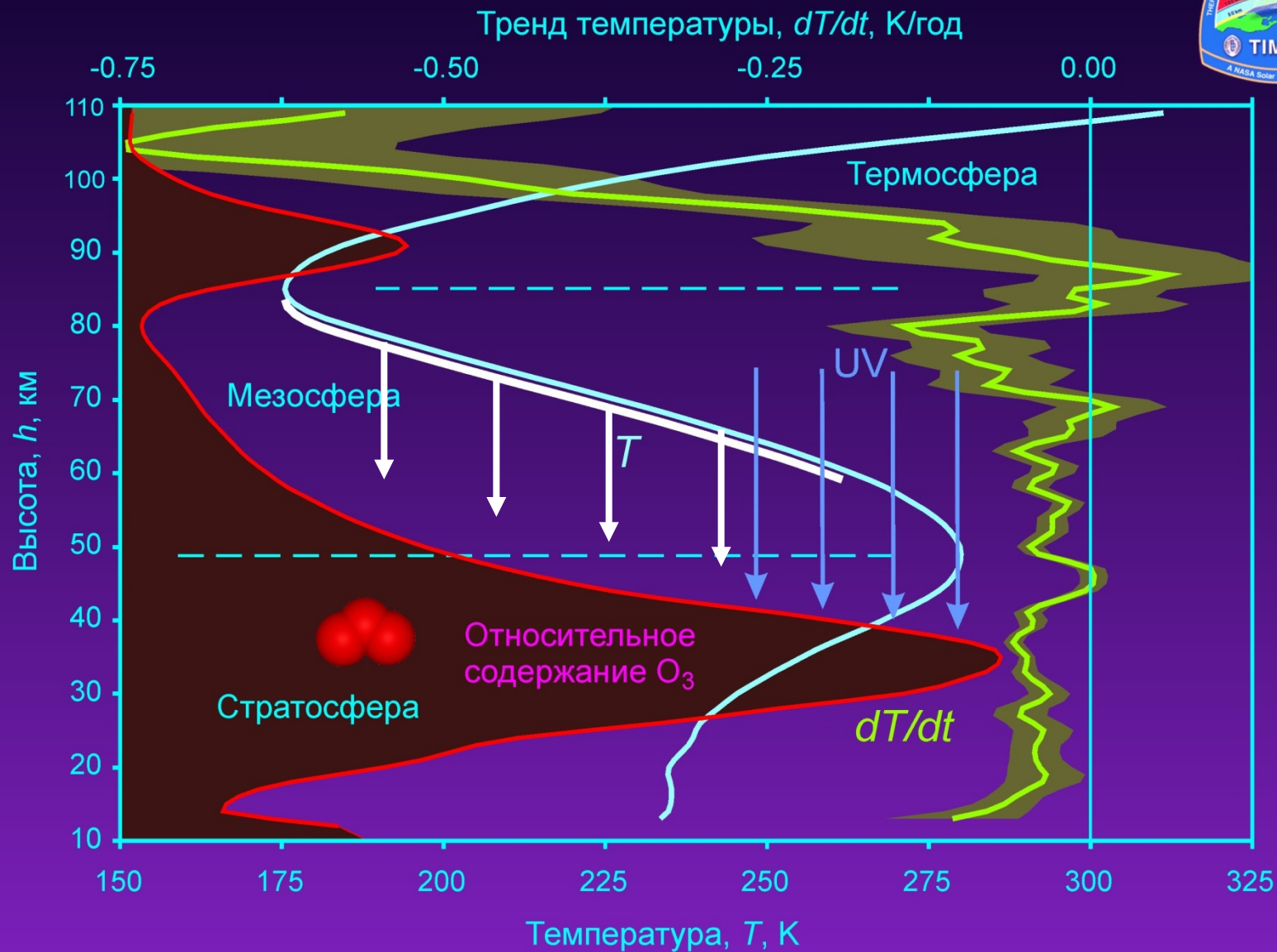
Пинатубо

Тренд массы льда в мезосфере

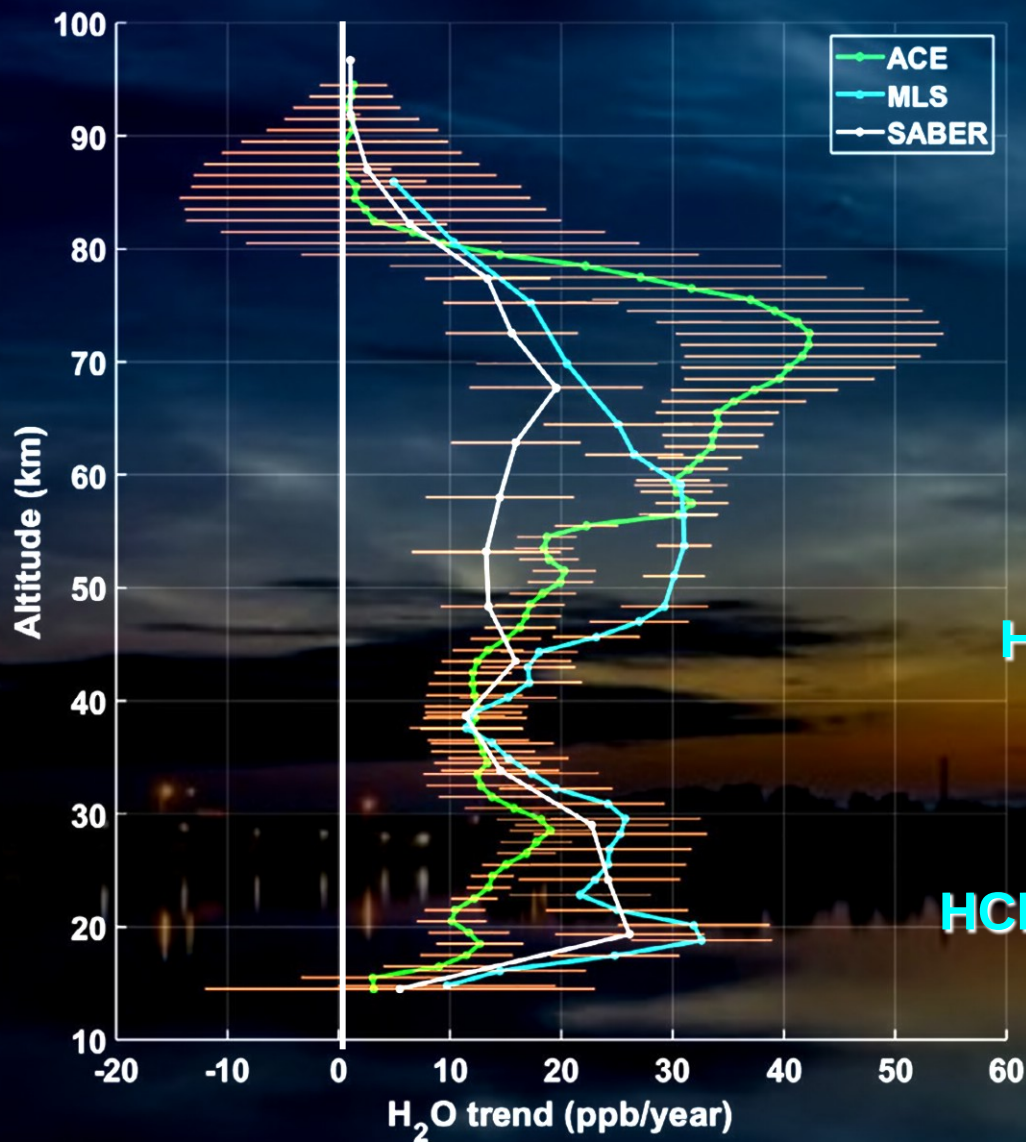
(SBUV, DeLand and Thomas, 2015)



Температура, TIMED/SABER, 2002-2021 (июнь-июль, $55.6 \pm 3^\circ\text{N}$, $36.6 \pm 15^\circ\text{E}$)



Тренд воды в средней атмосфере



Fernando et al., 2020

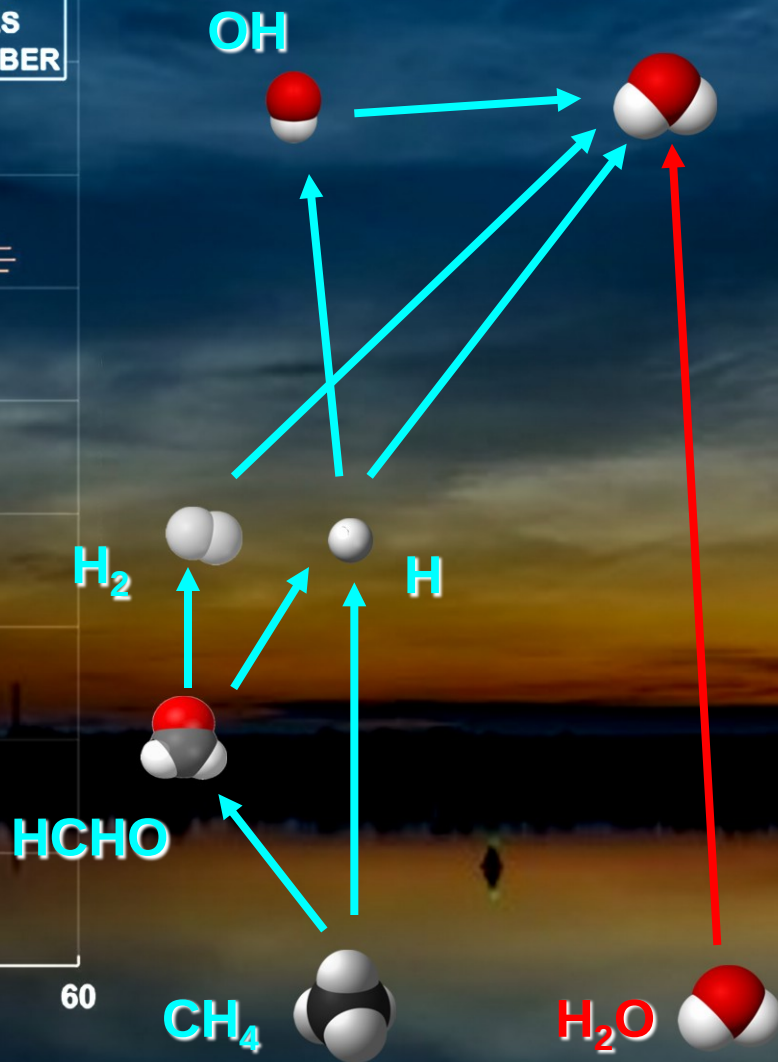
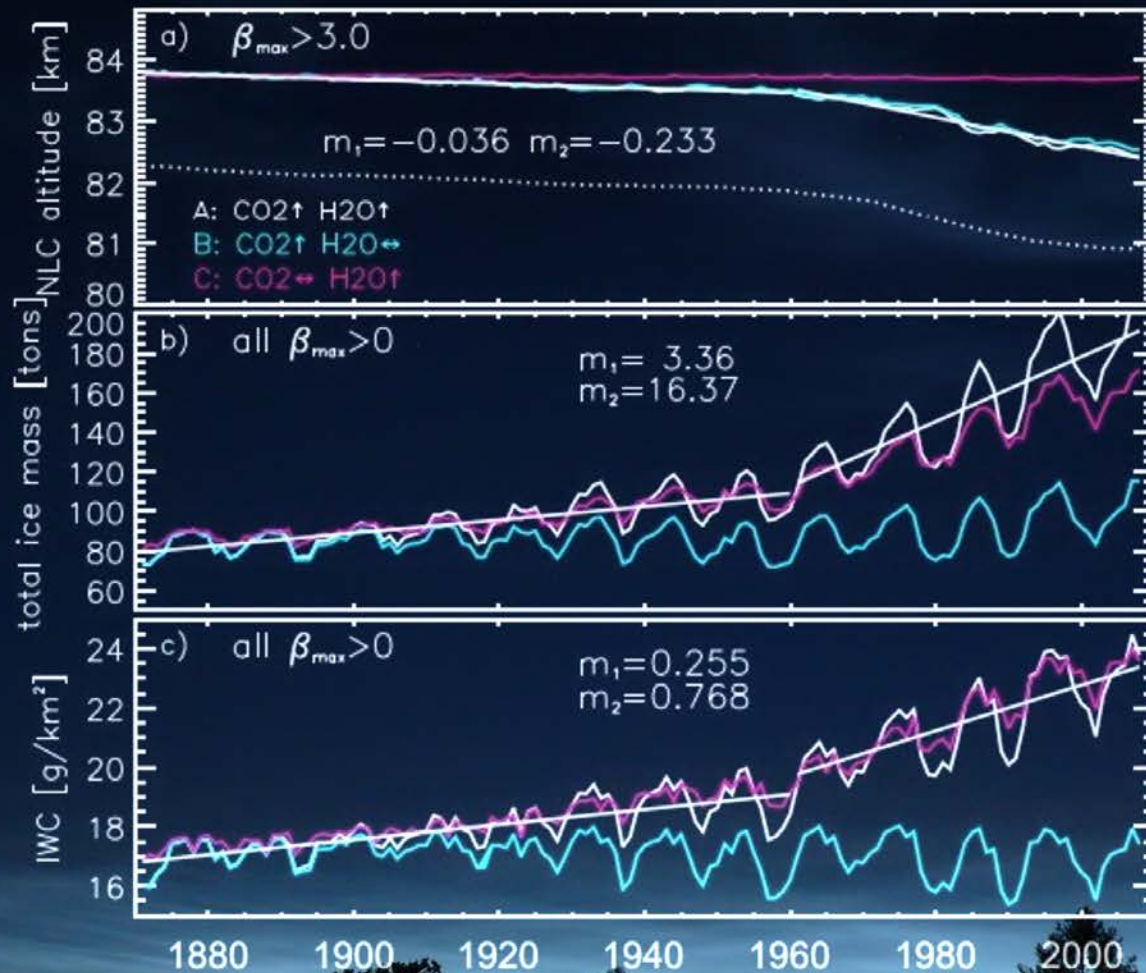


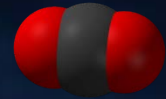
Фото: С. Болденков

Модель LIMA/MIMAS

(Lübken et al., 2018)



CO₂



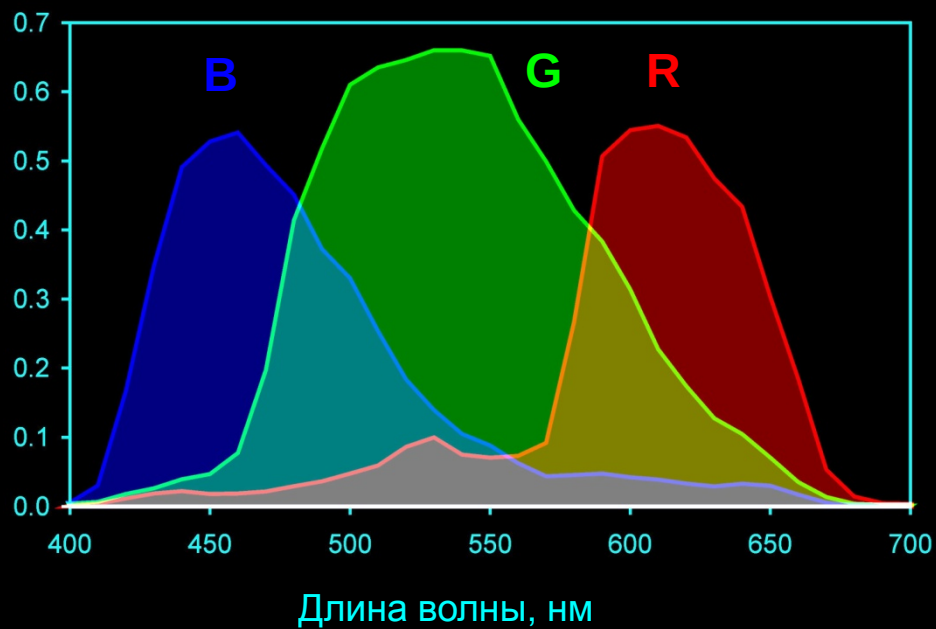
H₂O



Изучение серебристых облаков



Камеры всего неба

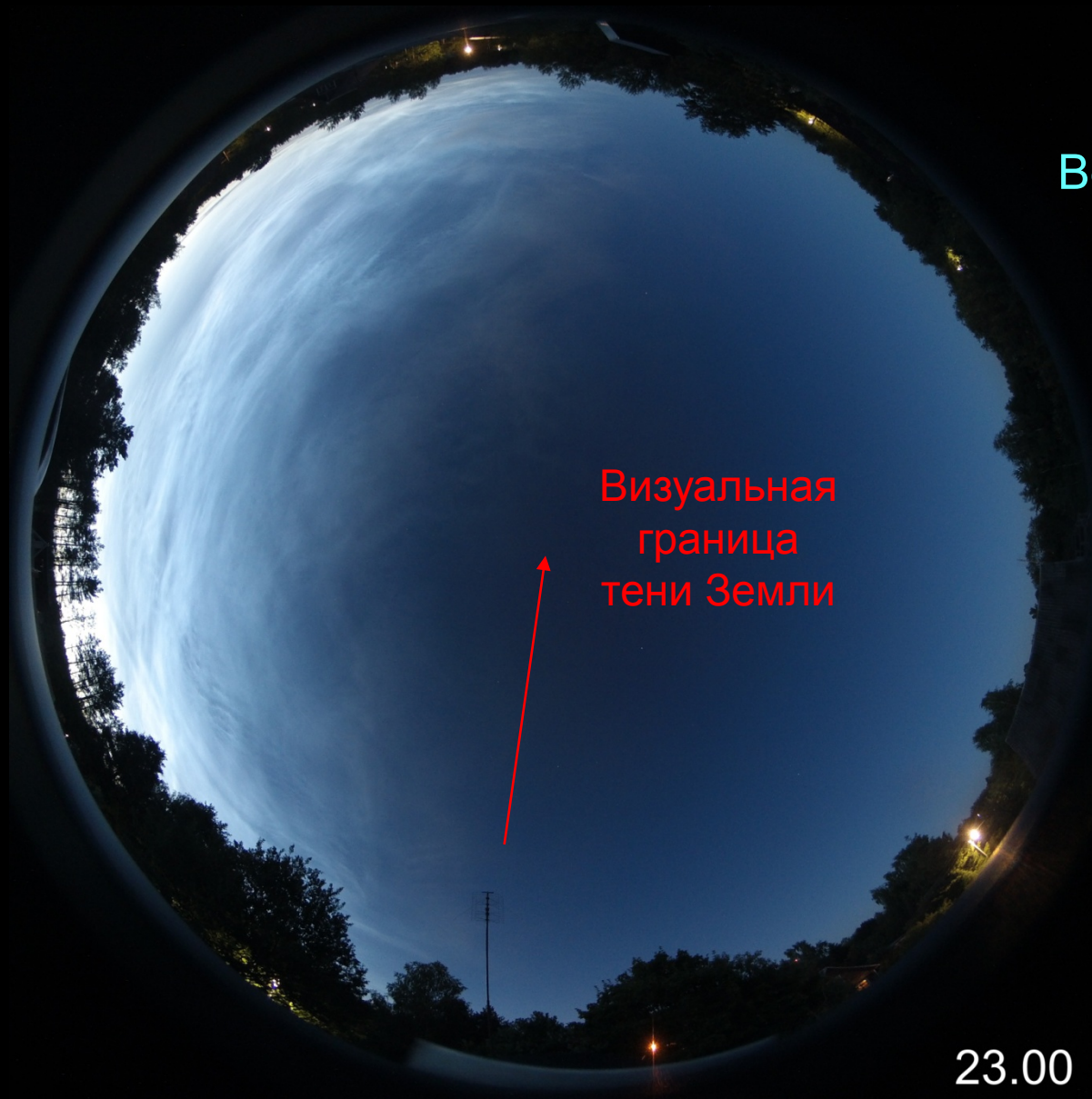


Квантовый выход
(детектор+оптика)



Измерение высоты: один пункт

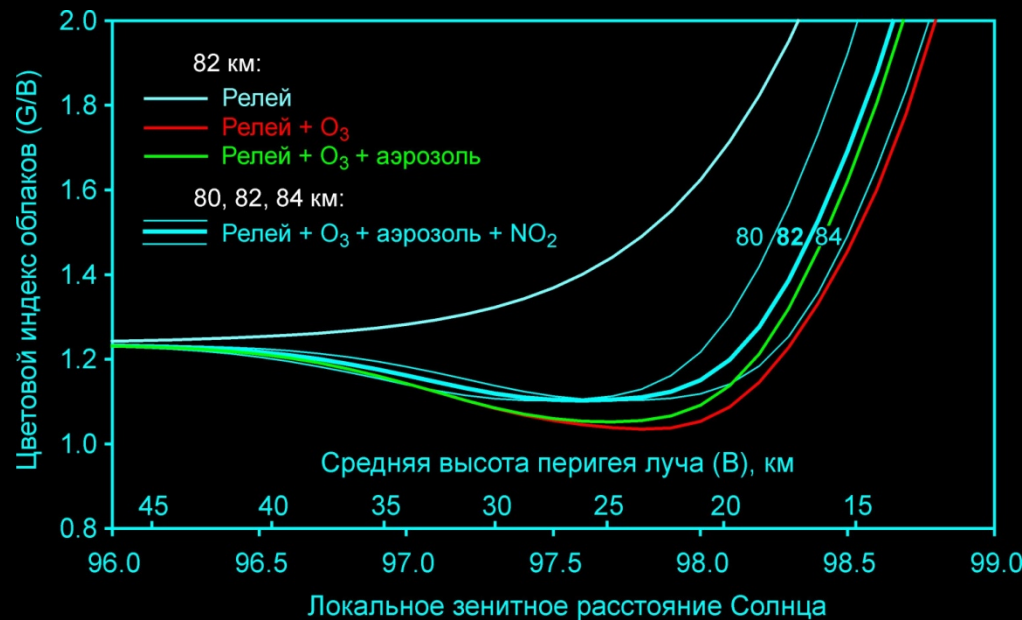
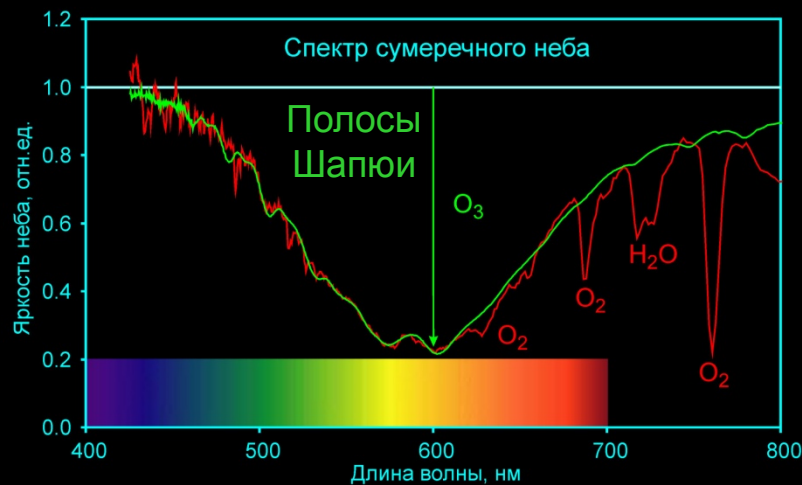
JPG-копия,
Вечер 29 июня
2021 г.



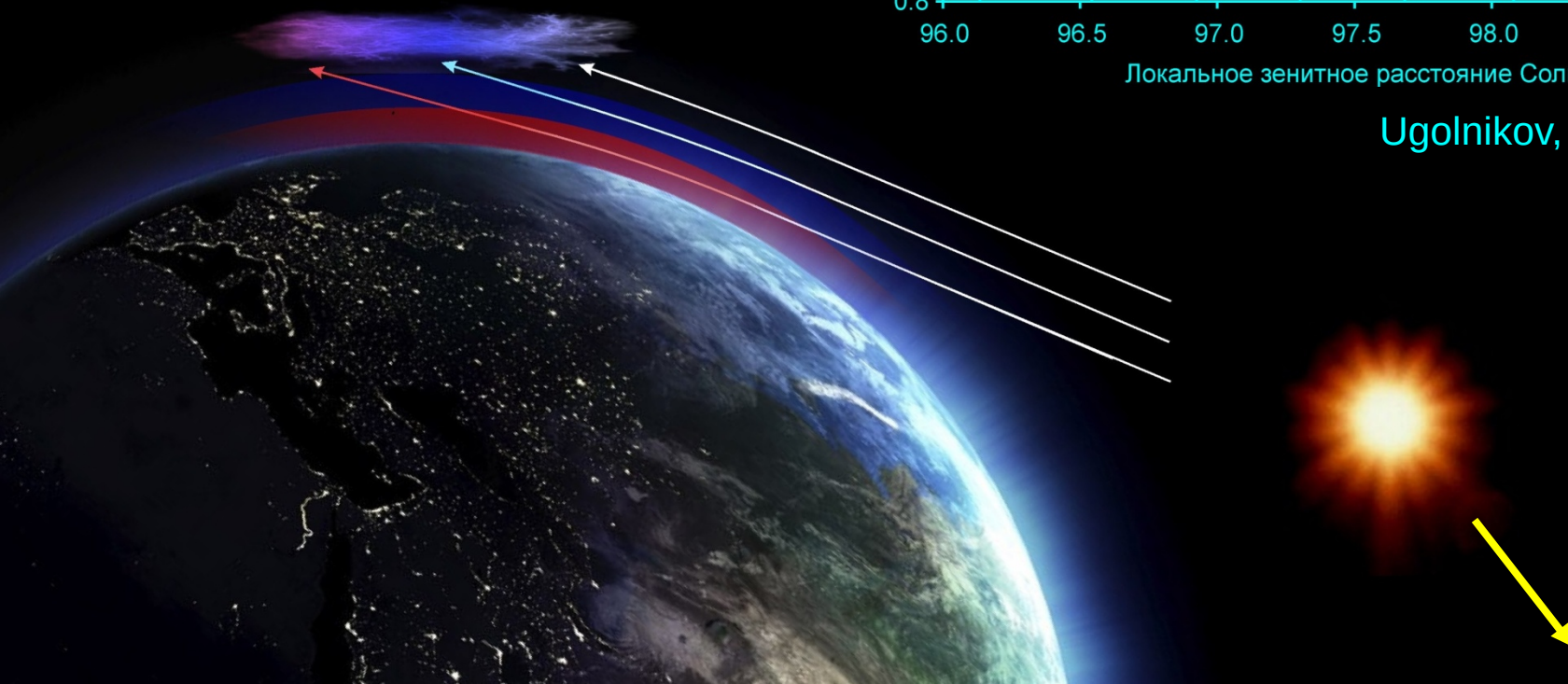
Визуальная
граница
тени Земли

23.00 MSK

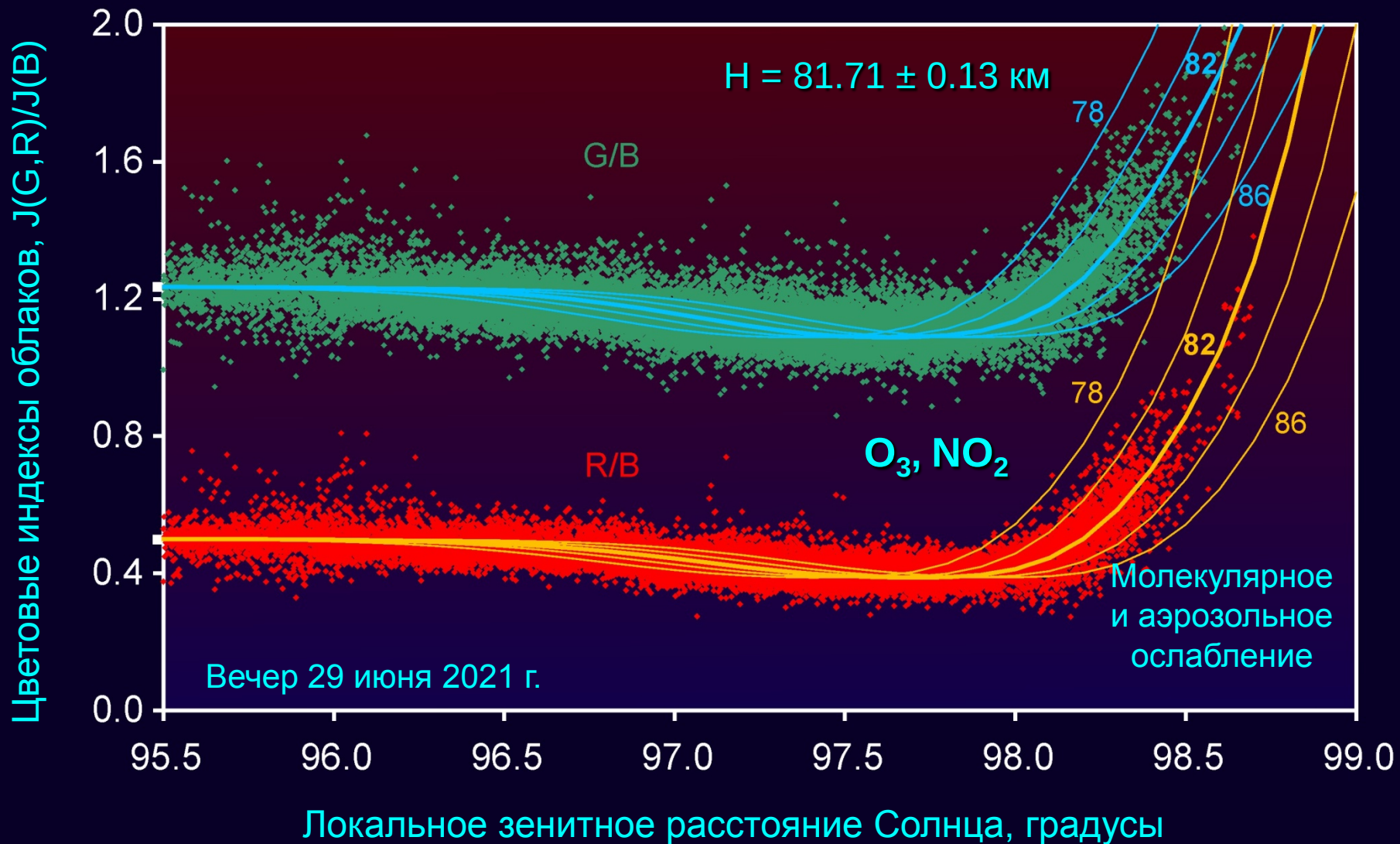
«Теневая» высота облаков



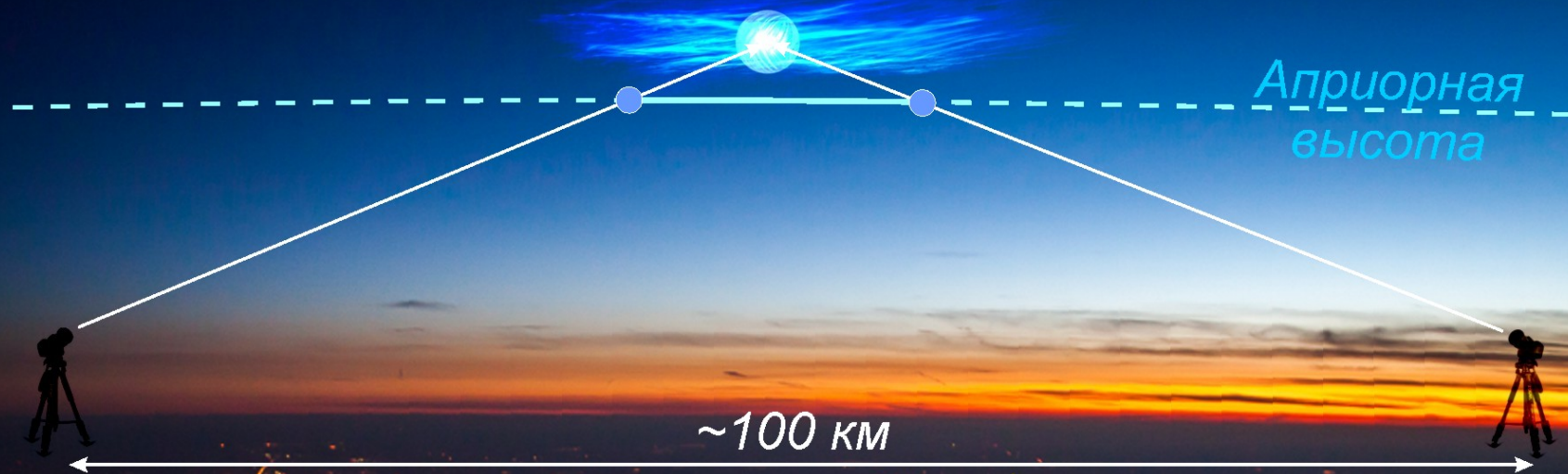
Ugolnikov, 2023



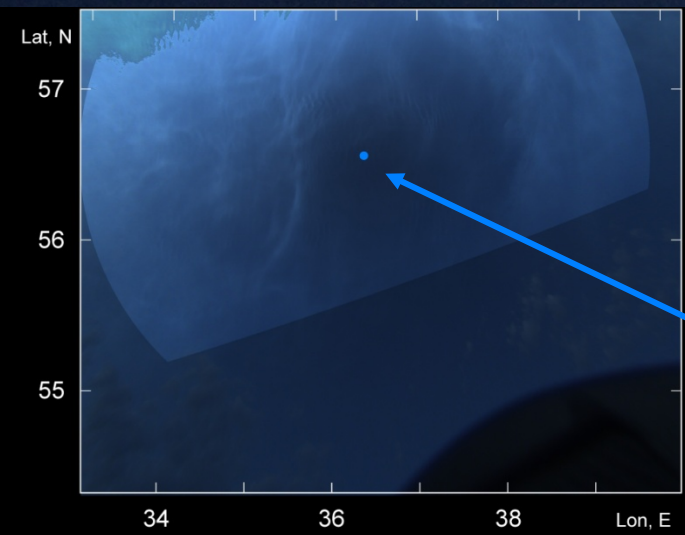
Цветовой анализ (однократное рассеяние)



Триангуляция

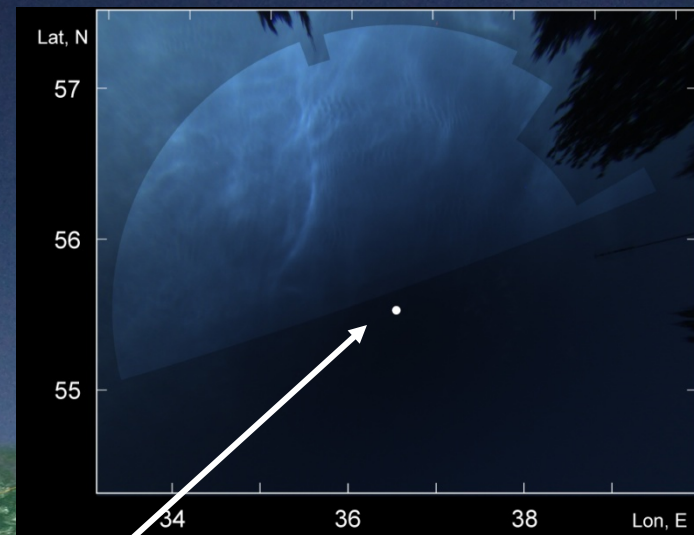


Вечер 3 июля 2023 г.

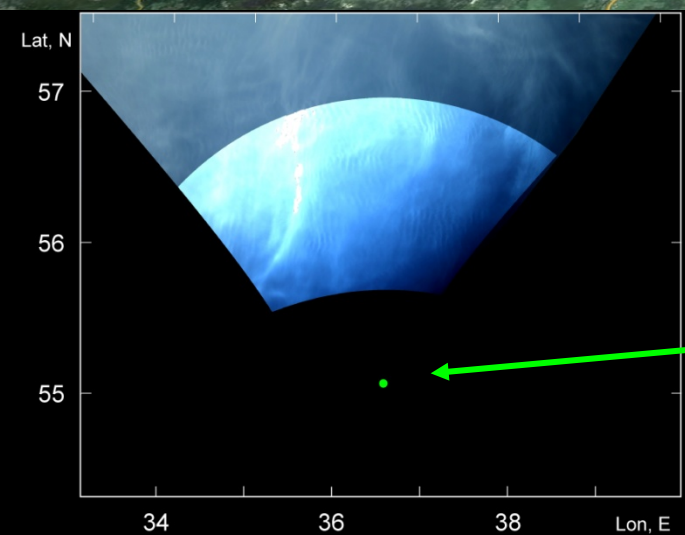


Априорная высота –
81.33 км

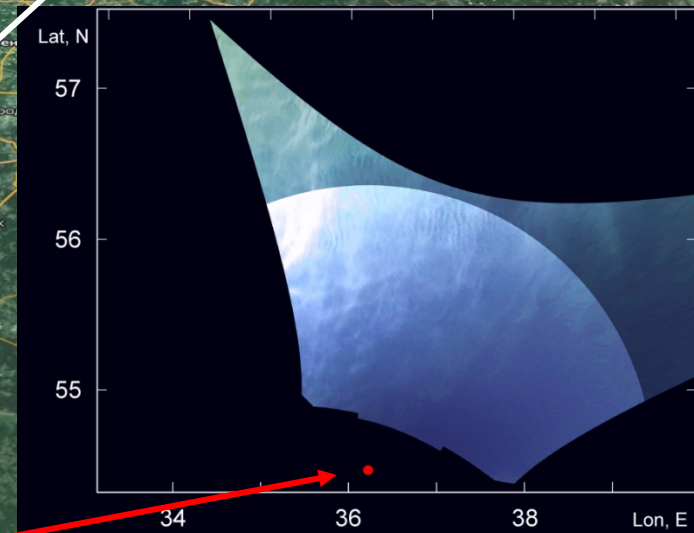
Завидово



Полушкино

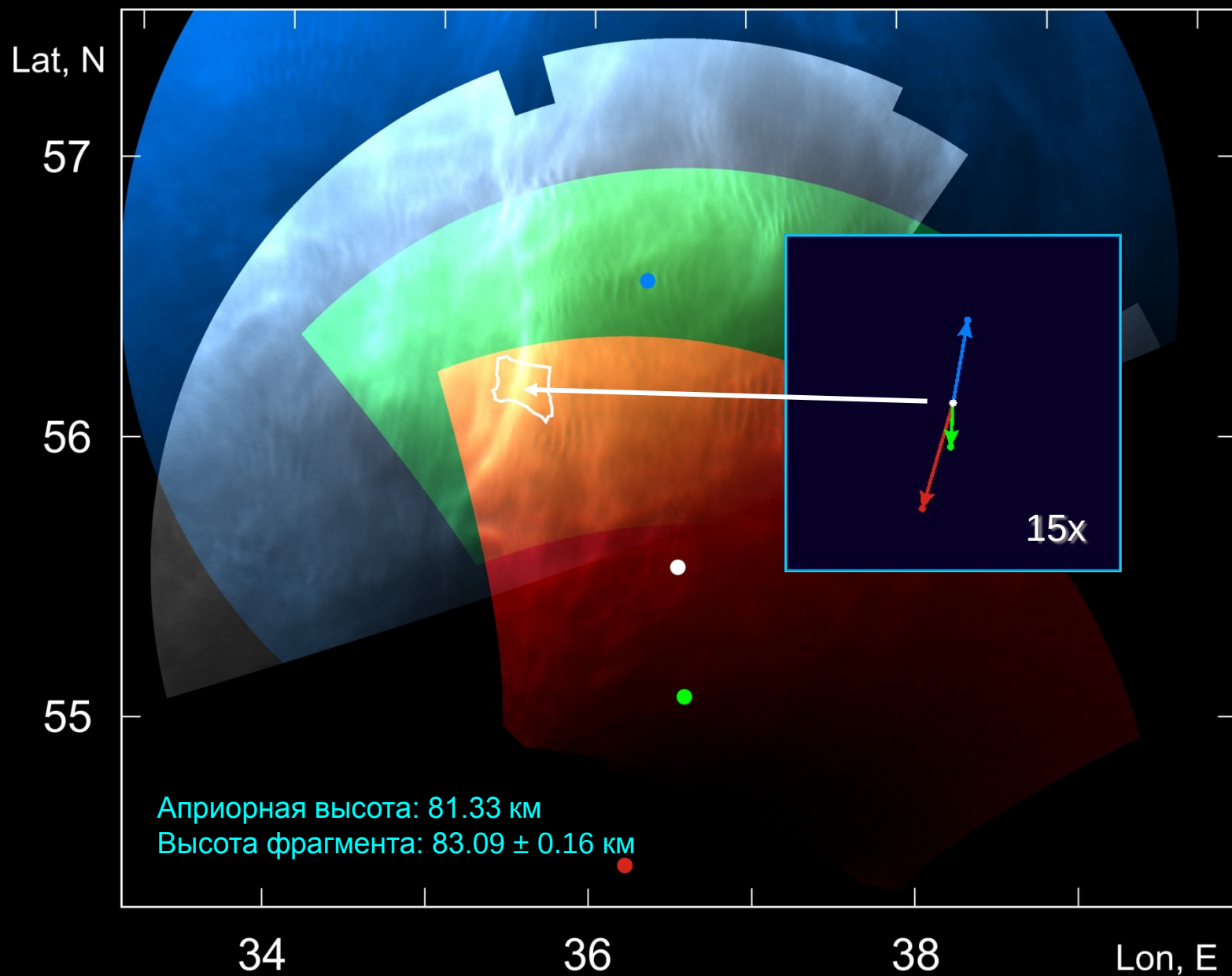


Обнинск

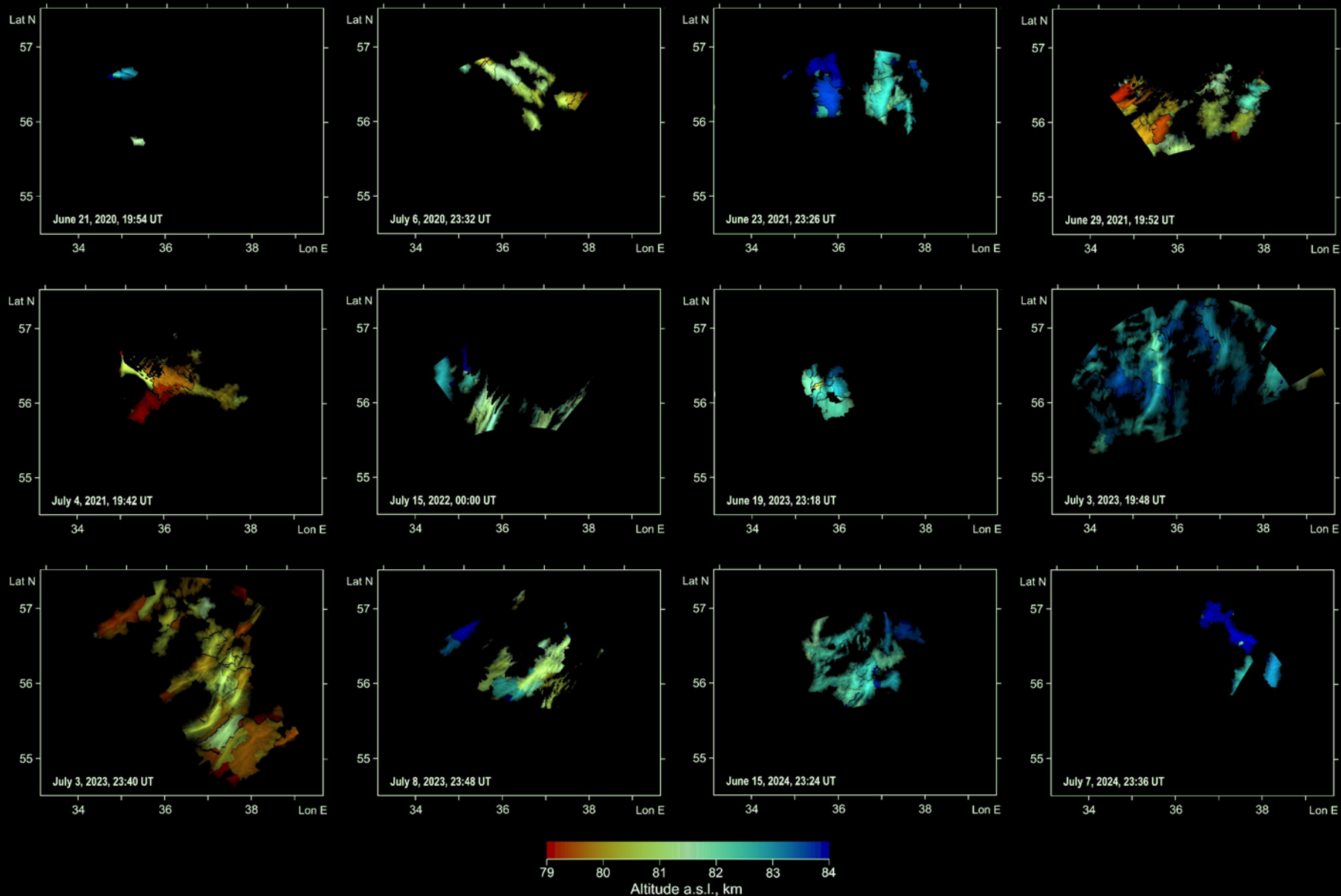


Калуга

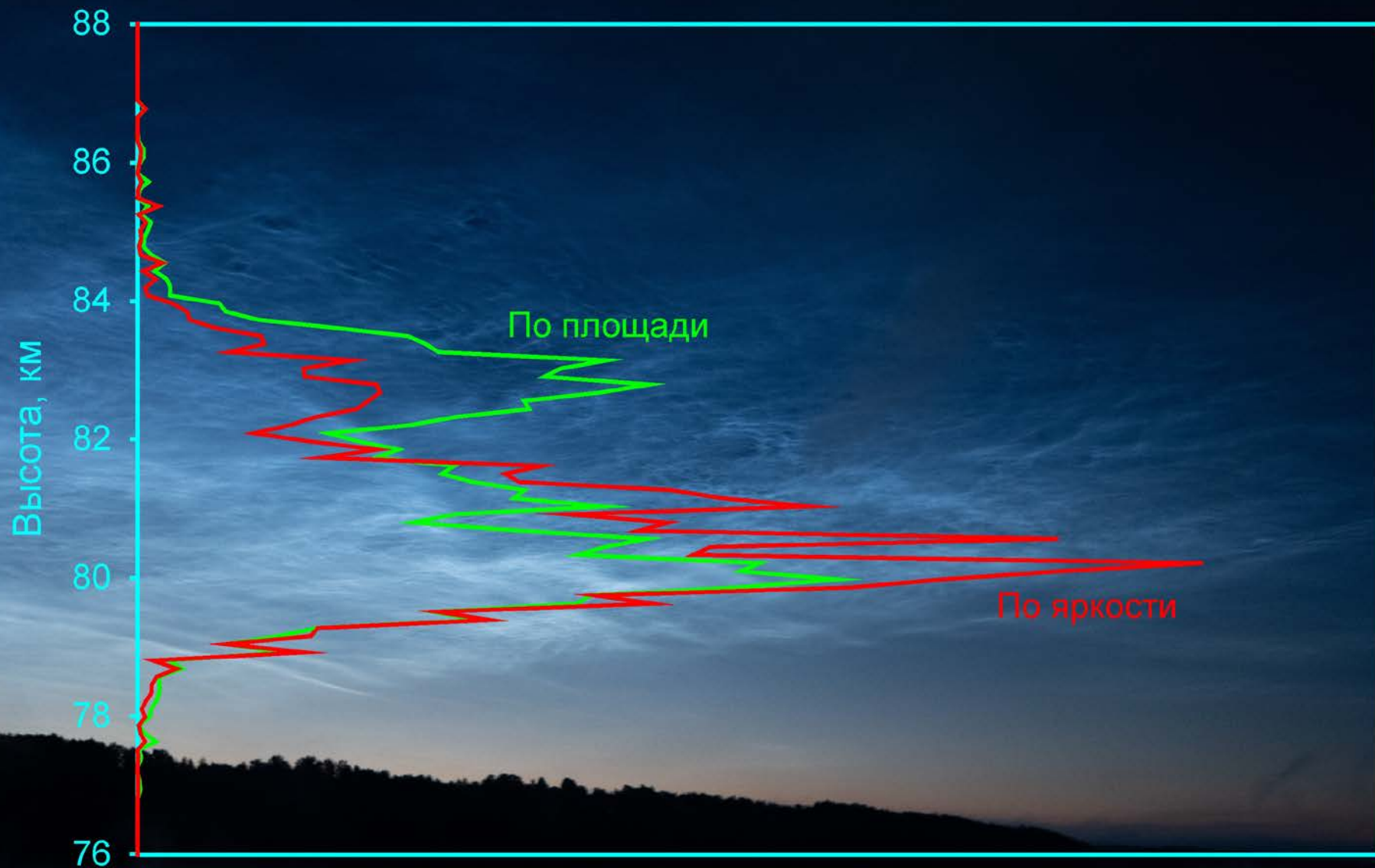
Корреляция полей



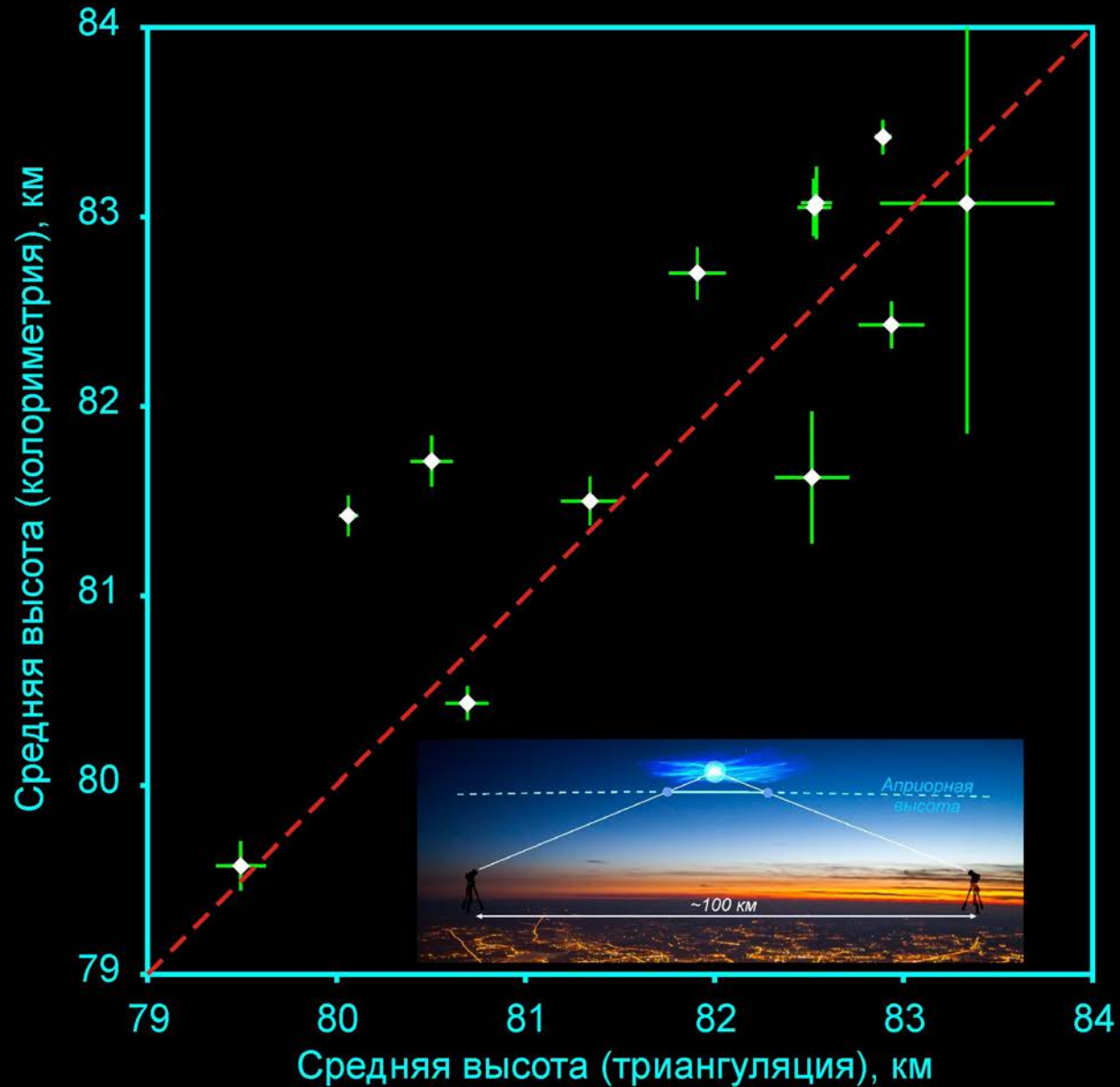
Поля высот облаков



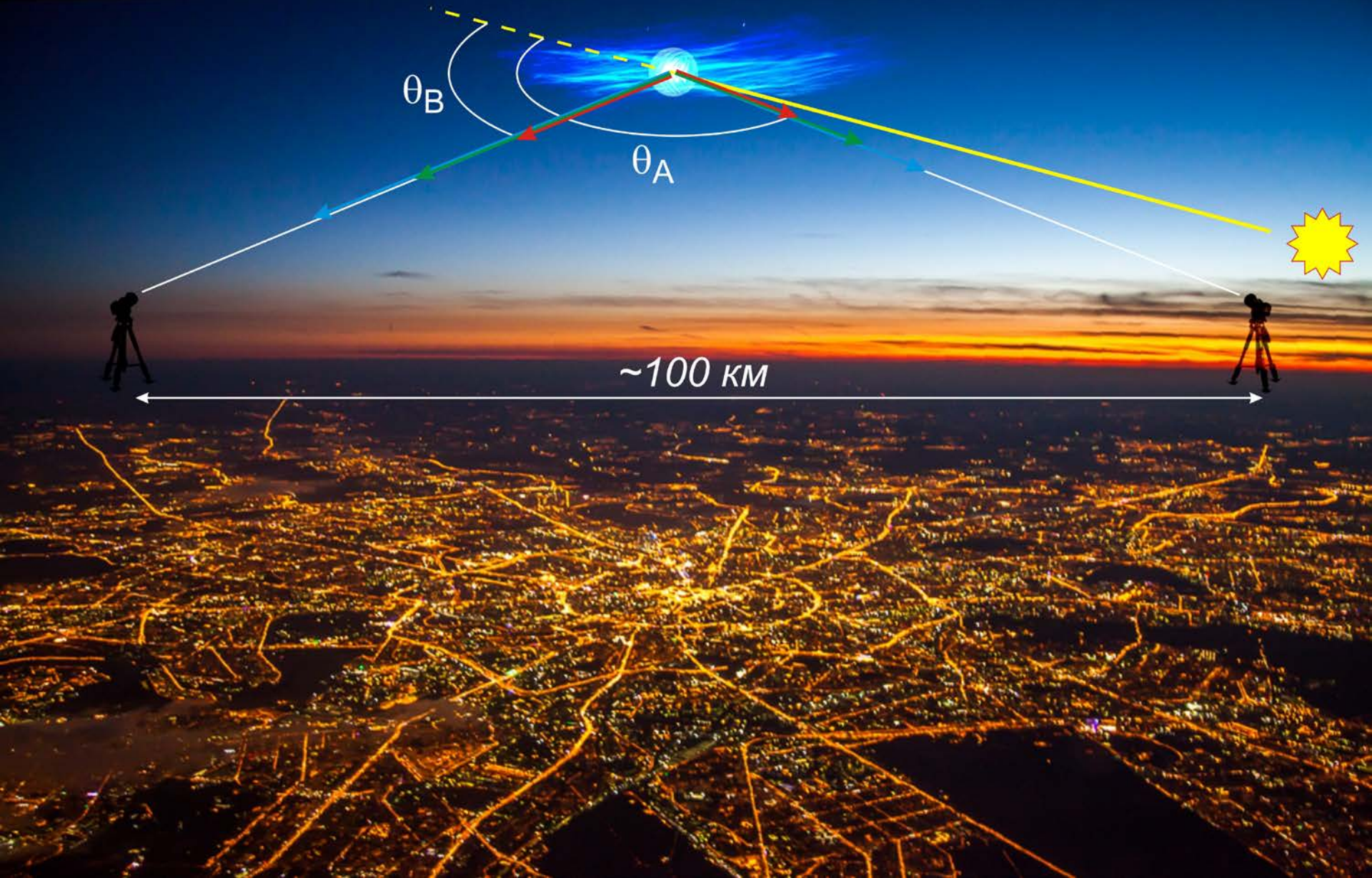
Высоты облаков



Высоты: сравнение



Измерение эффективного радиуса частиц



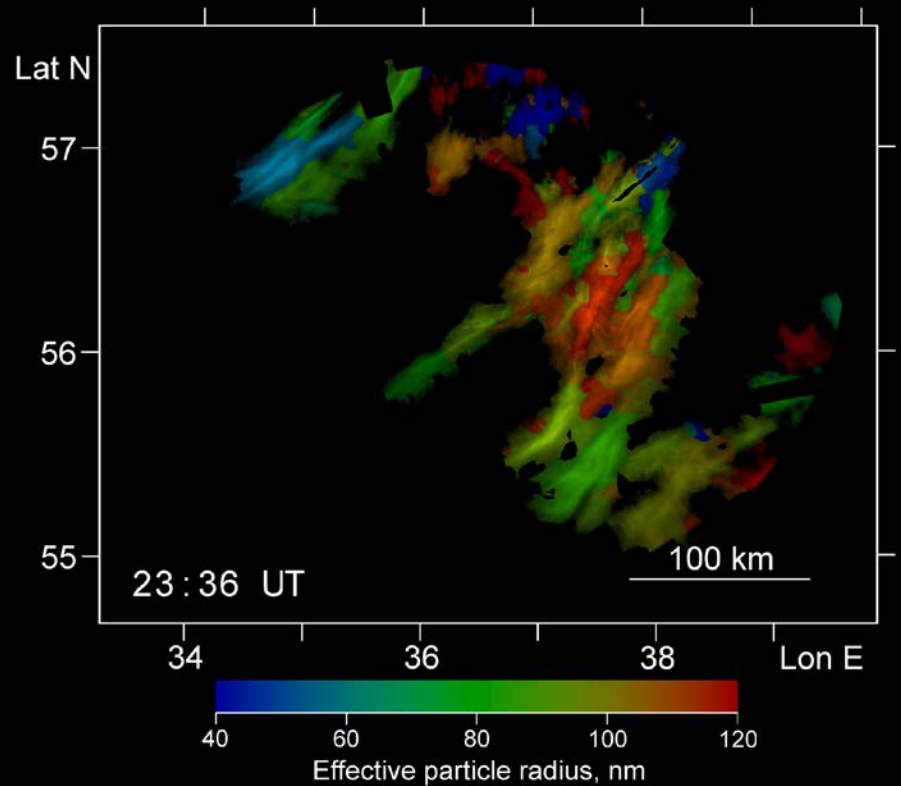
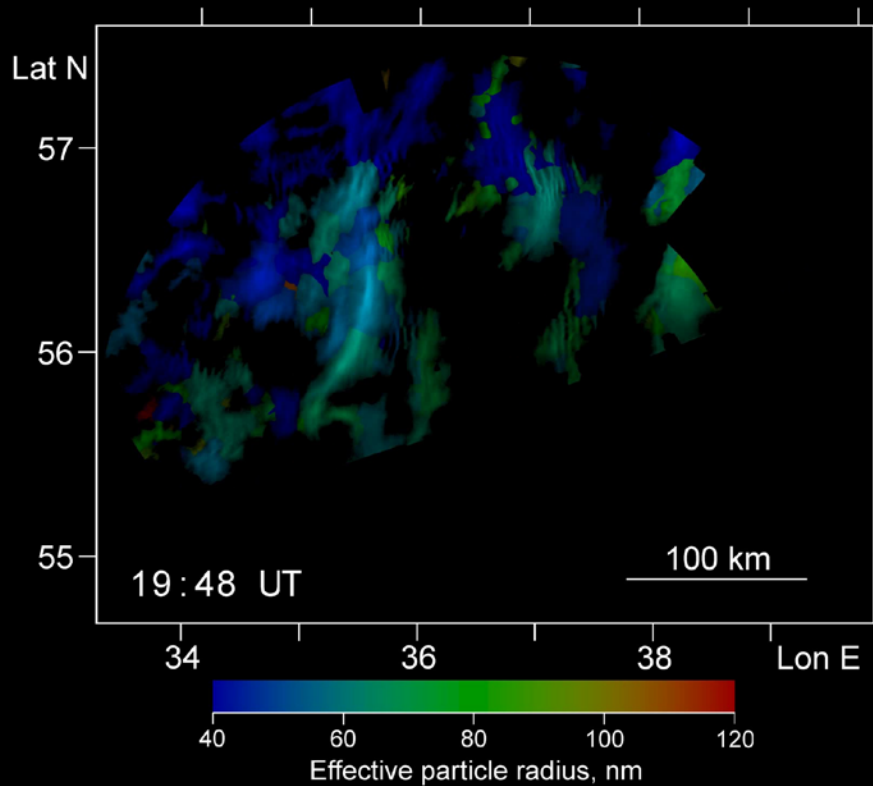
3-4 июля 2023 г.



114.7 km

23.36 UT = 02.36 мск

Карта размеров частиц



Эффективный радиус, нм

Спасибо за внимание!

