

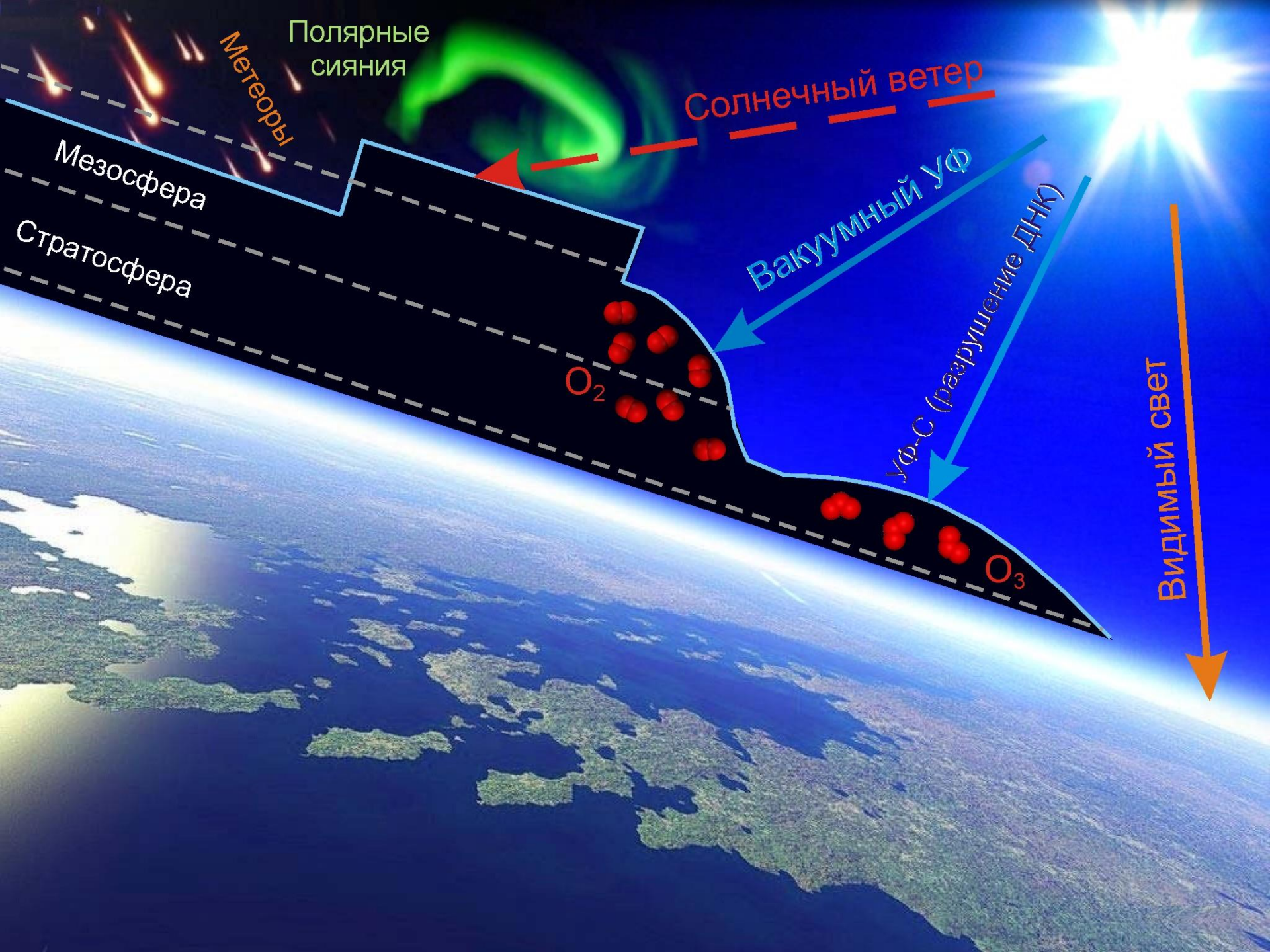
Стратосфера и мезосфера Земли: оптические и тепловые свойства

О.С. Угольников

Институт космических исследований РАН

Атмосфера обитаемой планеты





Метеоры

Полярные сияния

Солнечный ветер

Вакуумный УФ

УФ-С (разрушение ДНК)

Видимый свет

Мезосфера

Стратосфера

O₂

O₃

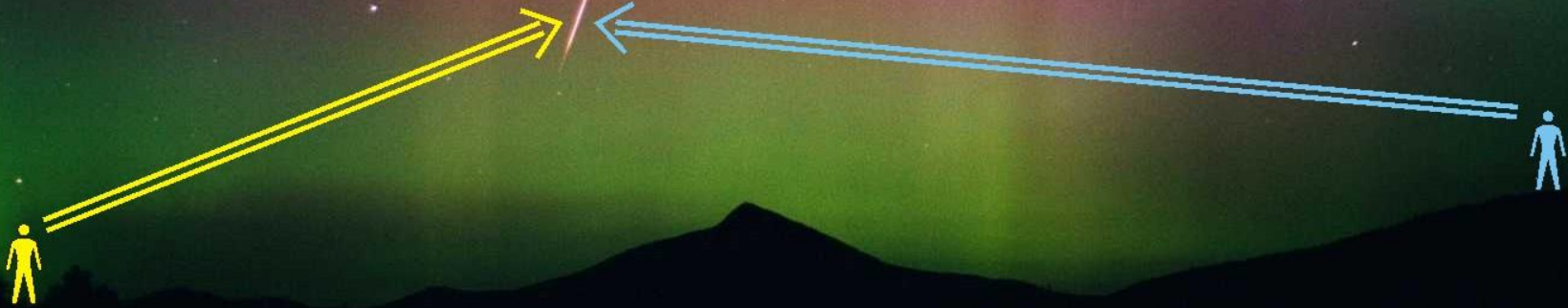
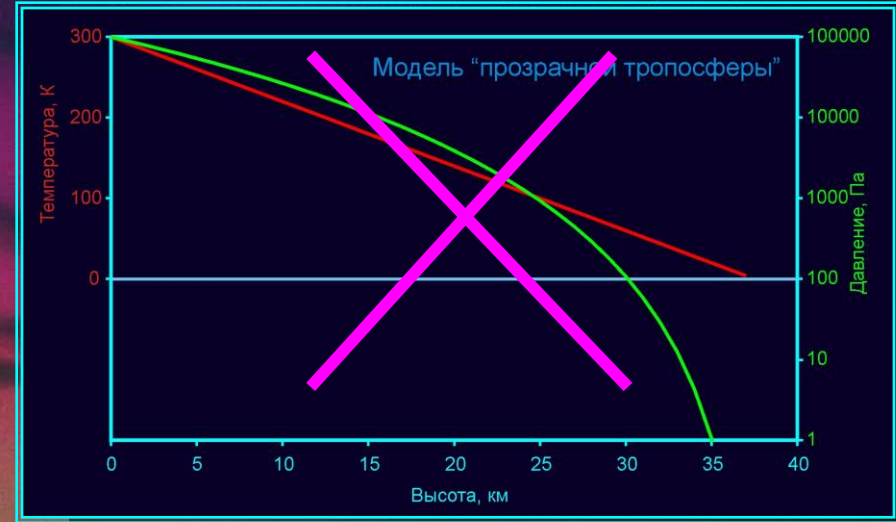
Измерения высот метеоров и полярных сияний



М.В. Ломоносов,
1753

> 150 км

80 – 100 км



Слой нагрева в атмосфере

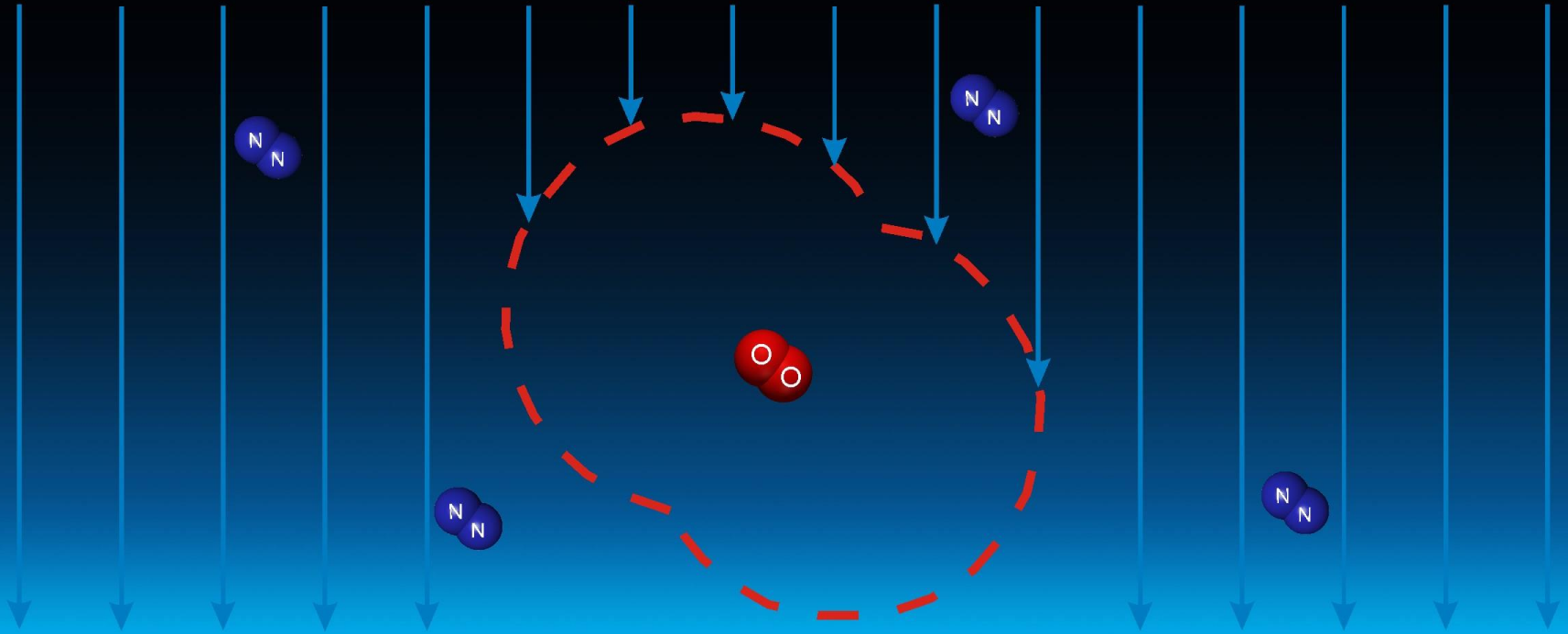


Кислород

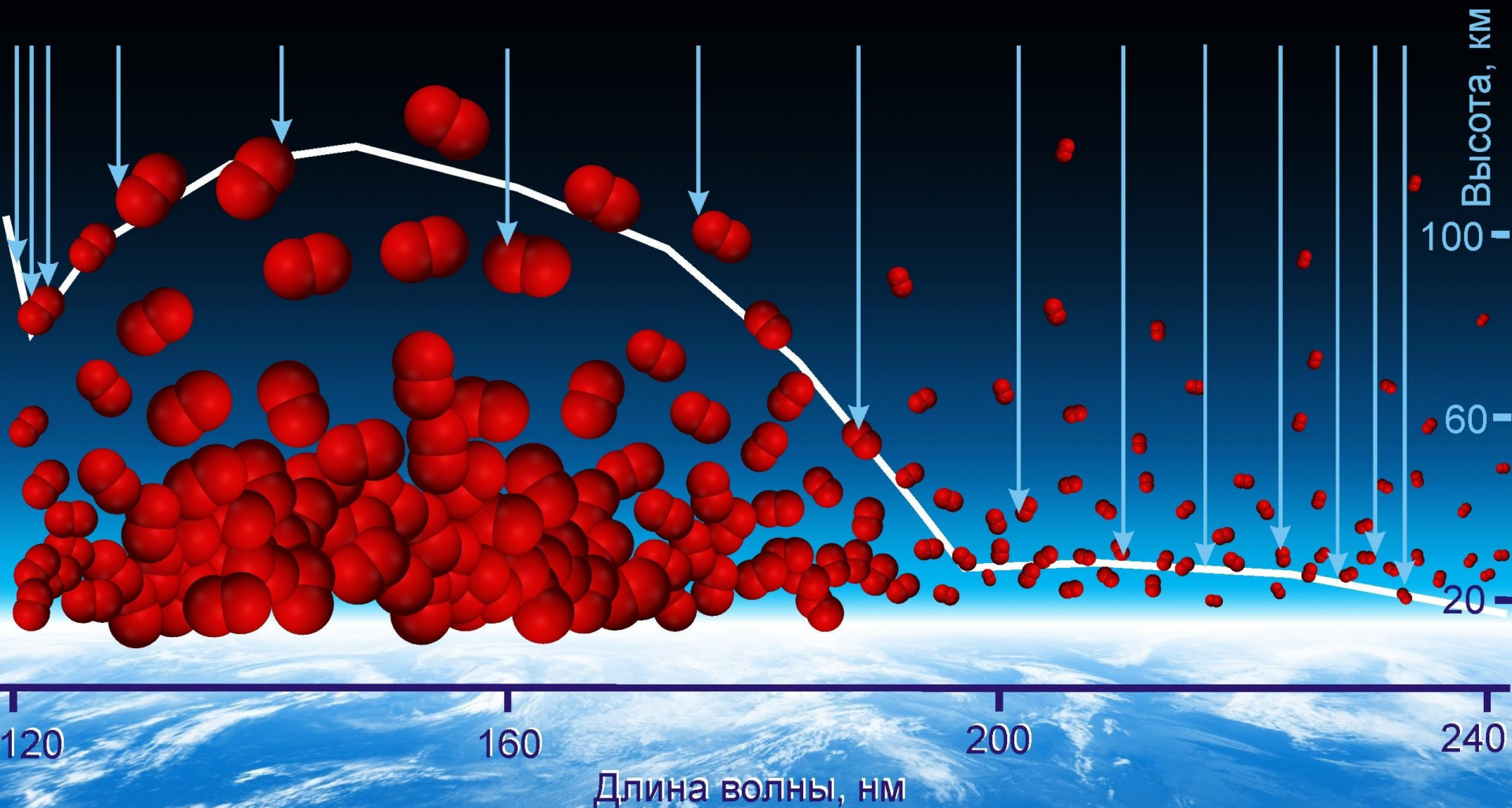


Кислород

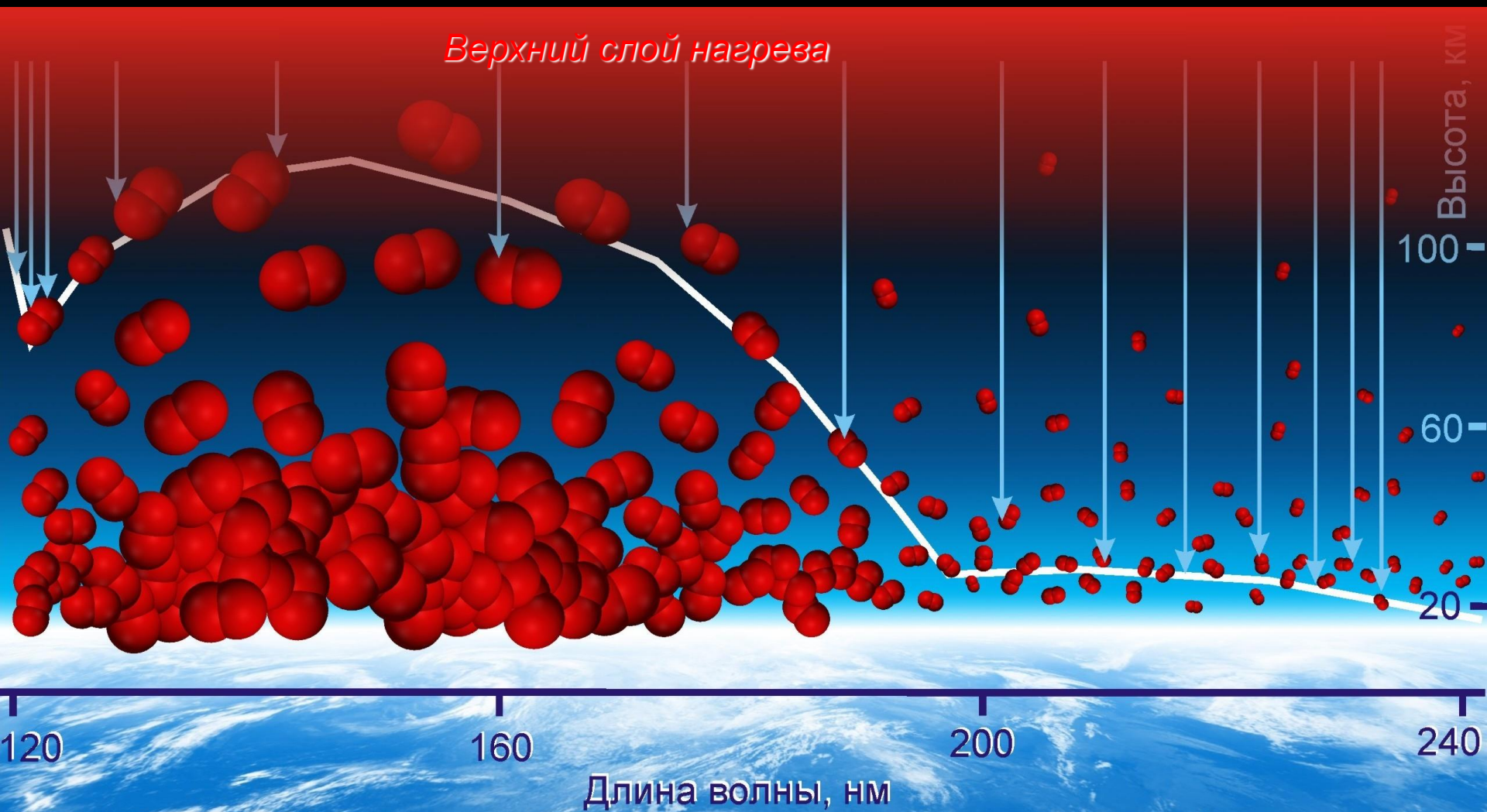
«Вакуумный ультрафиолет»

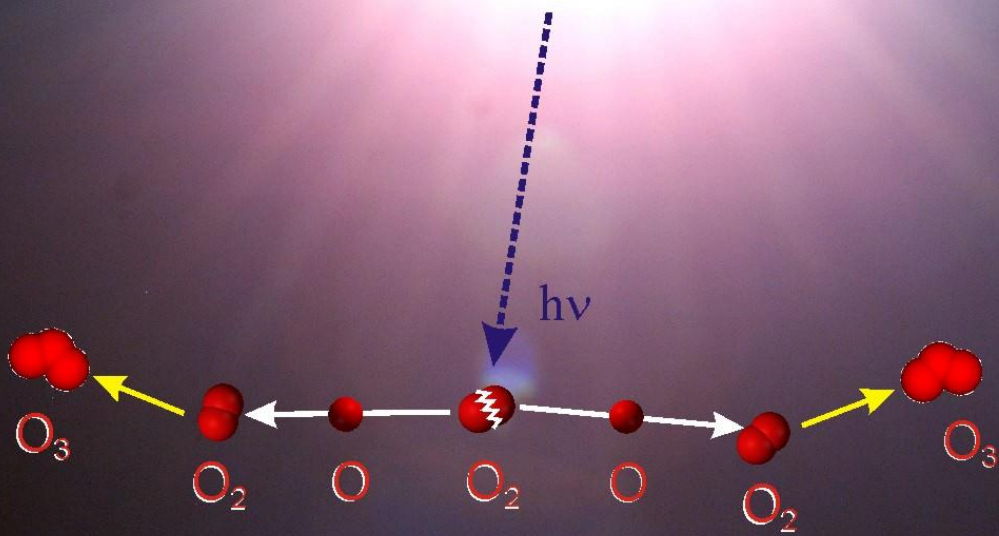
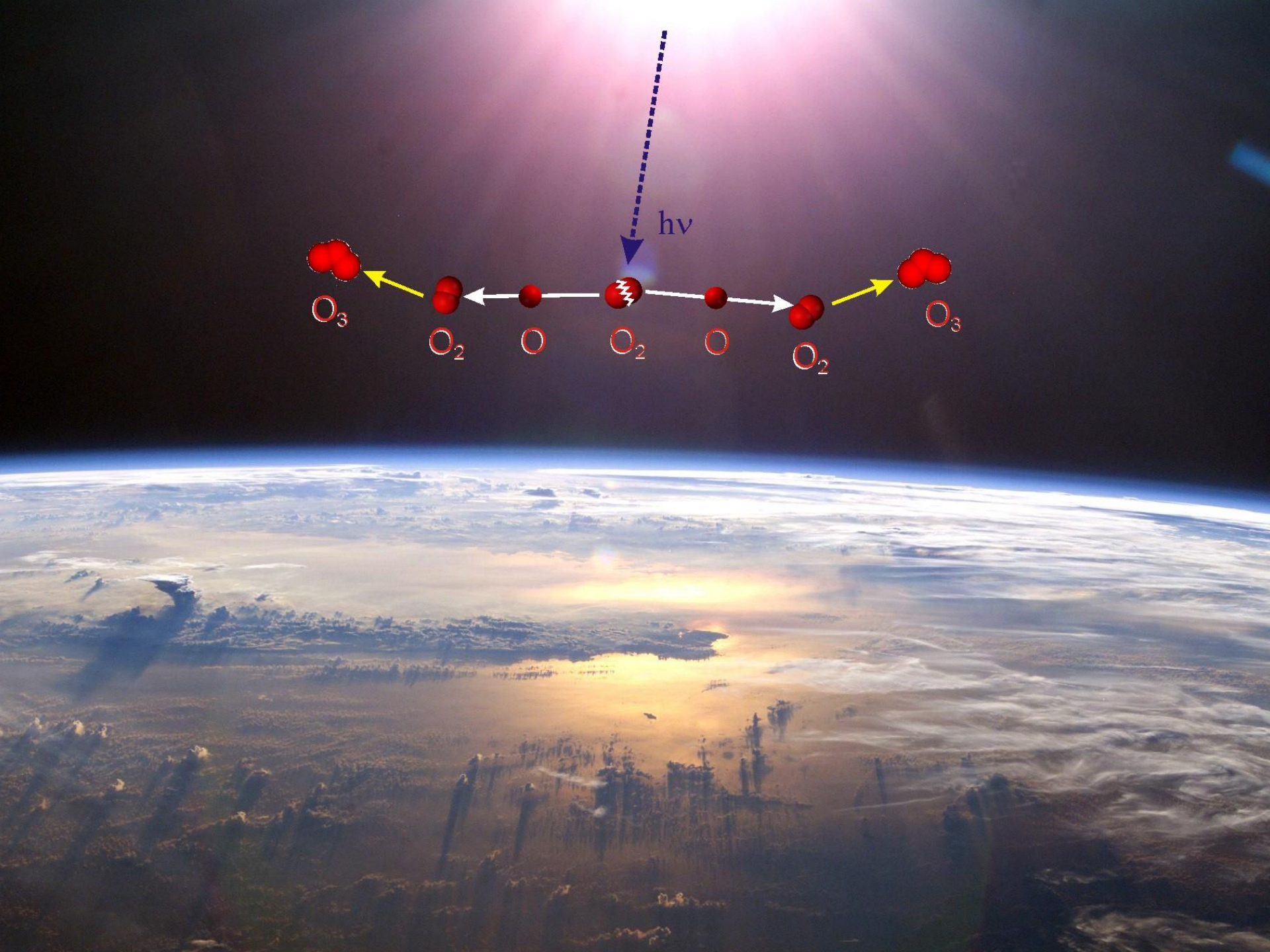


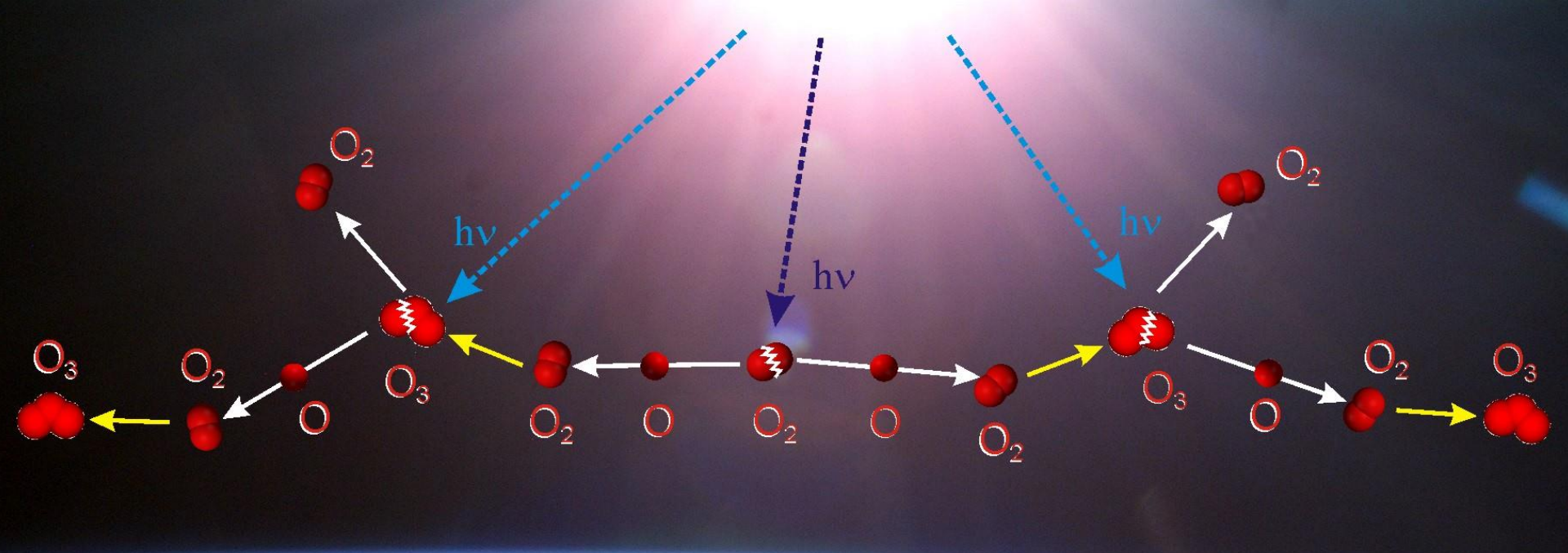
Кислород и УФ-излучение Солнца



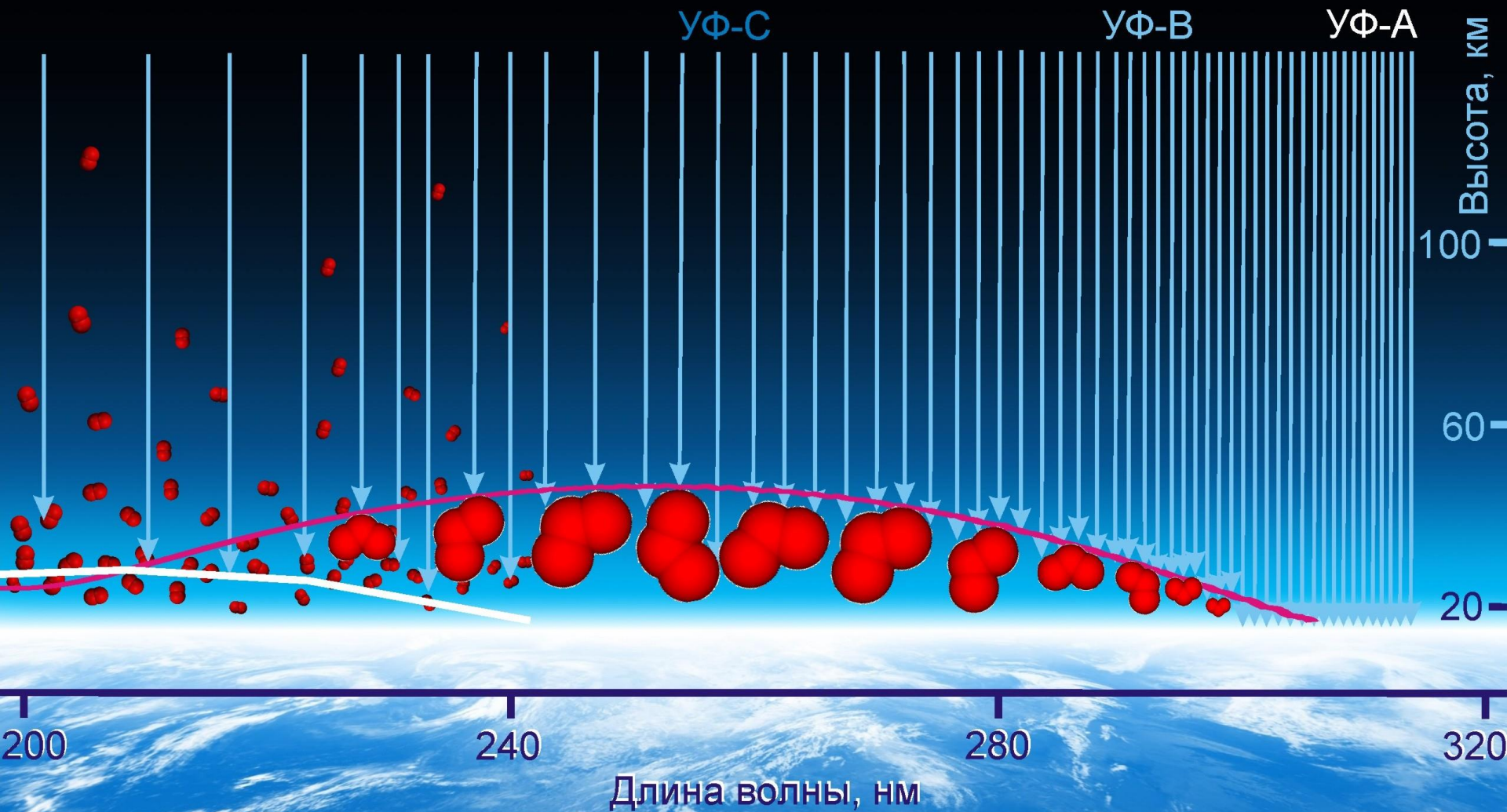
Кислород и УФ-излучение Солнца



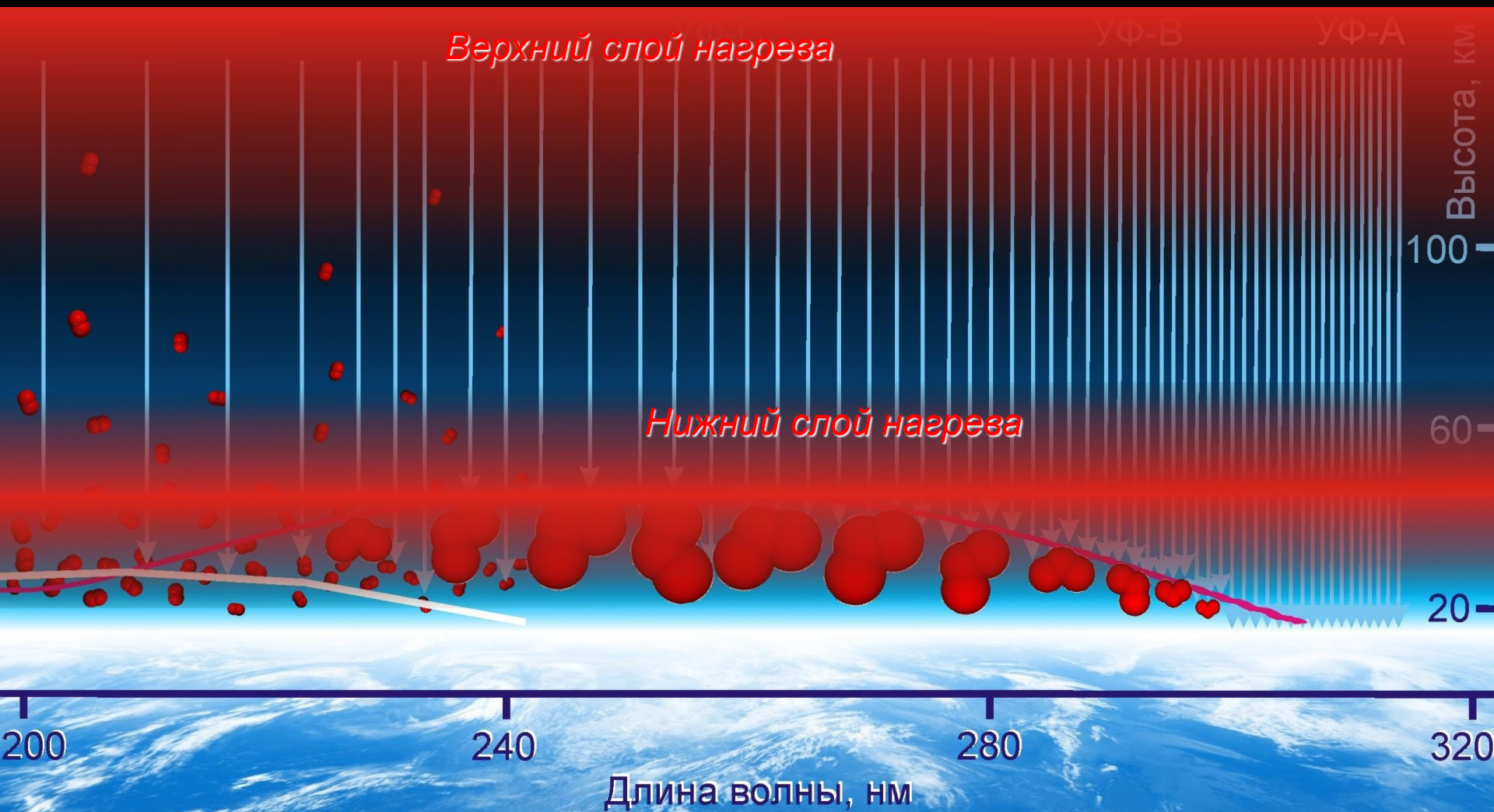




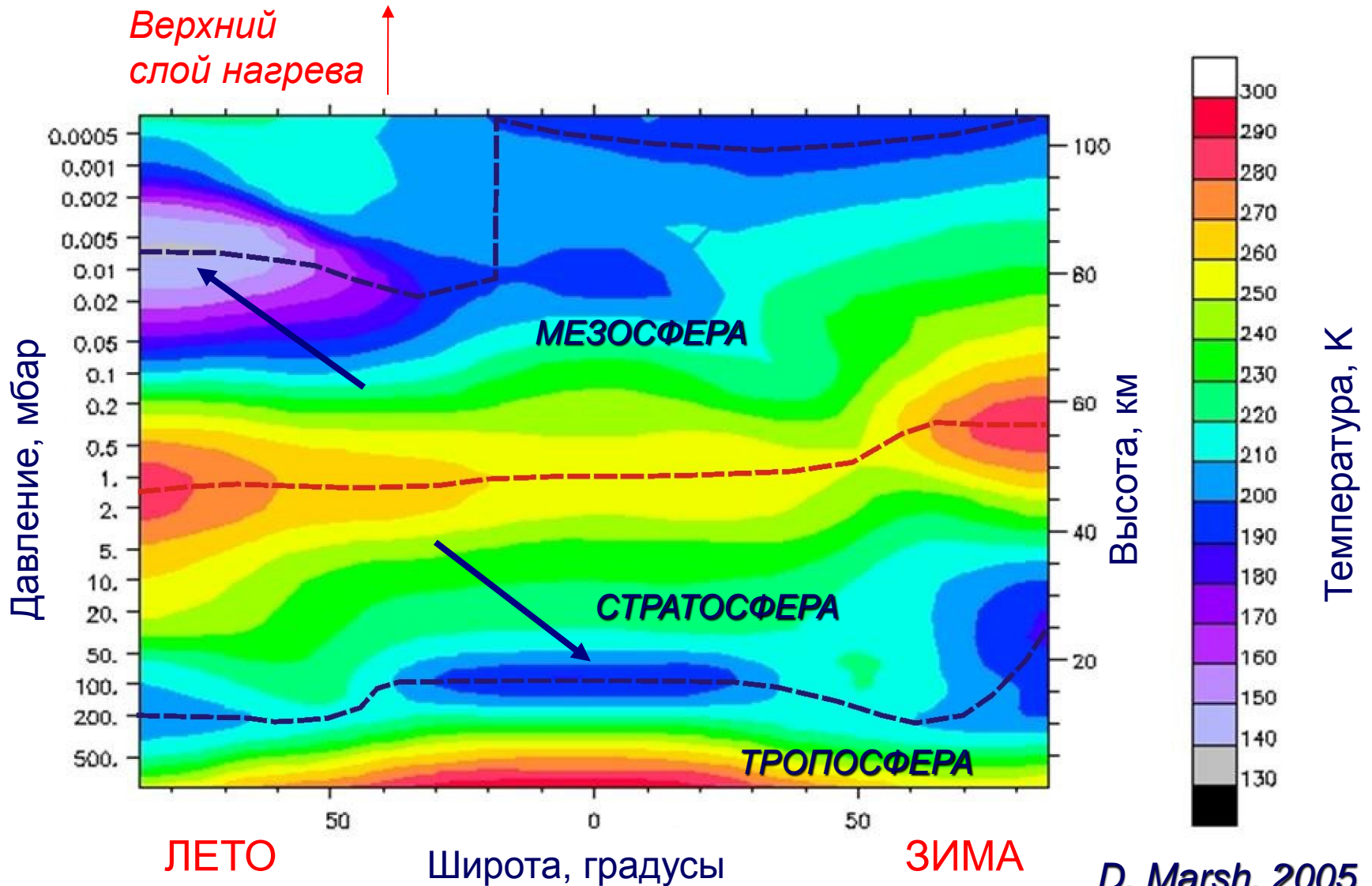
Кислород, озон и УФ-излучение Солнца



Кислород, озон и УФ-излучение Солнца



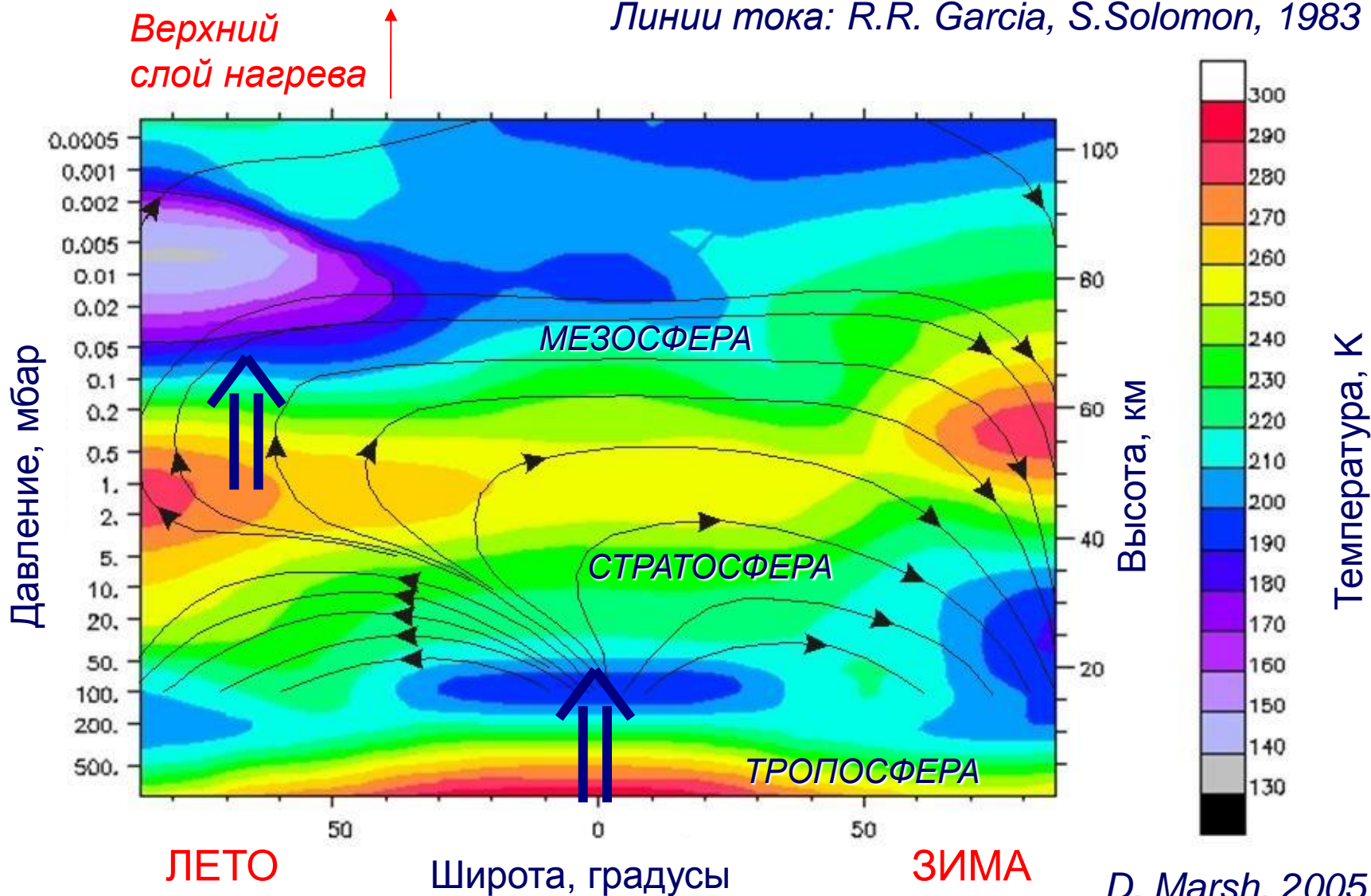
Температура



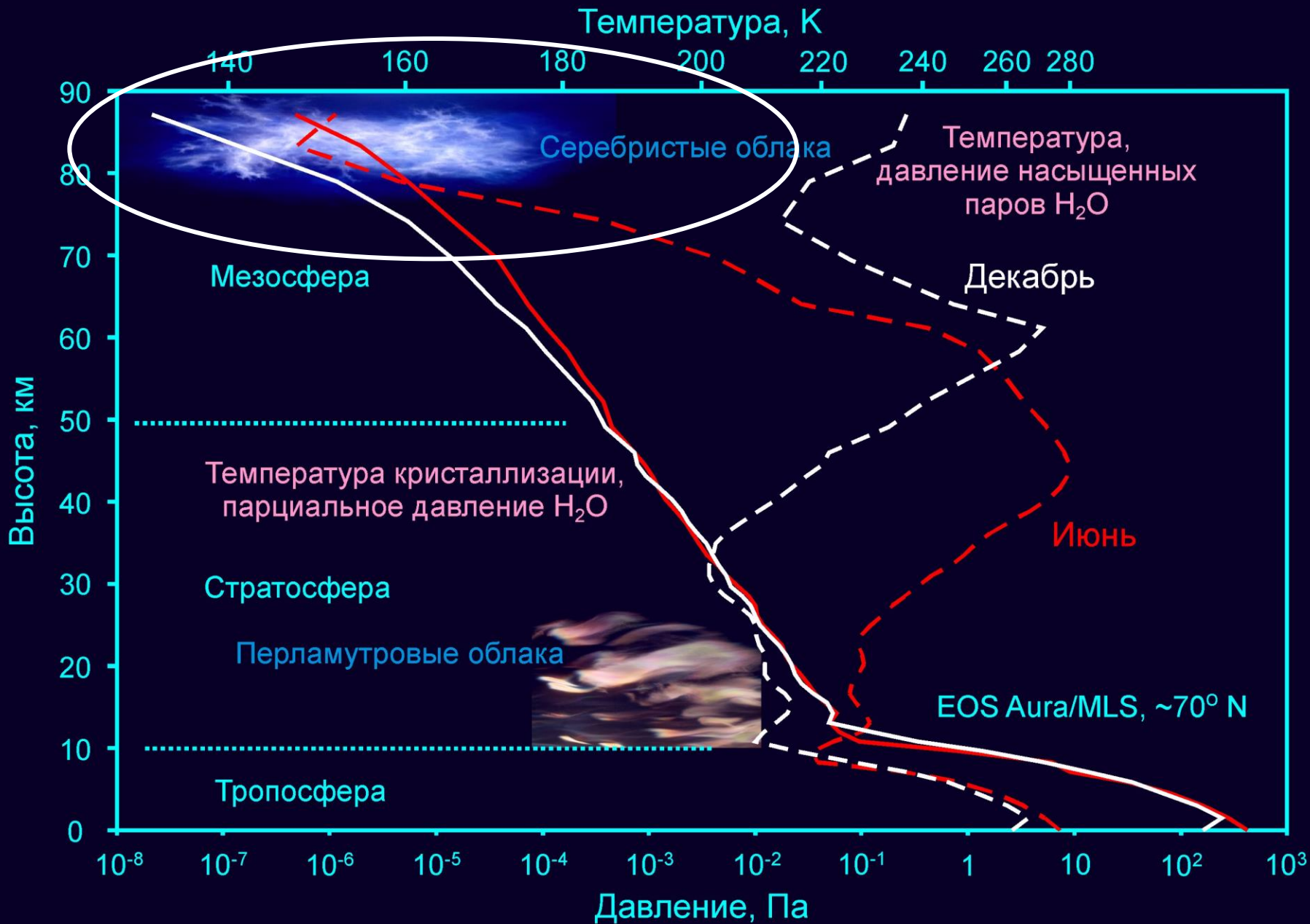
D. Marsh, 2005

Температура

Линии тока: R.R. Garcia, S.Solomon, 1983

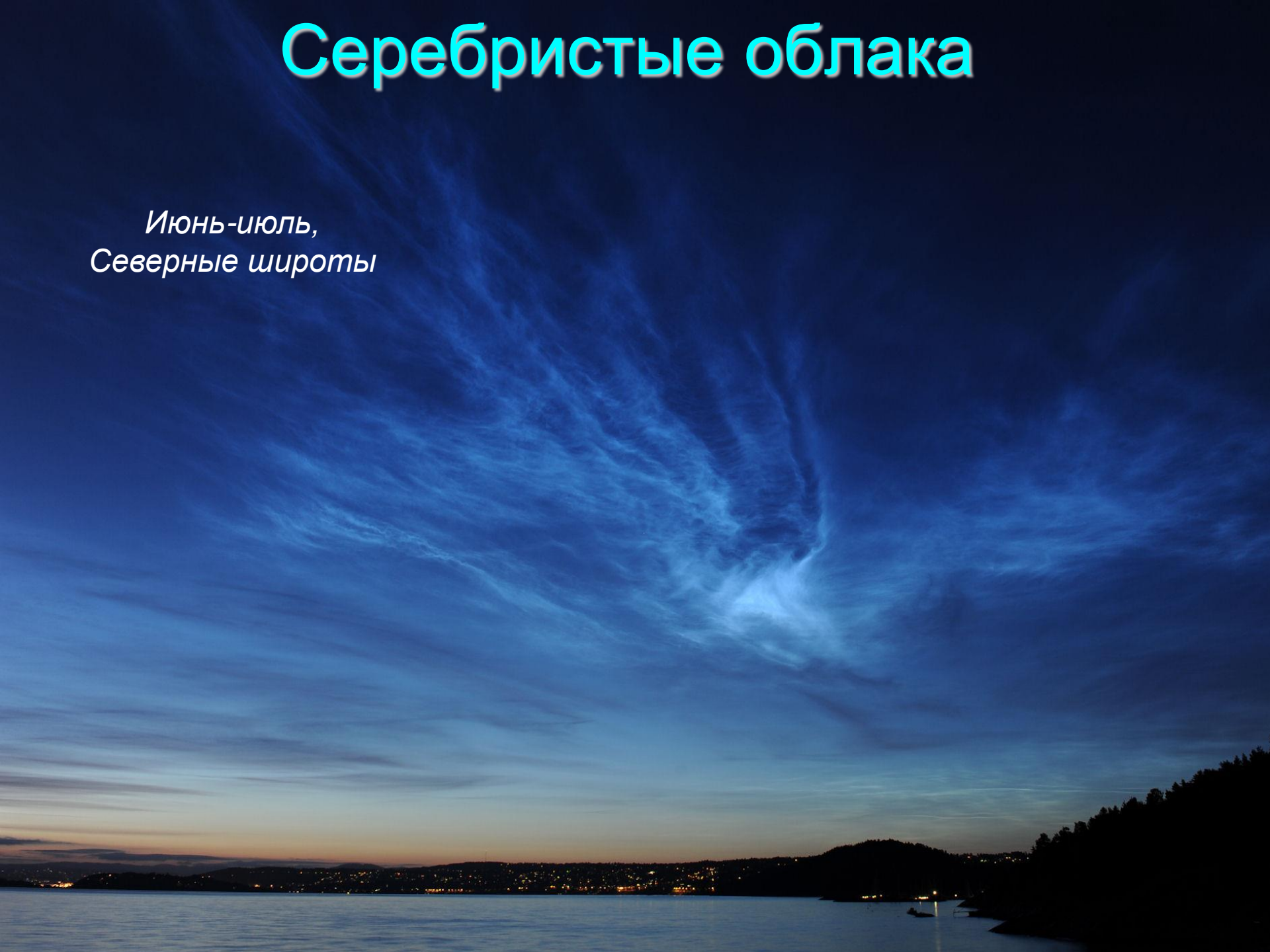


Ледяные частицы



Серебристые облака

*Июнь-июль,
Северные широты*

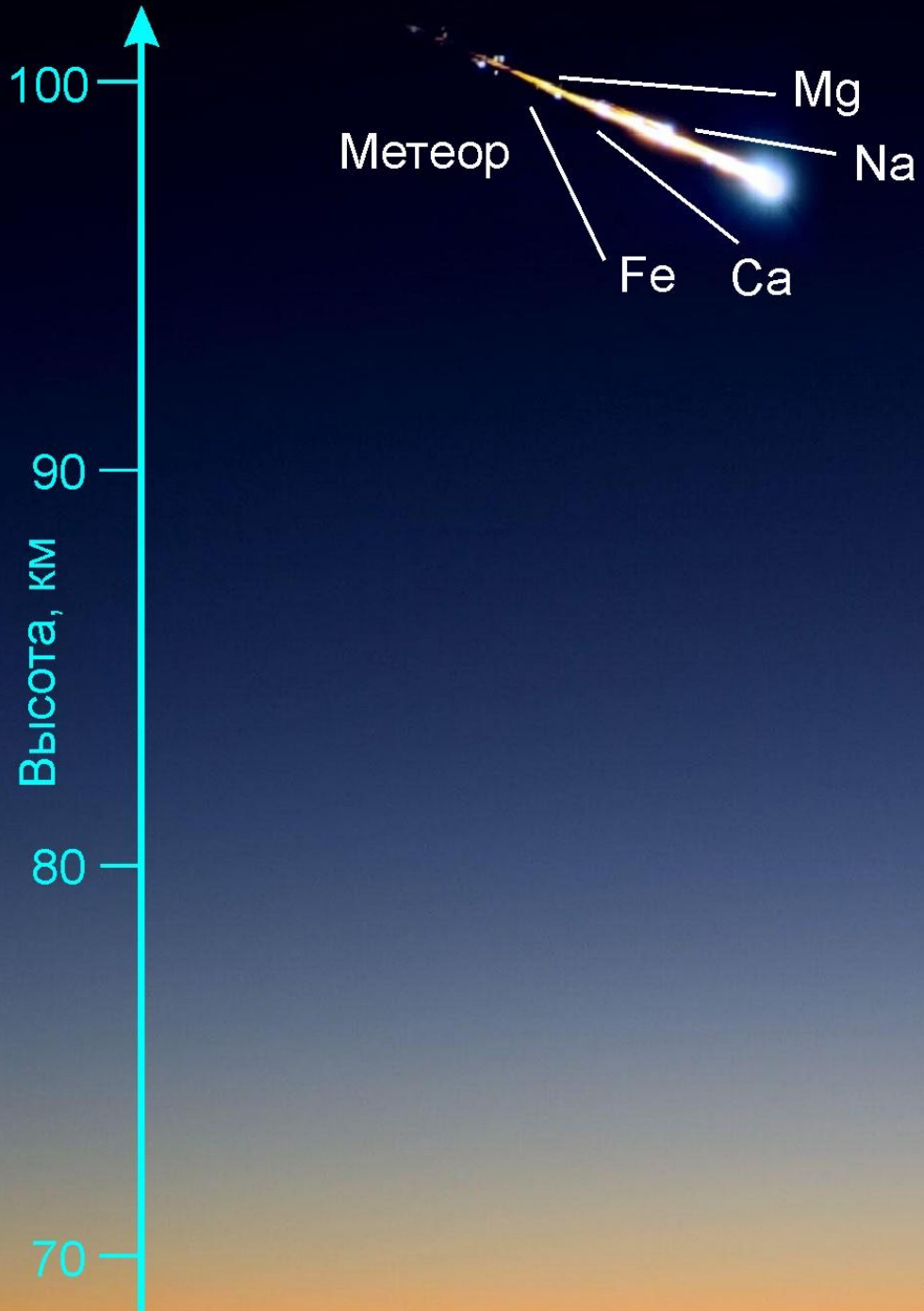


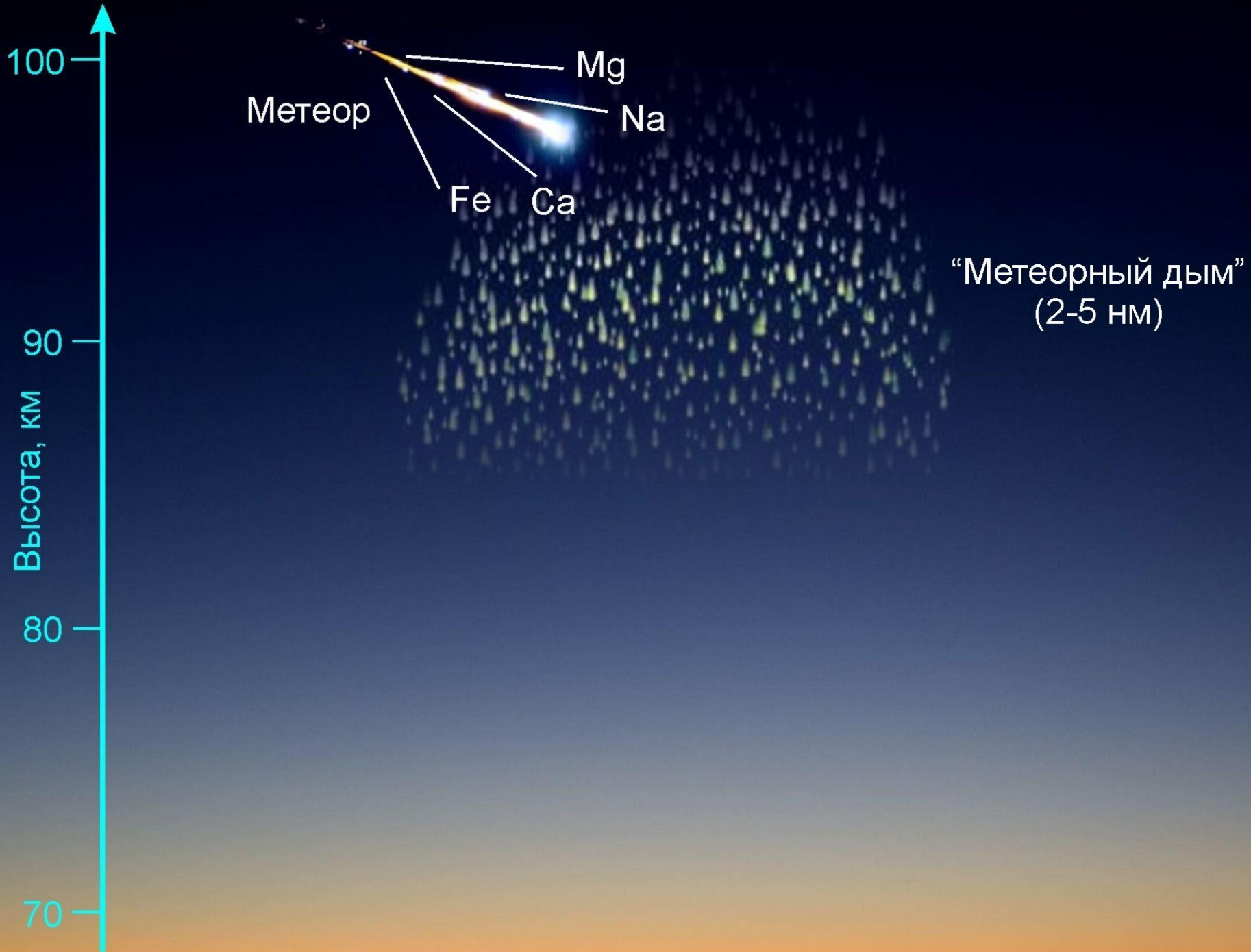
100
90
80
70

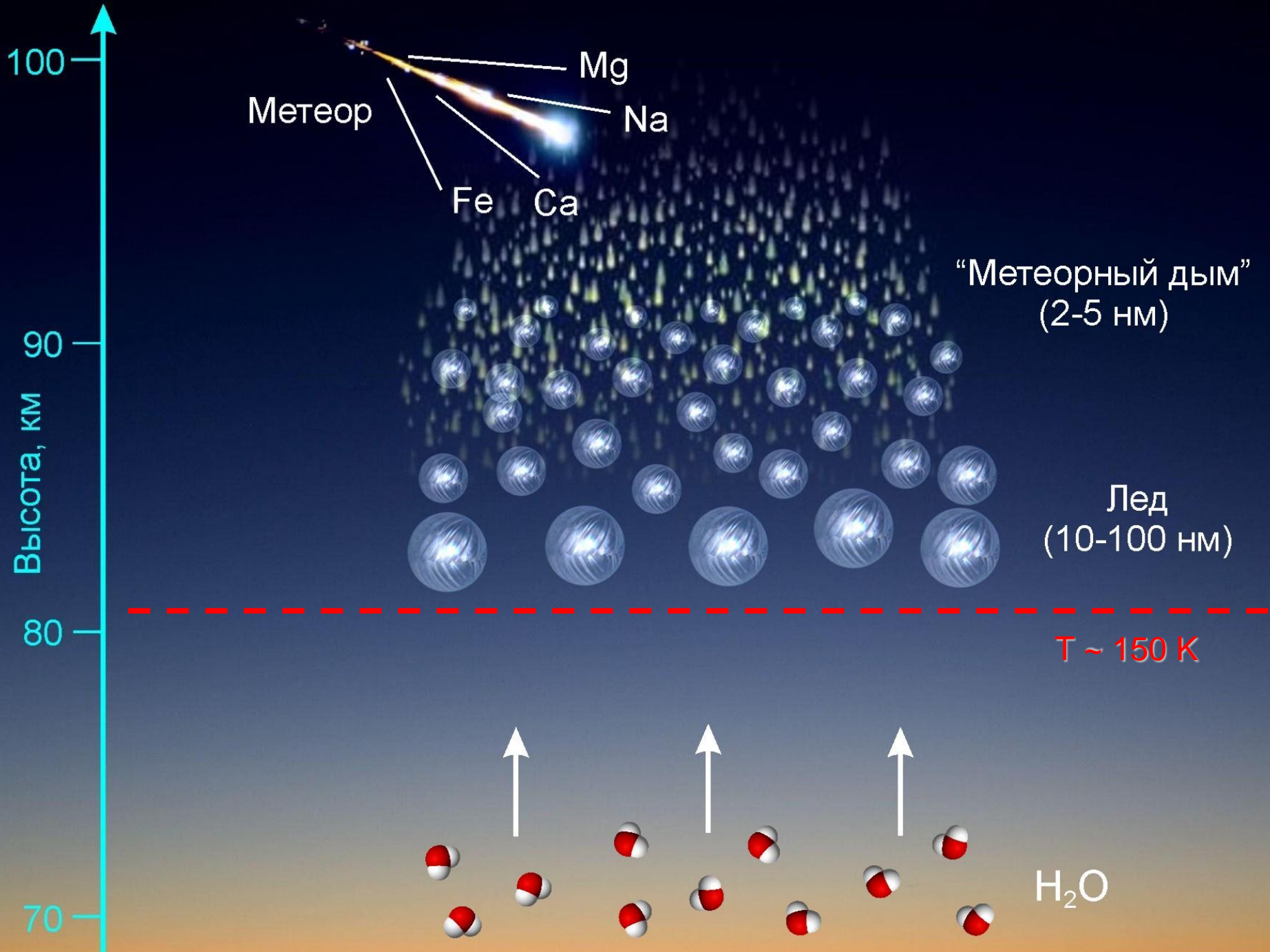
Высота, км

Метеор









Изучение серебристых облаков

Геофизическая
ракета

Искусственный
спутник
Земли

Лидар (лазер+приемник)

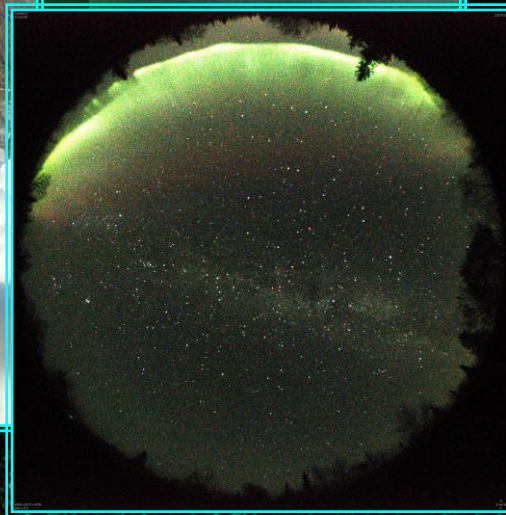
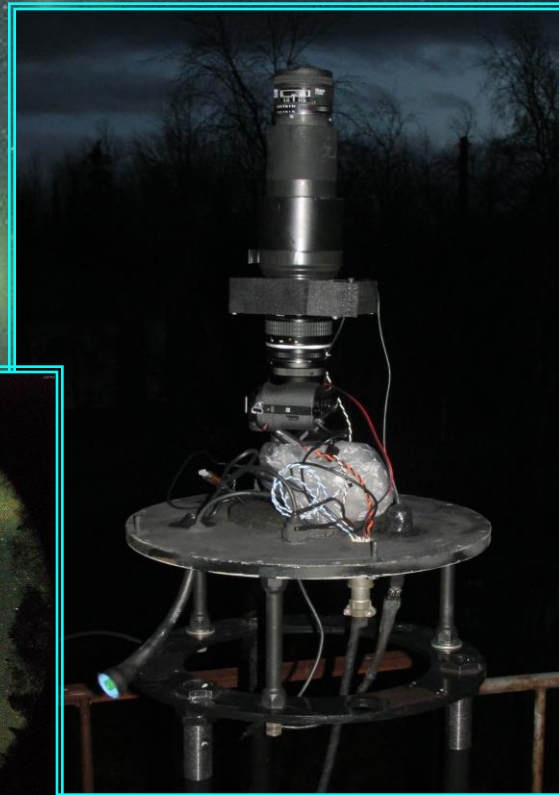


Камеры всего неба

Чепелево,
Московская область
540 нм, поляризация



Ловозеро,
Мурманская область
RGB (463, 526, 590 нм)



5 июля 2015 г.

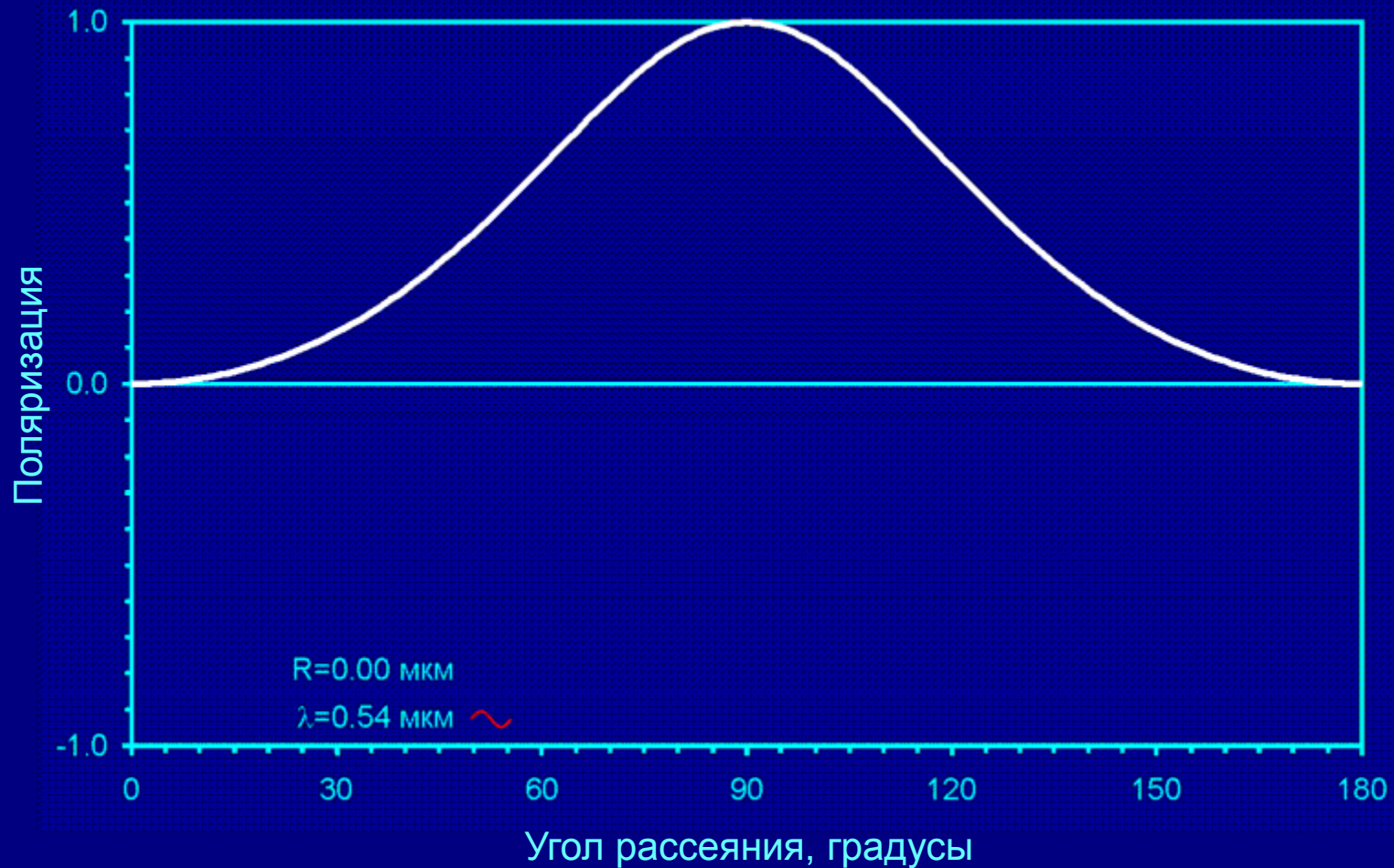


**Поляризационный
фильтр,
540 нм**

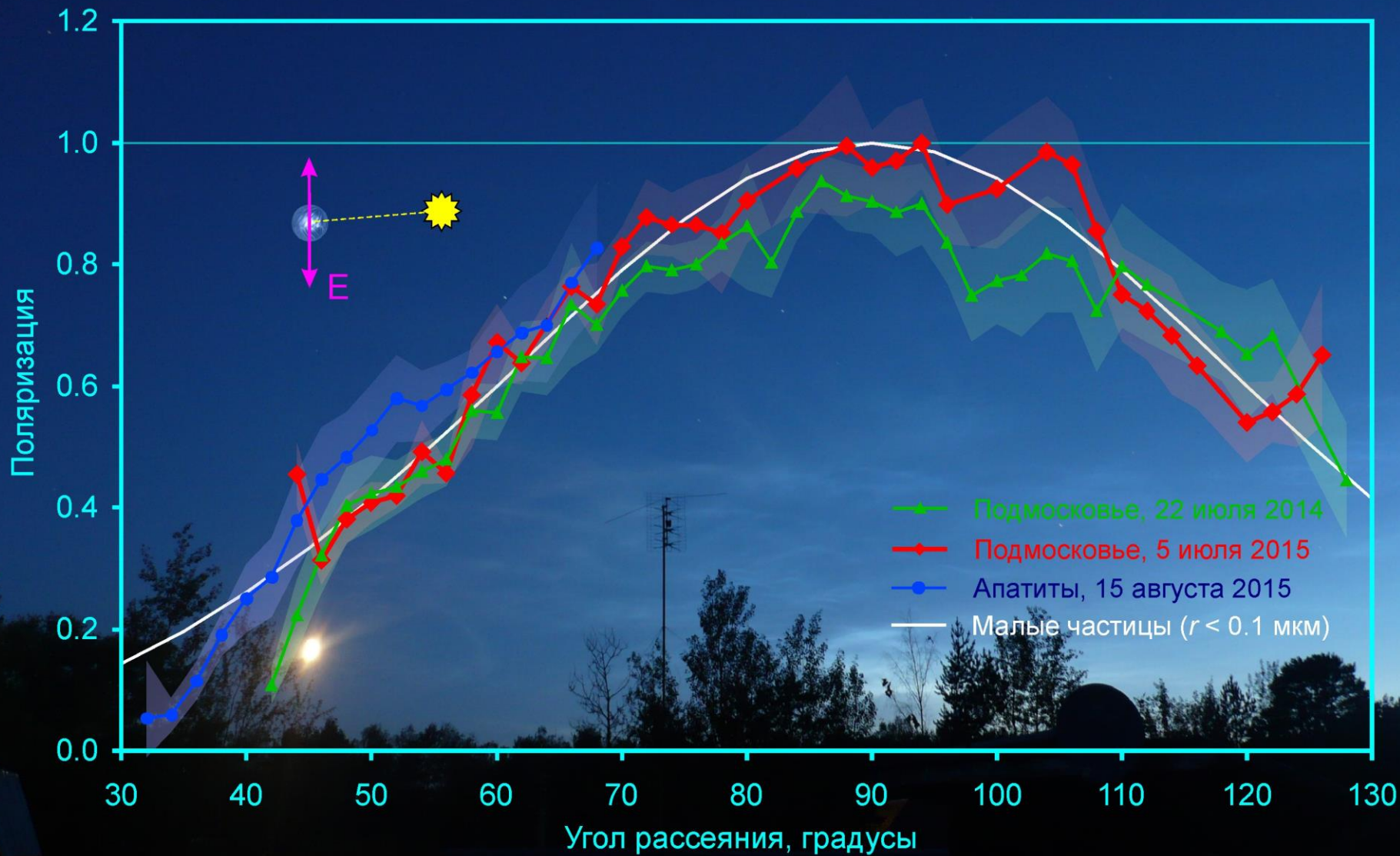


Подмосковье

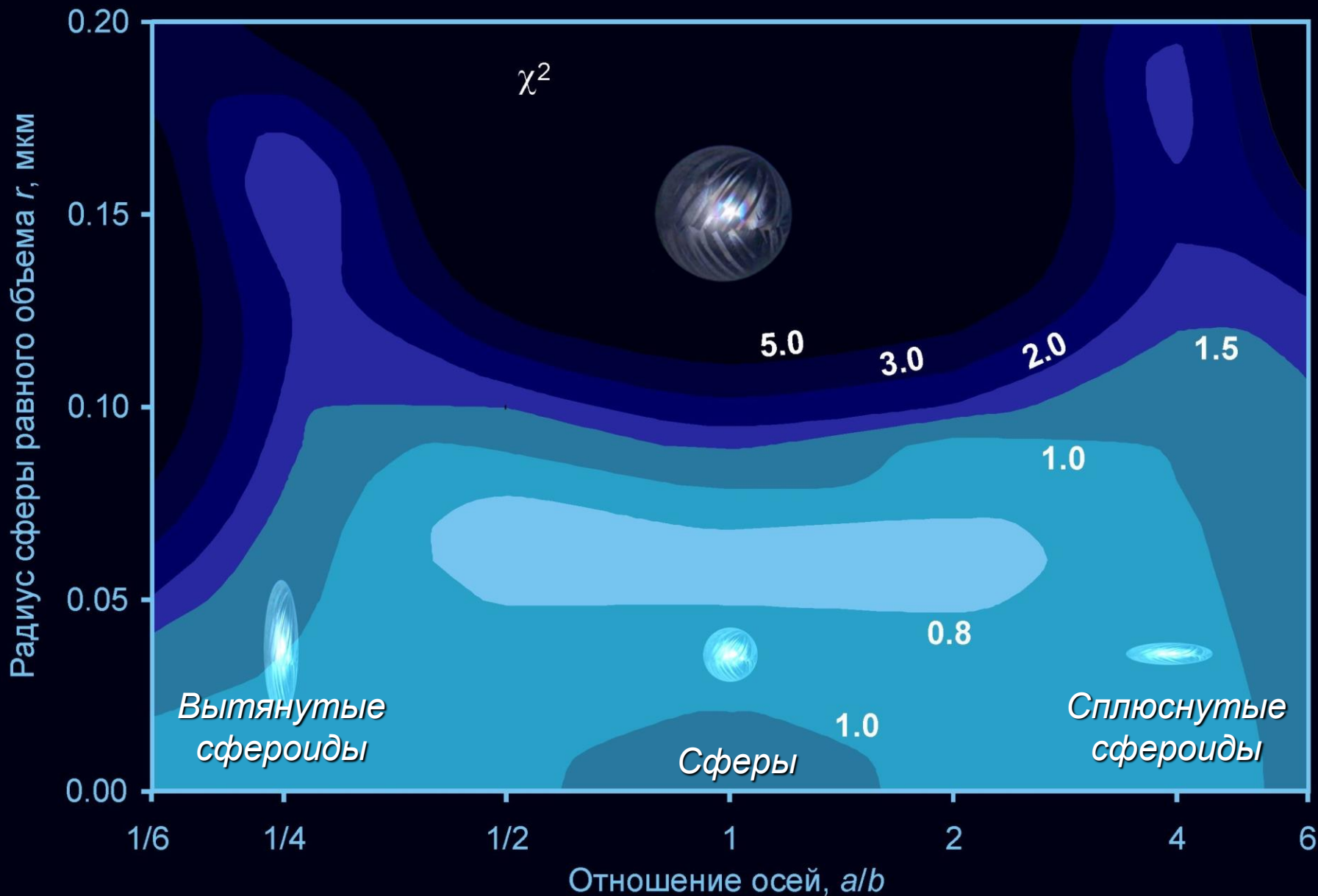
Поляризация на ледяных сферах (теория Ми)



Поляриметрия

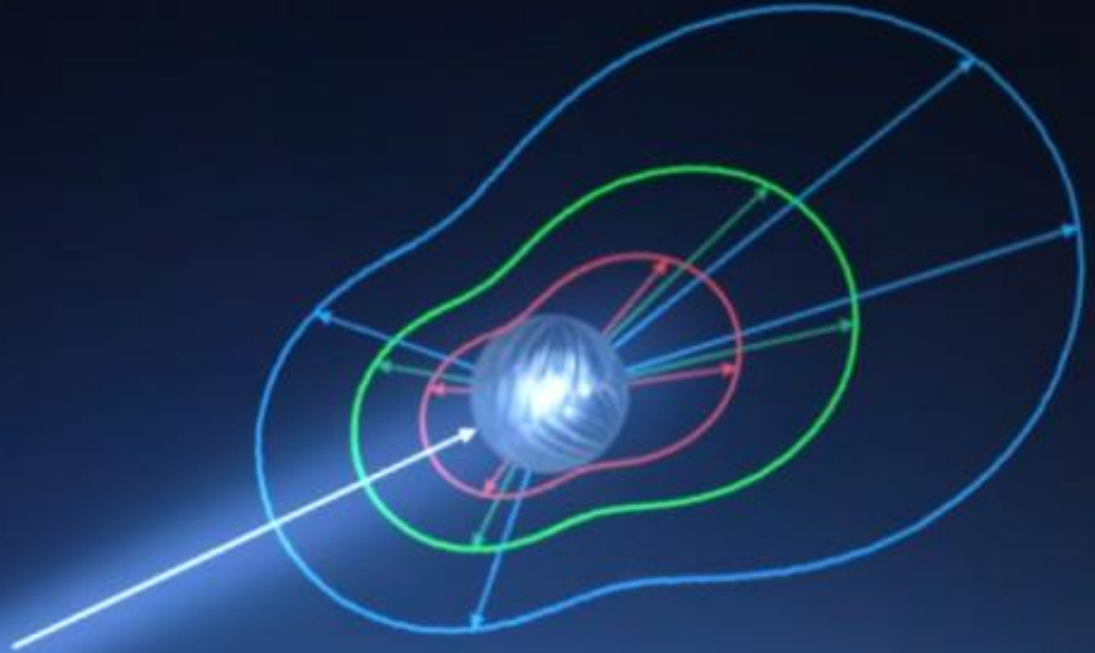


Поляризационный анализ



Рассеяние света

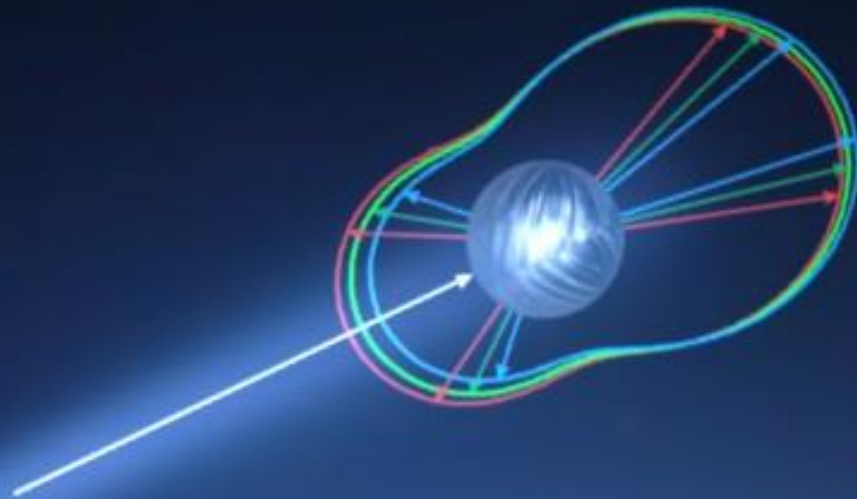
Ледяная сфера, $r = 60$ нм,
 $\lambda = 463, 526, 590$ нм



Рассеяние света

(нормировано на λ^{-4})

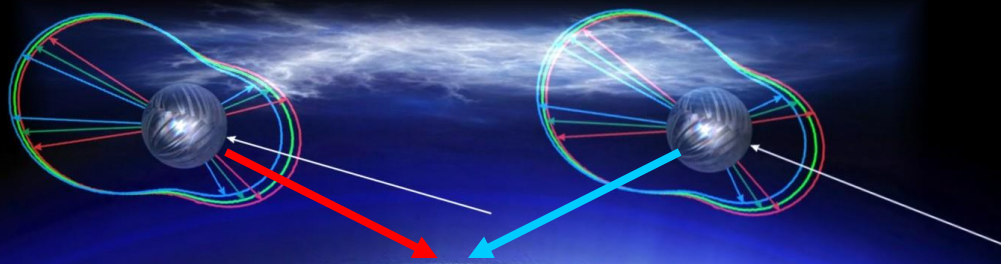
Ледяная сфера, $r = 60$ нм,
 $\lambda = 463, 526, 590$ нм



Цветовой эффект



Ловозеро, ПГИ,
120 кадров в час
12 августа 2016 г.



Другие факторы

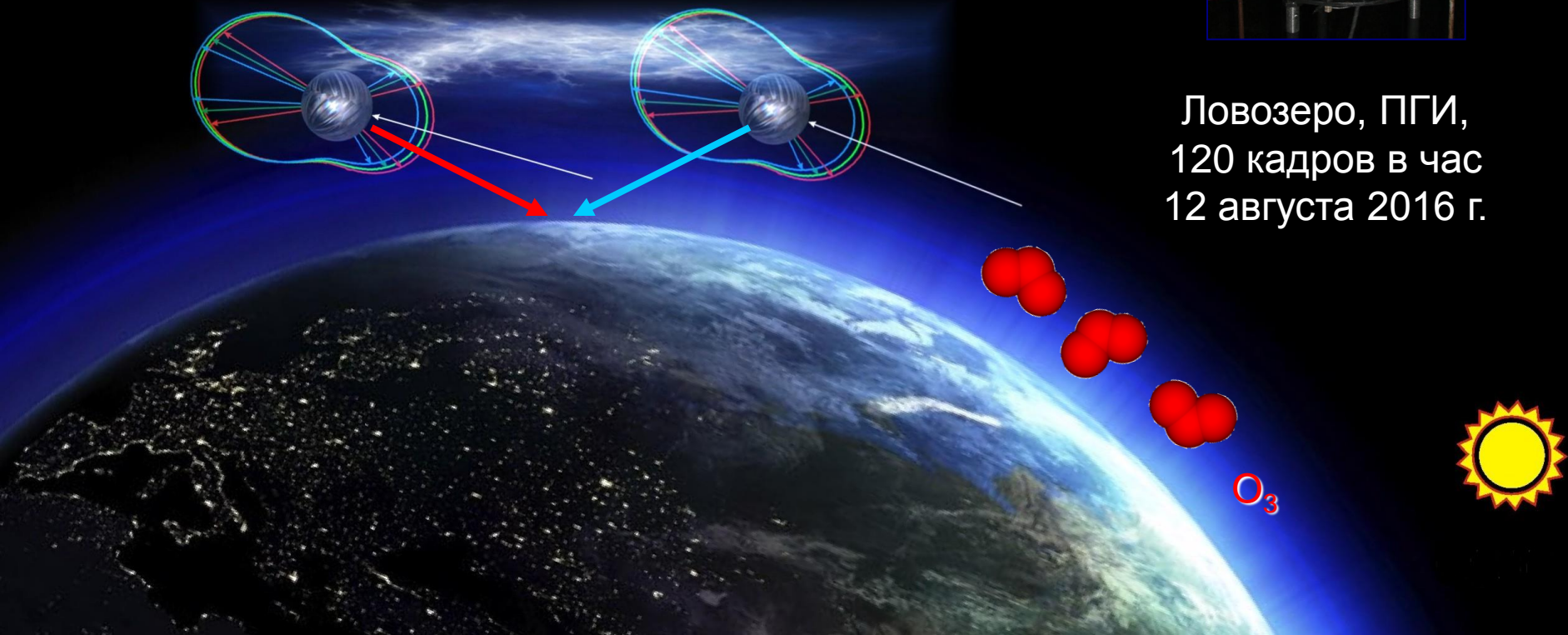
Цвет фона неба;

Разные условия освещения Солнцем:

*Атмосферное ослабление света и поглощение
в полосах Шапюи O_3*



Ловозеро, ПГИ,
120 кадров в час
12 августа 2016 г.

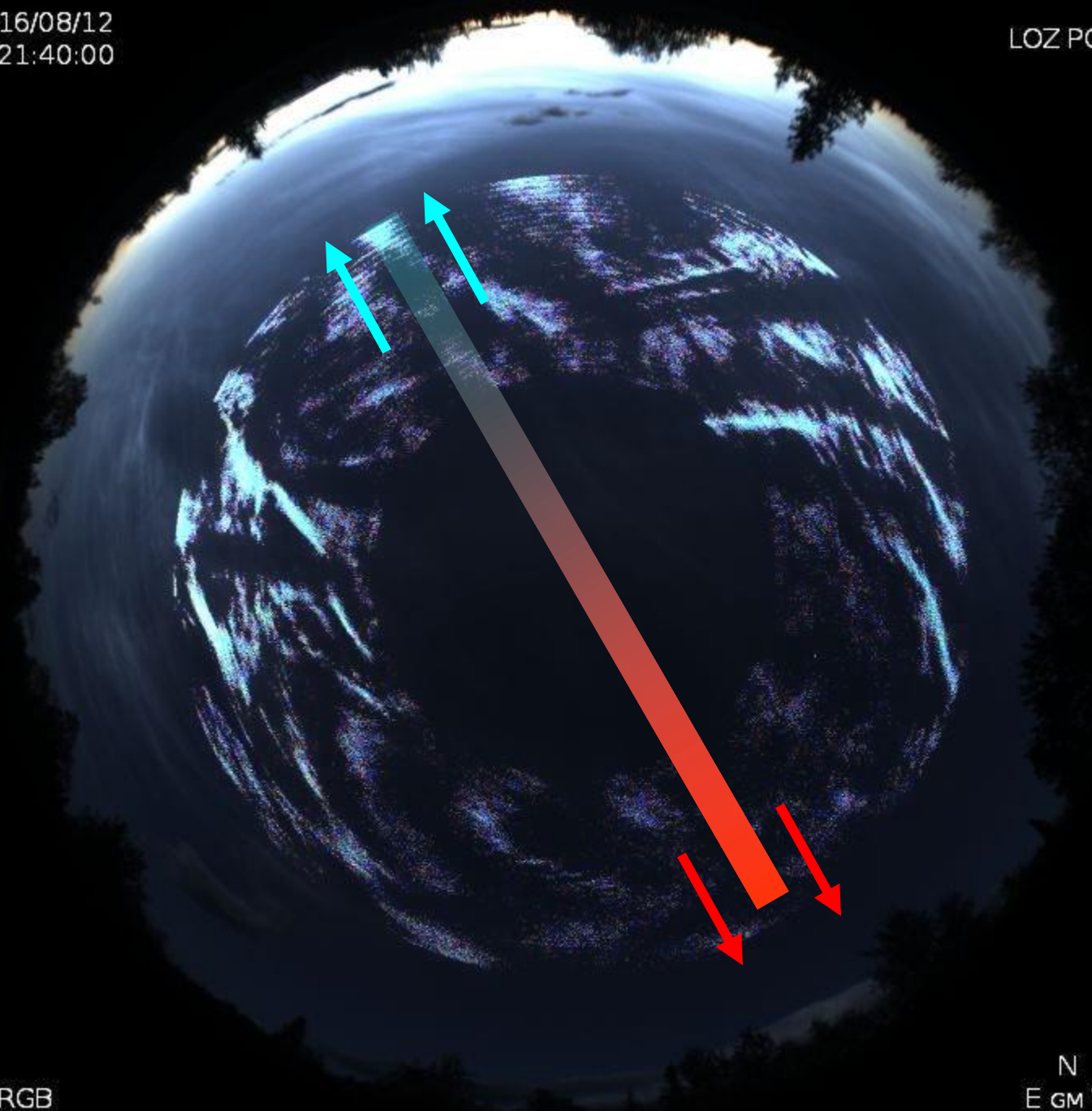


16/08/12
21:40:00

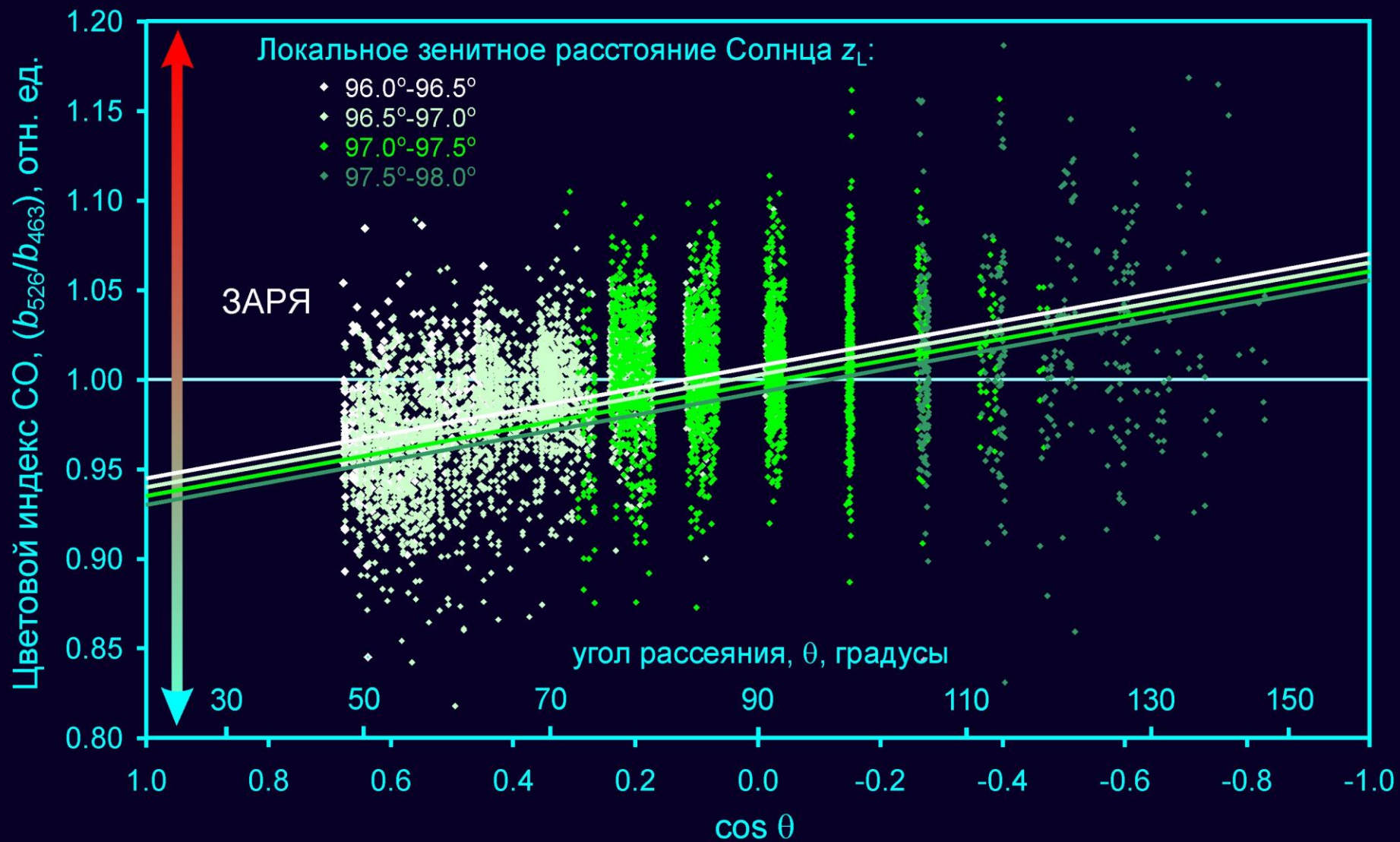
LOZ PGI

RGB
exp 0.25 s

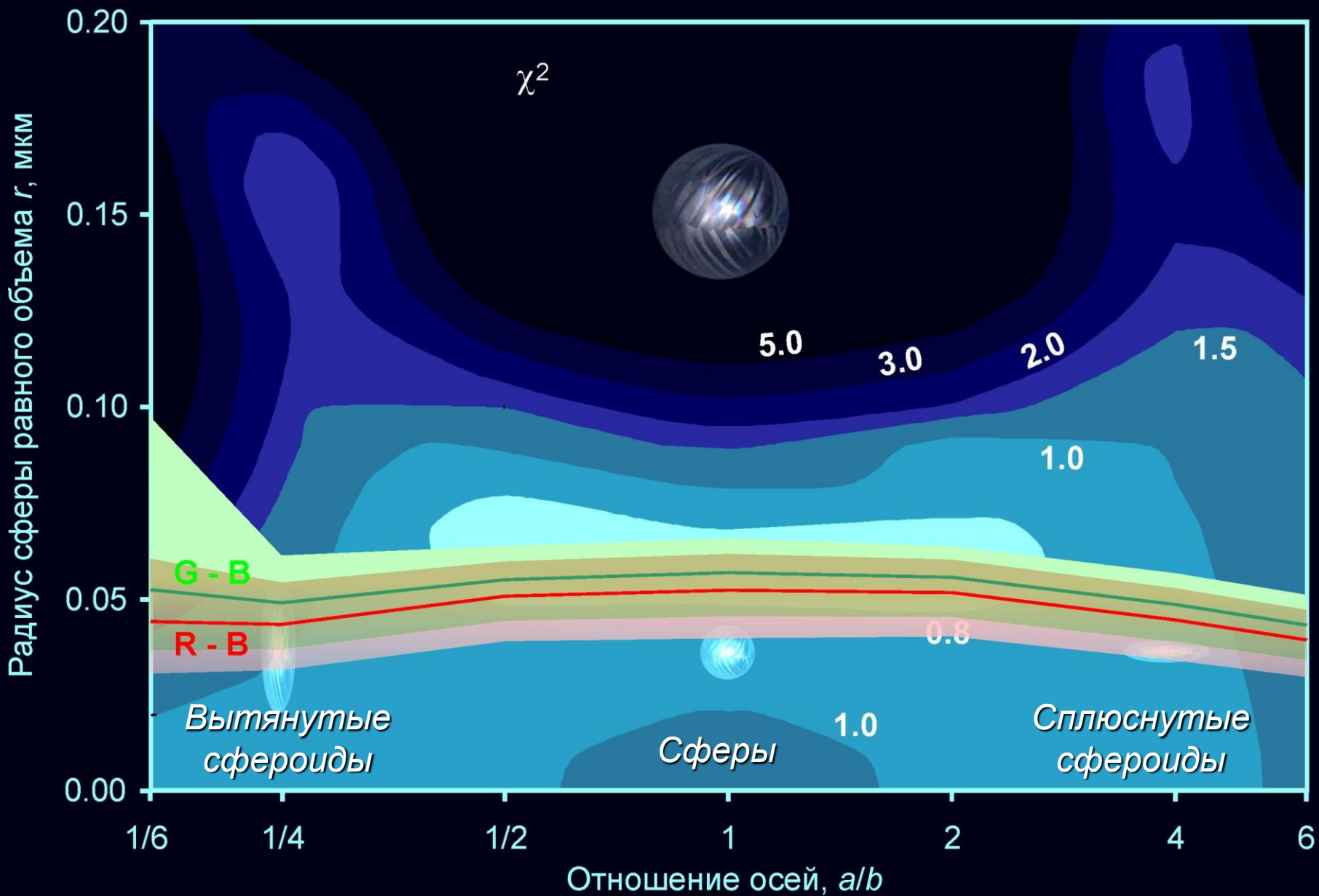
N
E GM W
S



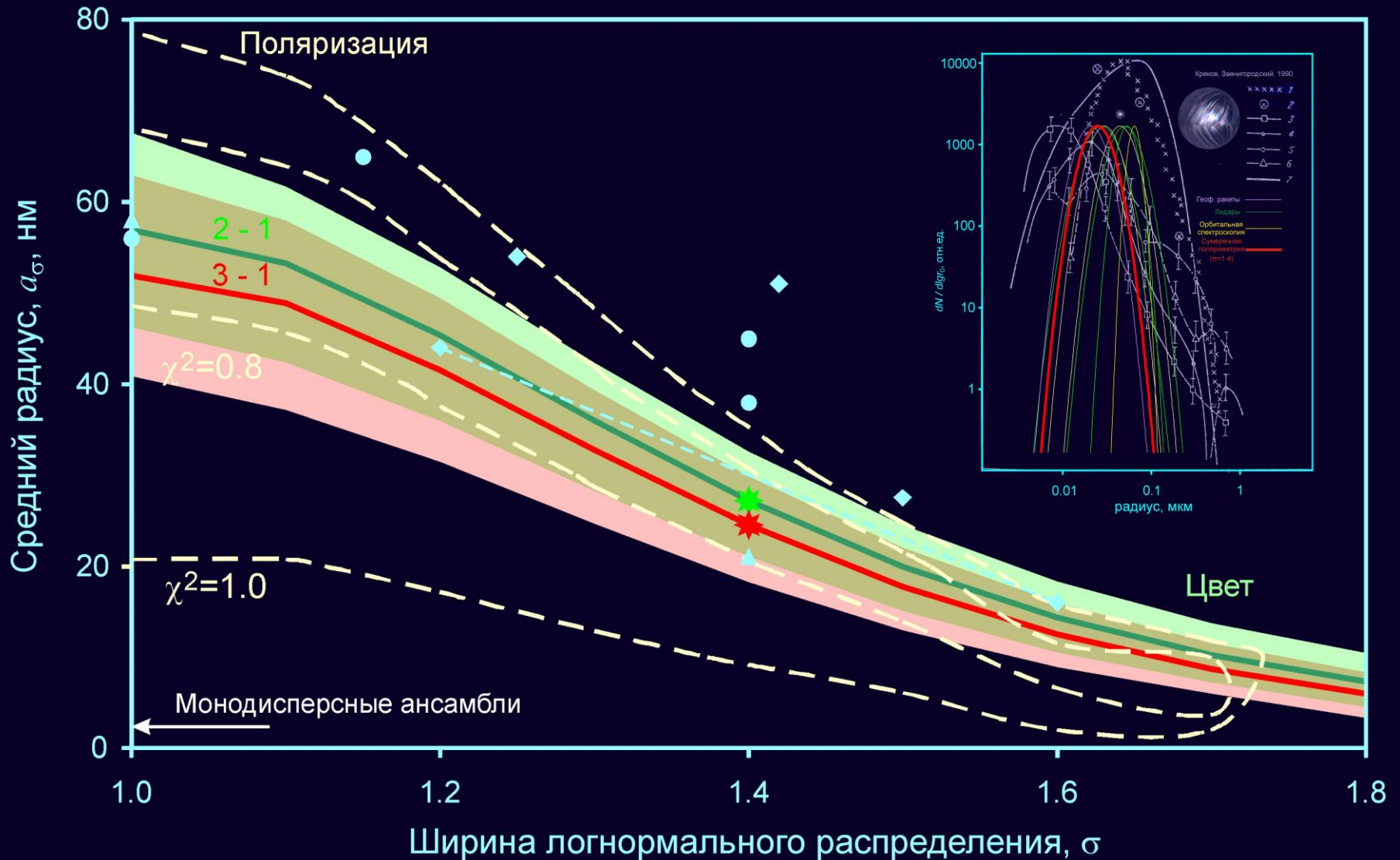
Цвет серебристых облаков



Поляризация + цвет



Логнормальное распределение



Парадокс серебристых облаков



1885

T



H₂O



CH₄



CO₂



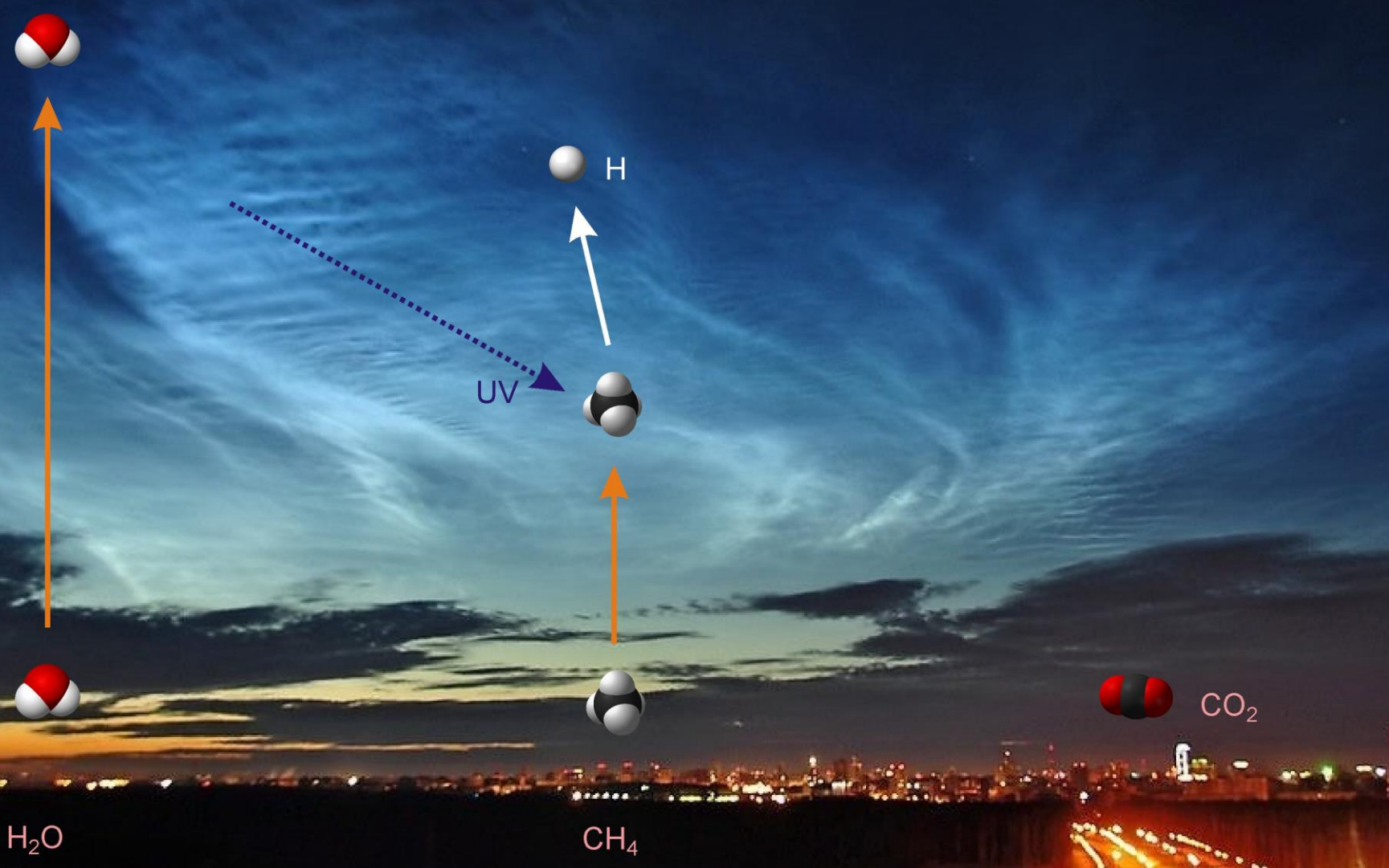
H₂O



CH₄



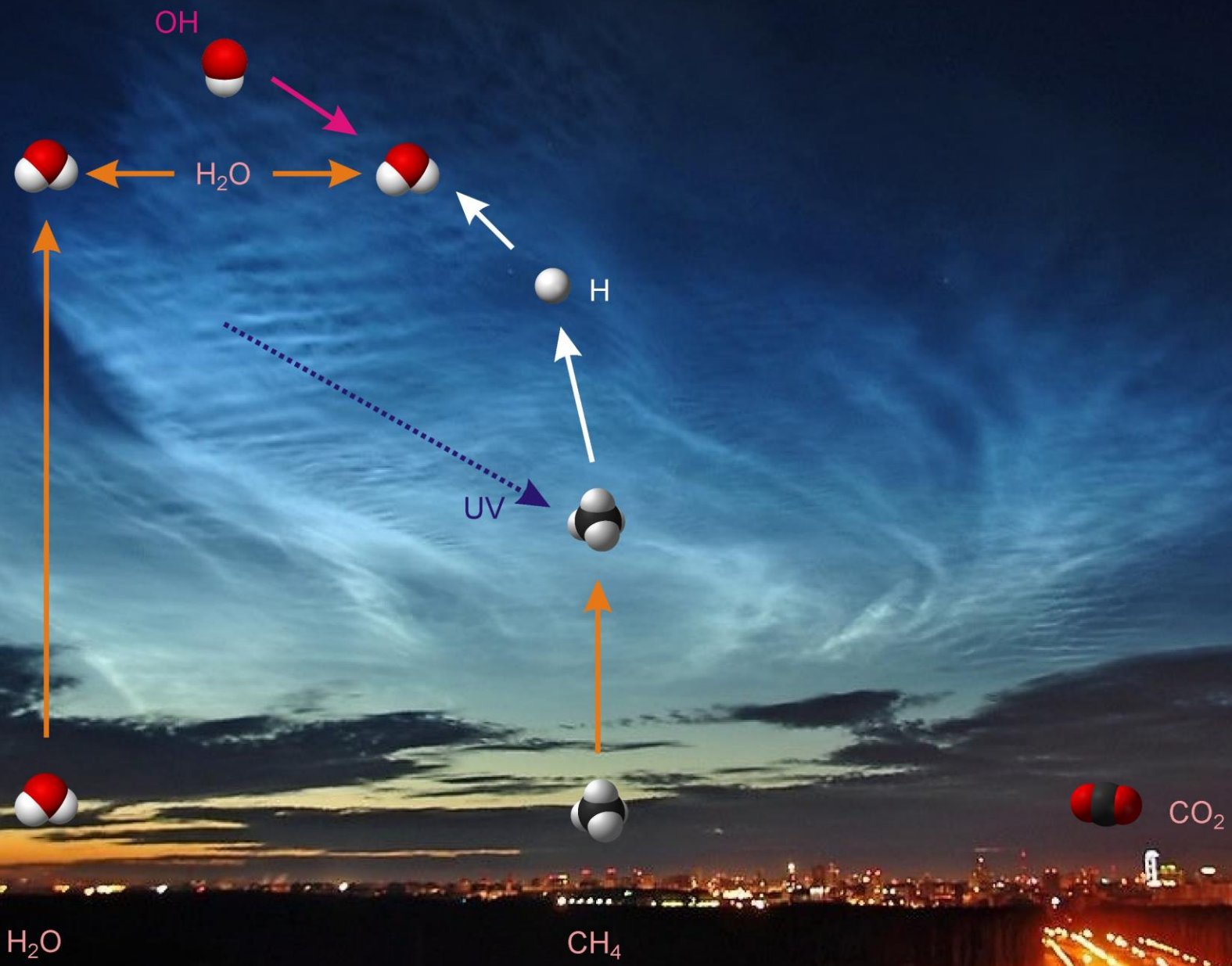
CO₂

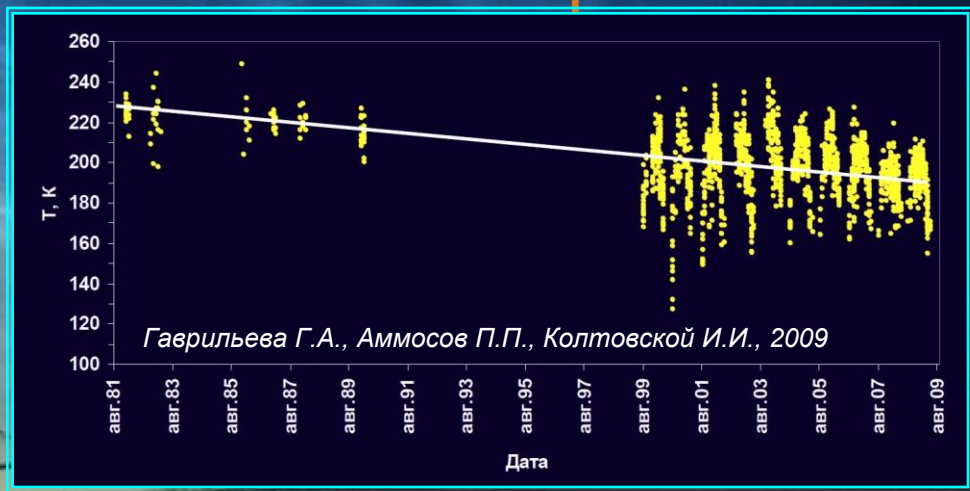
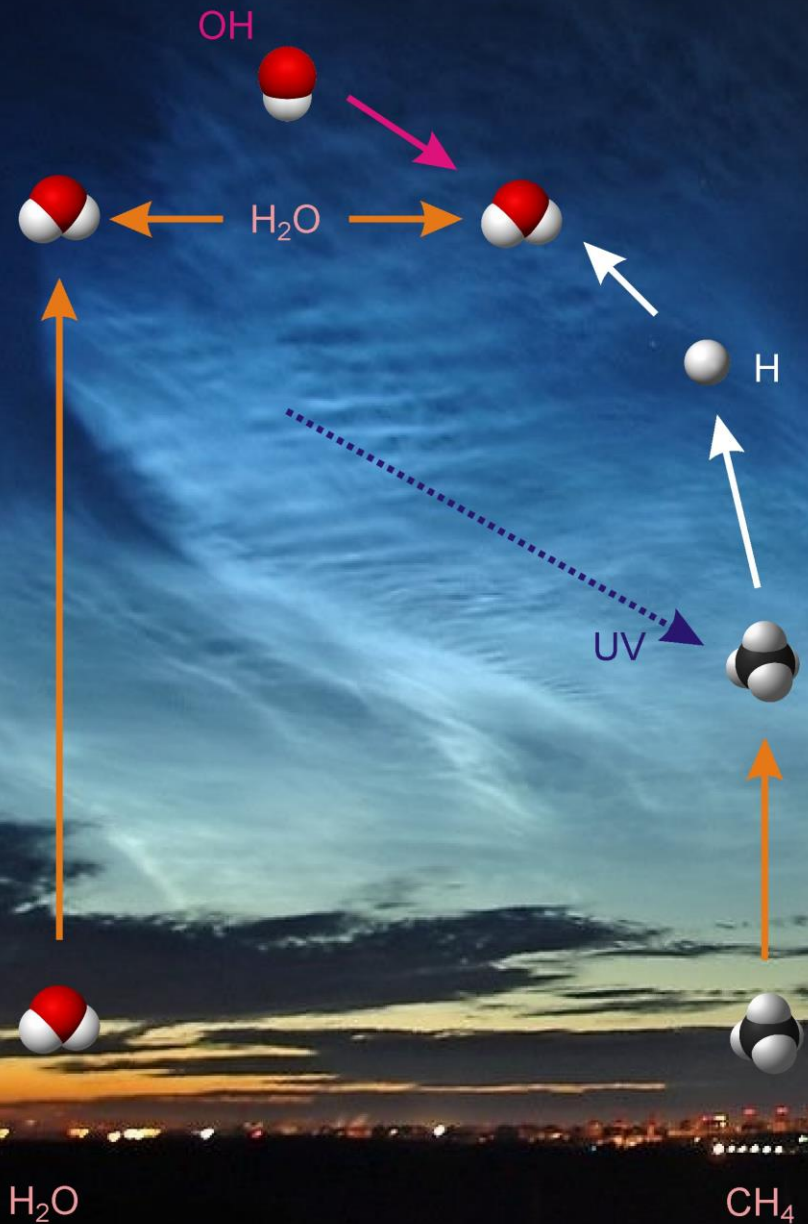


H_2O

CH_4

CO_2





H_2O

CH_4

CO_2

Изменение климата

Похолодание на высоте 80-90 км

Потепление у поверхности Земли



Орбитальные измерения



TIMED / SABER
запуск 2001
излучение CO₂

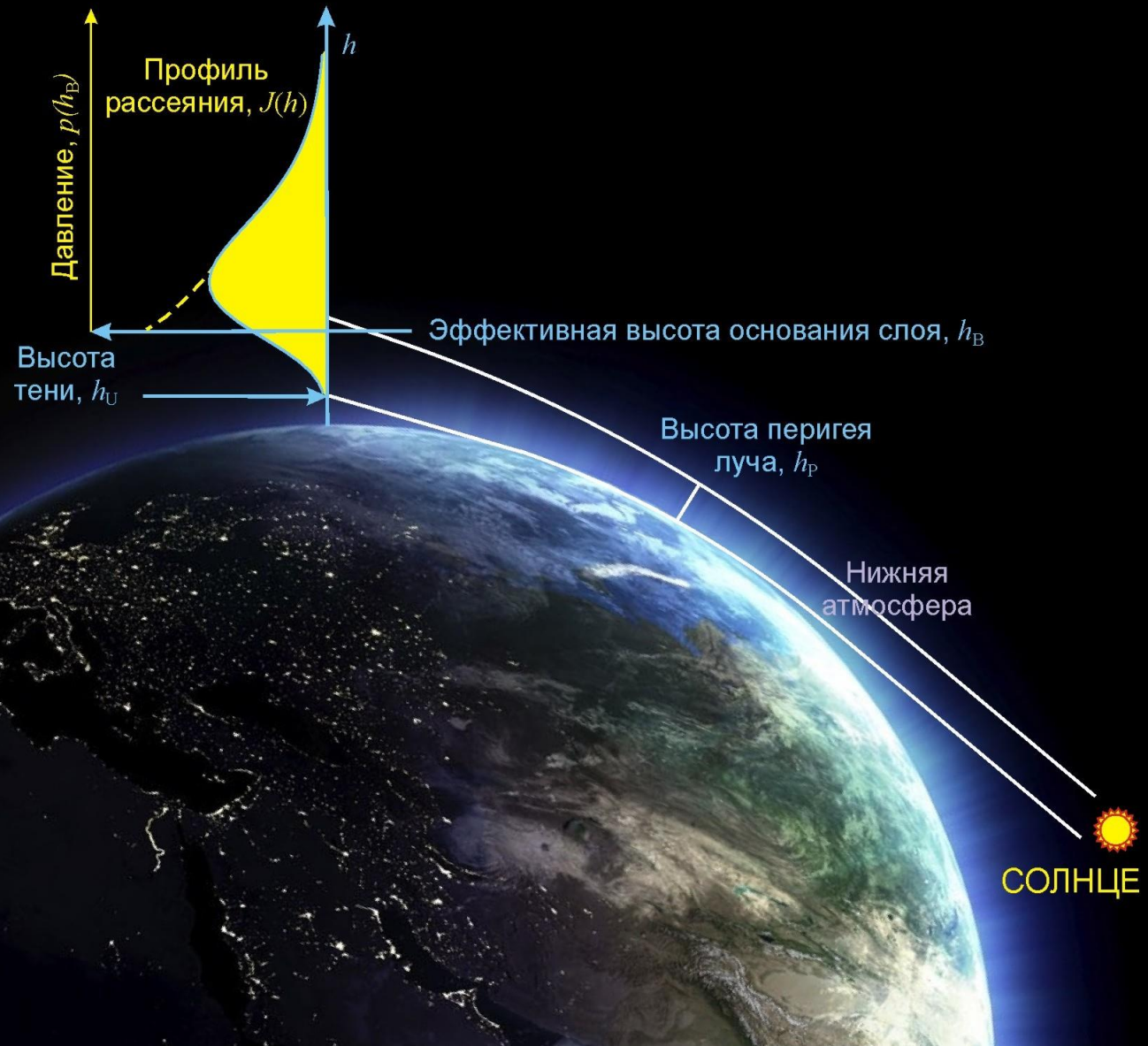
The image shows the TIMED / SABER satellite in orbit. It has a white cylindrical body with two large, rectangular solar panel arrays extending outwards. The satellite is positioned in the upper left quadrant of the frame, with a view of the Earth's surface below.



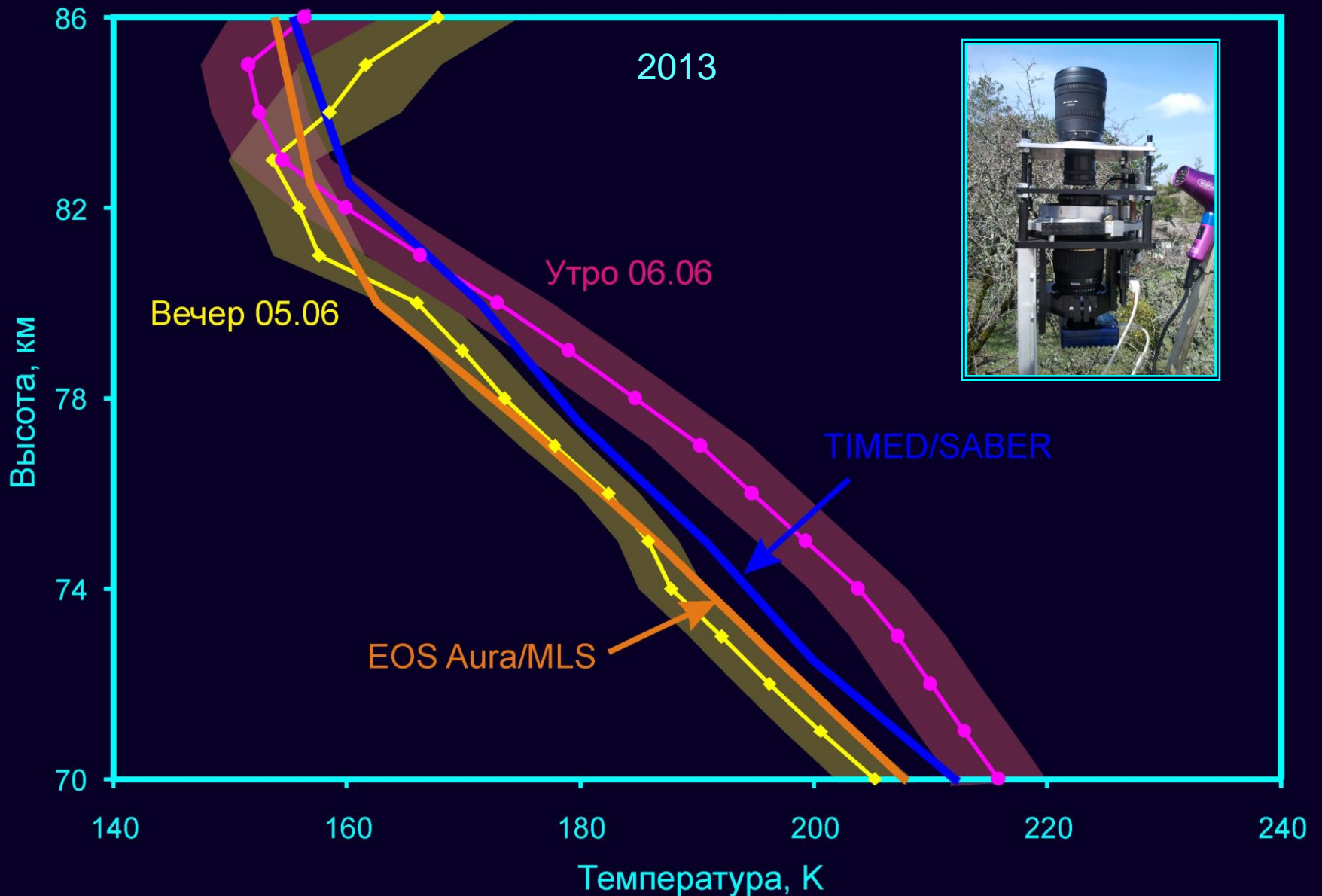
EOS Aura / MLS
запуск 2004
излучение O₂

The image shows the EOS Aura / MLS satellite in orbit. It has a yellow and white rectangular body with a large, flat solar panel array extending outwards. The satellite is positioned in the lower right quadrant of the frame, with a view of the Earth's surface below.

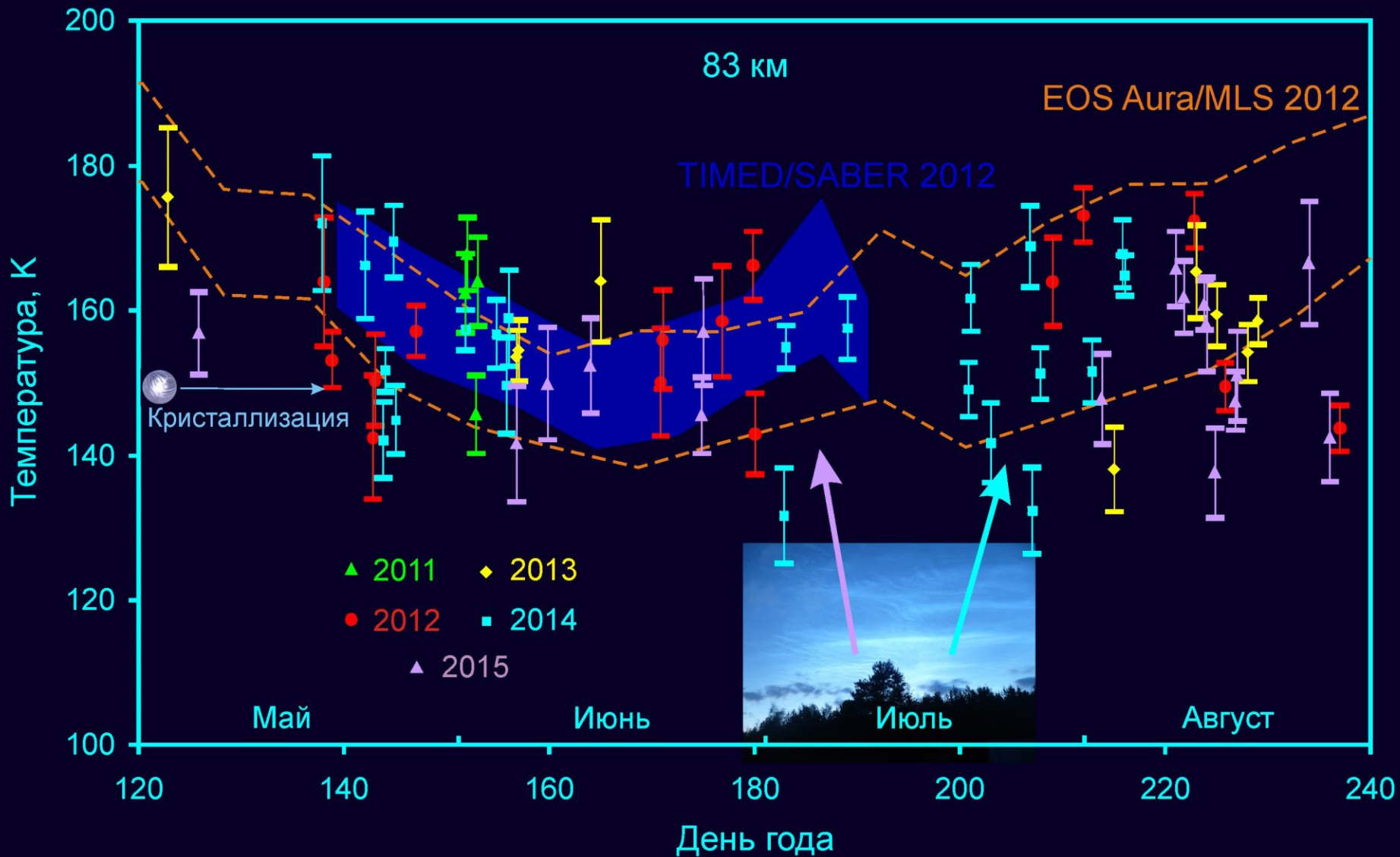
Измерения фона сумеречного неба



Профиль температуры



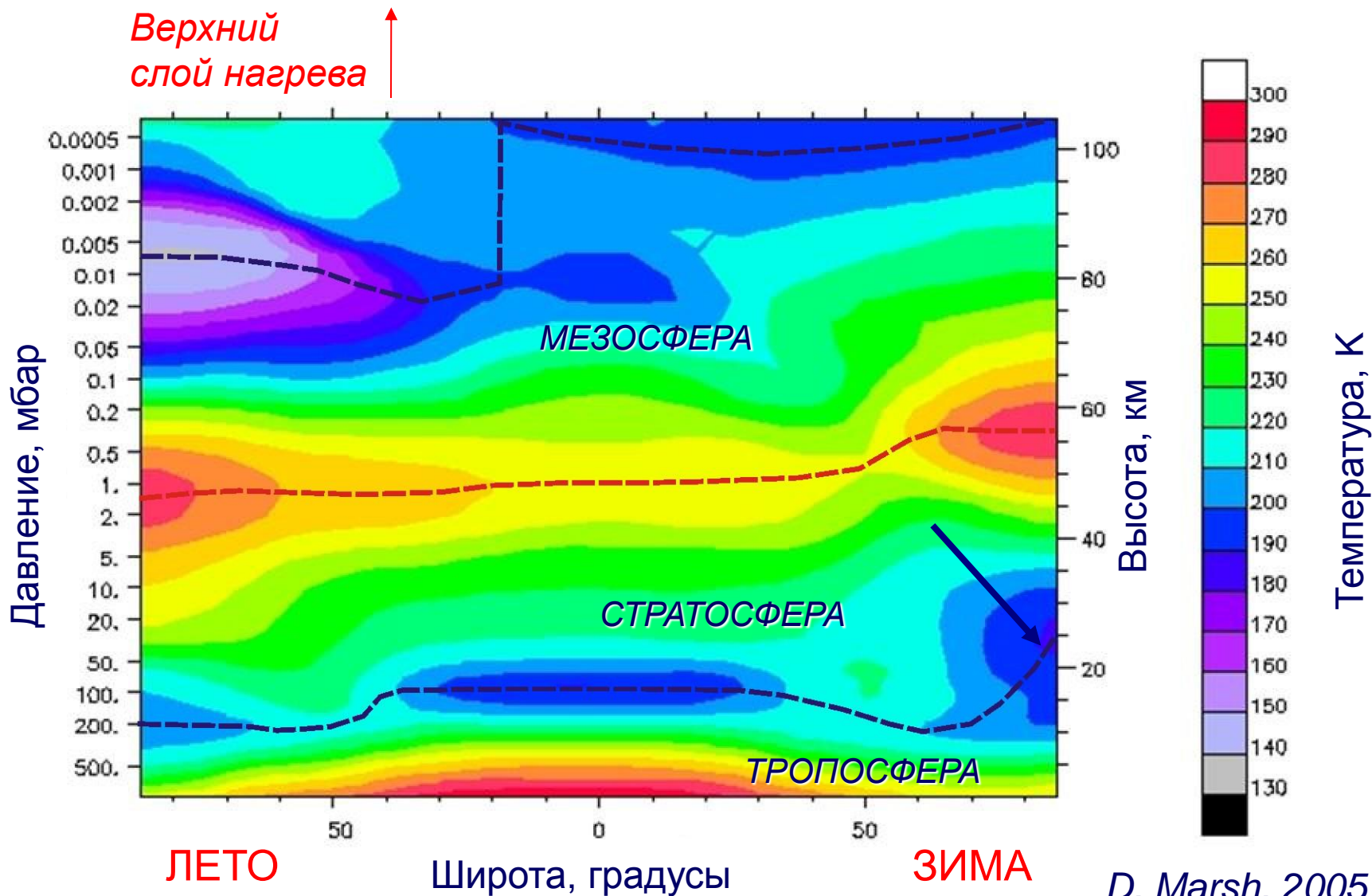
Температура



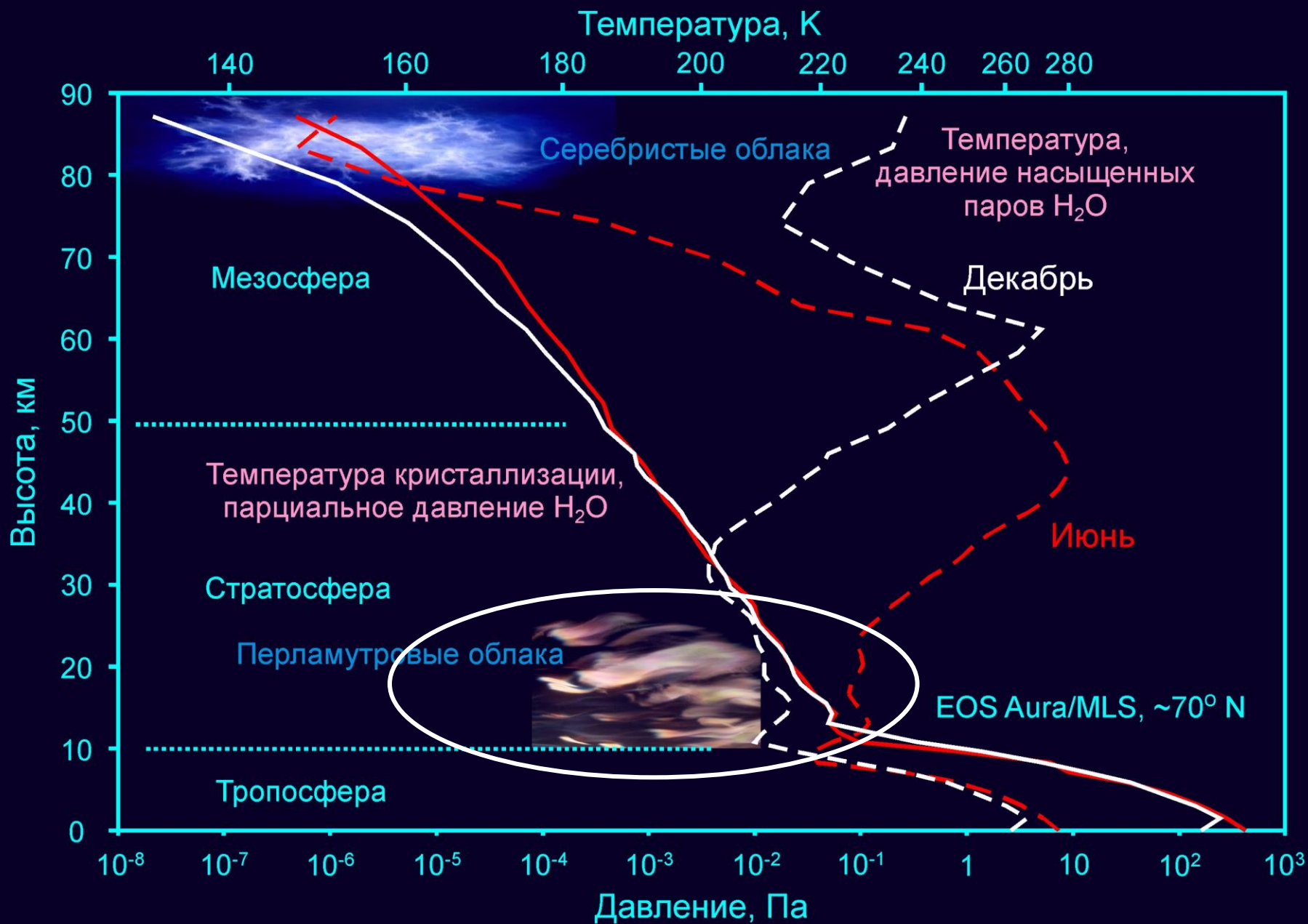
Стратосфера

A photograph taken from space showing the Earth's atmosphere. The image displays the curvature of the planet and the distinct layers of the atmosphere. The lower atmosphere (troposphere) is filled with white, puffy clouds. Above this, the stratosphere is visible as a layer of lighter blue and white haze. The upper atmosphere (mesosphere and thermosphere) shows a gradient of colors from light blue to deep blue and purple. The word "Стратосфера" is overlaid in the center in a light blue, sans-serif font.

Температура



Ледяные частицы



Перламутровые облака

*Мурманск, 27.1.2016
Б.В. Козелов*



*Полусферный поляриметр,
ПГИ, г. Апатиты*



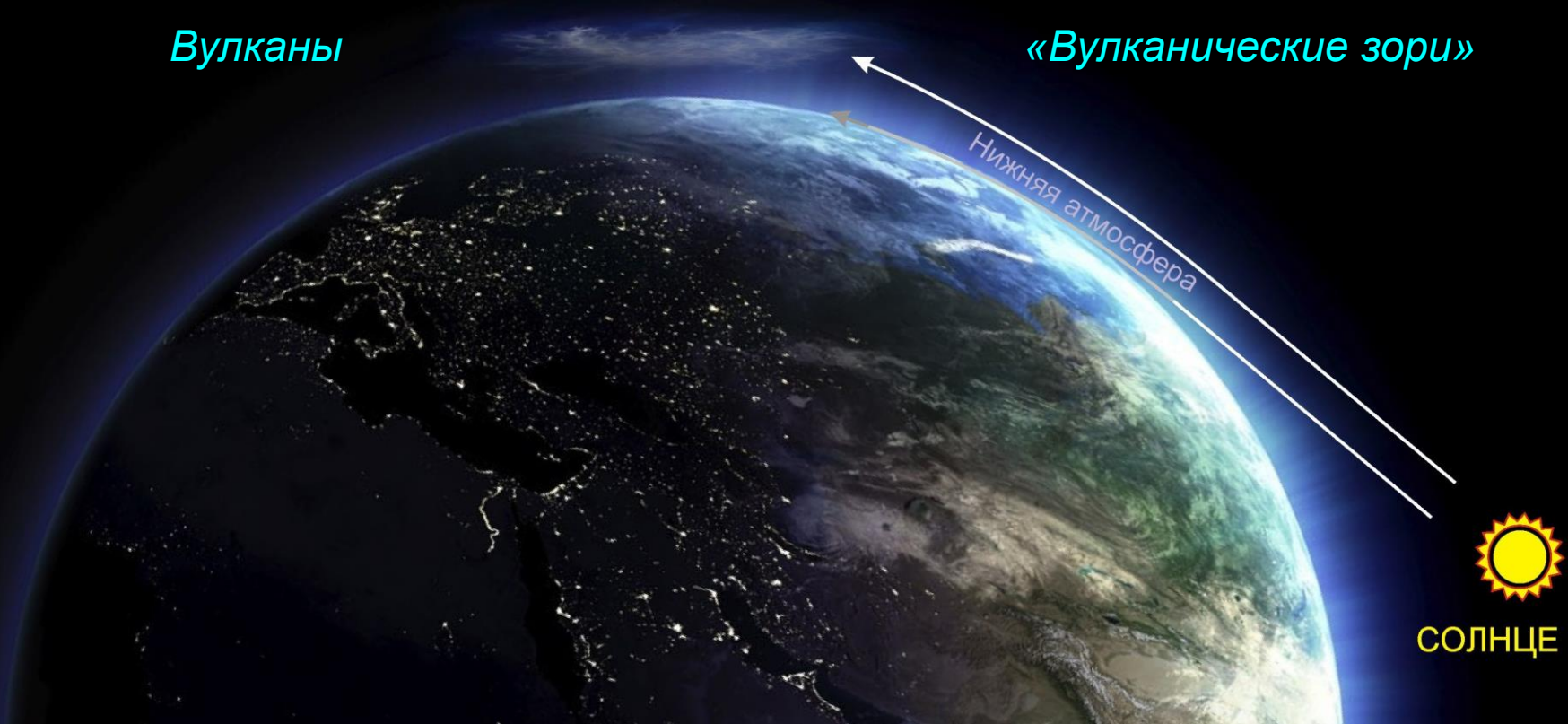
Сумерки



Вулканы



«Вулканические зори»



СОЛНЦЕ

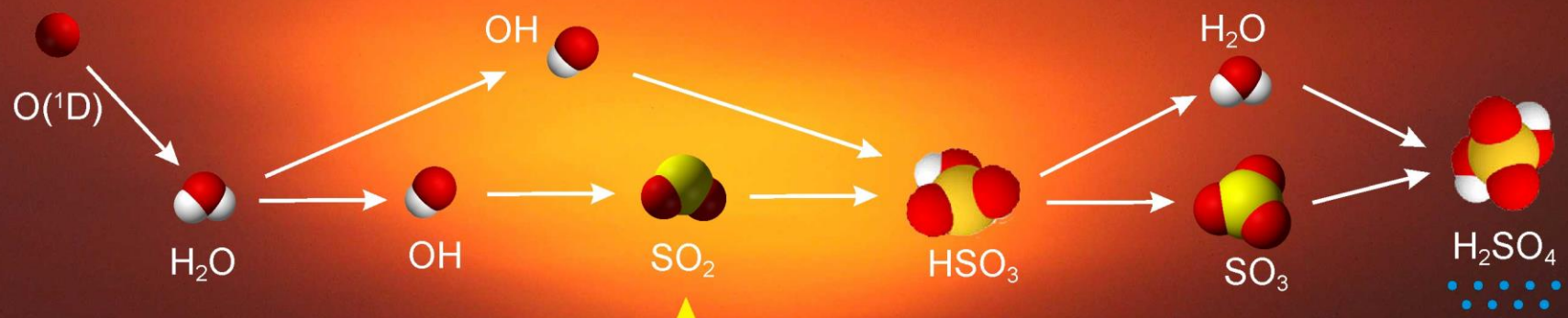
Вулканы



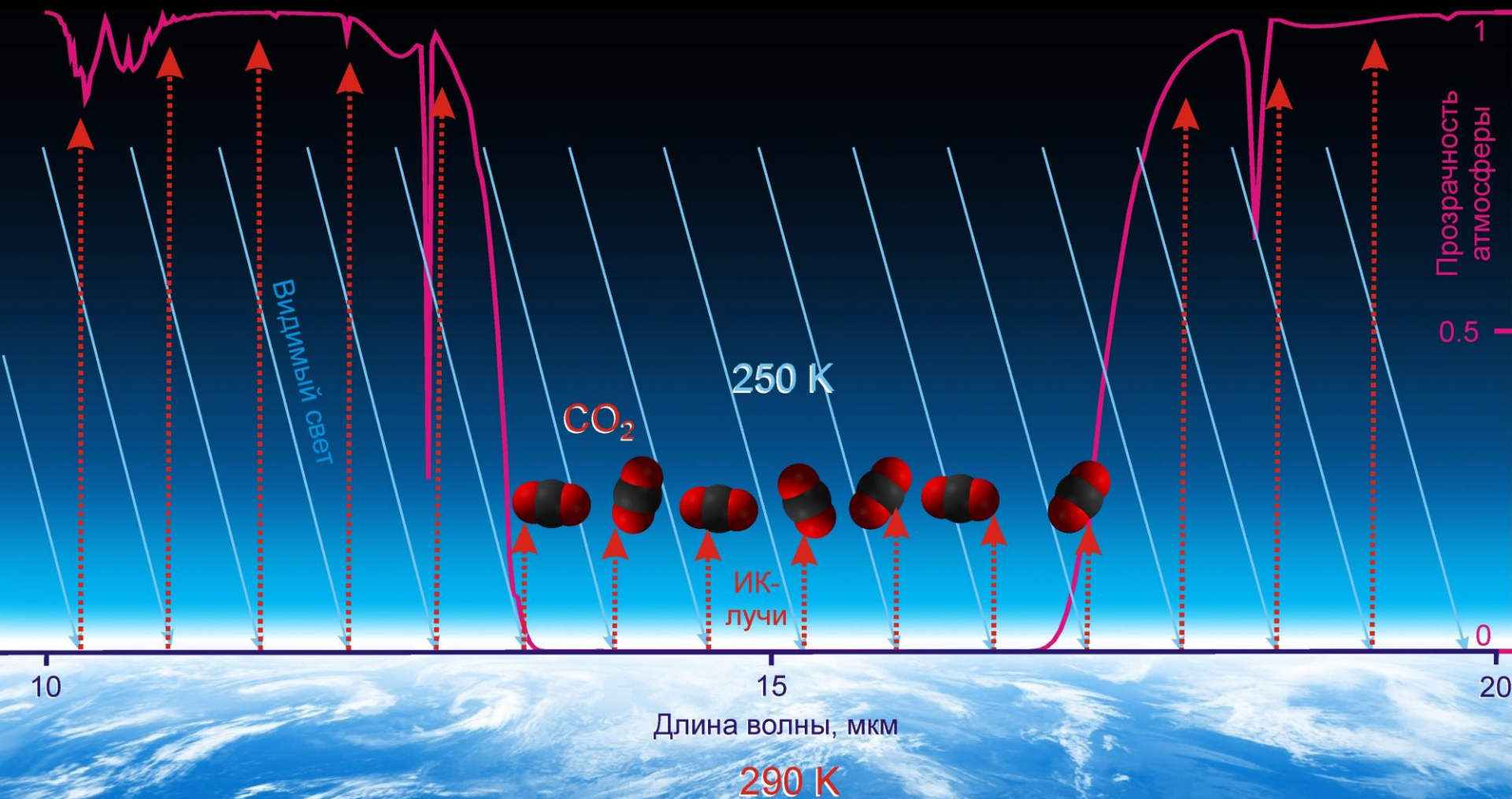


SO₂

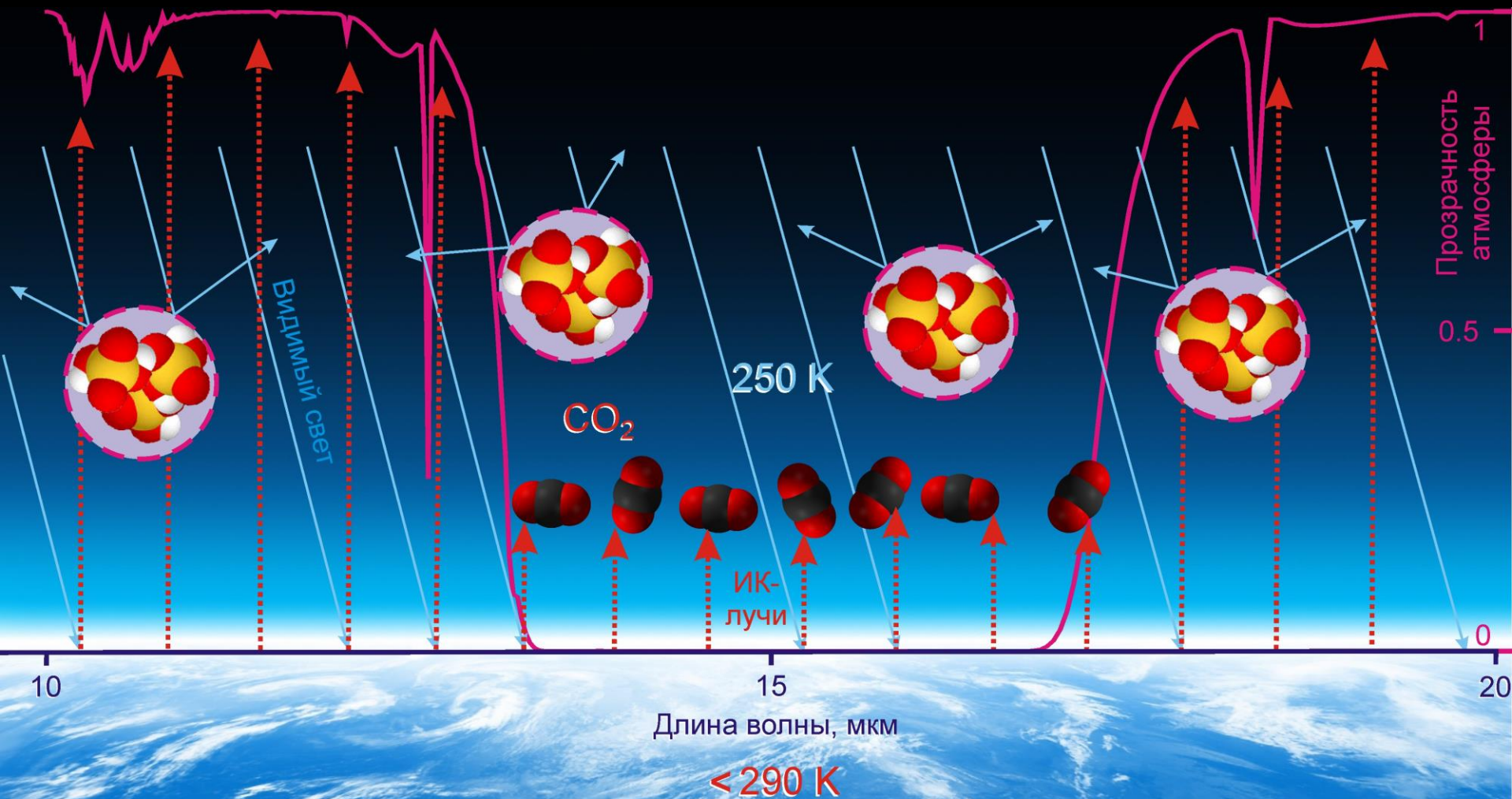




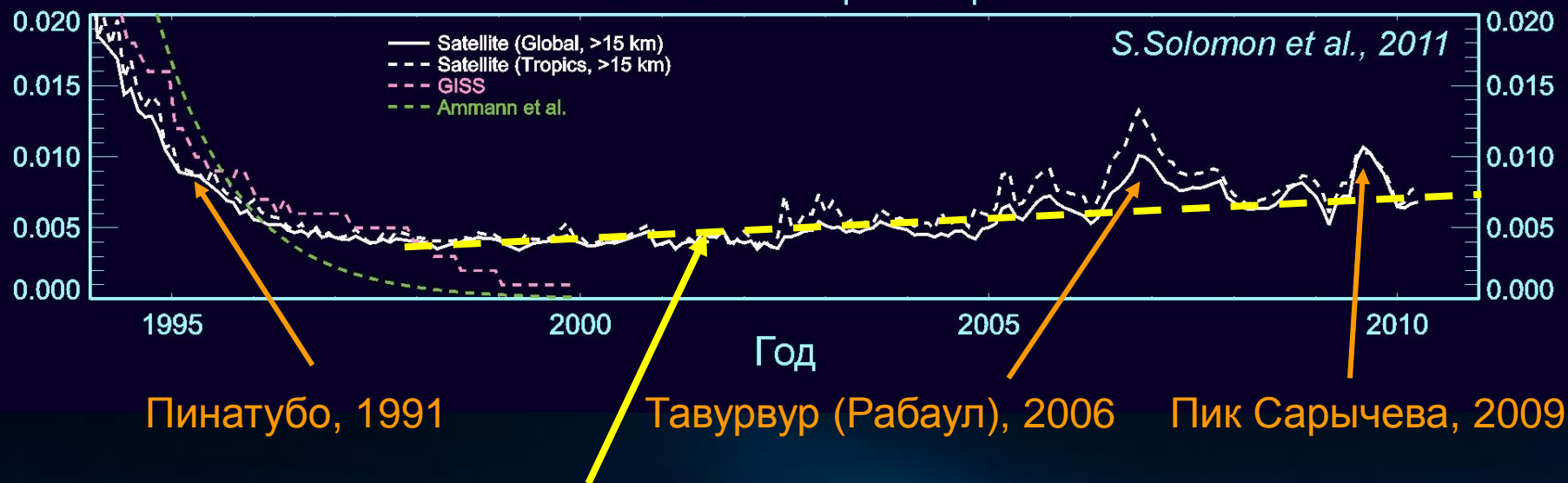
Парниковый эффект



Анти-парниковый эффект



Оптическая толщина аэрозоля



Фоновый стратосферный аэрозоль

Возможный источник:
Антропогенные выбросы SO_2

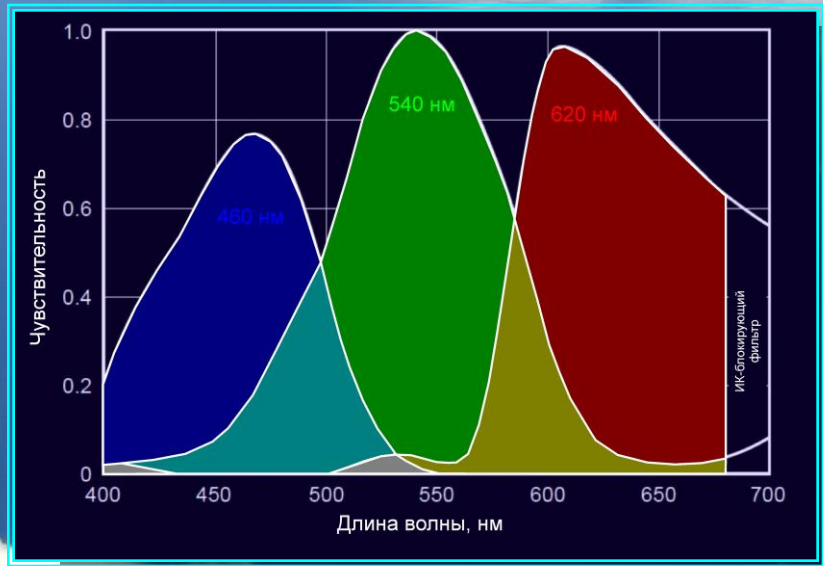


Измерения фона сумеречного неба (Цвет и поляризация, Подмосковье)

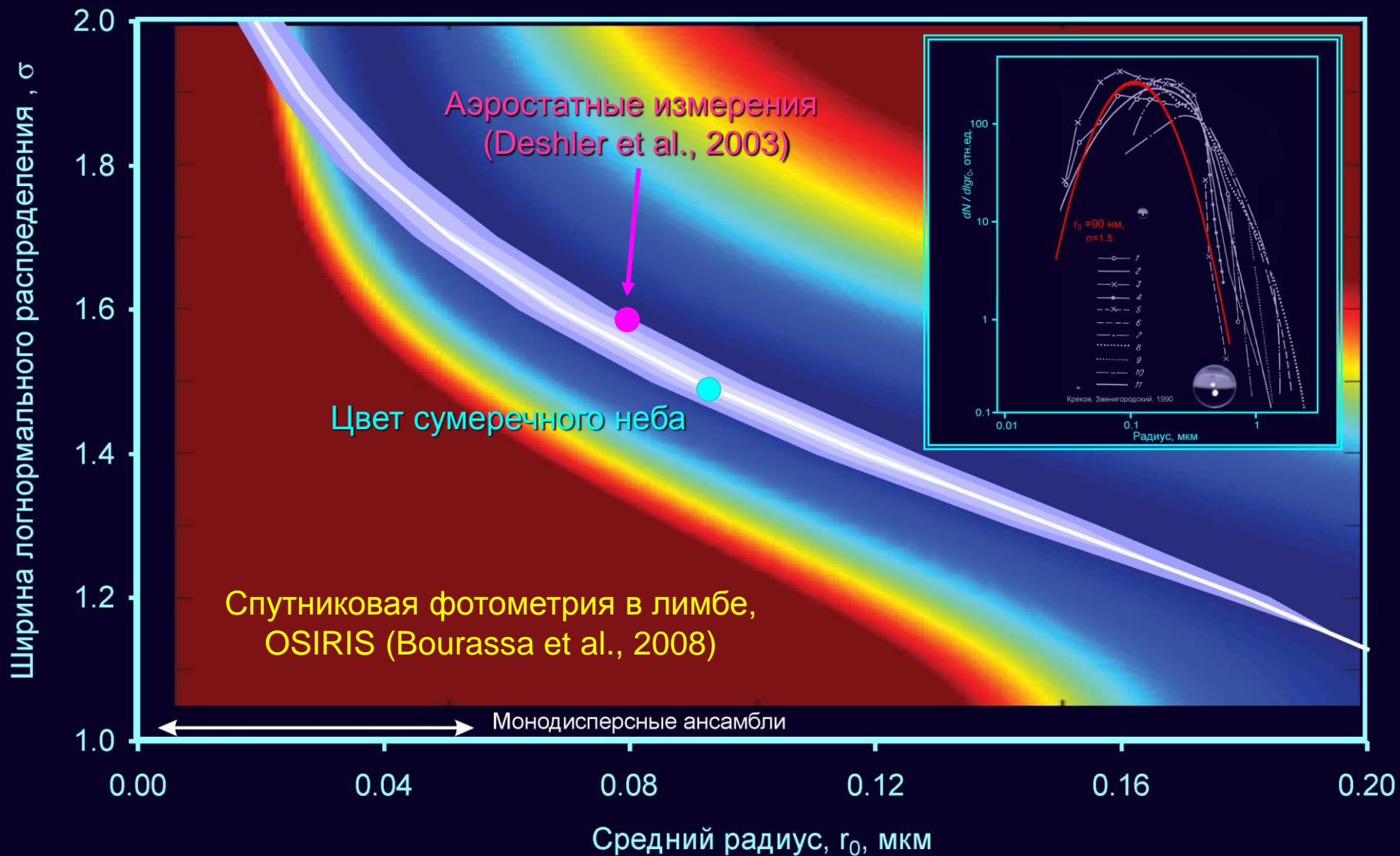
27.03.2016



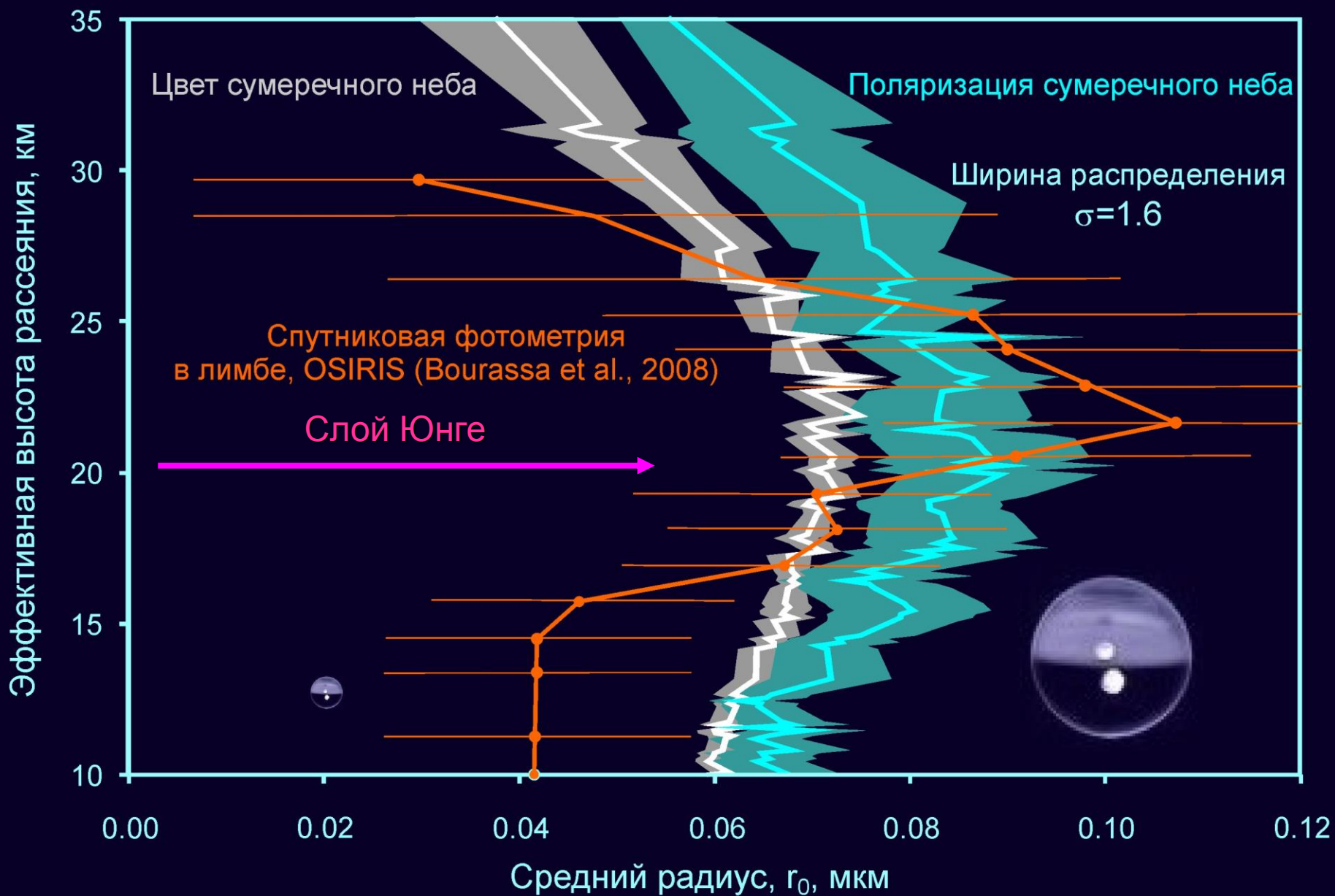
Поляризационная камера всего неба
с ПЗС-матрицей Sony QHYCCD (RGB)



Логнормальное распределение



Высотный профиль размера частиц



Вестники перемен



Спасибо за внимание!

