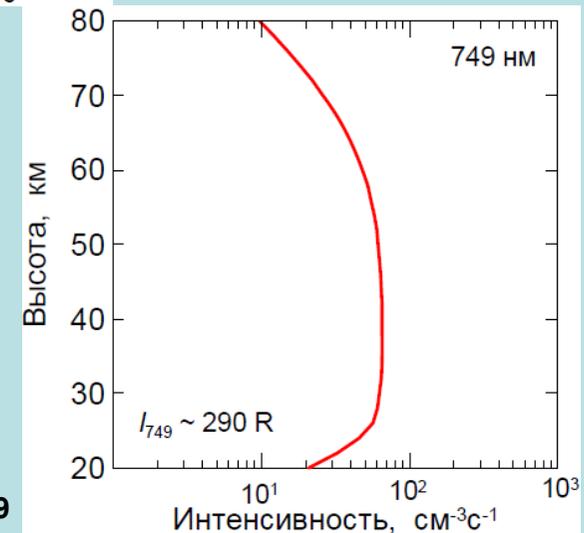
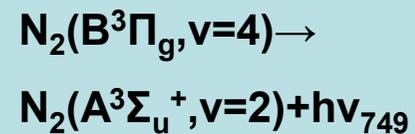
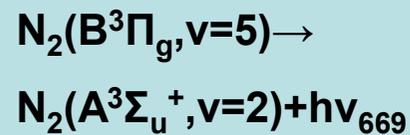
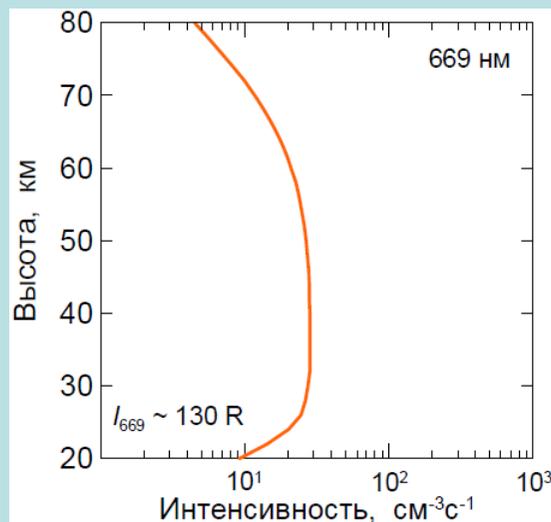
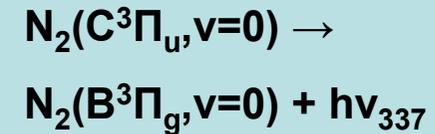
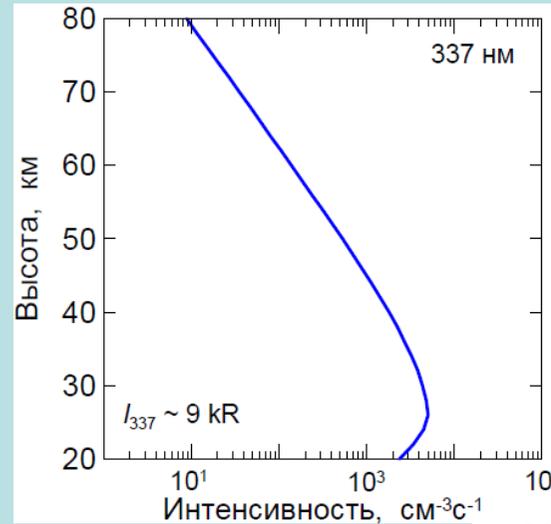
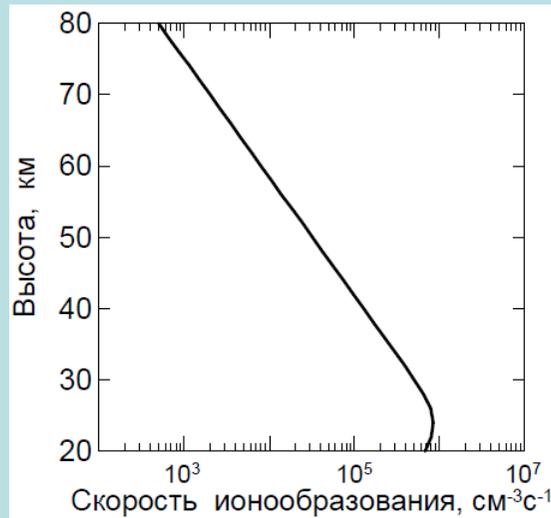


Моделирование инфракрасного свечения окиси азота NO в средней атмосфере Земли во время события GLE69

**Кириллов А.С., Белаховский В.Б., Маурчев Е.А.,
Балабин Ю.В., Германенко А.В., Гвоздевский Б.Б.**
Полярный геофизический институт, Апатиты

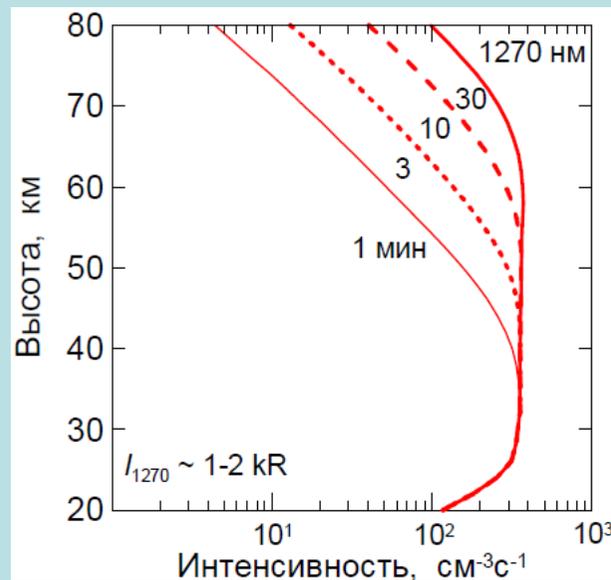
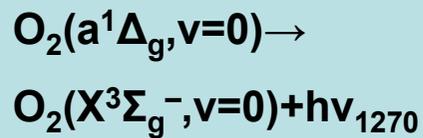
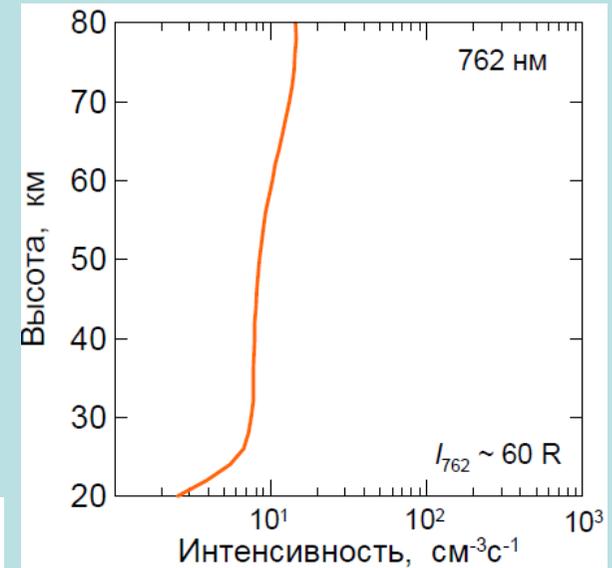
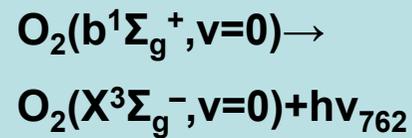
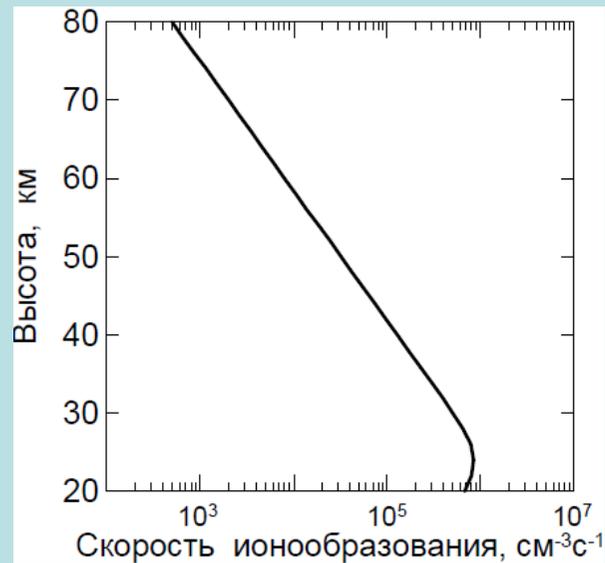
Высотные профили скорости ионообразования и рассчитанных интенсивностей полос 337, 669, 749 нм N₂ для GLE69 (20.01.2005)

[Кириллов, Белаховский, Маурчев, Балабин, Германенко, Гвоздевский,
2021, Геомаг. Аэрон., т.61, №6, с.769-776]



Высотные профили скорости ионообразования и рассчитанных интенсивностей полос 762, 1270 нм O₂ для GLE69 (20.01.2005)

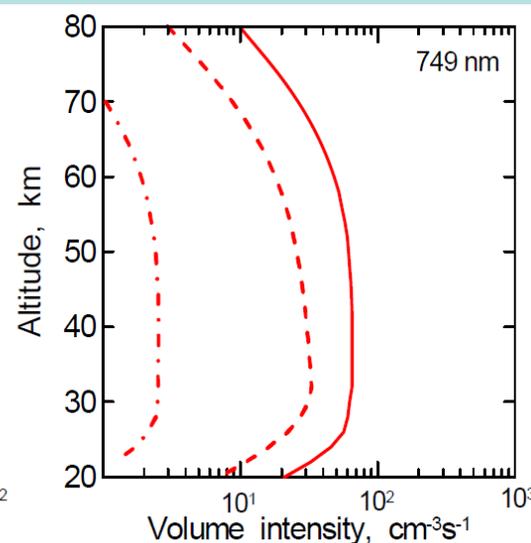
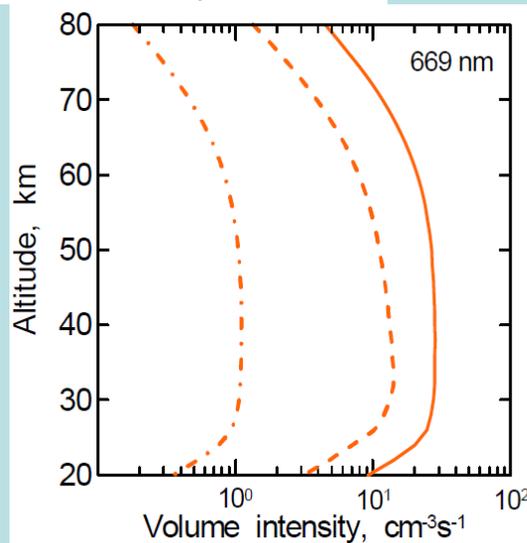
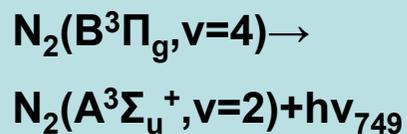
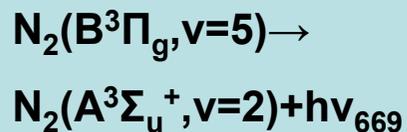
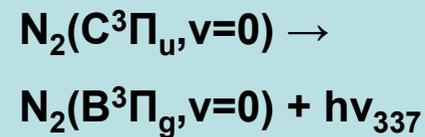
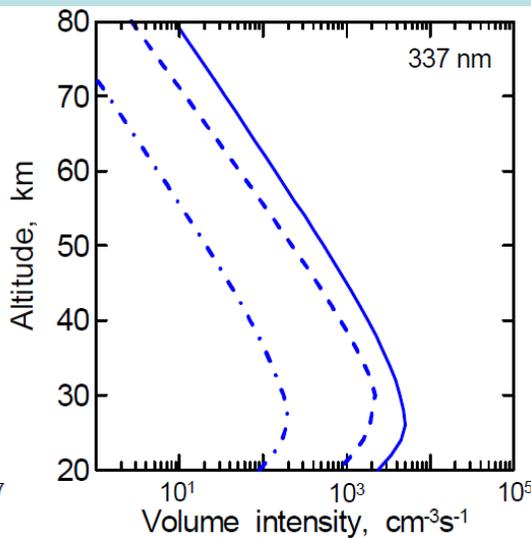
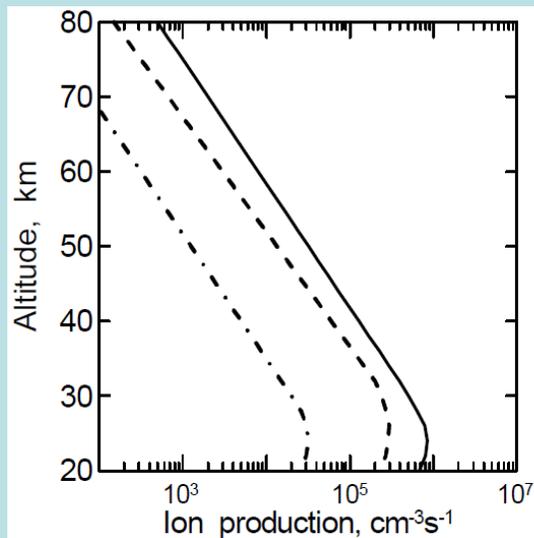
[Кириллов, Белаховский, Маурчев, Балабин, Германенко, Гвоздевский,
2021, Геомаг. Аэрон., т.61, №6, с.769-776]



Высотные профили скорости ионобразования и интенсивностей полос 337, 669, 749 нм N₂ для GLE69 (20.01.2005) (—),

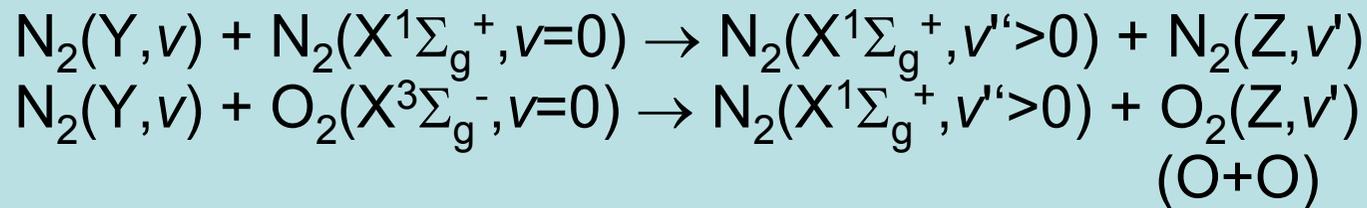
GLE67 (02.11.2003) (---), GLE65 (28.10.2003) (- · - · -)

[Кириллов, Белаховский, Маурчев, Балабин, Германенко, Гвоздевский,
2022, Геомаг. Аэрон., т.62, №6, с...]

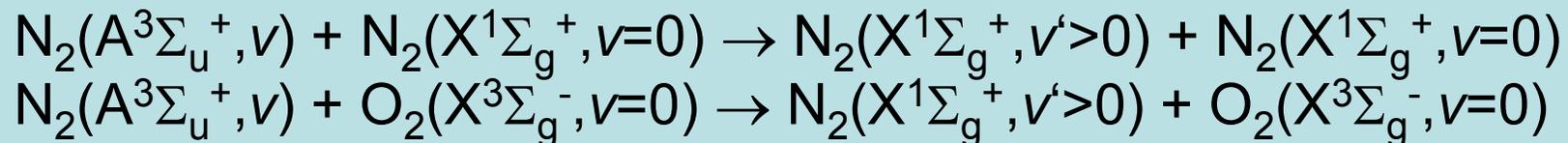


Влияние электронно-возбужденных молекул N₂ на колебательную кинетику этих молекул на высотах средней атмосферы при неупругих молекулярных столкновениях

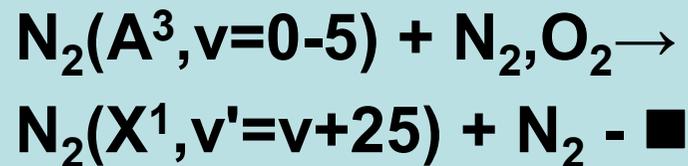
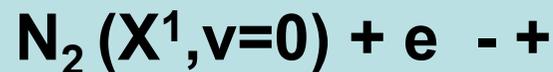
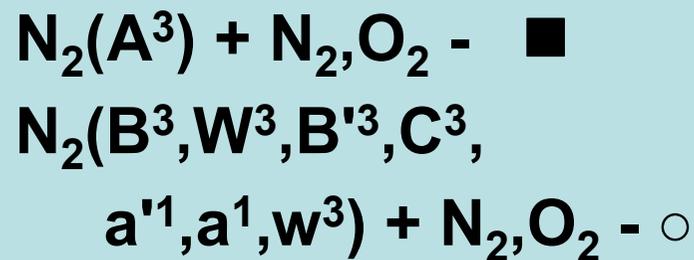
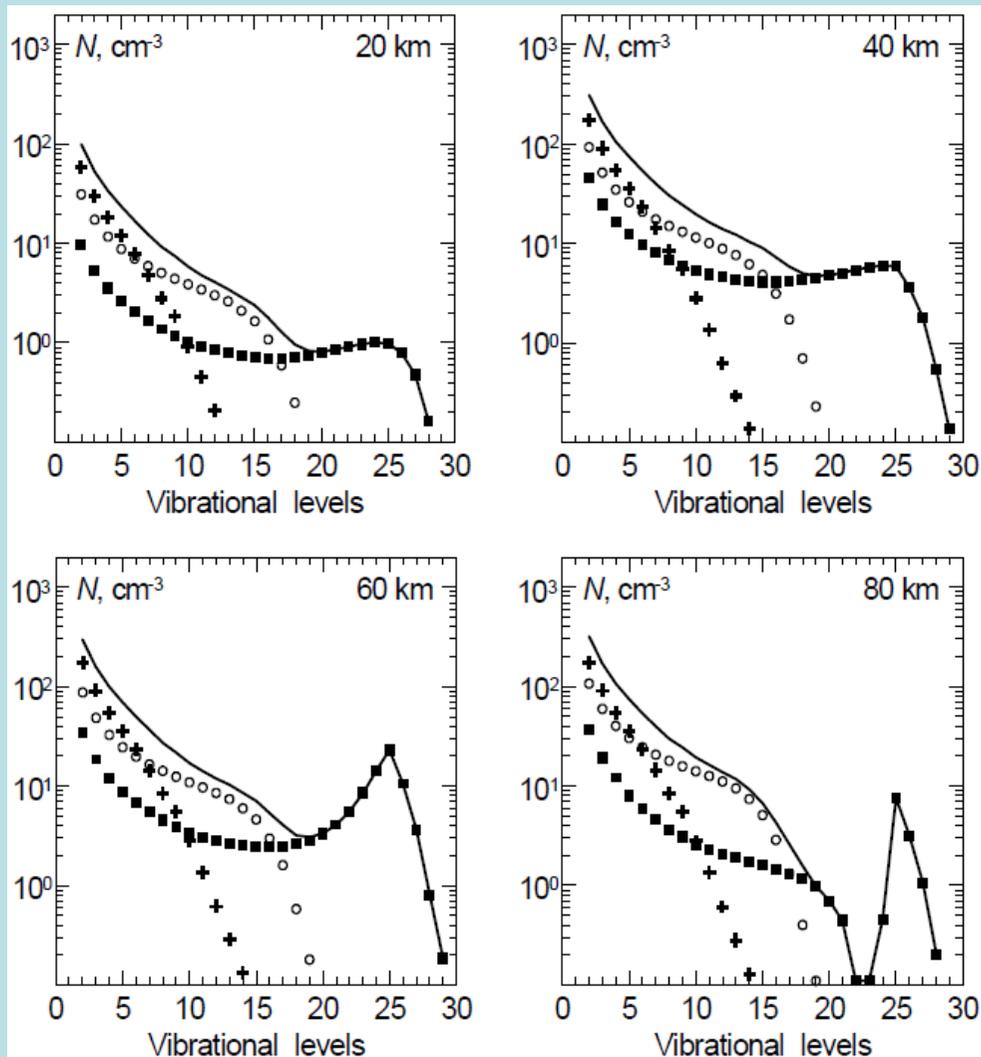
1. Колебательное возбуждение при межмолекулярных процессах переноса



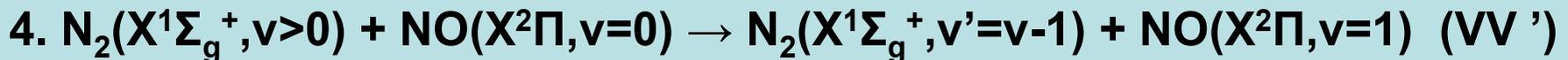
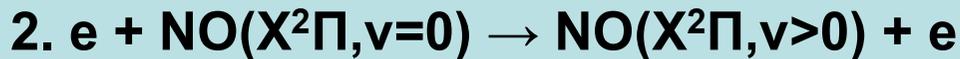
2. Колебательное возбуждение при внутримолекулярных процессах переноса



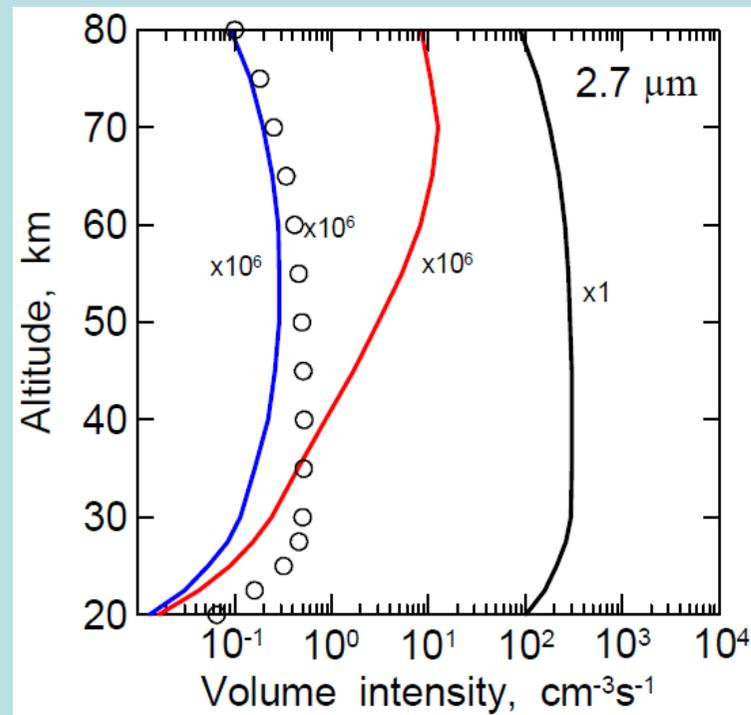
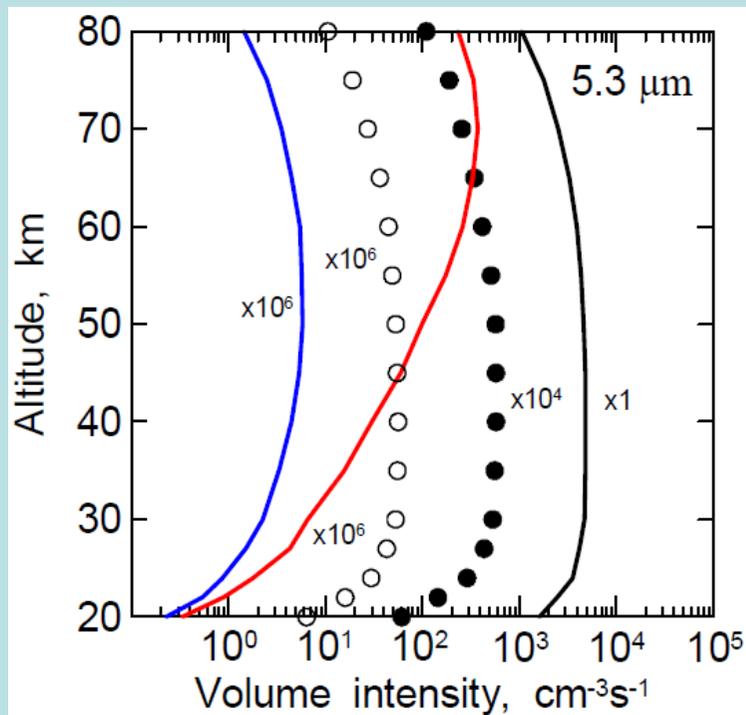
Вклад различных процессов в колебательное возбуждение $N_2(X^1\Sigma_g^+, v>0)$ на высотах 20, 40, 60 и 80 км для GLE69 (20.01.2005)



Основные механизмы образования NO($v>0$)



Вклад различных процессов в свечение полос 5.3 мкм и 2.7 мкм NO на высотах 20-80 км для GLE69 (20.01.2005)



$\text{N}(^2\text{D}) + \text{O}_2$ - —

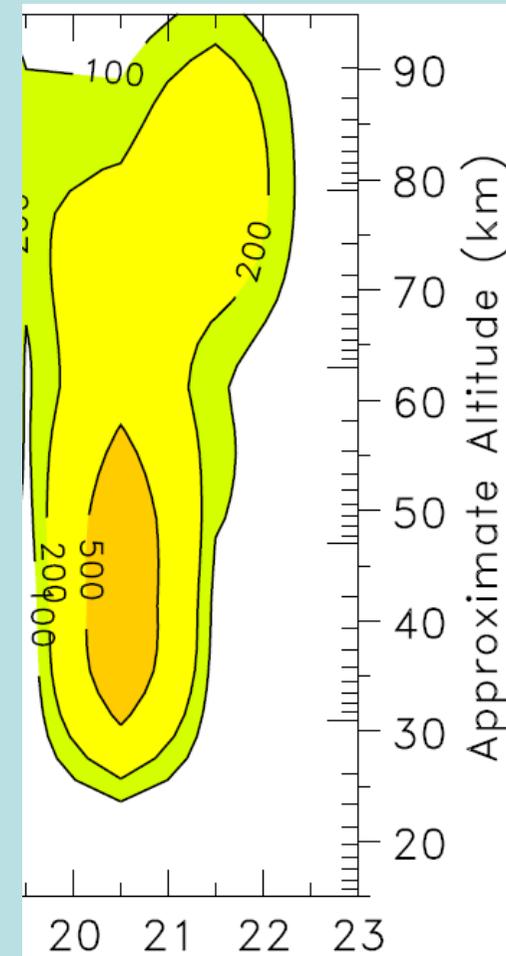
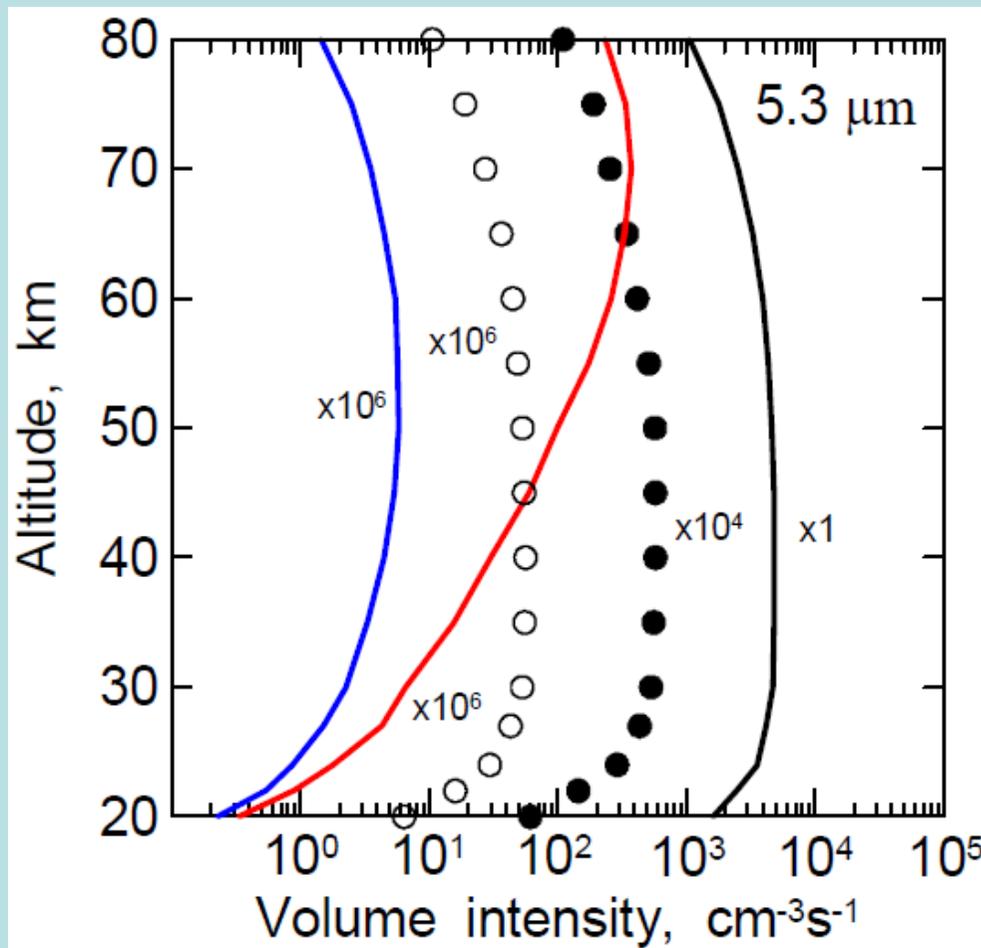
$\text{N}_2(\text{X}, v>0) + \text{NO}$ - ●

$e + \text{NO} \rightarrow \text{NO}(v>0)$ - ○

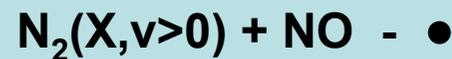
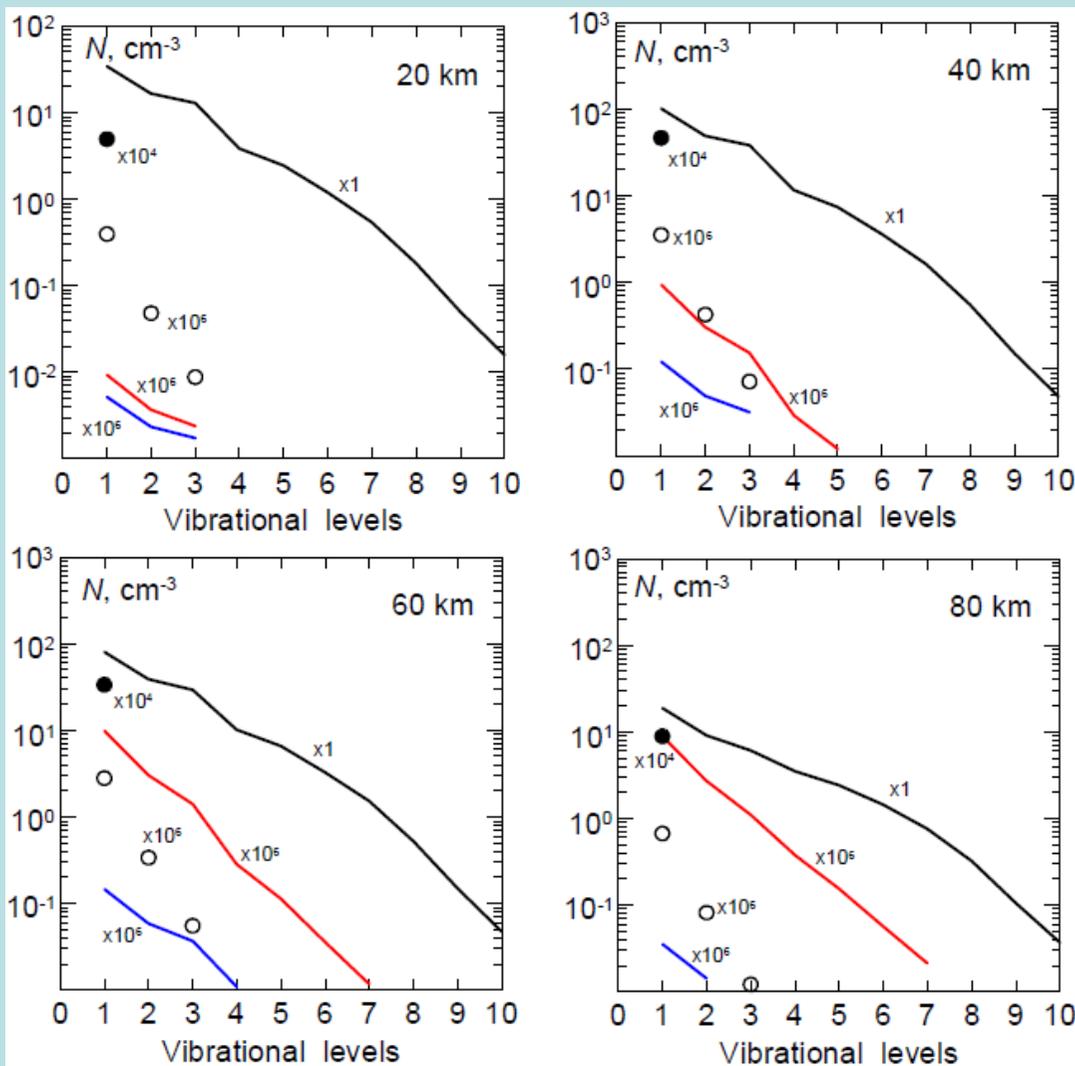
$e + \text{NO} \rightarrow \text{NO}(\text{A})$ - — (blue)

$\text{N}_2(\text{A}) + \text{NO} \rightarrow \text{NO}(\text{A})$ - — (red)

Сравнение результатов расчета для полосы 5.3 мкм с экспериментальными данными со спутника TIMED (Lopez-Puertas M., Instituto de Astrofisica, Granada, Spain)



Вклад различных процессов в колебательное возбуждение NO($X^2\Pi, v>0$) на высотах 20, 40, 60 и 80 км для GLE69 (20.01.2005)



Основные результаты:

1. Моделирование колебательных населенностей $N_2(X^1\Sigma_g^+, v=2-30)$ во время события GLE69 на высотах средней атмосферы показало вклад различных механизмов образования колебательно-возбужденных молекул азота $N_2(X^1\Sigma_g^+, v>0)$.

Во-первых, возбуждение вторичными электронами является основным для всех колебательных уровней $v=1-10$ основного состояния молекулы.

Во-вторых, получено, что внутримолекулярный процесс переноса электронной энергии в столкновениях $N_2(A^3\Sigma_u^+, v=0-5)+N_2$ доминирует при колебательном возбуждении высоких колебательных уровней $v=20-30$ основного состояния.

2. Исследование колебательных заселенностей $NO(X^2\Pi, v=1-20)$ во время события GLE69 на высотах средней атмосферы показало, что химическая реакция метастабильного атомарного азота $N(^2D)$ с молекулярным кислородом O_2 является основным механизмом образования колебательно-возбужденных молекул окиси азота $NO(X^2\Pi, v>0)$ и излучения 5,3 мкм и 2,7 мкм инфракрасных полос NO на высотах потери энергии высыпающихся протонов.

Показано, что относительный вклад VV' -процесса может быть значительно увеличен и сравним с вкладом химического процесса в тех случаях, когда концентрации окиси азота $[NO]$ возрастают до значений порядка концентраций молекулярного азота $[N_2]$ в атмосферной смеси газов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-77-10018) «Потоки высокоэнергичных заряженных частиц в околоземном космическом пространстве, и их воздействие на атмосферу Арктики»