



**Ракетное
зондирование
верхней
атмосферы
и ионосферы**

СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ



*Ракетное
зондирование
верхней атмосферы
и ионосферы
до высоты 1500 км*

*Ответственный редактор
доктор физико-математических наук
К. И. Грингауз*

Ростов-на-Дону

Издательство Ростовского университета
1989

P19
УДК 551.510:550.380.8;629.79

*Печатается по решению отделения физики
и атомной энергетики Северо-Кавказского научного центра
высшей школы*

Рецензенты

доктор физико-математических наук М. Н. Изаков,
доктор физико-математических наук Е. Г. Фесенко,
кандидат физико-математических наук Н. В. Кривошеев

Редакционная коллегия:
К. И. Грингауз (отв. редактор),
П. Ф. Денисенко, В. Г. Истомин,
Н. Е. Шейдаков, Н. М. Шютте

Редактор *В. И. Литвиненко*

P $\frac{1704060000-060}{M175(03)-89}$ 24-89

ISBN 5-7507-0208-1

том, что форма профиля $n_e(h)$ на высотах 700—800 км меняется из-за изменения скорости или направления потоков заряженных частиц между ионосферой и плазмосферой [6]. Позже оценки скорости потоков заряженных частиц по данным эксперимента на ракете «Вертикаль-6» показали, что на этих высотах действительно происходит изменение направления потоков заряженных частиц [7, 8], которое на этих высотах отмечалось и по данным некогерентного рассеяния [9]. Таким образом, приведенные на рис. 2,а профили $n_e(h)$ показывают, что использование диффузно-равновесных распределений n_e для получения данных о $T_e(h)$ и массовом составе ионов без учета направления и величины потока заряженных частиц, связывающего плазмосферу с областью F2 ионосферы, может быть неправомерным даже на средних широтах.

Данные рис. 2,б были использованы для получения аппроксимирующих уравнений высотного распределения температуры электронов [10].

Литература

1. Гдалевич Г. Л., Губский В. Ф., Дмитриева И. Д. // Космические исследования. 1967. 5. 3. 456—461.
2. Гдалевич Г. Л. // Некоторые результаты научных экспериментов на ракетах «Вертикаль-1, 2» и на спутнике «Интеркосмос-2 и 5»/АН ГДР. Берлин, 1974. 140—149.
3. Грингауз К. И., Гдалевич Г. Л., Рудаков В. А. и др. // Ионосферные исследования. 1972. 20. 43—47.
4. Titheridge J. E. // Planet. Space Sci. 1976. 24. 11. 2229—2245.
5. Titheridge J. E. // J. Geophys. Res. 1976. 81. 19. 3227—3233.
6. Гдалевич Г. Л., Чапкынов С. К., Банков Л. Г. и др. // Космические исследования. 1978. 16. 394—397.
7. Serafimov K., Chapkunov I., Kutiev I. et al. // Space Res. 1979. 19. 291—295.
8. Георгиева К., Иванова Т., Губский В. Ф. // См. настоящий сб. С. 110—114.
9. Evans J. V. // Planet. Space Sci. 1975. 23. 11. 1461—1482.
10. Серафимов К. Космические исследования в Болгарии. София, 1978.

УДК 551.590.21.523

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, КОНЦЕНТРАЦИИ И СОСТАВА НЕЙТРАЛЬНОЙ АТМОСФЕРЫ НА РАКЕТЕ «ВЕРТИКАЛЬ-7»

И. Апати, Т. Сэмреи (ВНР), Н. М. Шютте (СССР)

Комплекс научной аппаратуры на ракетах серии «Вертикаль» был составлен таким образом, чтобы обеспечить возможность одновременных исследований распределений по высоте интенсивно-

сти ионизирующего излучения Солнца, состава, концентрации и температуры нейтральной атмосферы, концентрации и состава ионосферной плазмы, электронной температуры, частоты соударений и пр. [1].

Высотные профили интенсивности ультрафиолетового излучения определялись посредством измерений фотоэмиссии электронов, эмитированных под действием солнечного излучения с поверхности платинового фотокатода [2—4].

На рис. 1,а представлены высотные измерения фототока насыщения во время подъема (сплошная линия) и спуска ракеты (пунктирная линия). Обращает на себя внимание существенное различие в величинах фототока при подъеме и спуске, особенно разительное ниже 300 км, которое связано, по-видимому, с изменением плотности окружающей ракету атмосферы в результате работы двигателя при подъеме ракеты. Это означает, что параметры атмосферы в околоракетной области на начальном участке ее восходящей траектории по всей вероятности оказываются значительно искаженными, что следует принимать во внимание при обработке экспериментальных данных.

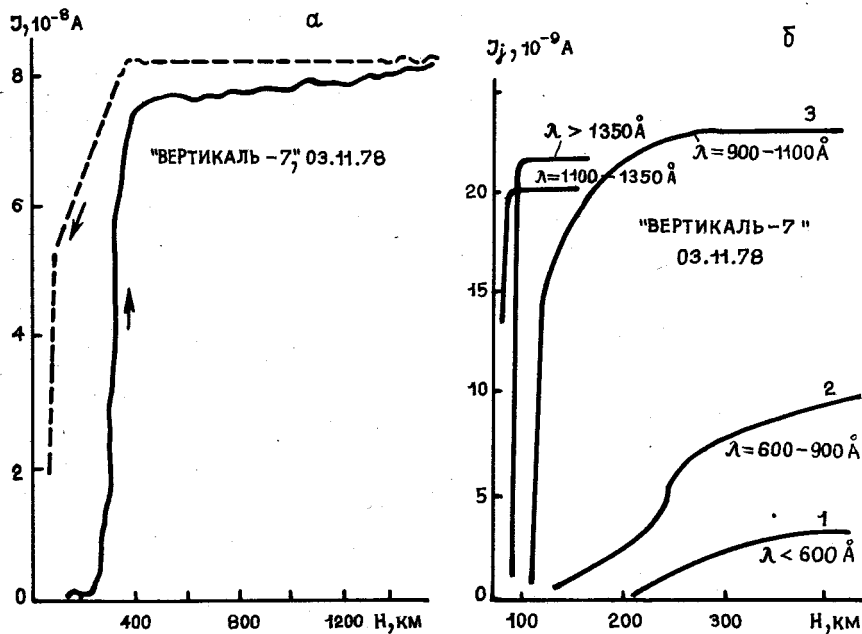


Рис. 1. Высотные изменения фототока насыщения во время подъема и спуска ракеты (а) и высотные зависимости «спектральных» фототоков для 5 интервалов длин волн (б)

В результате анализа энергетических распределений электронов фотоэмиссии вдоль траектории ракеты [2, 3] были получены высотные зависимости «спектральных» фототоков для следующих интервалов длин волн: $\lambda < 600 \text{ \AA}$, 600—900, 900—1100, 1100—1350, $> 1350 \text{ \AA}$ (см. рис. 1,а). Абсолютные интенсивности излучения выделяемых интервалов длин волн [3] для вершины траектории ракеты, т. е. вне зоны поглощения этого излучения земной атмосферой, выглядят следующим образом:

λ	Интенсивность, $10^{10} \text{ фот.см}^{-2} \text{ с}^{-1}$
< 600	1,2
600—900	3,8
900—1100	9,4
1100—1350	45,0
> 1350	58,0

Приведенные на рис. 1,б высотные зависимости спектральной интенсивности солнечного излучения $I_i(h)$ были применены для определения концентрации и состава основных составляющих нейтральной атмосферы O , O_2 , N_2 [2—4], профили которых показаны на рис. 2. Как и ранее [2—4], при этом использовалась плоская модель ионосферы, в которой изменение отношения высоты над поверхностью Земли к рассеянию по лучу принималось пропорциональным косинусу зенитного расстояния. Из рис. 2 следует, что характер высотных распределений основных составляющих атмосферы существенно отличается от общепринятых модельных представлений. А именно, в диапазоне высот 100—350 км наблюдаются необычно близкие значения концентрации молекулярных составляющих O_2 и N_2 . По-видимому, это обусловлено тем, что плотность $[O_2]$ оказалась в несколько раз выше, а плотность $[N_2]$ — в несколько раз ниже регулярных значений концентраций молекулярного азота и кислорода. Для атомарного кислорода можно отметить явное отклонение от барометрической формулы — на высотах 170—230 км виден довольно четкий максимум. Кроме того, во всем исследуемом диапазоне высот возросла относительная концентрация атомарного кислорода. Пока трудно объяснить причину таких аномальных распределений концентраций нейтральных частиц.

Следует отметить, что зарегистрированная во время запуска ракеты «Вертикаль-7» интенсивность солнечного ультрафиолетового излучения, а также распределение его спектральной интенсивности довольно сильно разнились от измеренных ранее при запусках ракет этой серии в 1970—1975 гг. [1]. Так, интегральная интенсивность была выше примерно в полтора раза, а интенсивность излучения в диапазоне $\lambda = 900—1100 \text{ \AA}$ возросла вдвое. Измерения на ракете «Вертикаль-7», проводившиеся 03.11.78, относятся к периоду роста

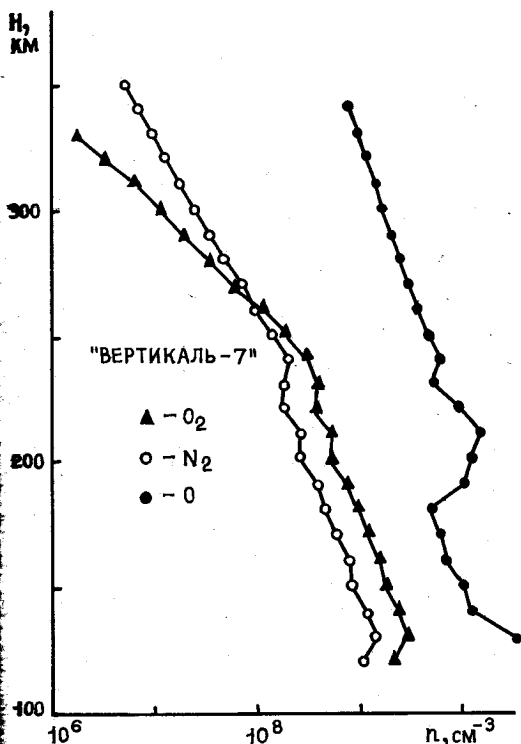


Рис. 2. Профили концентрации составляющих нейтральной атмосферы

солнечной активности (начальная фаза 21-го цикла). При этом во время данного эксперимента интенсивность радиоизлучения $F_{10,7}$ примерно на 25% превосходила среднемесячные значения. Абсолютные значения потока $F_{10,7} = 165 \cdot 10^{-22} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \text{Гц}^{-1}$ были много больше, чем во время всех предыдущих аналогичных измерений. В работах [5, 6] отмечалось, что в начальный период 21-го цикла солнечной активности имели место случаи значительных изменений в распределении интенсивности ионизирующего солнечного излучения, в частности относительное возрастание потока излучения в интервале длин волн 1100—900 Å. Сильный рост интенсивности ультрафиолетового излучения не всегда приводил к соответствующему теоретическим прогнозам нагреву и высотному изменению состава нейтральной атмосферы, что поставило вопрос о неоднозначности использования существующих моделей ионосферы. Наблюдаемые в эксперименте на ракете «Вертикаль-7» изменения спектральной интенсивности ионизирующего солнечного излучения в целом не согласуются с наблюдениями Хинтереггера [5, 6]. Полученные необычные высотные зависимости концентрации нейтральных частиц требуют

дополнительного анализа и сопоставления с профилями заряженных частиц.

Литература

1. Шютте Н. М. // См. настоящий сб. С. 14—41.
2. Грингауз К. И., Гдалевич Г. Л., Рудаков В. А. и др. // Геомагнетизм и аэрономия. 1968. 8. 224.
3. Шютте Н. М. // Ионосферные исследования. 1972. 20. 36.
4. Мартини Л., Шютте Н. // Космические исследования. 1973. 11. 718.
5. Hinteregger H. E. // J. Atmos. Terr. Phys. 1976. 38. 791.
6. Hinteregger H. E. // J. Geophys. Res. 1979. 84. 1933.

УДК 551.510.550.380.8

МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ СОСТАВА ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЫ НА РАКЕТАХ «ВЕРТИКАЛЬ-4» И «ВЕРТИКАЛЬ-6»

В. А. Кочнев, В. Г. Истомина (СССР)

1. Условия проведения экспериментов и методика измерений. На ракетах «Вертикаль-4» и «Вертикаль-6» проведены измерения нейтрального состава термосферы масс-спектрометром РМСУ-1. Помимо этого в комплект аппаратуры на ракете «Вертикаль-4» входил прибор АФ-1 для определения состава нейтральной атмосферы по поглощению различных участков солнечного УФ спектра с помощью энергоанализатора фотоэмиссионных электронов. На ракете «Вертикаль-6» работал масс-спектрометр НАМ-1р, измерявший ионный и нейтральный состав атмосферы. Результаты, полученные этими приборами, сопоставлялись с данными прибора РМСУ-1, что позволило улучшить точность измерений по отдельным компонентам. В данной работе изложены результаты, полученные в основном прибором РМСУ-1 в двух ракетных пусках.

Обе ракеты были запущены в районе Волгограда на высоту 1500 км. Ракета «Вертикаль-4» стартовала 14.10.76 в 13 ч 50 мин местного времени при геофизических условиях: зенитный угол $\chi = 63^\circ$; $F_{10.7} = 73 \cdot 10^{-22}$ Вт·м⁻² Гц⁻¹; $K_p = 2$; $A_p = 3$. Ракета «Вертикаль-6» запущена 25.10.77 в 15 ч 25 мин местного времени при геофизических условиях: зенитный угол $\chi = 80^\circ$; $F_{10.7} = 88 \cdot 10^{-22}$ Вт·м⁻² Гц⁻¹; $K_p = 0$; $A_p = 4$; $\Sigma K_p = 8$.

Аппаратура была установлена на отделяемом от ракеты контейнере, стабилизированном по трем взаимно перпендикулярным осям. Масс-спектрометры размещались в нижней части контейнеров с ориентацией на Землю и работали в режиме набегающего потока на нисходящей ветви траектории, когда ионно-оптическая ось вход-