

атмосферы, высота максимума слоя, граничные условия и пр.). Другими словами, формируются так называемые полуэмпирические модели [11]. Однако даже самые совершенные полуэмпирические модели, хорошо отражающие глобальные характеристики и вариации ионосферы, по-видимому, не могут дать достоверное представление о конкретном $n_e(h)$ -профиле применительно к какому-либо конкретному пункту и дате.

Во всяком случае, набор реальных профилей $n_e(h)$ и соответствующих временных распределений других параметров верхней атмосферы, полученных в определенном геофизическом пункте при различных гелиогеофизических условиях, является весьма нужным средством проверки эффективности существующих и создаваемых вновь ионосферных моделей.

Литература

1. Грингауз К. И., Рудаков В. А., Капорский А. В. // Искусственные спутники Земли. М., 1961. Вып. 6. С. 33.
2. Грингауз К. И., Рудаков В. А. // Там же С. 48.
3. Данилкин Н. П., Иванов-Холодный Г. С. и др. // Геомагнетизм и аэрономия. 1985. 25. 759.
4. Бирюков А. В. и др. // Космические исследования. 1978. 16. 715.
5. Грингауз К. И., Гдалевич Г. Л., Рудаков В. А. и др. // Геомагнетизм и аэрономия. 1968. 8. 224.
6. Шютте Н. М. // Ионосферные исследования. 1972. 20. 36.
7. Gringaus K. I., Shutte N. M. // J. Atmos. Terr. Phys. 1974. 36. 2013.
8. Шютте Н. М. // См. настоящий сб. С. 14—42.
9. Shutte N. M. // Space Res. 1976. 16. 361.
10. Бирюков А. В., Данилкин Н. П., Денисенко П. Ф. и др. // Космические исследования. 1980. 18. 748—753.
11. Поляков В. М. и др. // Материалы Мирового центра данных. Б. МКК. М., 1986.

УДК 551.510; 550.380.8

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ВО ВРЕМЯ ПОЛЕТА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ РАКЕТЫ «ВЕРТИКАЛЬ-10»

**А. В. Бирюков, И. А. Кнорин, В. А. Рудаков, Л. А. Шнырева,
Г. М. Кучеренко, Н. Е. Шейдаков, Ю. К. Часовитин (СССР)**

21 декабря 1981 г. ($F_{10,7} = 10^{-22}$ Вт·м⁻²·Гц⁻¹, $K_p = 2_-$) в средних широтах европейской части СССР во время полета геофизической ракеты «Вертикаль-10» в числе других экспериментов были проведены измерения концентрации электронов n_e в ионосфере методом ракетного дисперсионного УКВ-радиоинтерферометра.

В отличие от предыдущих экспериментов, проводимых на геофи-

зических ракетах серии «Вертикаль», запуск ракеты «Вертикаль-10» был произведен в ночное время при зенитном угле Солнца 143° до полуночи. Траектория ракеты была близка к вертикальной, максимальная высота подъема — 1503 км.

Измерения электронной концентрации методом дисперсионного радиоинтерферометра успешно выполнялись в СССР [1—5] и США [6]. В СССР такие исследования систематически проводятся с 1954 г., методика подробно изложена в [1—5].

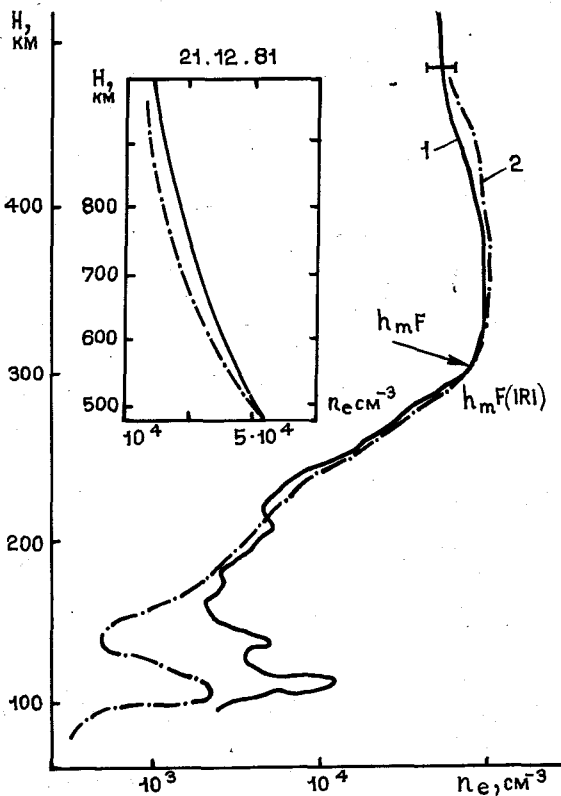
Суть опытов заключается в регистрации на Земле изменений приведенной разности фаз двух когерентных радиоволн с частотами f_1 и $f_2 = mf_1$, излучаемых установленными на ракете передатчиками. В данном эксперименте $f_1 = 48$ МГц и $f_2 = 144$ МГц. Приемная фазометрическая аппаратура располагалась вблизи места старта ракеты и обеспечивала надежные измерения разности фаз принимаемых сигналов. Запись разности фаз осуществлялась регистраторами двух типов на кинолентку.

Профиль электронной концентрации $n_e(h)$, полученный по данным дисперсионного интерферометра, показан на рисунке (кривая 1). На профиле горизонтальной линией отмечены пределы 10%-ной погрешности измерений n_e .

Характерной особенностью измеренного ночного $n_e(h)$ -профиля является наличие двух тонких спорадических образований в области E: нижнее образование располагается на высотах 105—115 км с максимумом электронной концентрации $1,5 \cdot 10^4$ см⁻³ на высоте 112 км и верхнее образование с максимумом n_e , равным $5,85 \cdot 10^3$ см⁻³, — на высоте 137 км. На высотном ходе $n_e(h)$ можно также отметить наличие еще двух расслоений в межслоевой области на высотах 171 и 208 км. Обращает на себя внимание нечетко выраженный максимум электронной концентрации в области F. По данным измерений за высоту максимума принята высота 350 км со значением $n_{e\max} = 1,07 \cdot 10^5$ см⁻³, хотя на других высотах при этом наблюдались небольшие флуктуации электронной концентрации до значений, превышающих $n_{e\max}$ на 1—2%.

Представляет интерес сравнение результатов измерений электронной концентрации с данными современных эмпирических моделей $n_e(h)$ [7].

Модель IRI-79 [7] описывает распределение электронов в области высот 90—1000 км (см. рисунок, кривая 2). Если опустить присутствие спорадических образований на реальном профиле, которые ни одна из моделей не учитывает, то сравнение модельного $n_e(h)$ -профиля с измеренным методом дисперсионного интерферометра показывает, что модель IRI-79 в области высот 90—180 км имеет значительные различия качественного и количественного характера, а в области высот выше 200 км модель IRI хорошо описывает высотный ход электронной концентрации и в пределах ошибок мо-



Профиль электронной концентрации, измеренный дисперсионным радионтерферометром на ракете «Вертикаль-10», и модель IRI-79: 1—ракетный профиль; 2—модель IRI-79

дели и ракетных измерений n_e совпадает с экспериментальным профилем.

Высота максимума слоя F модели IRI составляет 350 км и хорошо согласуется с данными интерферометра. Различие в значениях f_0F составляет 0,08 МГц. В области внешней ионосферы (выше h_mF) в целом наблюдается удовлетворительное совпадение модельных и измеренных значений n_e (максимальное расхождение находится на высоте 700 км и составляет около 30%).

Сравнение позволяет сделать следующие выводы:

1. Эмпирическая модель IRI-79 [7] не отражает деталей ионосферной обстановки при применении ее для описания внутренней ионосферы ($h < h_mF$) в конкретных условиях;

2. Модель IRI-79 [7] удовлетворительно описывает распределение электронной концентрации на высотах выше 200 км.

Литература

1. Грингауз К. И., Рудаков В. А.//Искусственные спутники Земли. М., 1961. 6. 48—62.
2. Данилкин Н. П., Денисенко П. Ф., Соцкий В. В.//Ионосферные исследования. 1981. 34. 102—111.
3. Данилкин Н. П., Денисенко П. Ф., Суший С. М. и др.//Physica Solariterrestris. 1977. 4. 101—111.
4. Денисенко П. Ф., Соцкий В. В., Часовитин Ю. К. и др.//Распространение декаметровых радиоволн. М., 1980. 13—21.
5. Часовитин Ю. К., Шушкова В. В.//Геомagnetизм и астрономия. 1980. 20. 1. 25—28.
6. Rawer K., Ramakrishnan S., Bilitza D.//International reference Ionosphere IRI 79. Report UAG-82, WDC-A for STR. Boulder, USA. 1982.
7. Voss H. D., Smith L. G.//Geophys. Res. Letters. 6. 2. 93—96.

УДК 551.510; 550.380.8

ВЫСОТНЫЕ ПРОФИЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРОНОВ И ЕЕ ФЛУКТУАЦИЙ ДО ВЫСОТЫ 1500 КМ ПО ДАННЫМ РАКЕТЫ «ВЕРТИКАЛЬ-10»

В. В. Афонин, В. Г. Пядышев, В. И. Старцев (СССР)

На геофизической ракете «Вертикаль-10» для измерения температуры электронов T_e был установлен прибор ДЕЛЬТА, работающий на принципе высокочастотного зонда электронной температуры. В отличие от предыдущих экспериментов на ракетах типа «Вертикаль» в данном случае использовался не плоский, а сферический зонд ДЭТ-С диаметром 40 мм. Характерной особенностью прибора является: опросность (частота измерений) 10 раз в секунду, эффективное подавление вариаций потенциала корпуса до эквивалентных частот ~ 1 Гц. Выходной сигнал имеет квазипостоянный характер и сглажен с постоянной времени $\tau = 0,15$ с. Прибор нормально работал в течение всего полета, начиная с момента раскрытия штанг с датчиком и до высот менее 100 км на спуске, когда станция стала «кувыркаться».

1. **Описание данных.** На рис. 1 показаны усредненные по интервалам высот 10 км профили $T_e(h)$ на подъеме и спуске станции. При подъеме «нормальный» профиль начинается с $h = 240$ км. До этого с момента отделения станции на $h = 160$ км и до $h = 240$ км наблюдались сильные флуктуации T_e и сравнительно высокие значения T_e , вызванные, по-видимому, большими импульсными наводками по цепям питания или же облаком газа от ракеты-носителя. В целом профили очень хорошо совпадают между собой, что говорит о стабильности работы прибора и условий в ионосфере. На подъеме в диапазоне высот 600—1100 км наблюдаются вариации T_e с амплиту-