

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
КОМИССИЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

(Отдельный оттиск)



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1965

ЭЛЕКТРОННАЯ И ИОННАЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ИОНОСФЕРЕ¹

(Тезисы)

Температура — один из основных параметров, характеризующих ионосферу и позволяющих получить ряд сведений о характере и величине тепловых источников, нагревающих атмосферу Земли.

Исследования температуры проводятся тремя основными методами — прямыми измерениями на ракетах и спутниках, косвенными определениями (например, по высотным профилям концентрации ионов и электронов), а также методом обратного некогерентного рассеяния.

Отсутствие до недавнего времени прямых измерений и неоднозначность косвенных определений температуры не позволяли экспериментально установить соотношение между электронной и ионной температурами в ионосфере.

Ранние теоретические расчеты [1] свидетельствовали о том, что электронная температура в слое F может заметно отличаться от ионной. Однако впоследствии из-за большой неопределенности параметров, необходимых для расчета (использование заниженных значений этих параметров), был сделан вывод о существовании температурного равновесия [2].

¹ Полностью обзор будет опубликован в журнале «Космические исследования», 3, № 6, 1965.

Эксперименты на ракетах и спутниках позволили получить ценные сведения о характеристиках ионосферы, необходимых для расчета, и прямым путем установили соотношение между T_e и T_i .

На основе экспериментальных данных вновь рассчитаны [8—10] модели распределения электронных температур с высотой. Они в основном согласуются с результатами прямых измерений T_e и T_i в дневное время.

В настоящем докладе рассматриваются результаты прямых измерений T_e и T_i на спутниках «Эксплорер-8», «Эксплорер-17», «Алуэт-1», «Ариэль-1», «Космос-2», а также на американских и японских ракетах [11—17]. Обсуждаются результаты, полученные методом обратного некогерентного рассеяния [18, 19].

Анализ этих результатов позволил в какой-то степени выяснить суточные, широтные и высотные зависимости главным образом электронной температуры вплоть до ~ 1200 км, поскольку ионная температура измерялась всего в трех экспериментах, причем результаты одного из них еще не опубликованы [15, 17].

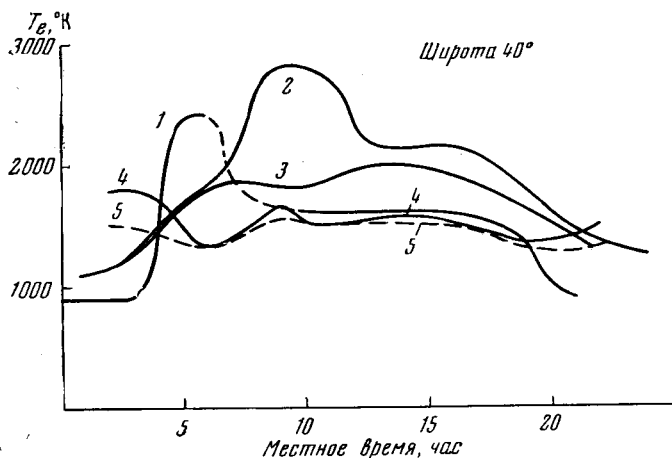


Рис. 1

На рис. 1 показан суточный ход T_e в области высот 250—500 км по данным «Эксплорера-8» (кривая 1), «Эксплорера-17» (2), «Ариэля-1» (3) и «Алуэта-1» (4 и 5). На большинстве кривых имеется отчетливый максимум в утренние часы сразу же после восхода Солнца.

На рис. 2 представлены дневные измерения T_e и T_i в разные годы в различных экспериментах (На рисунке: 1 — по данным «Эксплорер-8» (XI 1960 г.); 2 — «Ариэль-1» (IV 1962 г.); 3 — ракета (III 1961 г., Япония); 4 — «Космос-2» (IV 1962 г.); 5 — США (VIII 1962 г.); 6 — «Эксплорер-17» (IV 1963 г.); 7 — ракета (III 1963 г., Мичиган, США); 8 — США (VIII 1962 г.); 9 — ракета (VIII 1960 г., о-в Уоллопс, США); 10 — «Космос-2» (IV 1962 г.)). Электронные температуры, измеренные на ракетах, обозначены сплошными кривыми, результаты измерений T_i — пунктиром (4, 5). Из рис. 2 видно, что в области максимума слоя F отношение T_e/T_i достигает значительной величины, причем в средних широтах (где в основном проводились эксперименты) оно может быть больше двух.

Данные некогерентного рассеяния подтверждают эти результаты и показывают, что в низких широтах выше максимума слоя F $T_e/T_i \approx 1,1 \div 1,3$, а в высоких $\sim 1,6$.

До 400 км имеется значительный высотный градиент температуры

(см. рис. 2). Выше 400 км измерения, проводившиеся на спутниках, осложнены широтными и суточными эффектами и противоречивы, а данные некогерентного рассеяния неоднозначны и не позволяют сделать определенный вывод о высотном ходе температуры.

По данным некогерентного рассеяния и из результатов, полученных при помощи «Ариэля-1» и «Эксплорера-17», следует, что электронная температура растет с ростом широты.

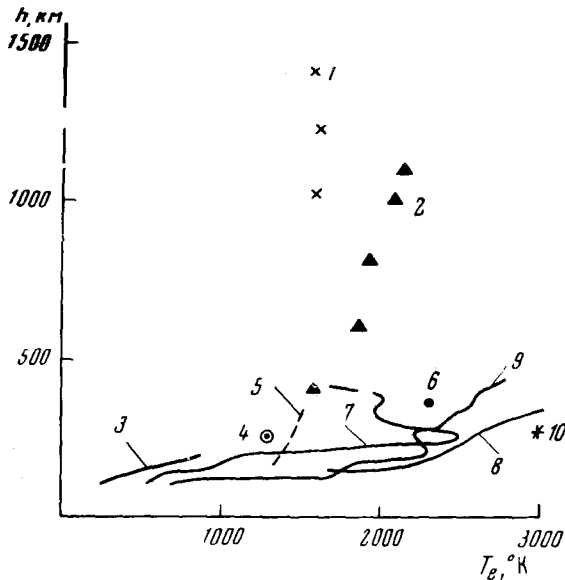


Рис. 2

Дальнейшие экспериментальные исследования температур необходимы как для понимания физики ионосферы, так и для уточнения и развития теоретических представлений. Желательно проводить зондовые измерения, как наиболее надежные, на ракетах (выяснение высотного хода) и на спутниках с круговой орбитой (широтная зависимость). Следует также наряду с измерениями T_e и T_i проводить одновременно опыты по измерению $T_{\text{нейтр}}$, поскольку для высот > 750 км, как следует из теоретических расчетов, ионная температура может значительно отличаться от температуры нейтрального газа и равняться на высотах > 1000 км электронной температуре.

Литература

1. Г. Друкарев. *J. Phys. USSR*, **10**, 81, 1946.
2. В. Л. Гинзбург. Теория распространения радиоволн в ионосфере. Гостехиздат, 1949.
3. Н. Е. Hinteregger. *Space Res.*, **1**, 304, 1960.
4. D. G. King-Hele, D. M. C. Walker. *Space Res.*, **2**, 902, 1961; W. Priester. *Space Res.*, **2**, 918, 1961.
5. В. Г. Истомин. В сб. «Искусственные спутники Земли», вып. 4. Изд-во АН СССР, 1961, стр. 171.
6. А. А. Похунков. В сб. «Искусственные спутники Земли», вып. 12. Изд-во АН СССР, 1962, стр. 133.
7. N. W. Spenser, L. H. Brace, G. R. Garignan. *J. Geophys. Res.*, **67**, 157, 1962.
8. W. B. Hanson, F. S. Johnson. *Mem. Soc. R. Sci. Liège*, **4**, 390, 1961.
9. W. B. Hanson. *Space Res.*, **3**, 282, 1963.
10. A. Dalgarno, N. B. McElroy, R. J. Moffet. *Planet. Space Sci.*, **11**, 463, 1963.
11. R. E. Bourdeau, J. L. Donley. *Proc. Roy. Soc.*, **A281**, 1387, 1964.
12. L. H. Brace, N. W. Spenser. *J. Geophys. Res.*, **69**, 4686, 1964.

13. J. King, P. A. Smith, D. Eccles, G. F. Fooks, H. Helm. Proc. Roy. Soc., A281, 464, 1964; S. I. Bouer, L. I. Blumle. J. Geophys. Res., 69, N 17, 1964.
 14. P. I. Bowen, R. L. Boyd, G. L. Henderson, W. I. Raitt, A. P. Willmore. Proc. Roy. Soc., A281, 504, 1964.
 15. K. I. Gringauz, B. N. Gorozhankin, G. L. Gdalevich, V. V. Afonin, R. Ie. Rybchinsky, N. M. Shutte. Space Res., 5, 733, 1965.
 16. J. Aono, K. Hirrao, S. Miyazaki. J. Radiat. Res. Lab. Japan, 8, 453, 1961.
 17. A. F. Nagy, L. H. Brace, G. R. Garignan, M. Kanai. J. Geophys. Res., 68, N 24, 6401, 1963.
 18. K. L. Bowles, E. R. Ochs, J. L. Green. J. Nat. Bur. Stand., 66, 395, 1962; Rep. to the XV General Assembly URSI, Tokyo, 1963.
 19. J. V. Evans, M. Loewenthal. Planet. Space Sci., 12, N 10, 915, 1964.
-