

сеансах, в которых наблюдались скорости, заметно превышающие скорости ВВ за другие дни, определенного закона дисперсии не наблюдалось.

На рис. 2а изображены частотные зависимости  $V(f)$  для ночного времени, из которых видно, что в большей части сеансов наблюдалась положительная дисперсия. Эти результаты подтверждают результаты, полученные в работах [1, 4] доплеровским методом. В то же время данные, полученные ионограммным методом [2, 5], показывают слабую отрицательную дисперсию. То обстоятельство, что разные законы дисперсии фазовых скоростей ВВ получены разными методами измерения, позволяет предположить, что возможной причиной расхождения результатов является неадекватность методов. Для проверки этого предположения необходимо провести одновременные измерения  $V(f)$  двумя методами в одном месте.

5. Таким образом, измерения фазовых скоростей ВВ, проведенные доплеровским методом на решетке измерительных пунктов, показали: а) фазовые скорости всех частотных составляющих ВВ в дневное время направлены на юго-восток и лежат в узком угловом интервале; б) направления фазовых скоростей ВВ в ночное время имеют большой разброс, причем он наблюдается как внутри одного сеанса для различных частотных составляющих, так и от ночи к ночи; в) отдельные ночи обнаруживают малый угловой разброс скоростей, когда можно проследить суточную циклическую изменчивость направлений перемещения волновых фронтов; г) частотная зависимость угла наклона фазового фронта имеет вид, близкий к зависимости предельного угла наклона; д) большая часть дневных и ночных сеансов показывает положительную дисперсию фазовых скоростей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Herron T. J. // J. Atmos. Terr. Phys. 1973. V. 35. P. 101.
- Дробжева В. И., Пеленицын Г. М., Хачикян В. С., Яковец А. Ф. // Phys. Solariterr. 1979. № 10. P. 127.
3. Kalikhman A. D. // J. Atmos. Terr. Phys. 1980. V. 42. P. 697.
4. Shibata T., Okuzawa T. // J. Atmos. Terr. Phys. 1983. V. 45. P. 149.
5. Morgan M. G., Tedd B. L. // J. Geophys. Res. 1983. V. A88. P. 10253.
6. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1974. С. 316.
7. Waldock J. A., Jones T. B. // J. Atmos. Terr. Phys. 1984. V. 46. P. 217.

Институт ионосферы  
АН КазССР

Поступила в редакцию  
29.VI 1987

УДК 550.388.2

#### ДОЛГОТНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЛАВНОГО ИОНОСФЕРНОГО ПРОВАЛА ПО ДАННЫМ ИСЗ «КОСМОС-900»

Афонин В. В., Бенькова Н. П., Зикрач Э. К., Шестакова Л. В.,  
Мамруков А. П., Строд Н. С.

По данным зондовых измерений на ИСЗ К-900 во время ночных пролетов в ноябре 1977 г. построены графики изменений электронной концентрации  $N_e$  вдоль орбит ИСЗ. Показано, что в районе главного ионосферного провала широтная зависимость  $N_e(\Phi')$  существенно различна в разных долготных секторах.

Исследования долготных особенностей главного ионосферного провала (ГИП) проводились как по наземным, так и по спутниковым данным (см., например, [1-3]). Однако возможности наземного зондирования ограничены из-за неравномерной и местами очень редкой сети станций; спутниковые измерения более удобны для исследования, поскольку каждый виток спутника пересекает широты ГИП на разных долготах в одном временном секторе. Особенно удобны измерения ИСЗ «Космос-900» (К-900), имевшего почти круговую орбиту с параметрами: высота ~500 км, наклонение 83°, период обращения 94,4 мин. Измерения электронной концентрации  $N_e$  на ИСЗ К-900 осуществлялись с помощью установленной на борту трехэлектродной ионной ловушки с плавающим потенциалом и относятся к высотам несколько выше основного максимума ионизации  $F$ -области. Ниже приведен пример изменений структуры ГИП на разных долготах по данным ИСЗ К-900. На рис. 1 даны 10 широтных разрезов  $N_e$  вдоль орбит ИСЗ за вечерние часы (18-22 LT) в спокойных магнитных условиях ( $K_p \sim 0-2$ ); в течение трех суток, предшествующих выбранному, магнитное поле было также спокойным. На рис. 1 четко видно различие формы ГИП на разных долготах, причем в соседние дни форма ГИП на одних и тех же долготах хорошо сохраняется. В долготном секторе  $\lambda \sim 10-40^\circ$  E (Европейская часть СССР) имеет место широкий провал, резко углубляющийся вблизи крутой полюсной стенки. Подобная картина наблюдается также на  $\lambda \sim 320-$

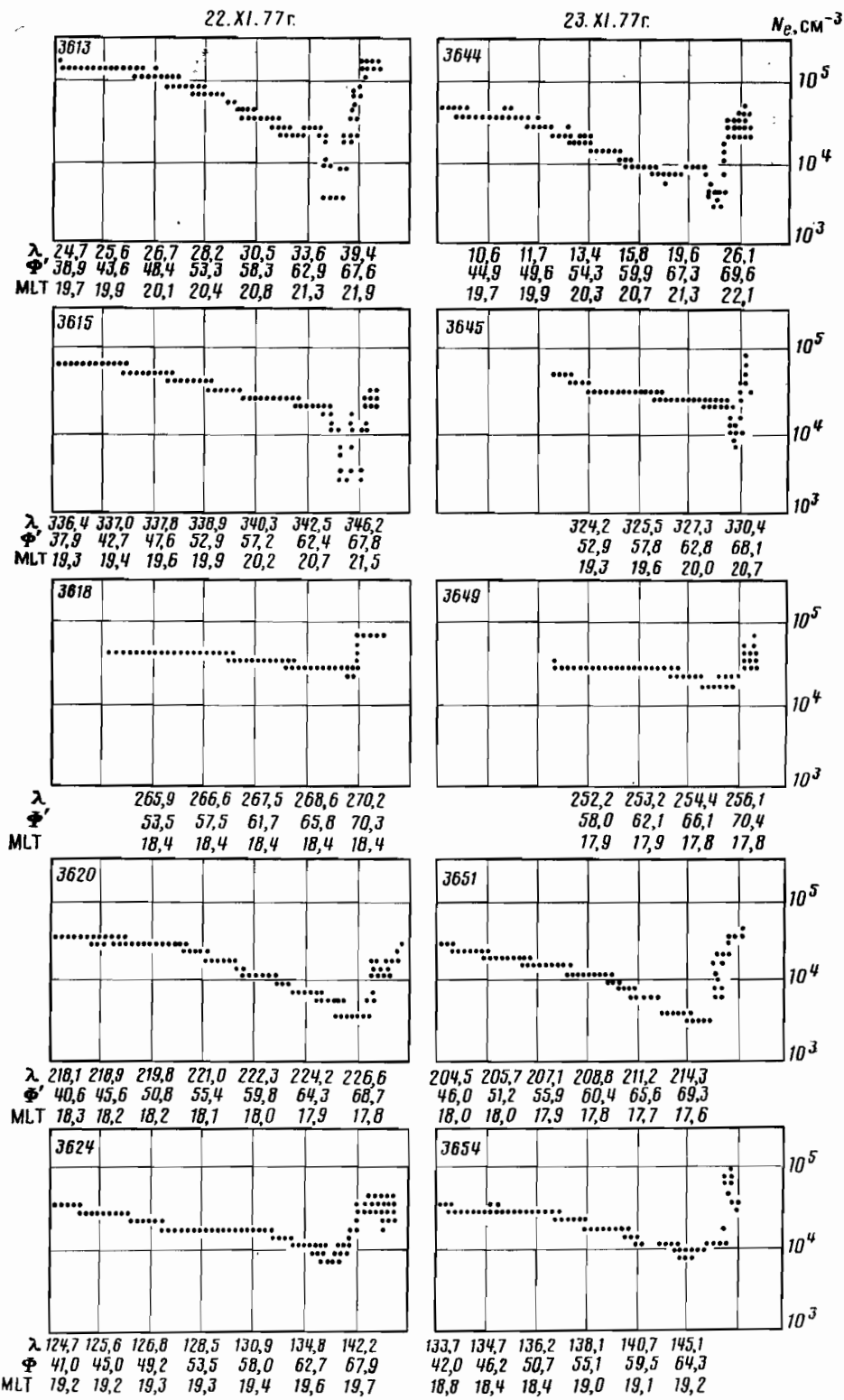


Рис. 1. Широтные разрезы электронной концентрации  $N_e$ ,  $\lambda$  — географическая долгота,  $\Phi$  — инвариантная широта, MLT — местное магнитное время. В левых верхних углах каждой диаграммы приведены номера витков

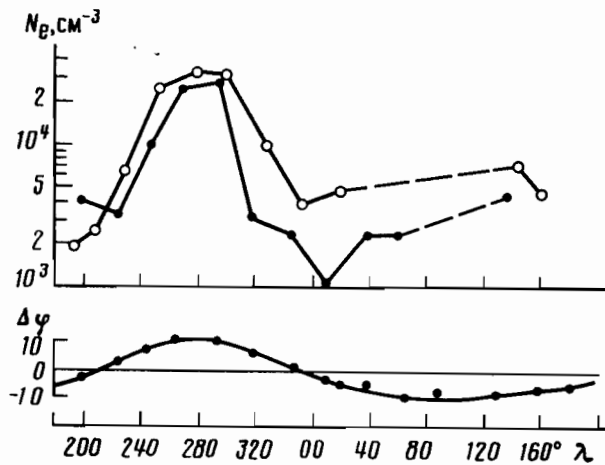


Рис. 2. Долготные изменения плотности электронов  $N_e$  в минимуме провала ( $N_{e \text{ min}}$ ). Точки — 22.XI 1977 г.; кружки — 23.XI 1977 г.  $\Delta\varphi$  — географическая широта инвариантного геомагнитного экватора (значение  $\varphi$  для  $\Phi' = 0^\circ$ )

$350^\circ$  (Гренландия, Атлантический океан). На  $\lambda \sim 250-270^\circ$  (Америка) провал менее глубок и уменьшение  $N_e$  вблизи полюсной стенки не регистрируется. На  $\lambda \sim 200-230^\circ$  (Аляска, Тихий океан) и  $\lambda \sim 125-145^\circ$  (Якутия) форма провала имеет промежуточный характер; на этих долготах наблюдается плавное понижение  $N_e$  с экваториальной стороны и более резкий градиент с полюсной стороны.

Долготные изменения плотности электронов в минимуме ГИП ( $N_{e \text{ min}}$ ) в рассматриваемые дни (22 и 23.XI 1977 г.) приведены на рис. 2. Две долготные зоны ( $\lambda \sim 180-220^\circ$  и  $\lambda \sim 0-30^\circ$ ) с наименьшими значениями  $N_{e \text{ min}}$  примерно совпадают с долготами пересечения геомагнитного и географического экваторов ( $\Delta\varphi = 0^\circ$ ). Такое долготное распределение  $N_{e \text{ min}}$  обусловлено тем, что на меридиане геомагнитного полюса северная субавроральная зона приходится на более низкие географические широты, чем на других долготах, и высокая дневная электронная плотность на низких широтах, не успев к 18–19 ч LMT исчезнуть из-за рекомбинации, заполняет провал, служащий границей между средней и высокоширотной ионосферой. В более поздние часы (22–24) ГИП на меридиане  $\sim 280^\circ$  выражен лучше (см., например, [2]), но, к сожалению, в данных K-900 случаев, чтобы наблюдения на этом меридиане приходились на поздние вечерние часы, не обнаружено.

Следует отметить, что описанные долготные изменения структуры ГИП несколько отличны от полученных ранее по наземным данным [1], что, возможно, связано как с различием фаз солнечного цикла, к которым относятся данные работы [1] и настоящей, так и с недостаточностью числа наземных ионосферных станций. Приведенные данные о ГИП по измерениям K-900 согласуются с результатами работы [3]. Так же, как и в [3],  $N_{e \text{ min}}$  имеет главный максимум на долготе геомагнитного полюса ( $\lambda \sim 280^\circ$ ) и вторичный (менее выраженный) на противоположном меридиане ( $\lambda \sim 100^\circ$ ). Аналогичные долготные изменения  $N_{e \text{ min}}$  отмечены в них широтах в работе [4] (по данным ISS-b) и в [5] (по наземным данным), что указывает на глобальный характер долготных эффектов. Относительная амплитуда долготных вариаций  $N_e$  на средних широтах значительно меньше (в 3–4 раза), чем на широте ГИП (в 10–12 раз). Что касается формы провала и широты минимума ГИП ( $\Phi'_{\text{min}}$ ), то наши результаты и результаты [6] не идентичны, что, возможно, объясняется характером экспериментальных данных (отдельные пролеты ИСЗ) и неполным совпадением времени наблюдений в обоих случаях.

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные подкрепляют выводы [3, 5] о зависимости долготного эффекта ГИП от распределения магнитного поля, воздействующего как на динамические процессы, так и на состав нейтральной атмосферы. Однако для получения полного представления о типичной картине ГИП на разных долготах необходимо привлечение большего объема исходного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бенькова Н. П., Зикрач Э. К. // Физические процессы в области главного ионосферного провала. Прага: 1983. С. 7.
2. Беспрозванная А. С., Макарова Л. Н. // Геомагнетизм и аэрномия. 1984. Т. 24. С. 145.
3. Деминов М. Г., Карпачев А. Т. // Геомагнетизм и аэрномия. 1986. Т. 26. С. 63.