

# Глобальный долготный эффект в ионосфере

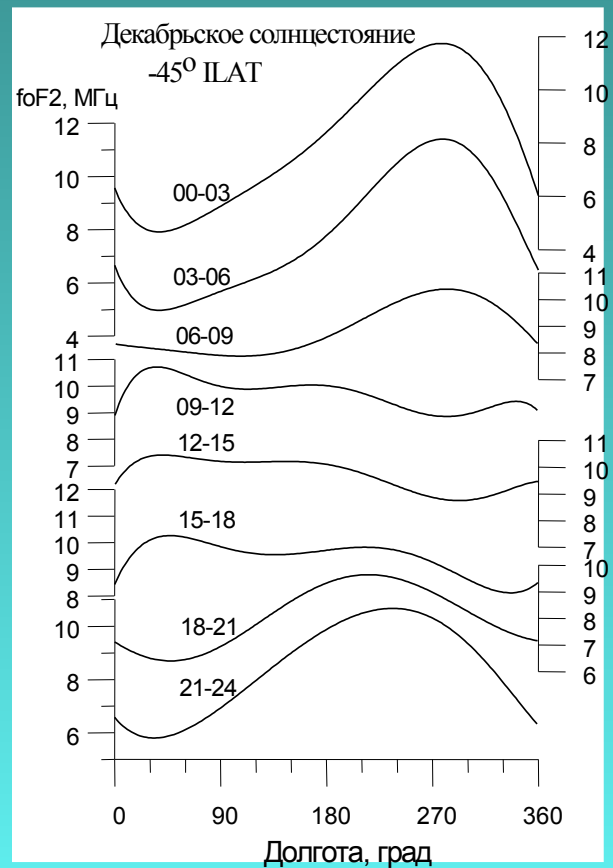
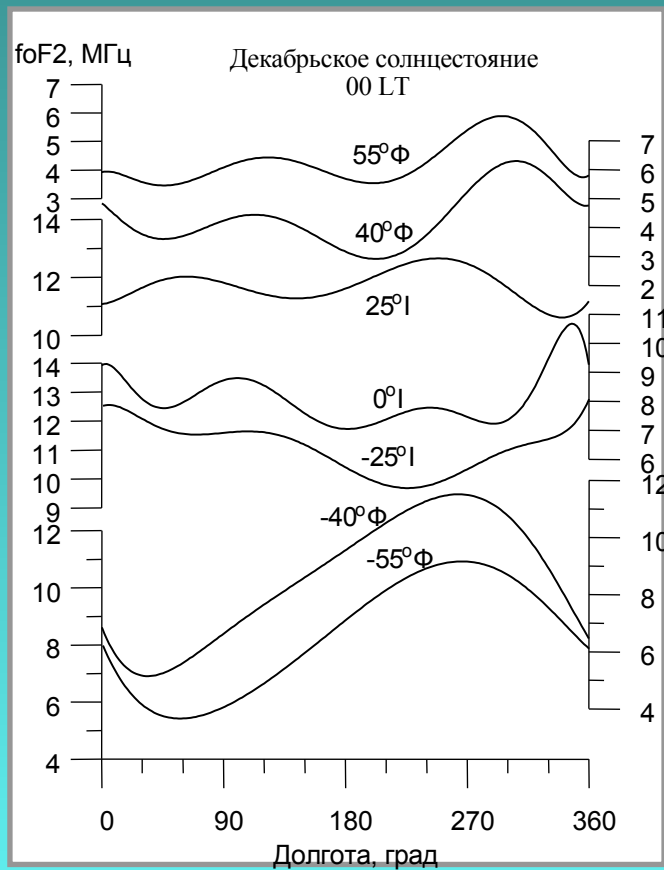
*Карпачев А.Т.*

Кессених, Булатов, 1944

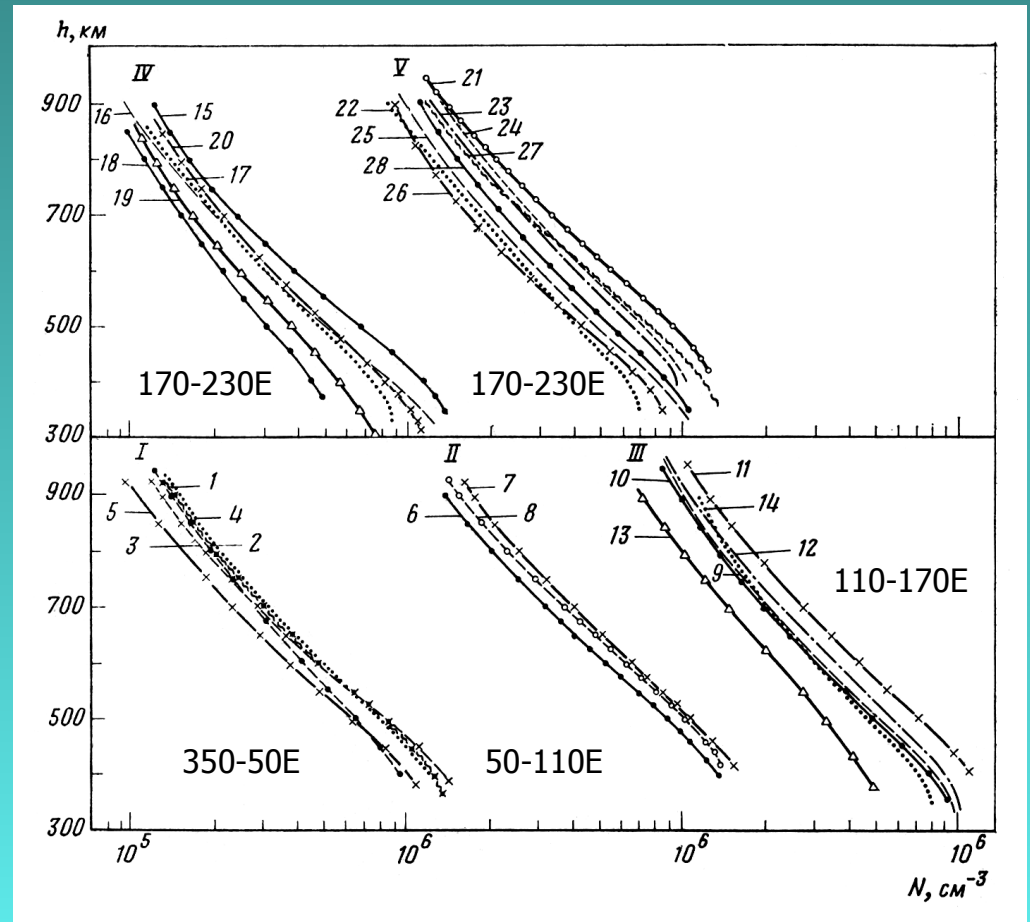
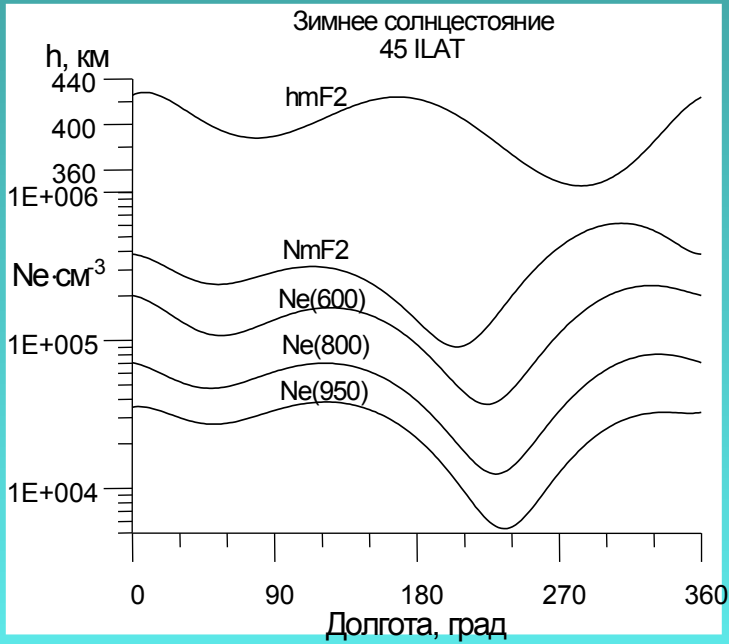
Challinor, Eccles, King, Rothwell, 1970-1971, ARIEL-3

Деминов, Деминова, Дегуева, Калифарска, Коченова, Шубин, Гасилов

# Изменения характера ДЭ с широтой и местным временем

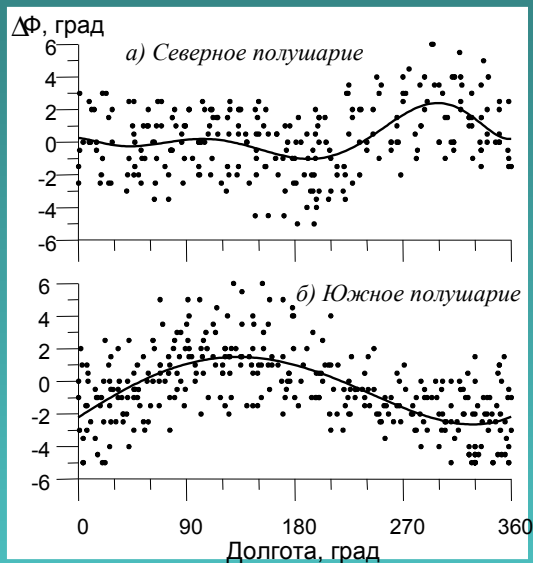


# ДЭ во внешней ионосфере

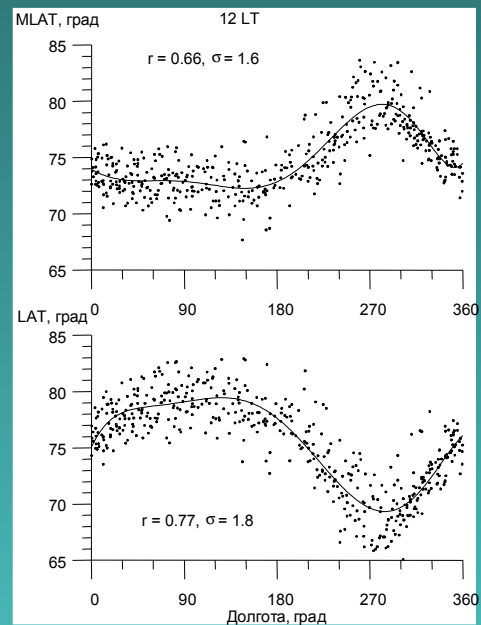
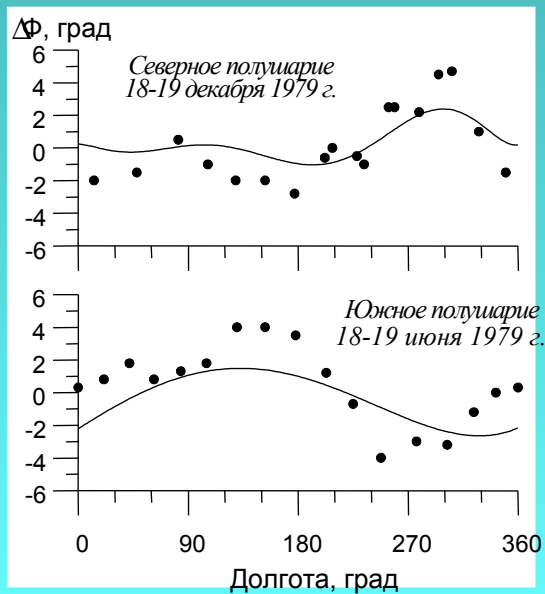


Бенькова Н.П., Легенька А.Д., Коченова Н.А., Фаткуллин М.Д., Флигель М.Д. Модельное представление электронной концентрации во внешней среднеширотной ионосфере с использованием данных ИСЗ «Интеркосмос-19» // Космические исследования. 1987. Т.25. № 3. С.410

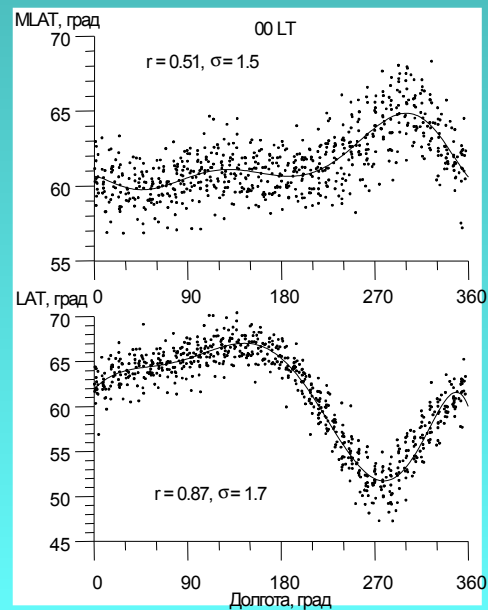
# ДЭ в положении главного ионосферного провала



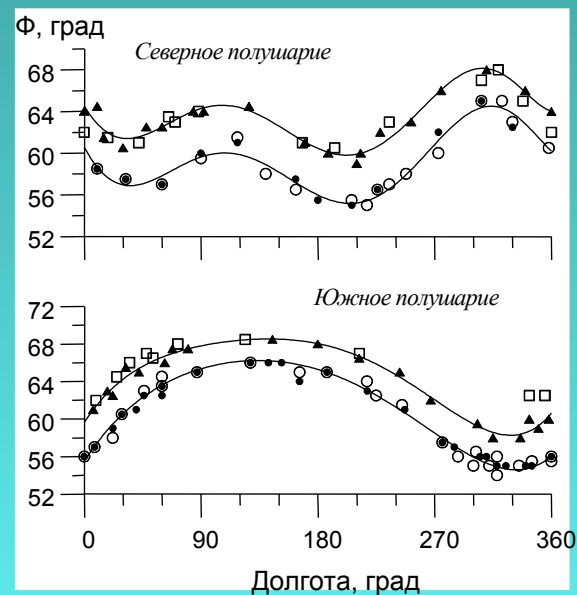
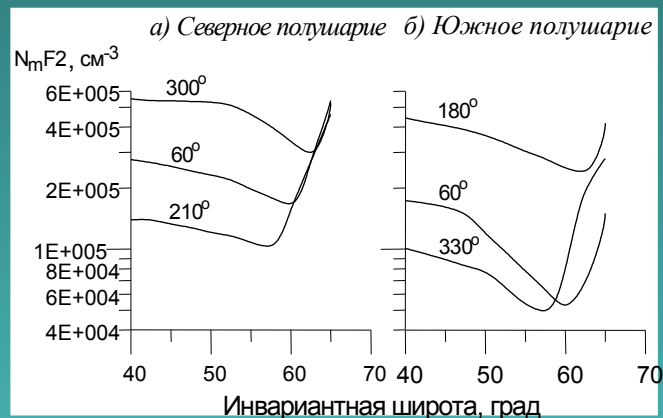
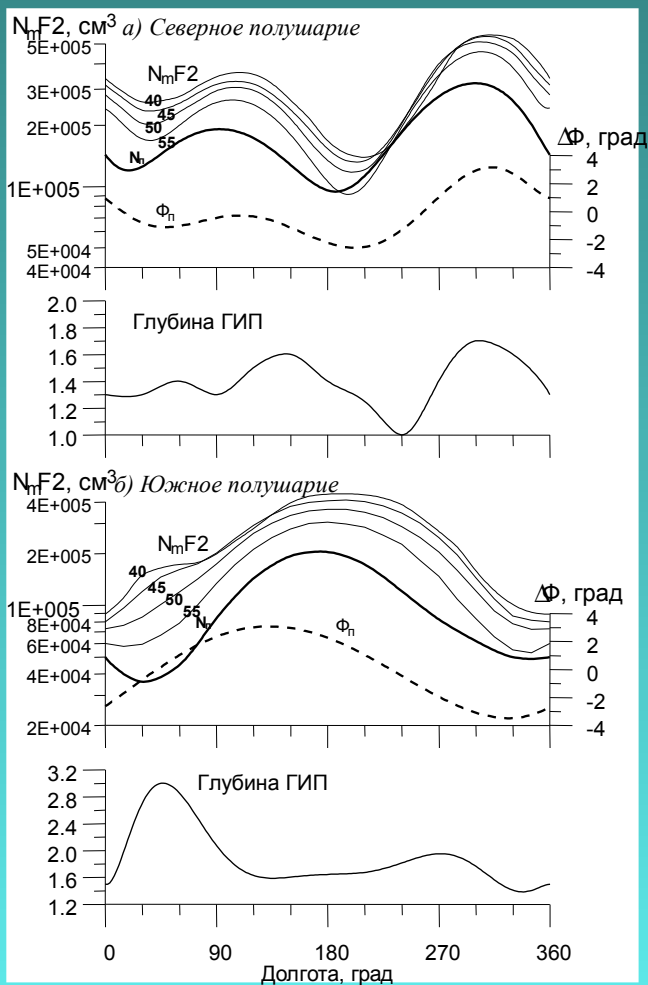
Деминов М.Г., Карначев А.Т.  
Долготный эффект в конфигурации  
главного ионосферного провала. I.  
Положение провала // Геомагнетизм и  
аэрономия. 1986. Т. 26. № 1. С. 63



## CHAMP



# Асимметрия северного и южного полушарий в области ГИП

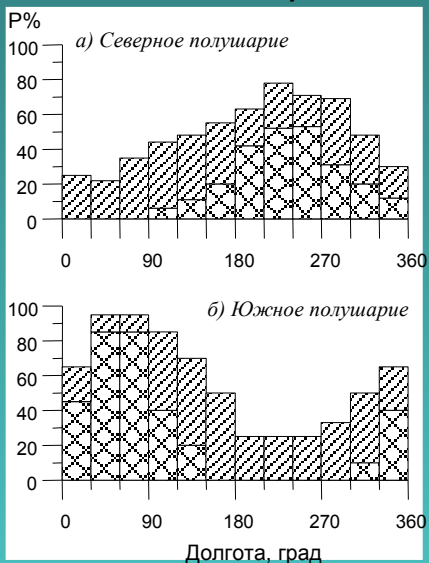


Карпачев А.Т. Зависимость формы ГИП от долготы, высоты, сезона, местного времени, солнечной и магнитной активности // Геомагнетизм и аэронавигация. 2003. Т.43. № 2. С.256-269.

Демин М.Г., Карпачев А.Т., Афонин В.В., Харьков И.П., Шмилауэр Я. Долготный контроль температуры электронов субавроральной ионосферы. Геомагнетизм и аэронавигация, 1987, т. 27, # 3, с. 409-412.

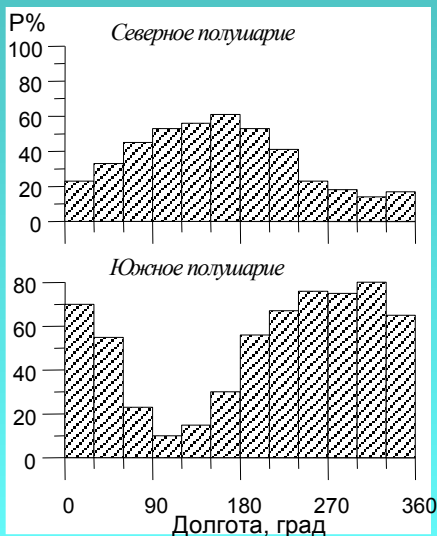
# Асимметрия в вероятности появления провала

## Летние ночные условия



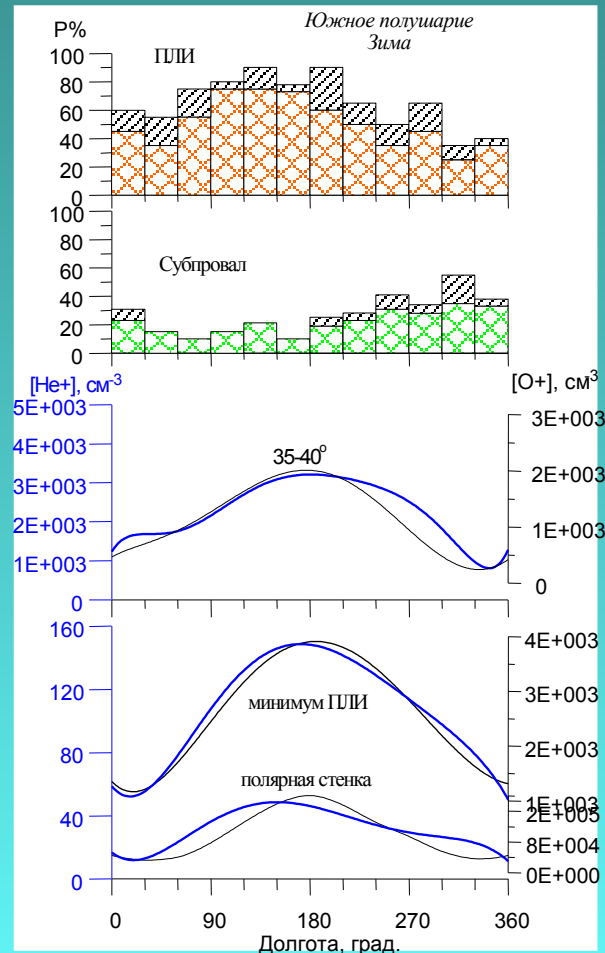
Карпачев А.Т., Сидорова Л.Н.  
 Долготные вариации вероятности наблюдения провала и субпровала в концентрации ионов  $He^+$  для ночных условий // Геомagnetизм и аэрoномия. 2000. Т.40. № 5. С.52-62.

## Зимние дневные условия



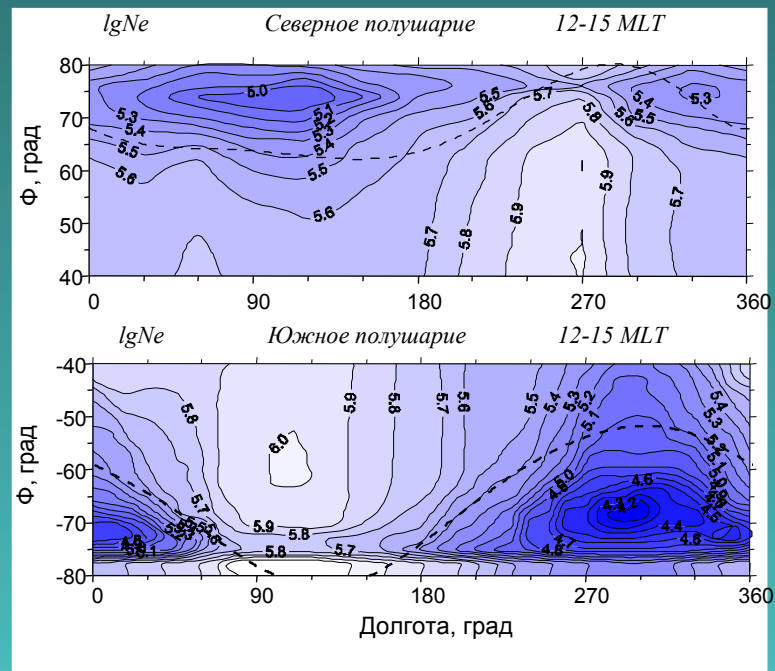
Карпачев А.Т., Афонин В.В.  
 Зависимость вероятности наблюдения ионосферных провалов от сезона, местного времени, долготы и уровня магнитной активности // Геомagnetизм и аэрoномия. 1998. Т.38. N3. С.79-91

## ПЛИ и субпровал в $[He^+]$

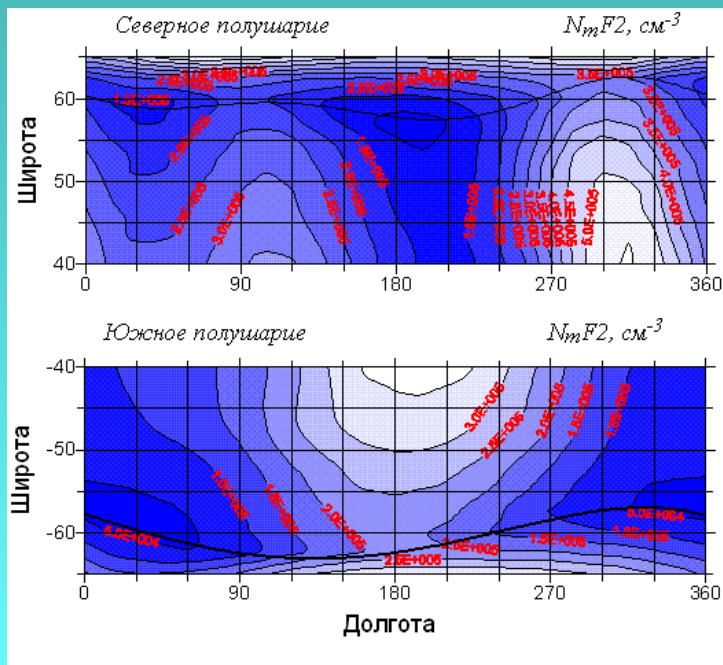


# Глобальное распределение электронной концентрации в области провала ионизации

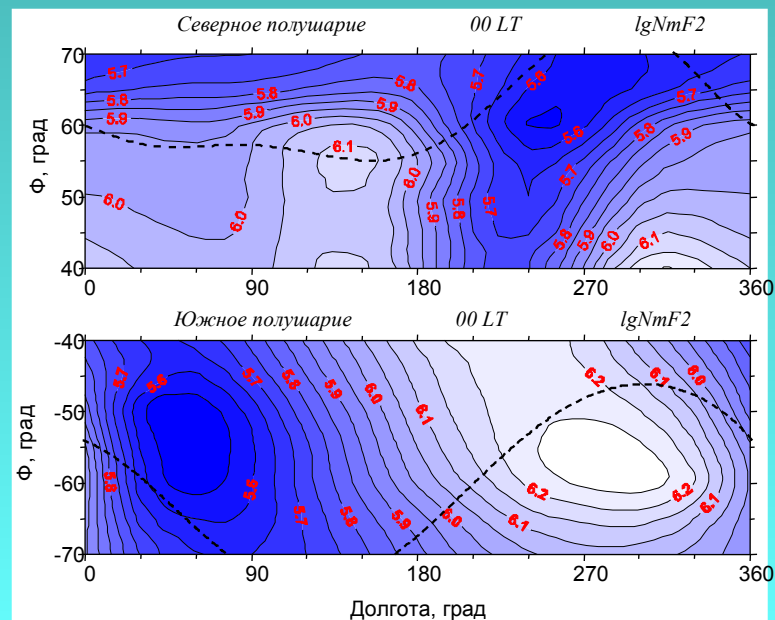
## Зимние дневные условия



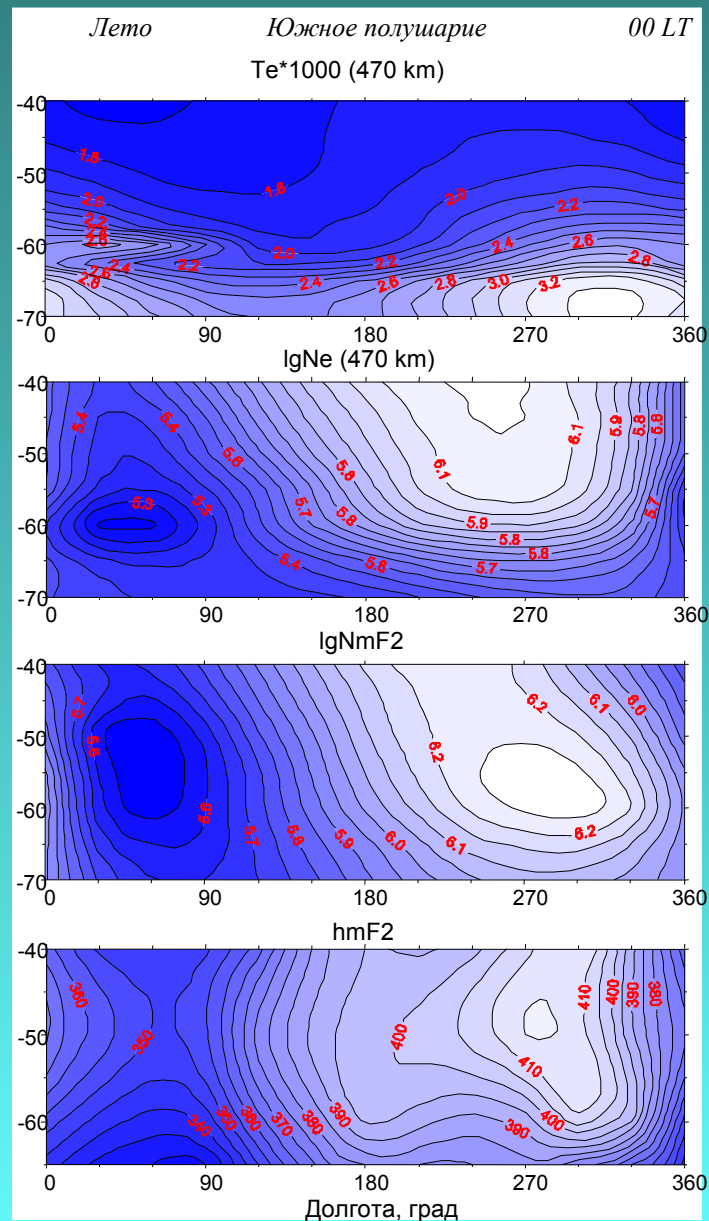
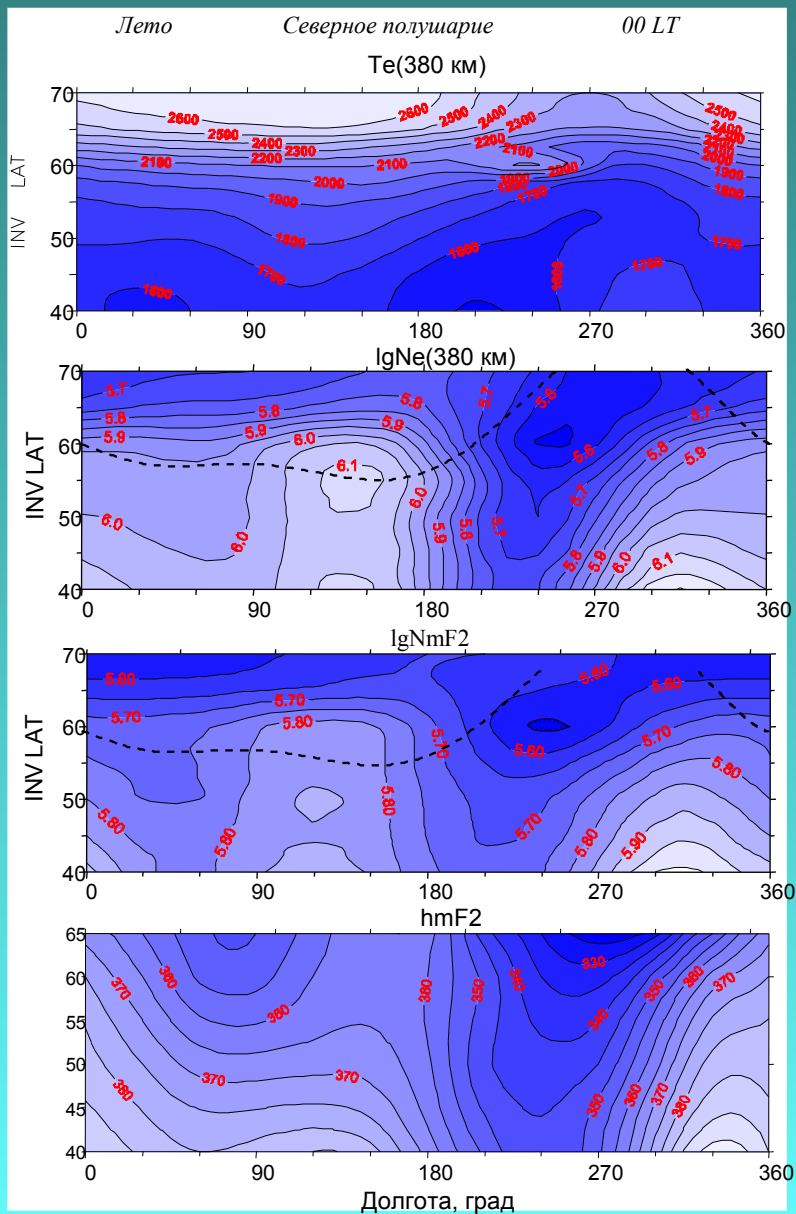
## Зимние ночные условия



## Летние ночные условия



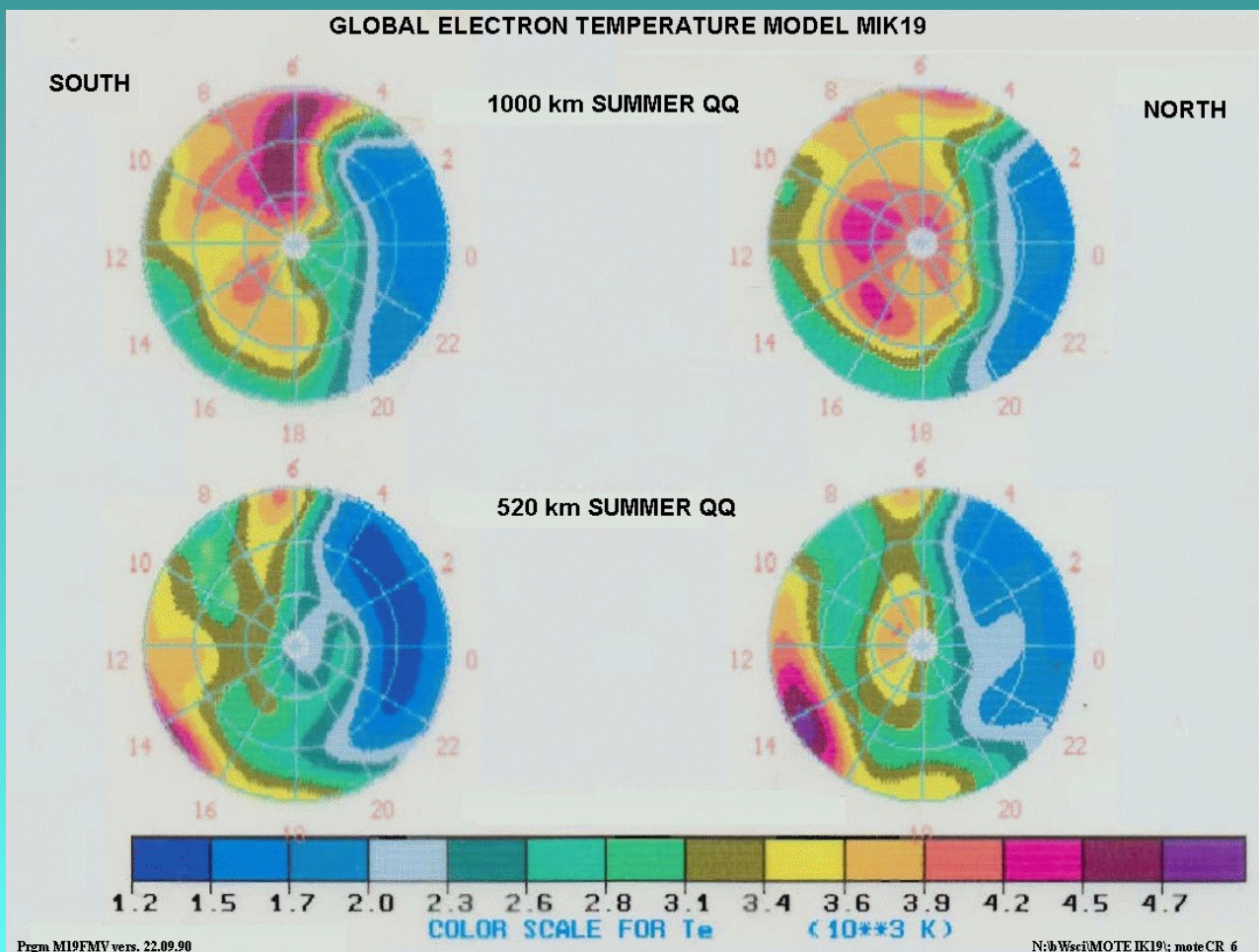
# Долготные вариации $T_e$ , $N_e$ , $NmF2$ и $h_mF2$



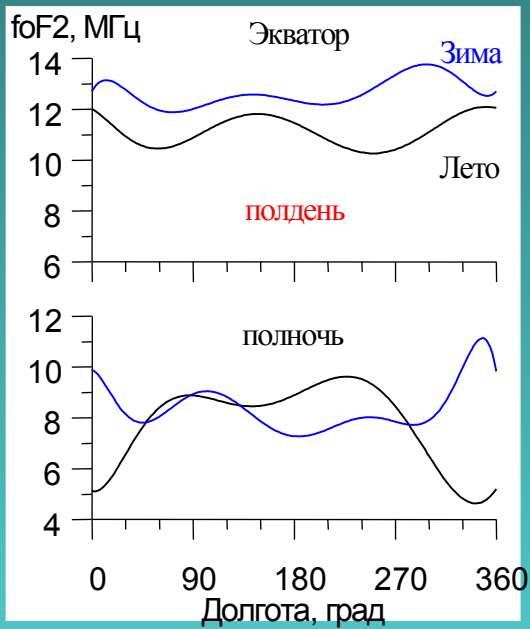


# Глобальная эмпирическая модель электронной температуры

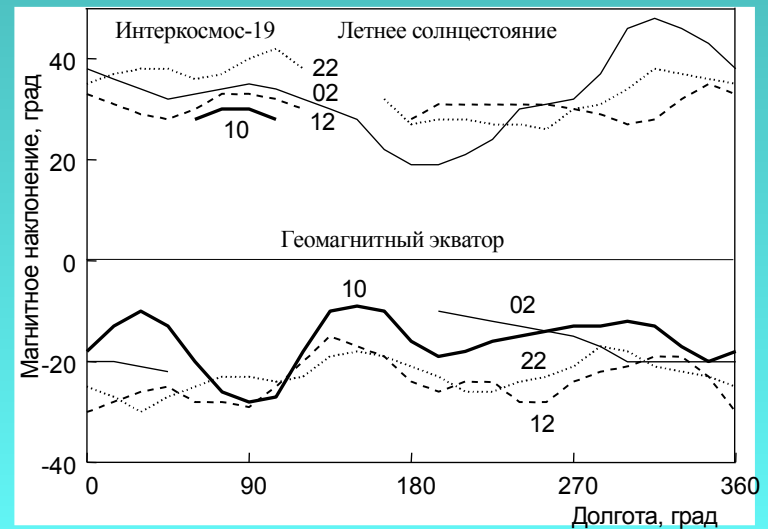
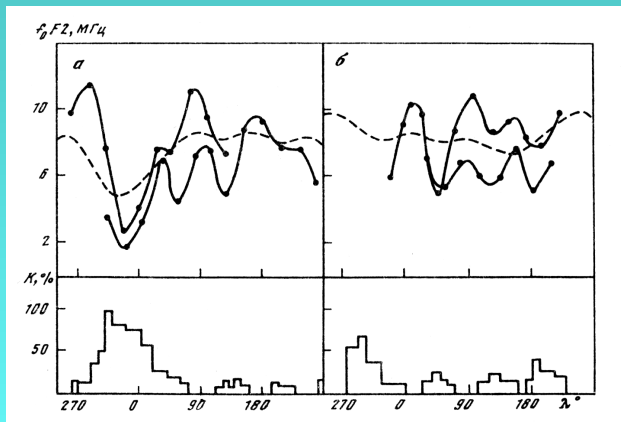
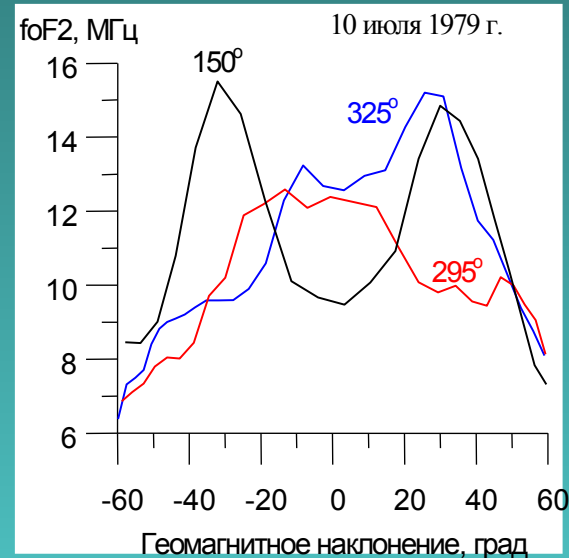
*Truhlik V., Triskova L., Smilauer Ya., and Afonin V.V. Global empirical model of electron temperature in the outer ionosphere for period of high solar activity based on data of three Intercosmos satellites // Adv. Space Res., 2000, 25(1), 163-169.*



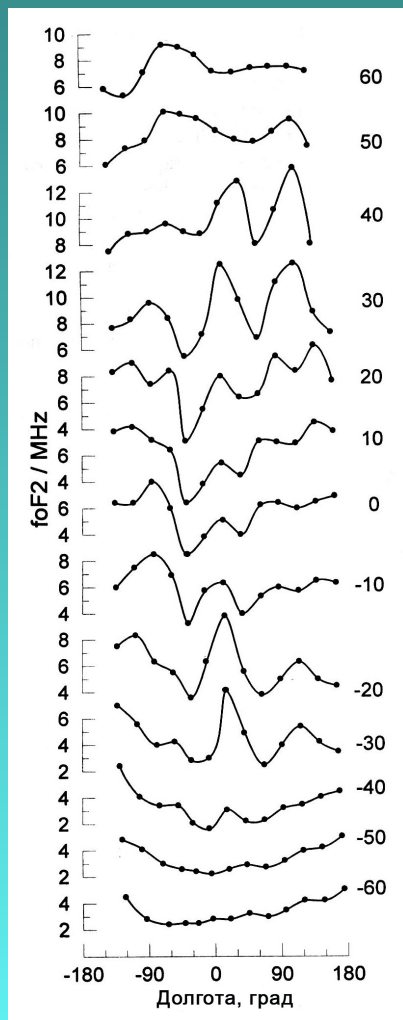
# ДЭ в структуре экваториальной аномалии



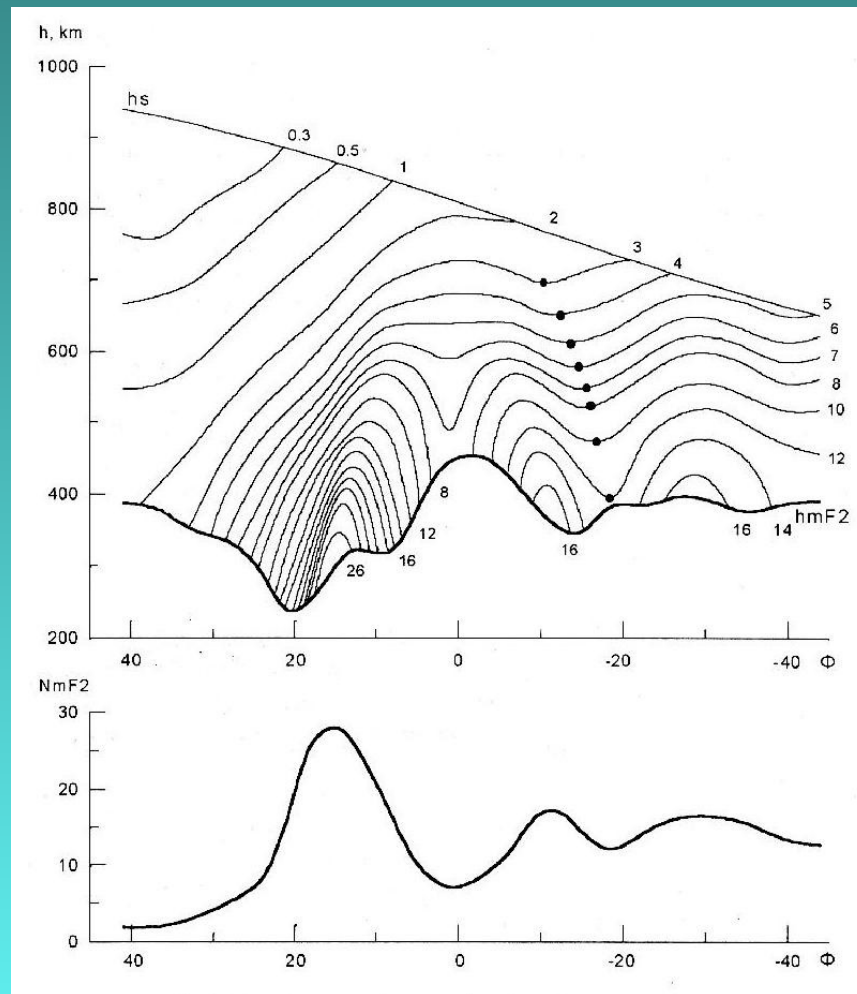
Private communication



## Мелкомасштабные вариации в области ЭА

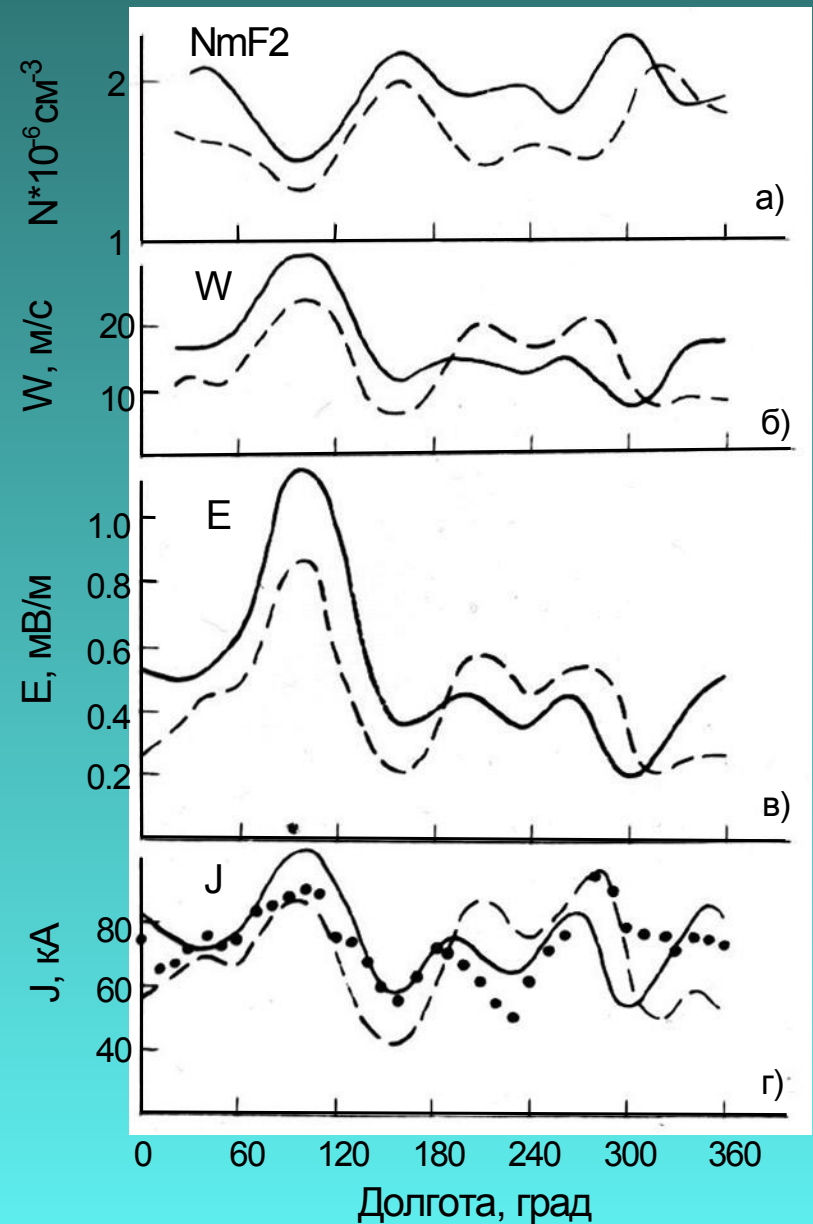
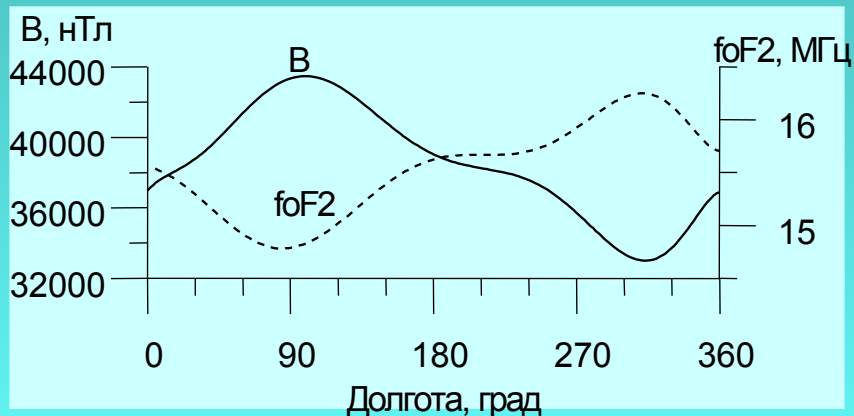
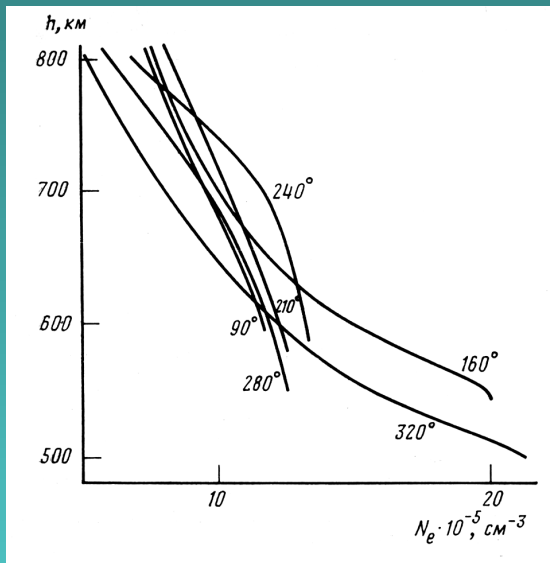


## Низкоширотный провал ионизации как проявление ДЭ



*Deminova G.F. One type of low-latitude ionization trough in the Southern hemisphere // Adv. Space Phys. 1999. V.24. № 11. P.1503*

# Причины ДЭ в ночной и дневной ЭА



Деминов М.Г., Коченова Н.А., Ситнов Ю.С. Долготные изменения электрического поля в дневной экваториальной ионосфере // Геомагнетизм и аэрономия. 1998. Т.28. № 1. С.71.

## Серво-модель

Серво-модель основана на том, что в ночных условиях, в отсутствие солнечной ионизации и вертикального дрейфа плазмы, максимум слоя F2 образуется на высоте  $h_{mo}$ , где достигается баланс между процессами рекомбинации и диффузии: [Rishbeth, 1967, Rishbeth et al., 1978].

$$\beta = D_a \sin^2 I / [2H^2 (k \cos - 1) / k] \quad (1)$$

$H$  - высота однородной атмосферы для атомарного кислорода,  $I$  - наклонение магнитного поля Земли,  $k = 1.875$ ;  $c = 1.3$  для ночных условий;  $s = 0.160$ ,  $a = 2.82$ . Коэффициент диффузии  $D_a$  [Buonsanto et al., 1989]:

$$D_a = 3.19 \cdot 10^{17} (T_e + T_i) / \{f \cdot (T_i + T_n)^{1/2} [O] + 42.3 [N_2] + 41.1 [O_2]\}, \quad (2)$$

$f = 1.2$  [Titheridge, 1995a]. Коэффициент рекомбинации  $\beta = k_1 [N_2] + k_2 [O_2]$ .

Равенство (1) выполняется на высоте  $h = h_{mo}$ :

$$h_{mo} = h_0 + c_1 T_n \{ \ln([O]_0 \beta_0 T_n^2 (T_n + T_i)^{1/2} / [(T_e + T_i) \sin^2 I]) - c_2 \} \quad (3)$$

Отклонения высоты слоя F2 от высоты баланса  $h_{mo}$  определяются вертикальным дрейфом плазмы под действием нейтрального ветра

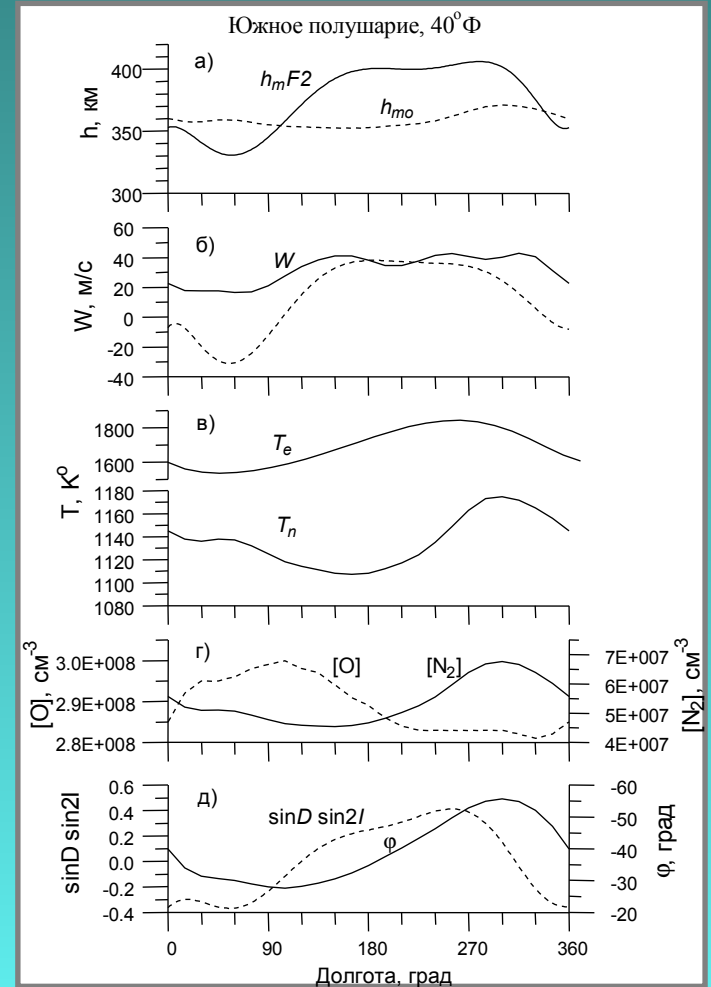
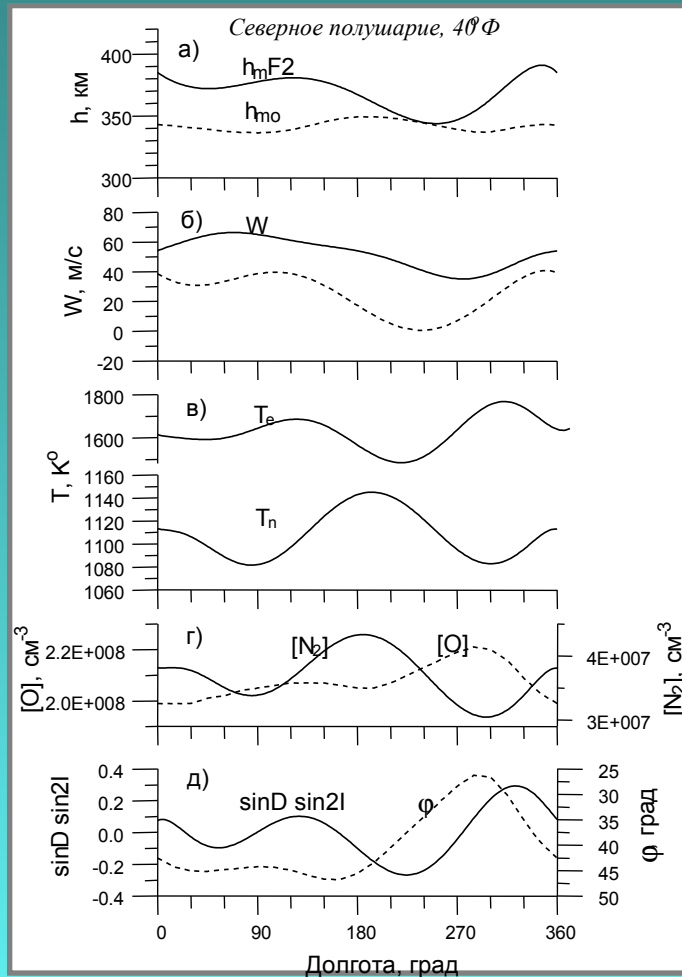
$$W = -1/2 \sin I \cos I (U \sin D + V \cos D), \quad (4)$$

где  $U$  и  $V$  - зональная и меридиональная компоненты ветра, а  $I$  и  $D$  - наклонение и склонение магнитного поля соответственно.

В квазистационарном случае  $dh_m/dt \sim 0$  и можно получить выражение для вертикального дрейфа плазмы [Miller et al., 1986]:

$$W = D_m \sin^2 I / (2H) \{ \exp[(h_m - h_{mo})/H] - \exp[-k(h_m - h_{mo})/H] \}. \quad (5)$$

# Причины долготных вариаций $h_m F2$ в ночной летней среднеширотной ионосфере

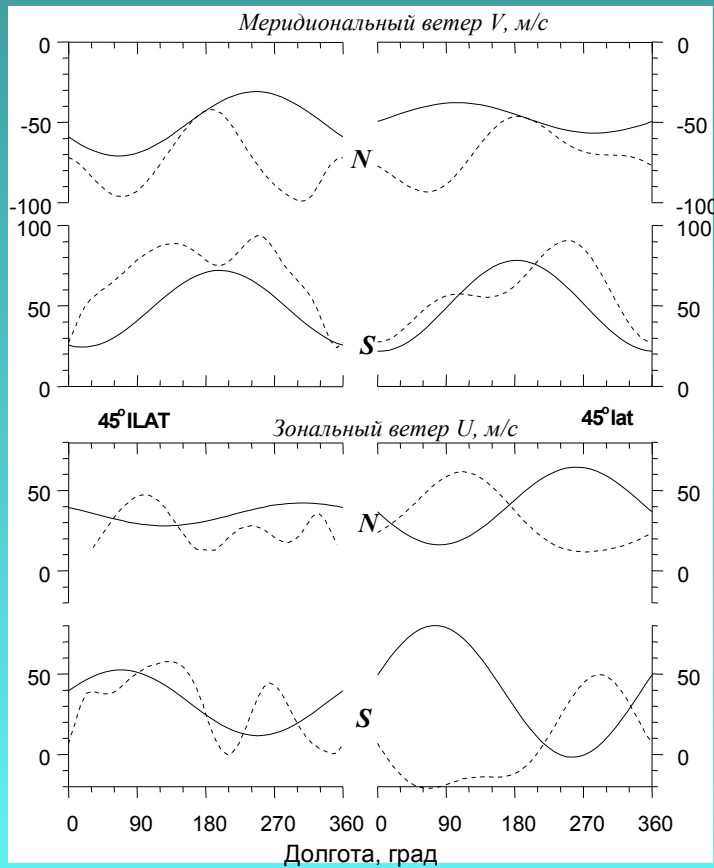


Карпачев А.Т., Гасилов Н.А. Вариации скорости вертикального дрейфа плазмы с долготой в среднеширотной ночной летней ионосфере, рассчитанные по данным измерений  $h_m F2$  // Геомагнетизм и аэрономия. 1998. Т.38. N 5. С. 89-99.

# Причины долготных вариаций $h_mF2$ в ночной и дневной среднеширотной ионосфере

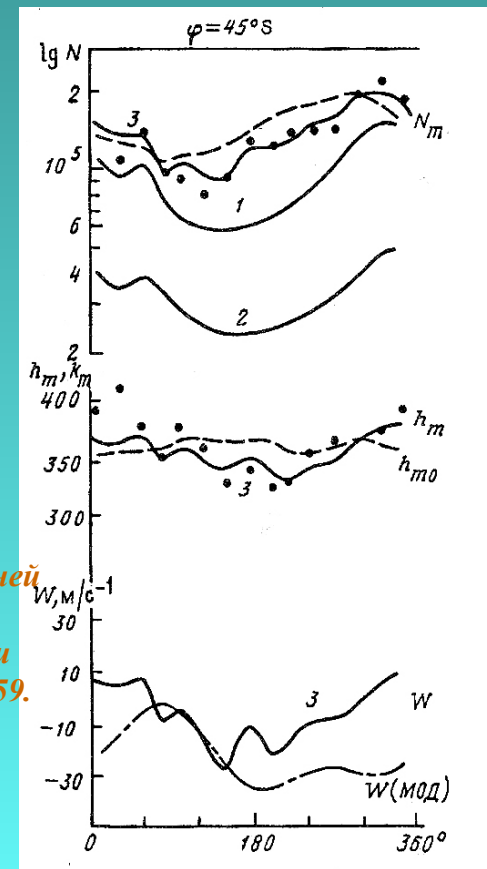
20-25% -  $T_n$   
 75-80% - нейтральный ветер  
 (55% -  $V$ , 45% -  $U$ )  
 $Te$ ,  $O$ ,  $N_2$

$N_mF2$  –  $U$ , нейтральный состав  
 $h_mF2$  –  $U$ , частично  $V$



*A.T. and Gasilov N.A. Zonal and meridional wind components derived from Intercosmos-19  $h_mF2$  measurements // Adv. Space Res. 2001. V.27. № 6/7. P.1245-1252.*

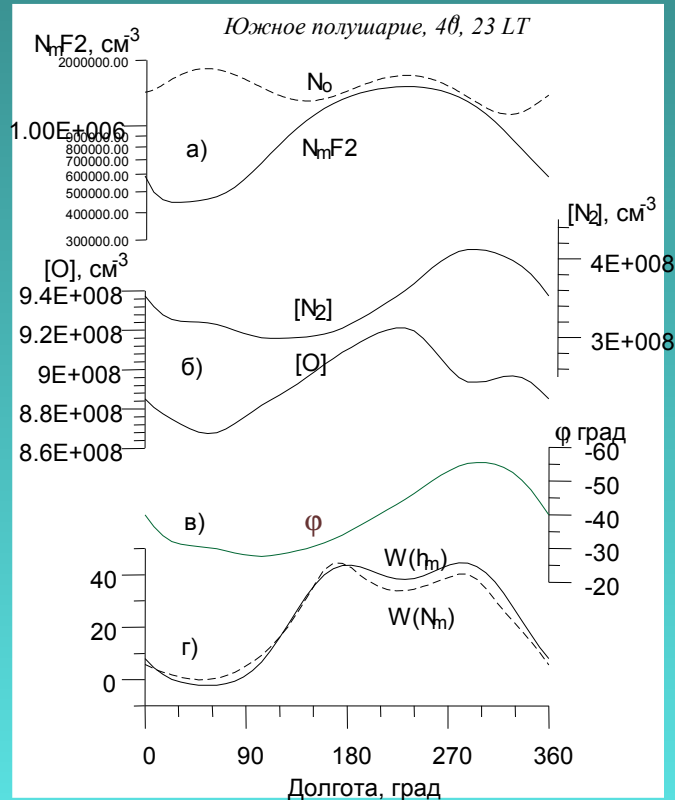
*Коченова Н.А., Шубин В.Н. Долготные изменения в летней ионосфере южного полушария // Геомагнетизм и аэрономия. 1995. № 2 ю 155-159.*



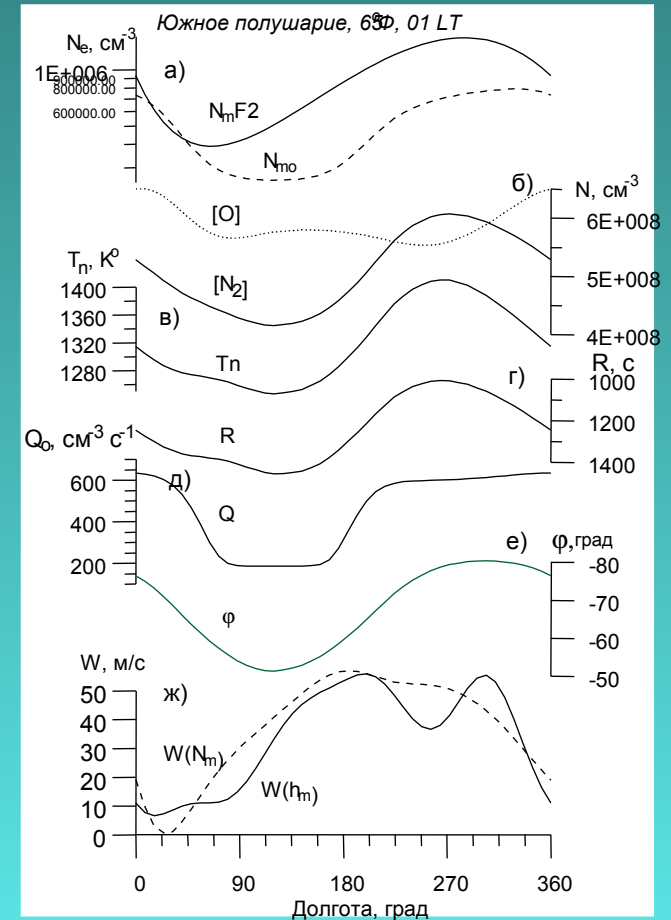
# Причины долготных вариаций N<sub>m</sub>F2

Ситнов Ю.С., Шубин В.Н., Аниакулиев С.К. Аппроксимация электронной концентрации и высоты максимума F2-области дневной среднеширотной ионосферы простыми аналитическими формулами // Геомагнетизм и аэрономия.

1992. Т.32. № 4. С.128.



Долготные вариации N<sub>m</sub>F2 в неосвещенной среднеширотной ионосфере (на 40°Ф) определяются в основном, величиной остаточной электронной концентрации N<sub>o</sub> (на заходе Солнца) и временем ее распада под действием процесса рекомбинации. Нейтральный ветер вносят меньший вклад.

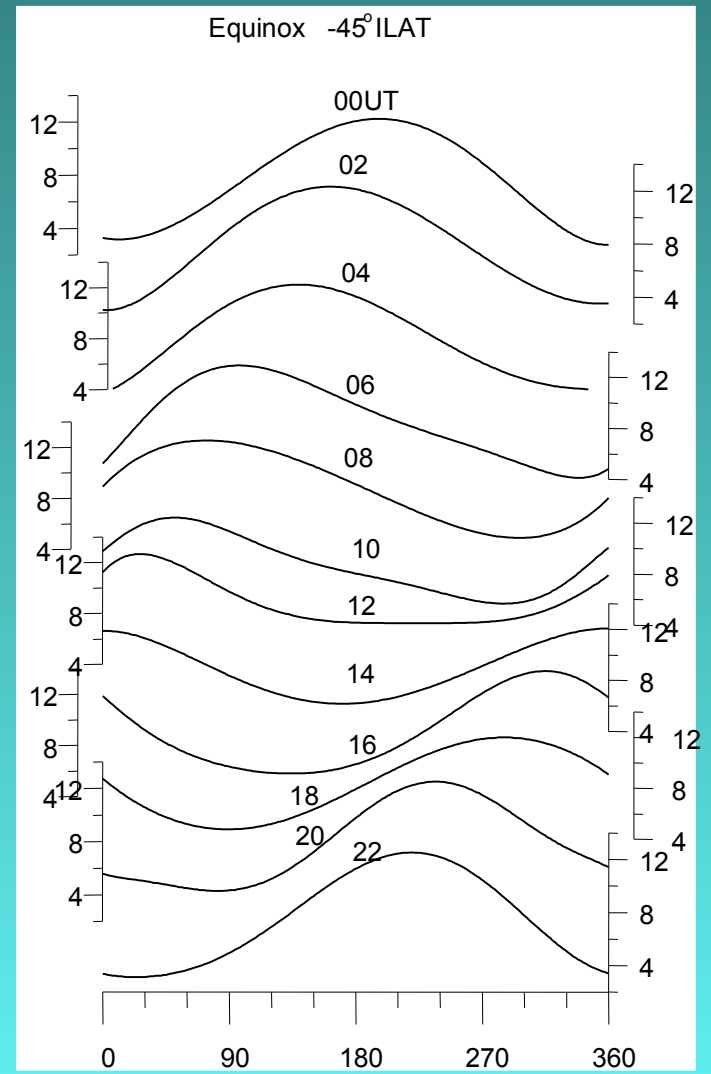
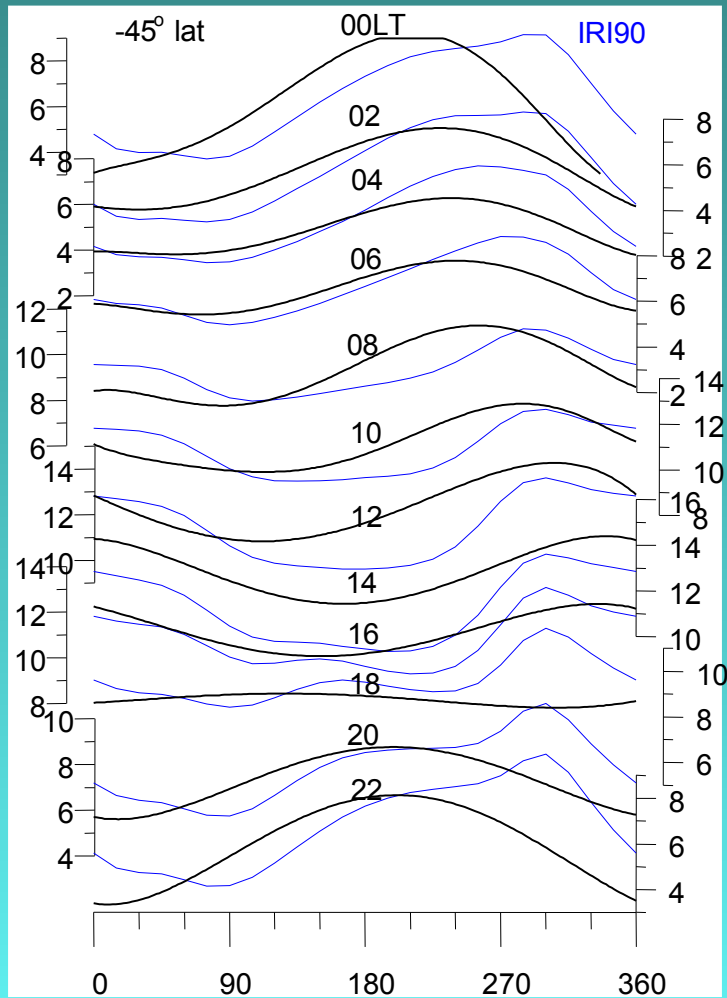


Долготные вариации N<sub>m</sub>F2 в частично освещенной высокоширотной ионосфере (на 65°Ф) определяются вариациями скорости вертикального дрейфа плазмы, уровня солнечной ионизации, температуры термосферы и концентрации N<sub>2</sub> в примерном соотношении 50:36:7:7

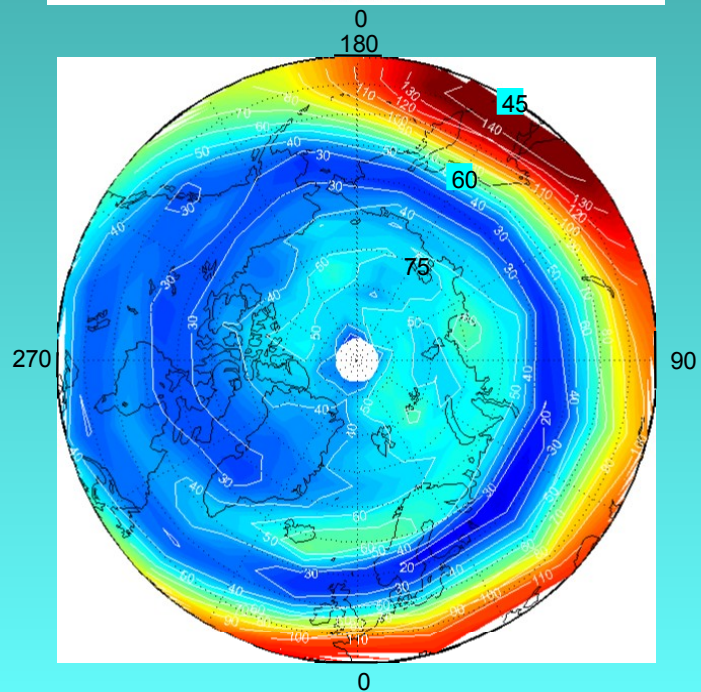
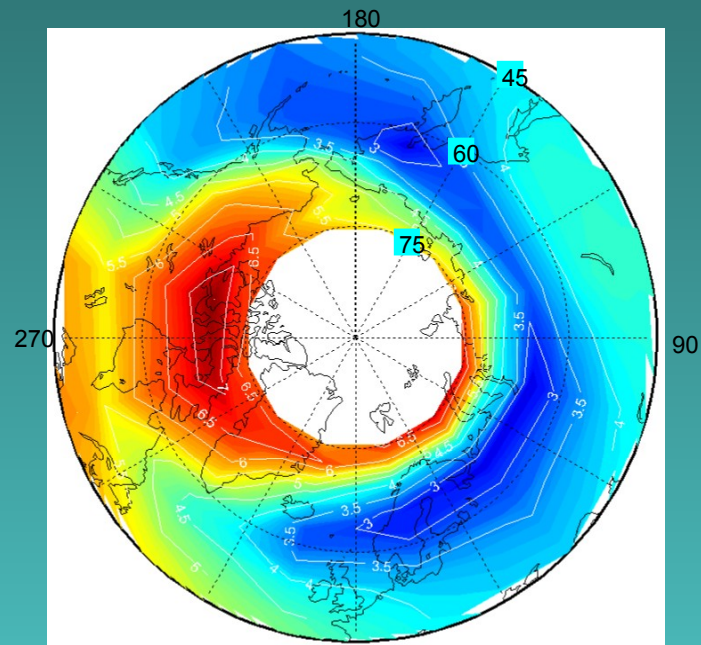
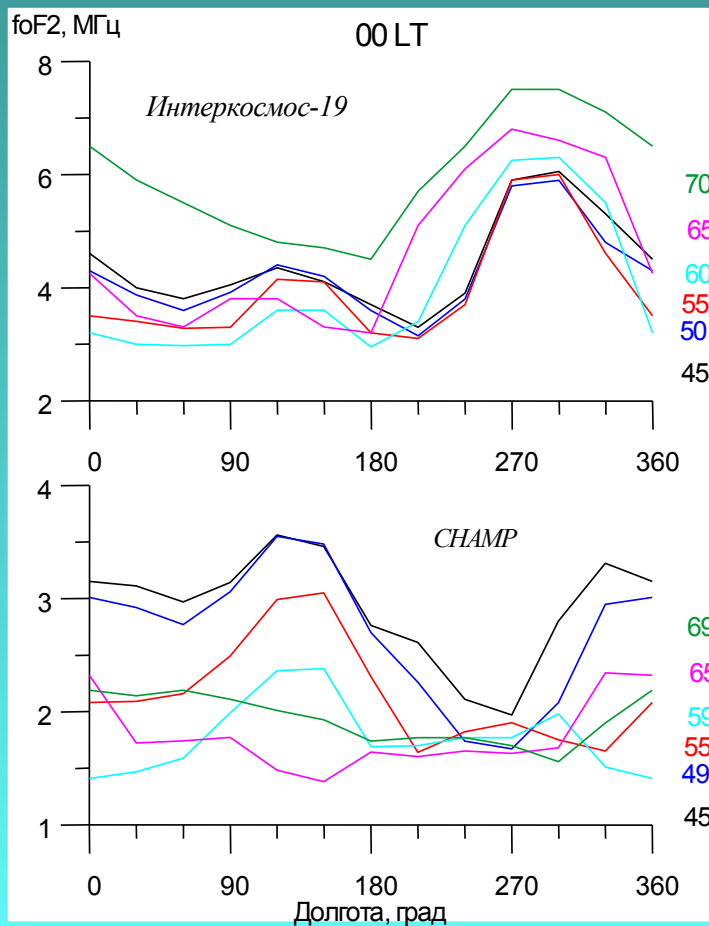


# Долготный эффект и UT-контроль ионосферы

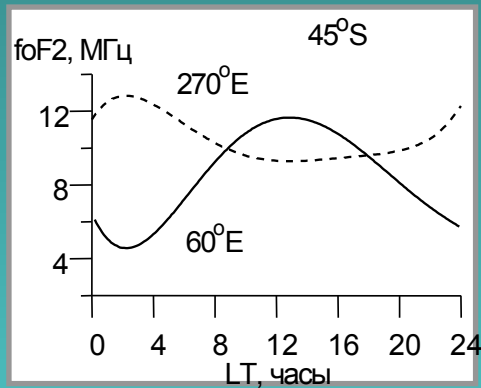
Равноденствие



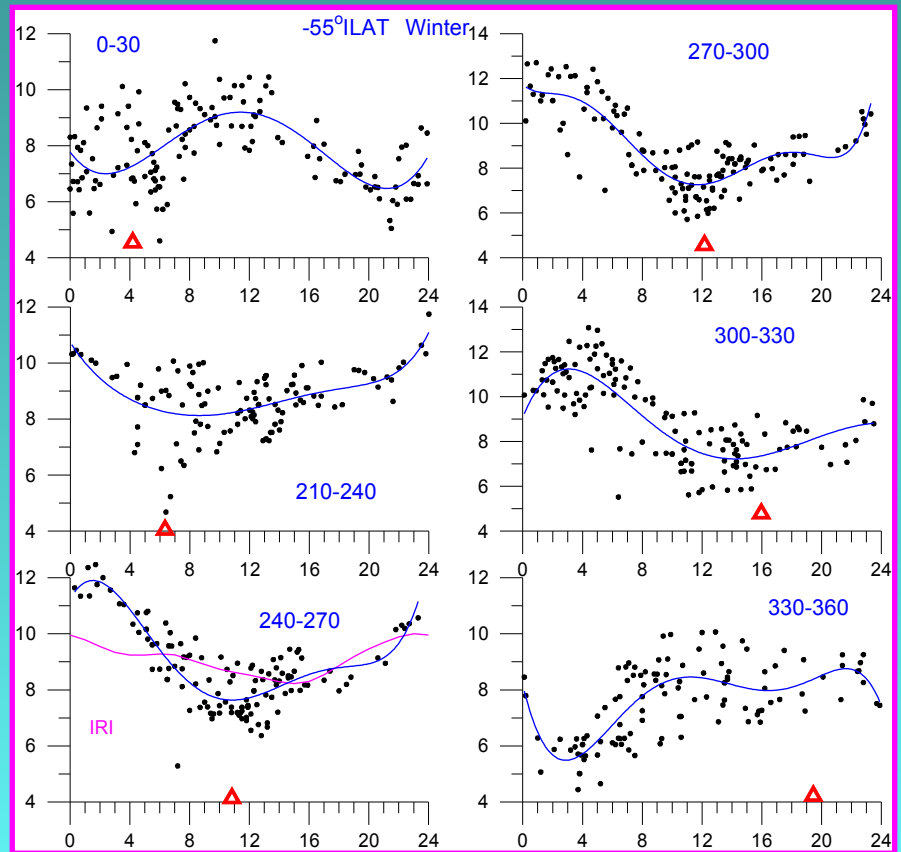
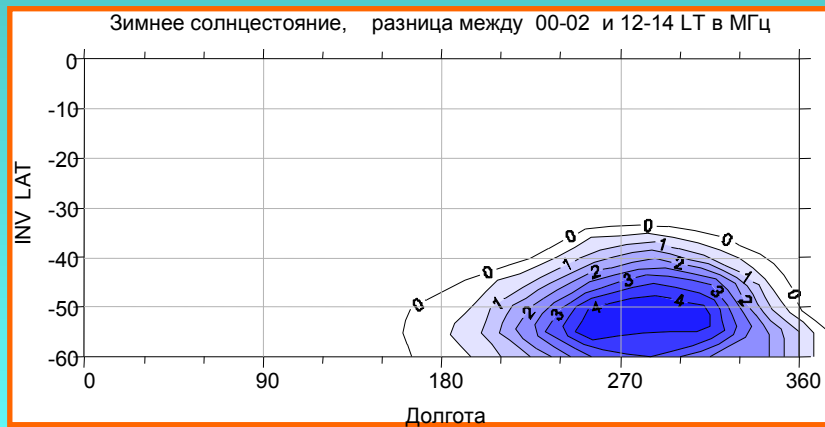
# ДЭ в максимуме и минимуме солнечной активности



# "Weddell sea anomaly"



Private communication



## ***Выводы***

- Мы детально знаем причины ДЭ в ионосфере средних широт для околополуденных и околополуночных условий высокой солнечной активности
- Мы имеем детальную морфологическую картину ДЭ в области главного провала ионизации для низкой и высокой солнечной активности
- Прочие аспекты глобального ДЭ требуют дополнительных исследований

Спасибо за внимание!