

Влияние тропического циклона на верхнюю ионосферу по данным томографического радиозондирования над о.Сахалин

Ванина-Дарт Л.Б.(1), Романов А.А.(2), Шарков Е.А.(1)

(1)ИКИ РАН, Москва

*(2)РНИИ КП, Москва(1)117997, г. Москва, ул. Профсоюзная
84/32, (495)333-53-44, vandart@iki.rssi.ru, easharkov@iki.rssi.ru, (495)913-
30-40*

(2)Москва, ул.Авиамоторная, 53, romulas@rniikp.ru, (495)6739934

- ▶ Цель данной работы - поиск возможного влияния ТЦ на верхнюю ионосферу на основе томографических данных, полученных над о.Сахалин в ноябре 2007 г. Наблюдение велось непосредственно над 3 пунктами: Южносахалинск ($46^{\circ} 57' 0''$ N, $142^{\circ} 44' 0''$ E), Поронайск ($49^{\circ} 13' 0''$ N, $143^{\circ} 6' 0''$ E) и Ноглики ($51^{\circ} 49' 0''$ N, $143^{\circ} 7' 0''$ E).

Использование метода ионосферной томографии на базе сигналов низкоорбитальных навигационных систем позволяет восстановить вертикальное распределение электронной концентрации вдоль трассы пролета спутника с разрешением не менее 20-10 км. Следовательно, появляется приоритетная возможность выявления вариаций электронной концентрации ионосферы, вызванных распространением сильных циклонов в тропосфере Земли, чего принципиально нельзя достигнуть только с использованием глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.

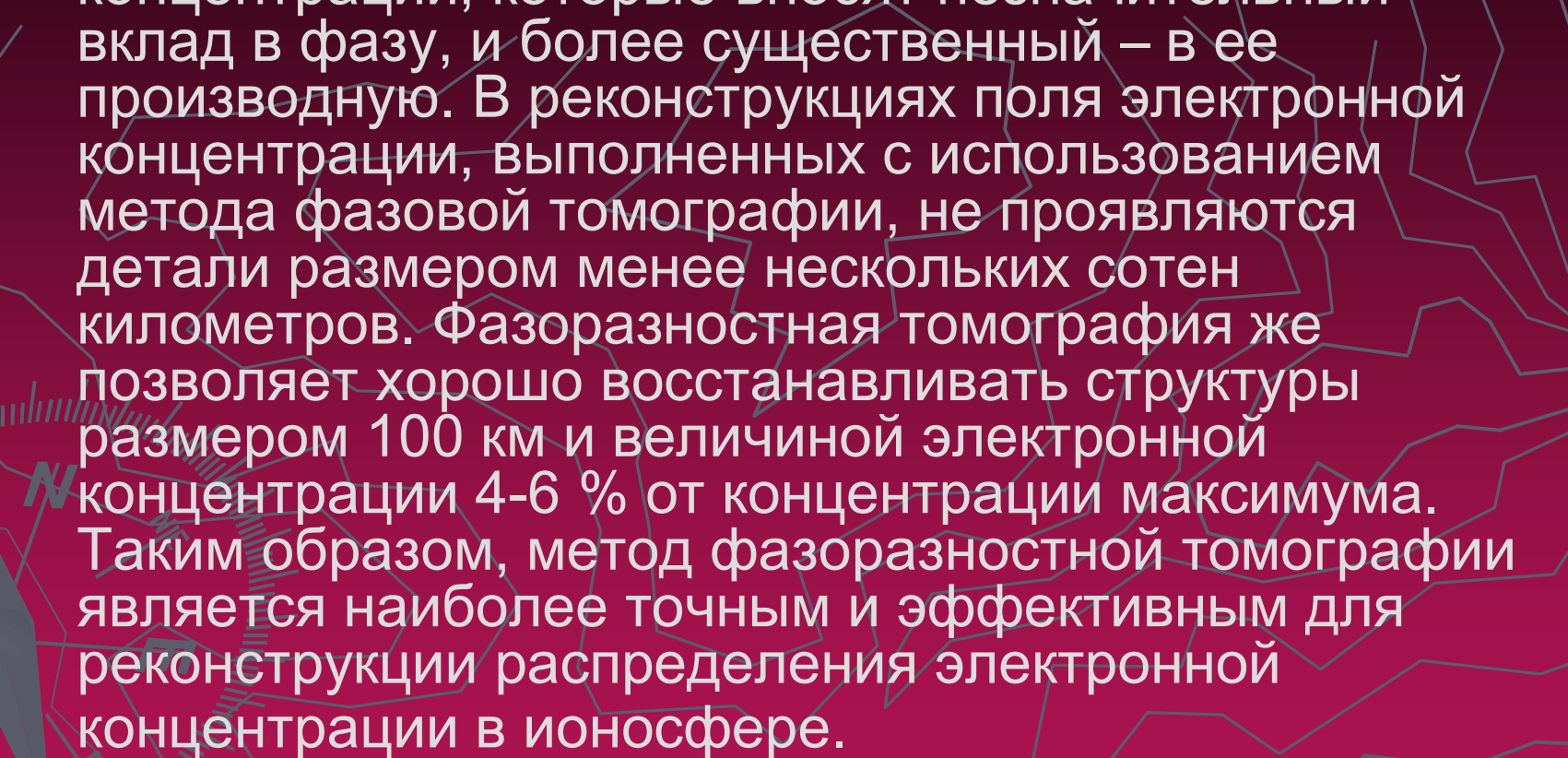
- 
- ▶ В отличие от фазовой томографии, где интегральной величиной является полная фаза, фазоразностный метод является более чувствительным к относительно малым неоднородностям электронной концентрации, которые вносят незначительный вклад в фазу, и более существенный – в ее производную. В реконструкциях поля электронной концентрации, выполненных с использованием метода фазовой томографии, не проявляются детали размером менее нескольких сотен километров. Фазоразностная томография же позволяет хорошо восстанавливать структуры размером 100 км и величиной электронной концентрации 4-6 % от концентрации максимума. Таким образом, метод фазоразностной томографии является наиболее точным и эффективным для реконструкции распределения электронной концентрации в ионосфере.

Таблица 1. Гелиогеомагнитная обстановка на время проведения томографического зондирования

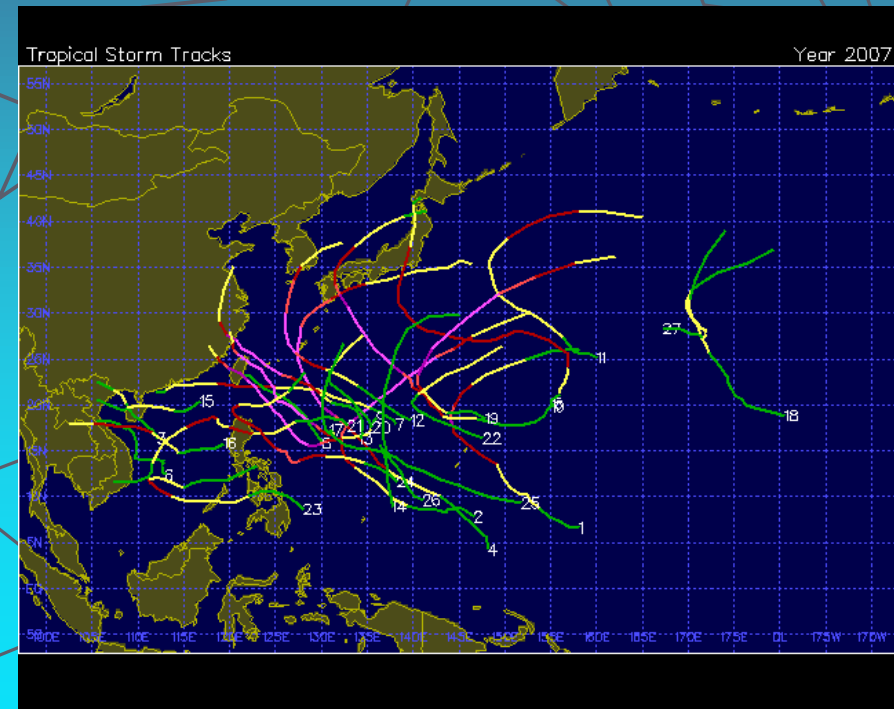
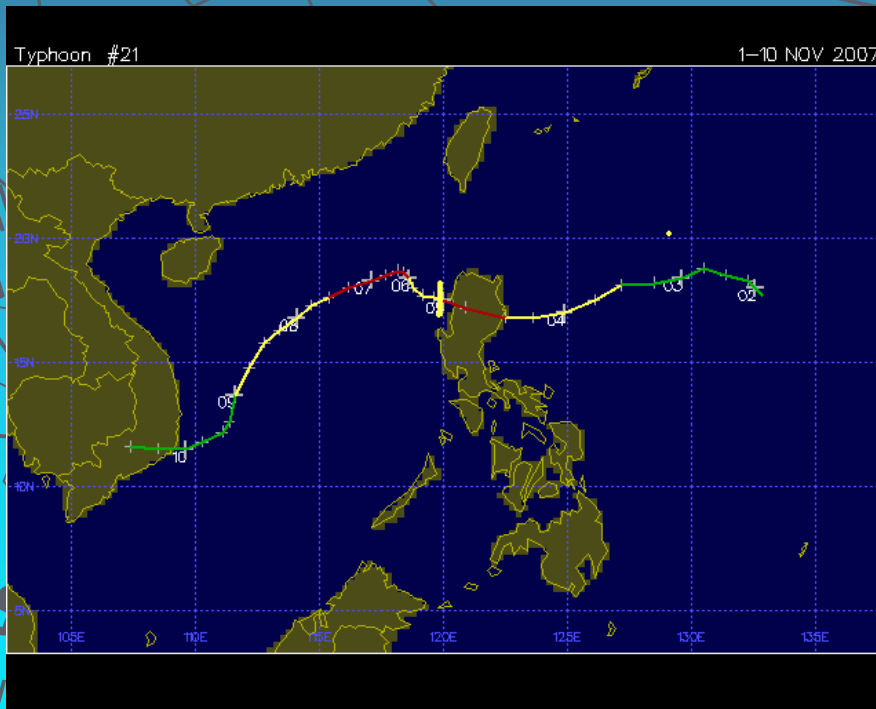
Дата измерения [е]	Время измерения [е], УТ	$F_{10.7}$	D st	Kp
14.05	22.47	74	4	1
	23.36		6	
20.05	22.07	76	-6	1
	22.43		-6	
06.07	16.23	74	-9	2
	17.01		-9	
07.07	16.52	76	-10	1
	17.27		-10	
29.08	10.28	71	-1	1
	10.51		-2	
24.09	07.01	67	-10	1
	08.14		-10	
05.11	02.25	66	-2	1
	03.50		0	
07.11	21.17	67	2	0
	23.06		5	
08.11	02.05	68	8	0
	03.24		11	
11.11	01.45	68	-1	0
	02.57		-2	
20.11	00.46	68	21	2
	01.38		9	
23.11	00.28	68	-47	3
	01.12		-42	



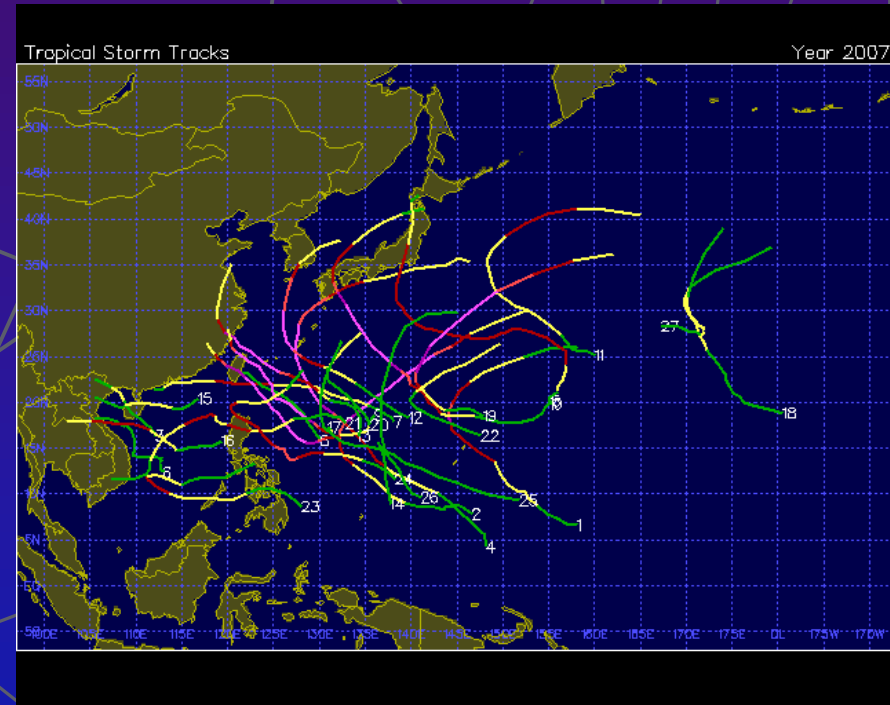
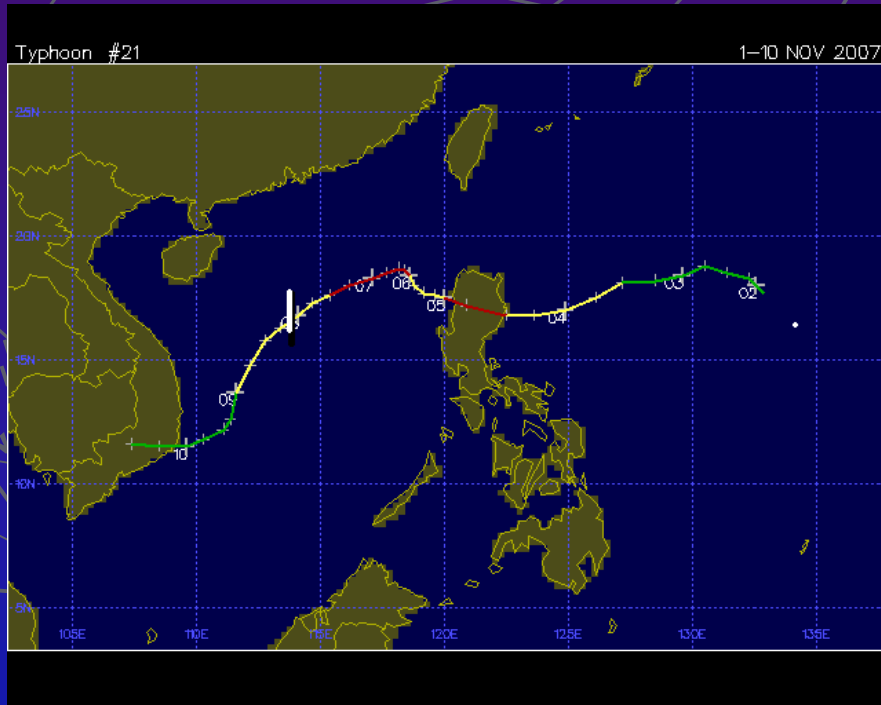
Таблица 2. Данные о землетрясениях, которые происходили в ближайшее время после проведения томографического зондирования

Дата измерения [e], дд.мм	Данные о землетрясении			
	Дата, дд.мм	Широта, в град.	Долгота, в град.	Магнитуда
14.05	30.05	52.5	157	5.7
20.05	30.05	52.5	157	5.7
06.07	11.07	49	142	5
07.07	11.07	49	142	5
29.08	01.09	50.75	156.1	3
	03.09	45.7	151	5.9
24.09	26.09	-5.2	153.2	6.2
05.11	14.11	-22.6	72	7.5
07.11	14.11	-22.6	72	7.5
08.11	14.11	-22.6	72	7.5
11.11	14.11	-22.6	72	7.5
20.11	25.11	-8.5	119	5.7
23.11	25.11	-8.5	119	5.7

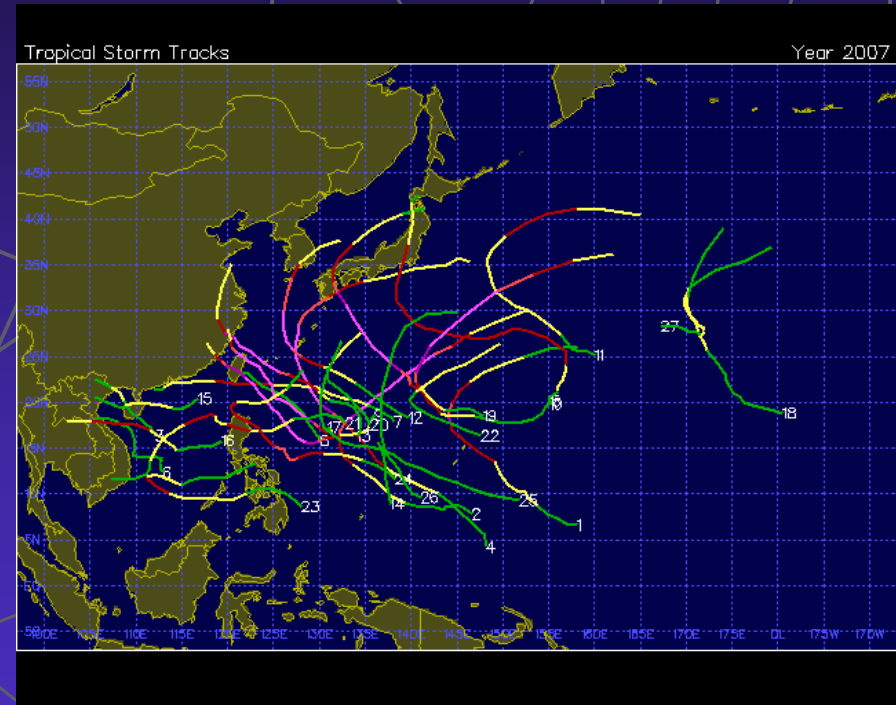
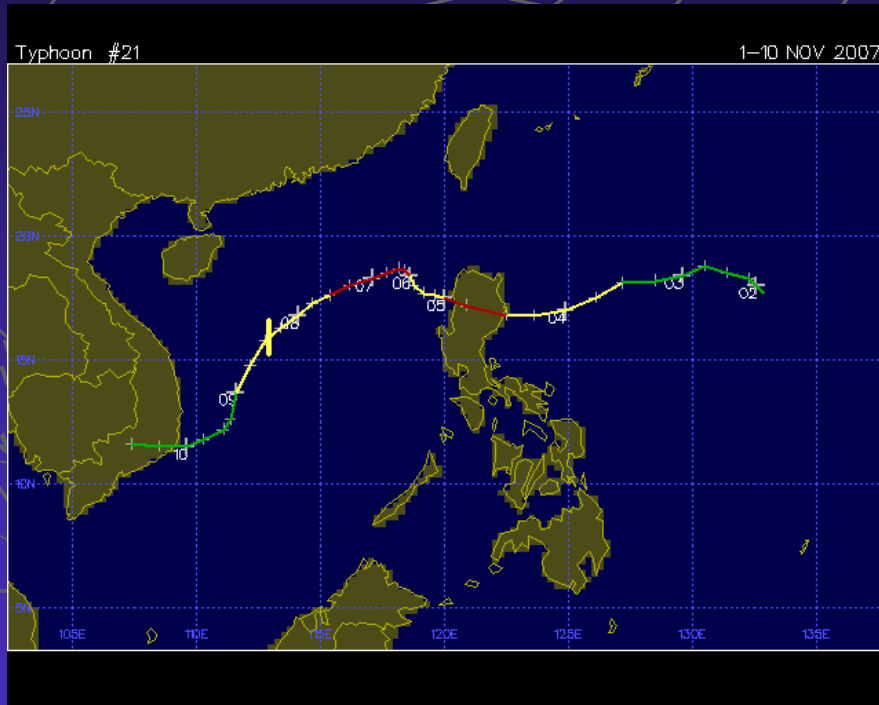
11 16,80 123,60 11/04/06Z 60 978 Tropical Storm
 12 16,80 122,50 11/04/12Z 65 974 TYPHOON- 1
 13 17,20 120,90 11/04/18Z 65 974 TYPHOON- 1
 14 17,50 120,00 11/05/00Z 55 982 Tropical Storm
 15 17,60 119,60 11/05/06Z 55 982 Tropical Storm
 16 17,70 119,20 11/05/12Z 55 982 Tropical Storm
 17 18,00 118,80 11/05/18Z 978 Tropical Storm
 18 18,40 118,60 11/06/00Z 70 974 TYPHOON- 1



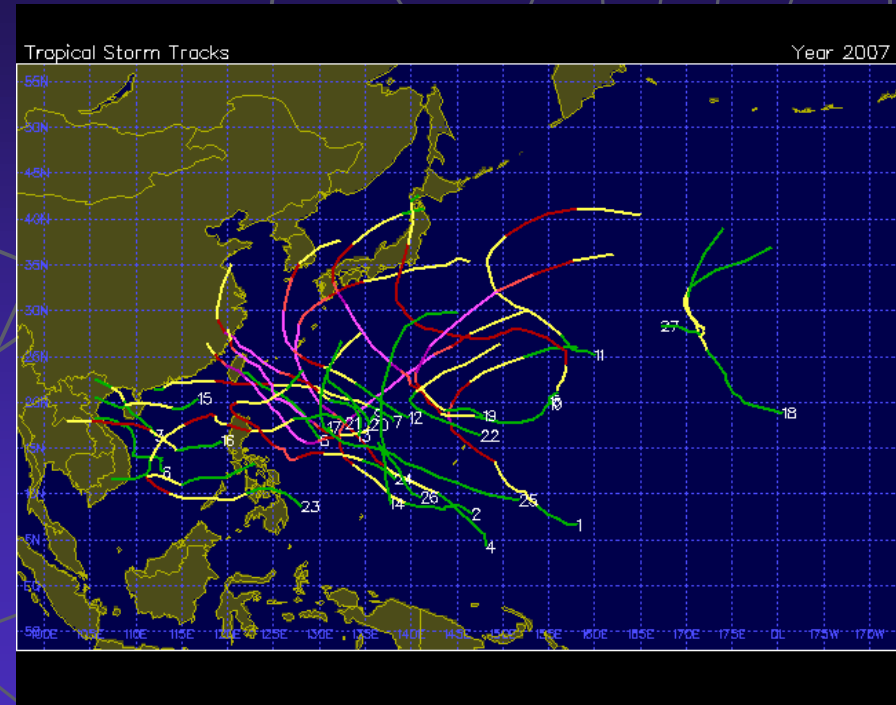
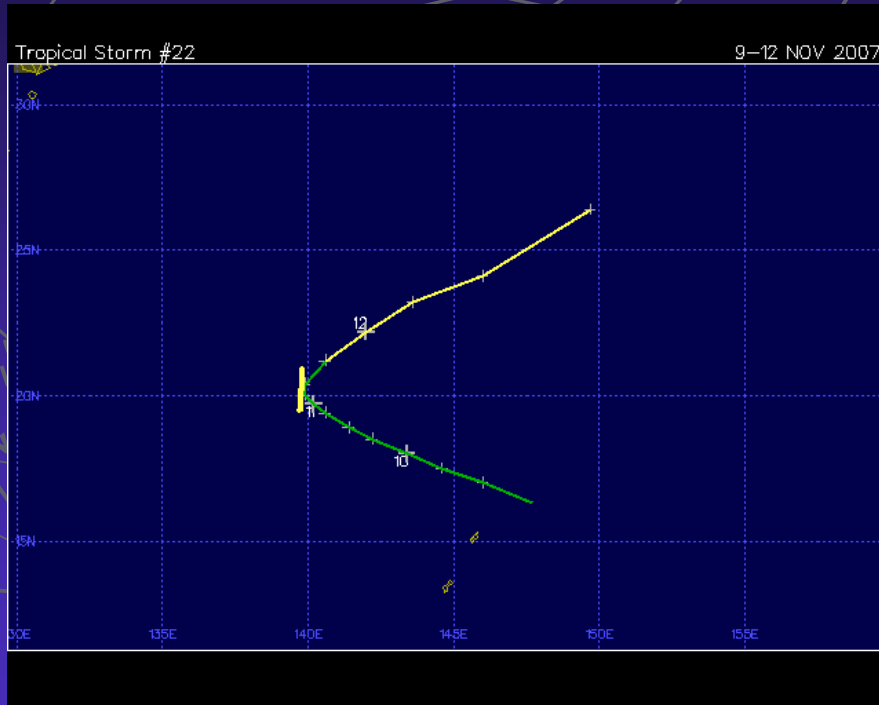
21 18,50 117,70 11/06/18Z 75 967 TYPHOON- 1
 22 18,30 117,10 11/07/00Z 70 970 TYPHOON- 1
 23 18,00 116,20 11/07/06Z 65 974 TYPHOON- 1
 24 17,60 115,40 11/07/12Z 55 982 Tropical Storm
 25 17,30 114,70 11/07/18Z 50 985 Tropical Storm
 26 16,80 114,10 11/08/00Z 40 993 Tropical Storm



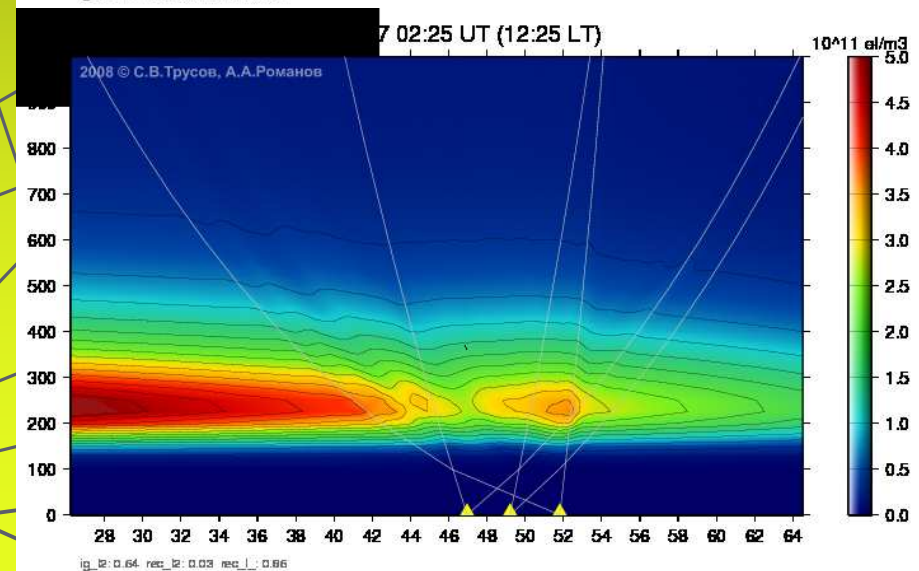
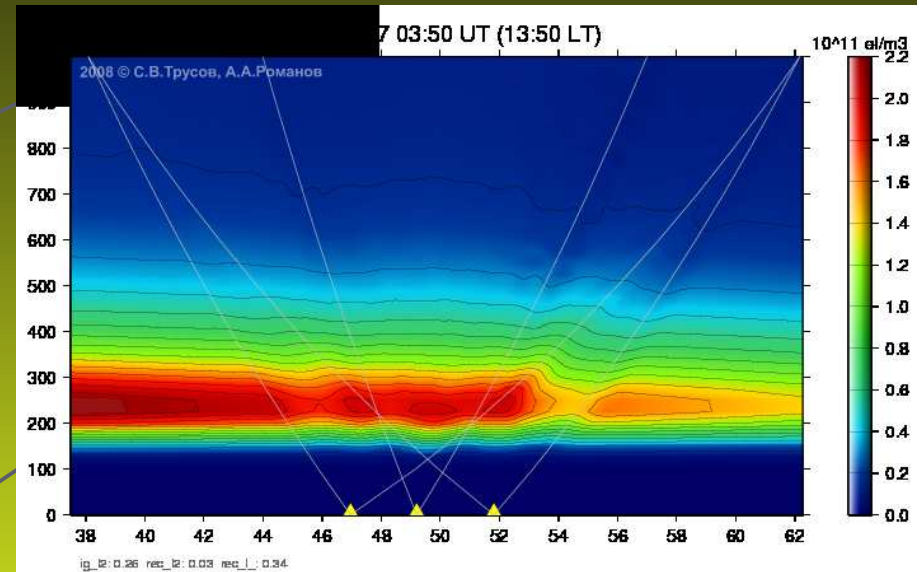
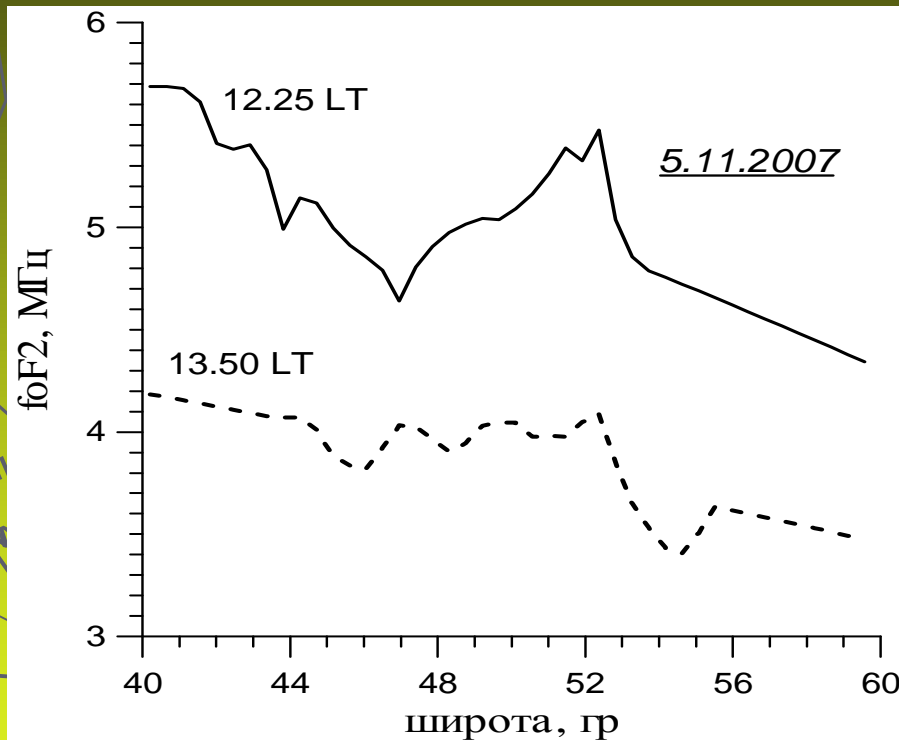
22 18,30 117,10 11/07/00Z 70 970 TYPHOON- 1
 23 18,00 116,20 11/07/06Z 65 974 TYPHOON- 1
 24 17,60 115,40 11/07/12Z 55 982 Tropical Storm
 25 17,30 114,70 11/07/18Z 50 985 Tropical Storm
 26 16,80 114,10 11/08/00Z 40 993 Tropical Storm
 27 16,30 113,40 11/08/06Z 35 996 Tropical Storm



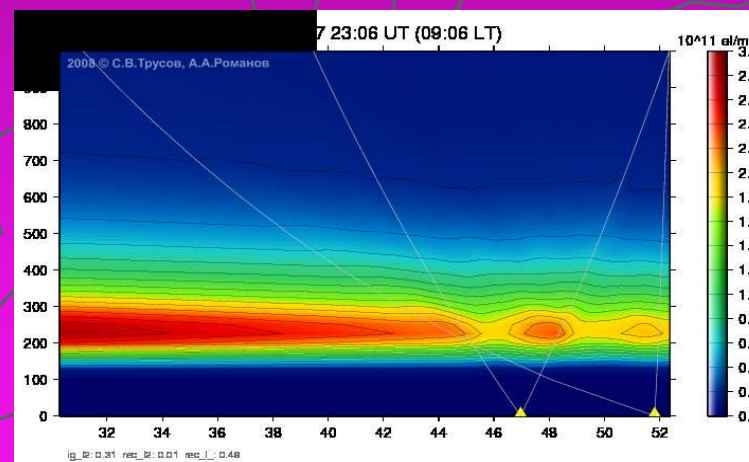
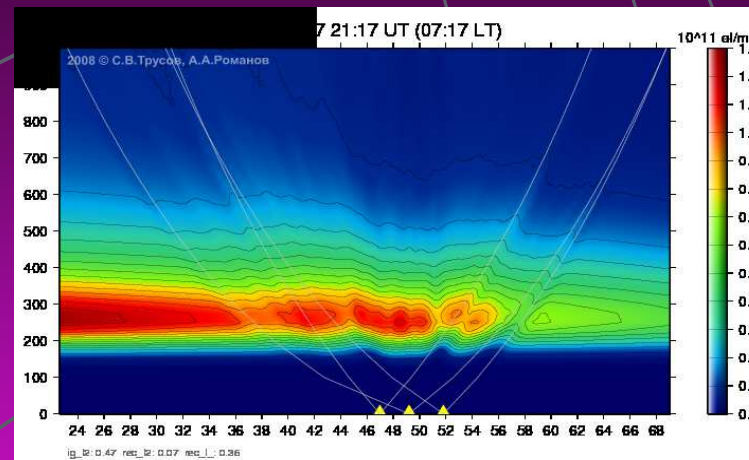
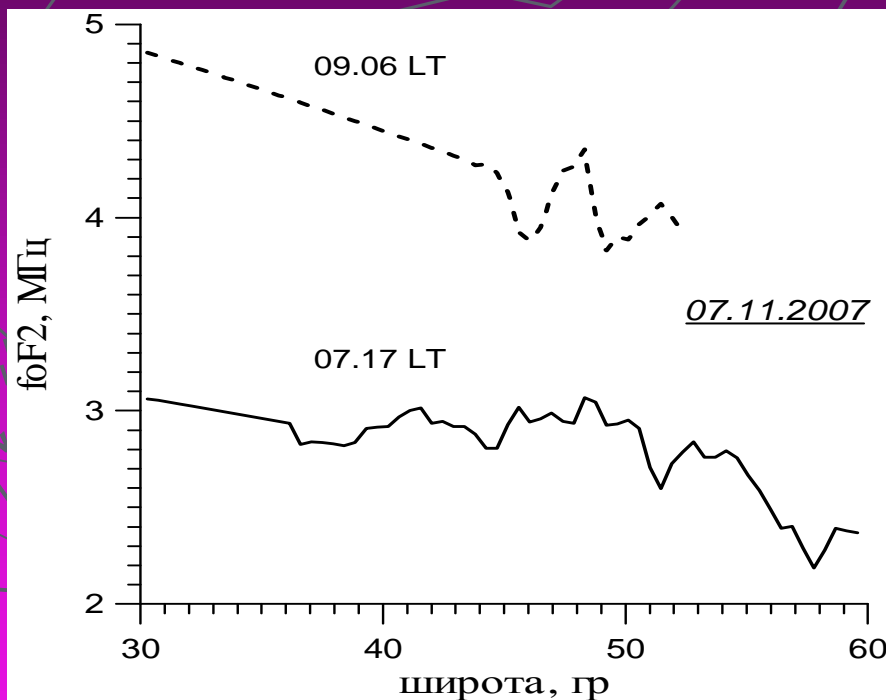
4 18.00 143.40 11/10/00Z 20 1007 TROPICAL DEPRESSION
 5 18.50 142.20 11/10/06Z 20 1004 TROPICAL DEPRESSION
 6 18.90 141.40 11/10/12Z 20 1004 TROPICAL DEPRESSION
 7 19.40 140.60 11/10/18Z 25 1004 TROPICAL DEPRESSION
 8 19.70 140.20 11/11/00Z 25 1004 TROPICAL DEPRESSION
 9 20.00 139.90 11/11/06Z 30 1000 TROPICAL DEPRESSION



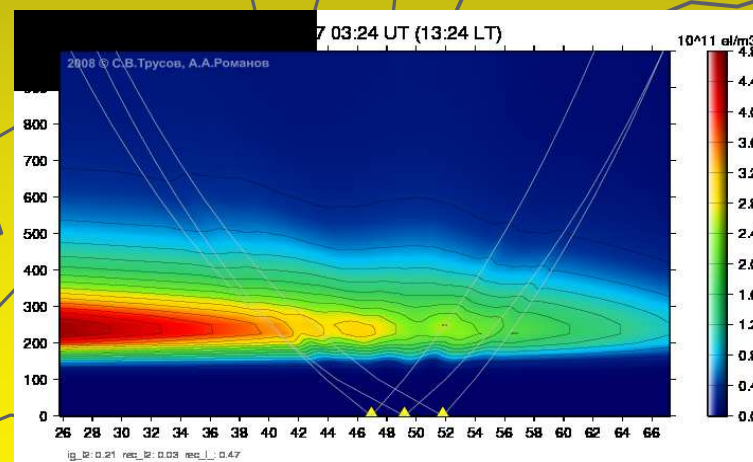
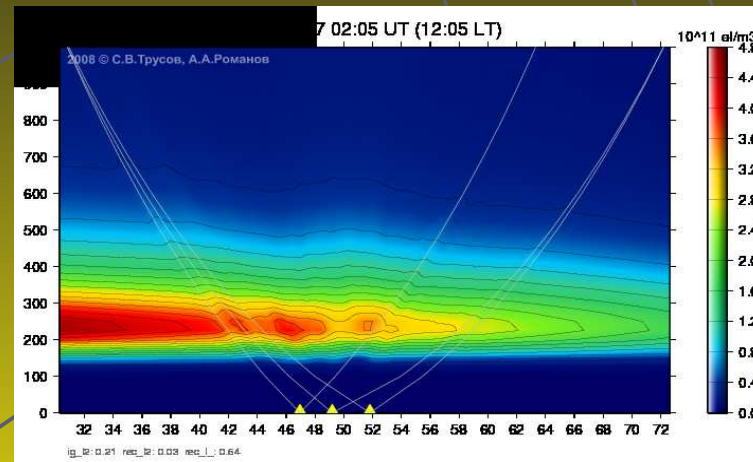
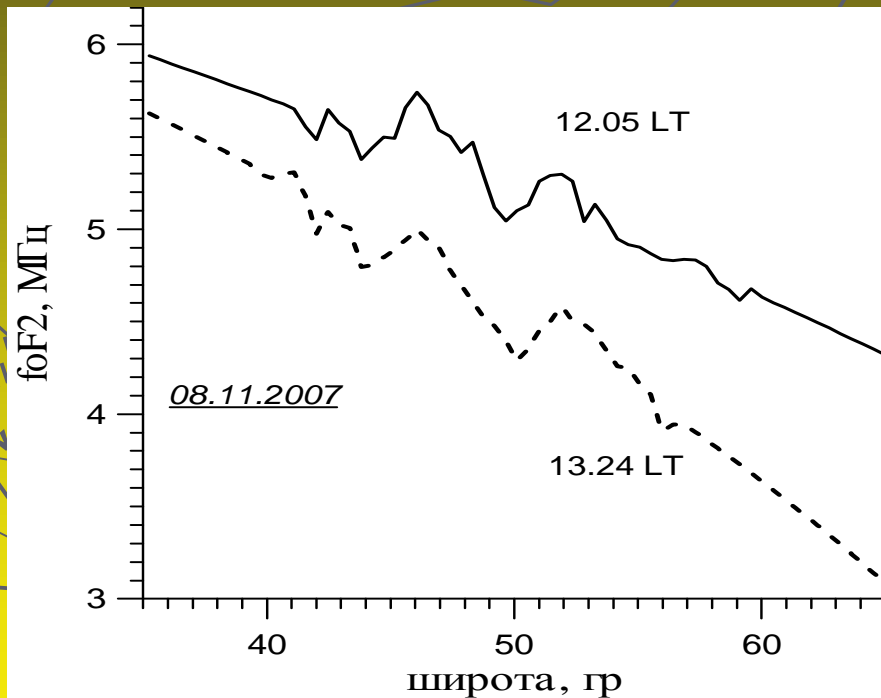
5 ноября съемка происходила с интервалом 1 час 25 мин. В диапазоне широт 45°-53° [е] изменялась как в 12.25 LT, так и в 13.50 LT со средними значениями 5.04 и 3.98. Максимумы были зарегистрированы со значением 5.47 (в 12.25) и 4.09 (в 13.50). Коэффициент корреляции между измерениями 2 серий в указанном широтном диапазоне R=0.38(количество измерений -18)



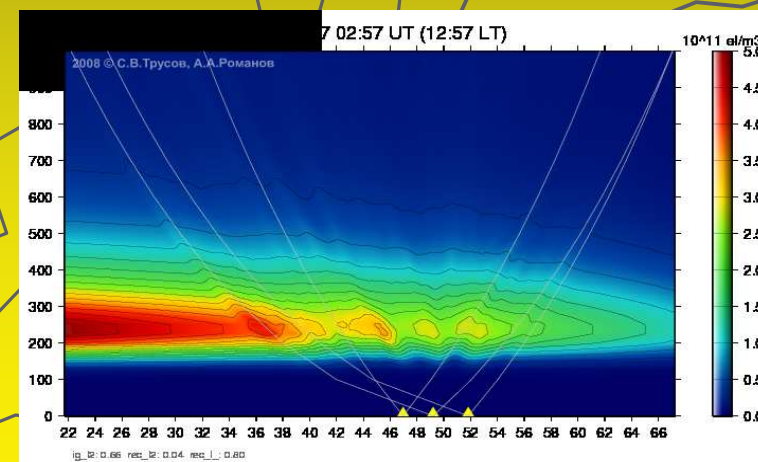
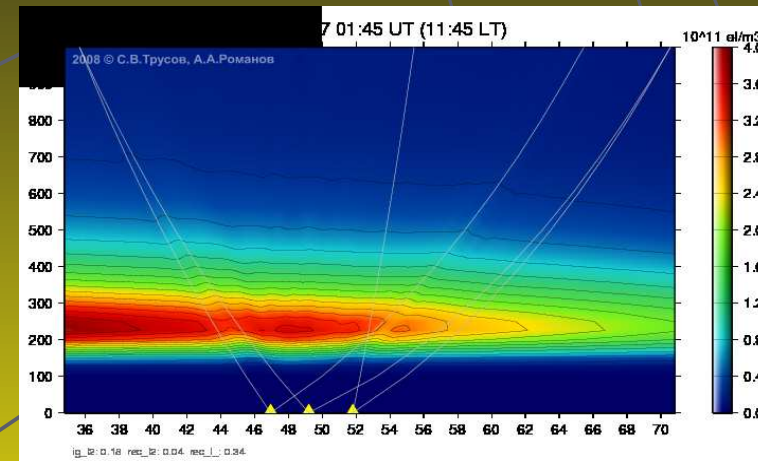
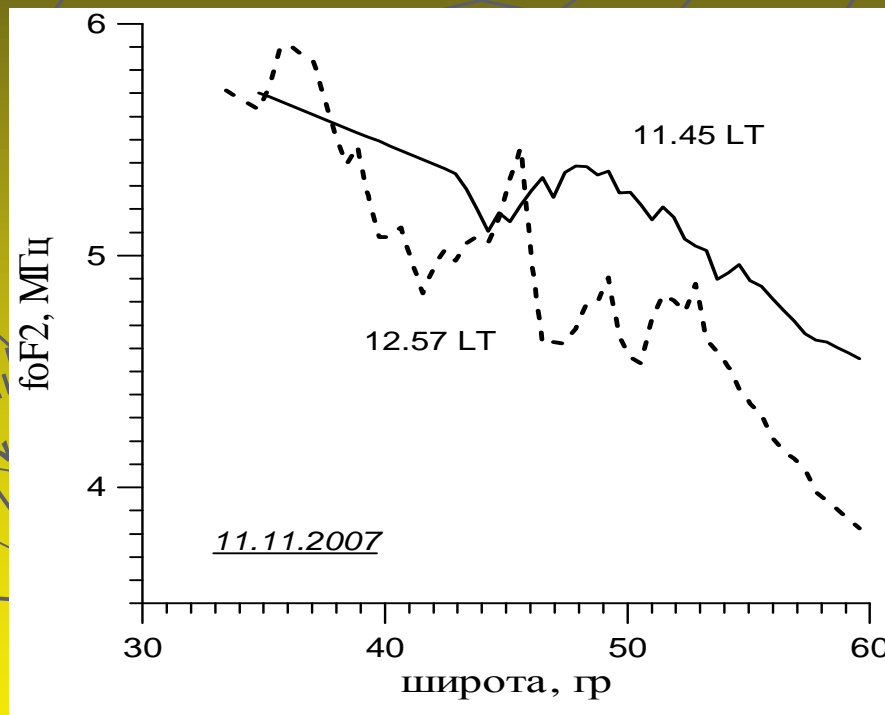
7 ноября съемка происходила и интервалом 1 час 49 мин. В диапазоне широт 45° - 53° [е] изменялась со средними значениями 2.90 и 4.03. Максимумы были зарегистрированы со значением 3.07 (в 07.17) и 4.35 (в 09.06).
 $R=0.16$ (количество измерений -17)



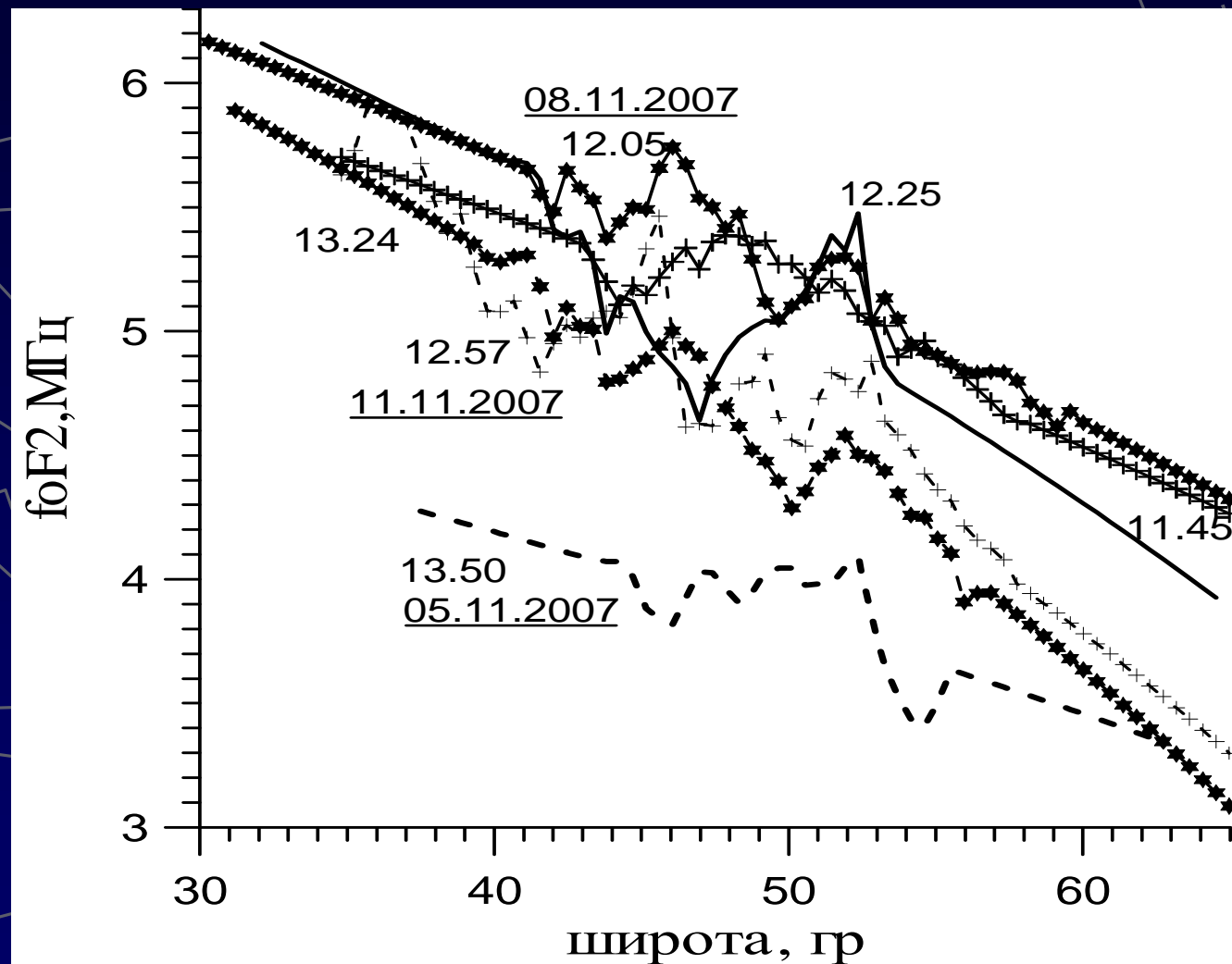
8 ноября съемка происходила и интервалом 1 час 19 мин. В диапазоне 45⁰-53⁰ [е] изменялась как в 12.05 LT, так и в 13.24 со средними значениями 5.33 и 4.63. Максимумы были зарегистрированы со значением 5.74 (в 12.05) и 5.0 (в 13.24). R=0.94 (количество измерений -18).



11 ноября съемка происходила и интервалом 1 час 12 мин. В диапазоне широт 45° - 53° [e] изменялась как в 11.45 LT, так и в 12.57 со средними значениями 5.25 и 4.81. Максимумы были зарегистрированы со значением 5.39 (в 11.45) и 5.46 (в 12.57). $R=0.26$ (количество измерений -18).



Широтная зависимость критической частоты ионосферного слоя F2 в различные дни



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- ▶ На основе приведенного выше анализа данных томографического зондирования, полученных в ноябре 2007 г. на о.Сахалин, можно сделать вывод, что возможным откликом верхней ионосферы, локализуемой над зоной тропического циклона (в данном случае на $25-30^{\circ}$ севернее и $5-20^{\circ}$ восточнее), является изменение ее главного параметра $foF2$ на 10-25 процентов. И этот факт свидетельствует более в сторону источника переноса возмущения снизу- ВГВ.
- ▶ Также, возможным откликом ионосферы может являться понижение ионосферного индекса $foF2$ в обширной широтной зоне на 25 процентов.