

·
·
·
·
·
·
·
·

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТОВ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ В ВАРИАЦИЯХ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ В АЗИАТСКОМ РЕГИОНЕ РОССИИ ПО ДАННЫМ НАКЛОННОГО РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ

*Черниговская М.А.¹, Куркин В.И.¹, Орлов И.И.¹,
Ойнац А.В.¹, Поддельский И.Н.²*



¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск

²Институт космических исследований и
распространения радиоволн ДВО РАН, п. Стекольный
Магаданской обл.

*Девятая Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА», Москва, 14 - 18 ноября 2011 г.*

Цель работы:

- проведение статистического исследования
- возможности проявления мощных
- метеорологических возмущений (тропических
- циклонов) в вариациях параметров
- ионосферы в дальней от региона источника
- возмущения зоне на основе анализа данных
- радиофизических измерений за период 2005-
- 2011 гг.



Данные наблюдений:

- экспериментальные данные максимальных наблюдаемых частот (МНЧ) сигналов наклонного зондирования (НЗ) вдоль трасс Норильск-Иркутск, Магадан-Иркутск, Хабаровск-Иркутск для равноденственных периодов 2005-2011 гг. и для лета 2010-2011 гг.;
- данные о тропических циклонах (ТЦ) в акватории северо-запада Тихого океана;
- данные о метеорологической обстановке в регионах прохождения трасс НЗ по композитам облачности со спутника NOAA;
- данные о гелио-геомагнитной возмущенности (индексы K_p , D_{st} , $F_{10.7}$).



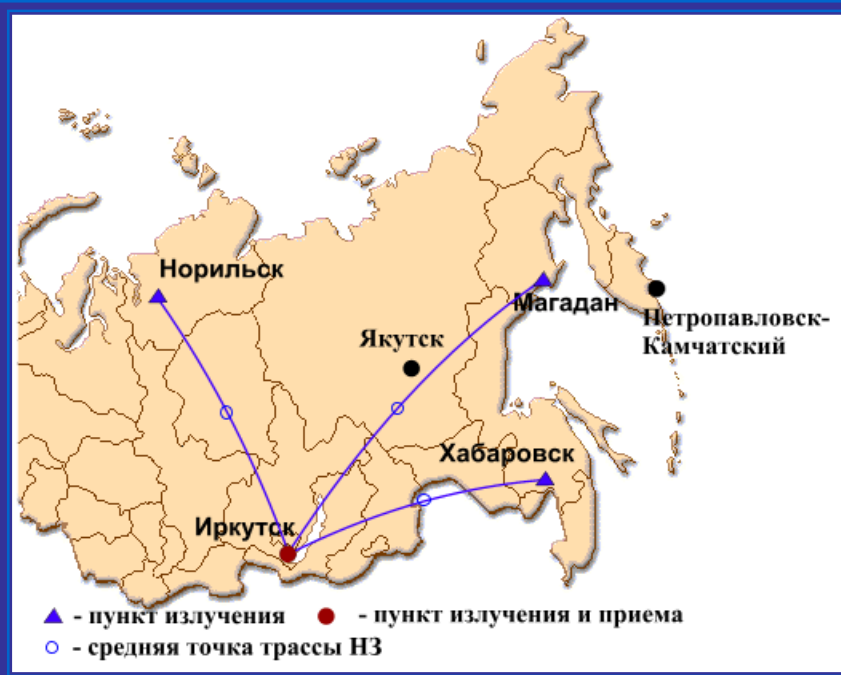


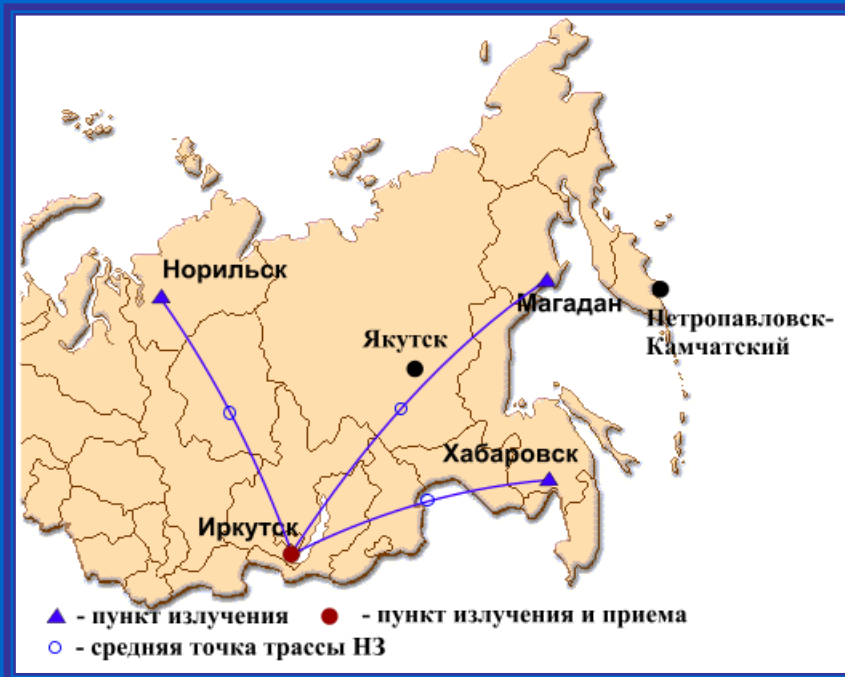
Схема трасс НЗ, проходящих в регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока (ИСЗФ СО РАН, ИКИР ДВО РАН).

Геометрии трасс различны.

Средние точки трасс:

- западнее н.п. Подкаменная Тунгуска 60.8N, 96.2E (трасса Норильск-Иркутск);
- Юго-западнее г. Якутск 58.1N, 123.3E (трасса Магадан-Иркутск);
- территория КНР 51.3N, 119.7E (трасса Хабаровск-Иркутск).



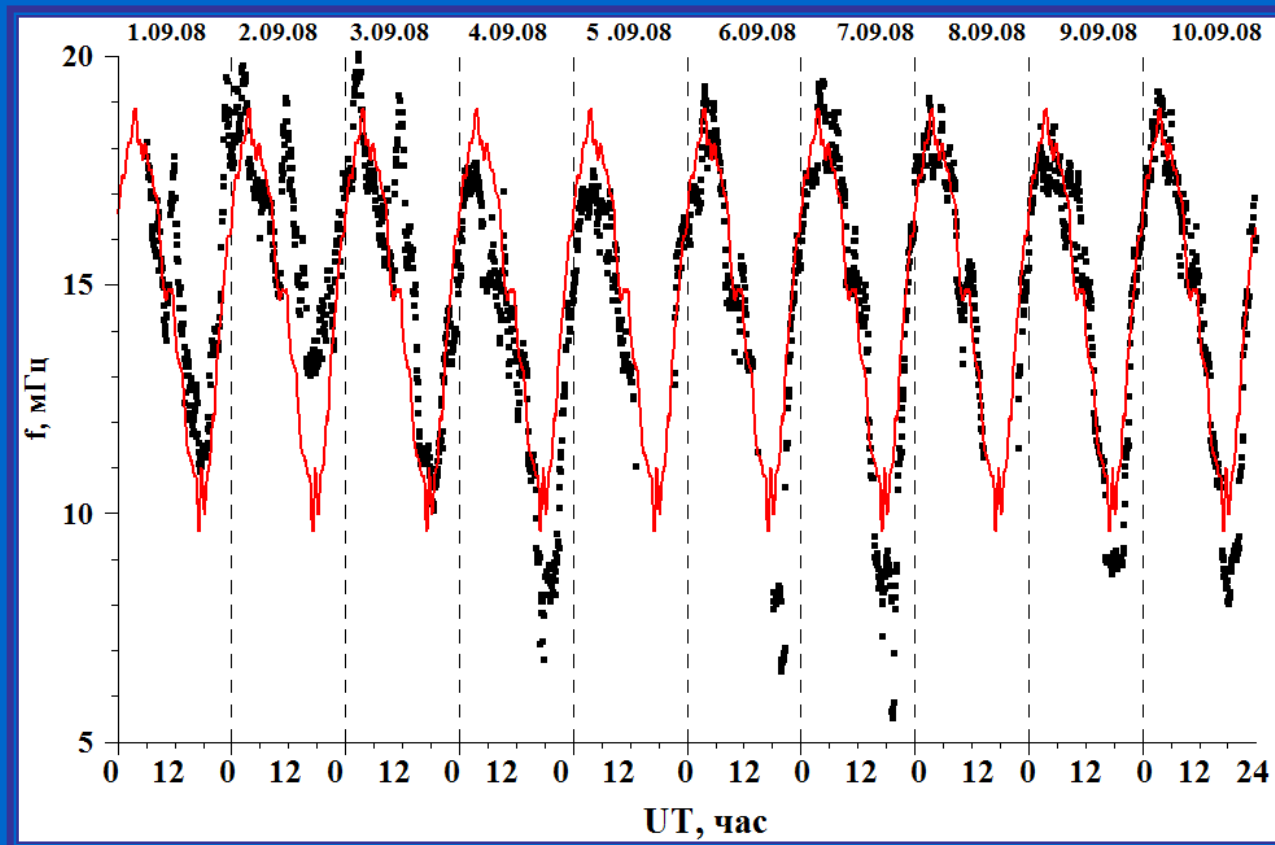


В результате модернизации передающих пунктов НЗ с 2005 г. стало возможным перейти к координированным наблюдениям с цифровой регистрацией сигналов на всей сети ионозондов со скважностью, соответствующей мировым стандартам (~5 мин).

Экспериментальные данные, полученные с такой скважностью, позволили корректно выделять в анализируемых радиофизических данных короткопериодные колебания порядка десятков минут – часов.

В 2009 г. была задействована трасса НЗ Хабаровск-Иркутск, средняя точка которой (51.3N, 119.7E) наиболее близка к региону активной деятельности тропических циклонов в акватории северо-запада Тихого океана.

Пример временной зависимости МНЧ для трассы Магадан-Иркутск в сентябре 2008 г.



Разброс точек (экспериментальные данные МНЧ) относительно медианных значений за период эксперимента (красная линия) связывается с наличием в отдельные дни перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ), связанных с распространением в ионосфере ВГВ.

Методика частотного анализа

- Для экспериментальных данных МНЧ рассчитывались
- мощности текущих спектров в скользящем режиме
- обработки на сетке периодов $0.5 \div 5$ час.
-
- Усиление мощности спектра на определенных периодах T_i
- интерпретировалось как проявление ПИВ, связанных с
- распространением в атмосфере и ионосфере ВГВ.
-
-

Источниками ВГВ могут быть:

- возмущения гелио- геомагнитной обстановки (внешний фактор);
- атмосферные процессы (внутренний фактор) – тропосферные циклоны, фронтальные системы, струйные течения, солнечный терминатор, ураганы, стратосферные потепления, землетрясения и т.д.



Анализируемые периоды и ТЦ, действовавшие в акватории С-3 Тихого океана

Годы	Сезоны				
	Весна	Лето		Осень	
	Количество ТЦ	Количество ТЦ	Категории ТЦ	Количество ТЦ	
2005	–	не было измерений		5	Тайфун-4 KHANUN 05-11/09/2005 Тайфун-2 SAOLA 20-26/09/2005 Супер-тайфун-4 LONGWANG 25/09-02/10/2005 Тропический шторм TEMBIN 07-11/11/2005 Тайфун-1 BOLAVEN 13-20/11/2005
2006	–	не было измерений		3	Супер-тайфун-5 IOKE 19/08-05/09/2006 Тайфун-4 SHANSHAN 10-17/09/2006 Супер-тайфун-5 YAGI 17-24/09/2006
2007	–	не было измерений		4	Тайфун-2 FITOW 28/08-07/09/2007 Тропический шторм DANAS 07-11/09/2007 Тайфун-4 NARI 12-16/09/2007 Супер-тайфун-4 WIPHA 15-19/09/2007
2008	–	не было измерений		3	Супер-тайфун-4 SINLAKU 07-24/09/2008 Тайфун-4 HAGUPIT 14-25/09/2008 Супер-тайфун-5 JANGMI 23/09-01/10/2008
2009	–	не было измерений		3	Супер-тайфун-5 CHOI WAN 12-20/09/2009 Супер-тайфун-4 PARMA 27/09-14/10/2009 Супер-тайфун-5 MELOR 29/09-08/10/2009
2010	–	2	Тайфун-1 CONSON 11-17/07/2010 Тайфун-1 CHANTHU 18-22/07/2010	3	Тайфун-3 FANAPI 14-20/09/2010 Тайфун-2 MALAKAS 20-25/09/2010 Супер-тайфун-5 MEGI 13-23/10/2010
2011	–	4	Тайфун-4 MA ON 11-22/07/2011 Тайфун-1 NOCK TEN 24-30/07/2011 Супер-тайфун-5 MUIFA 25/07-08/08/2011 Тайфун-1 MERBOK 03-08/08/2011	не было измерений	
Итого	–		6		21

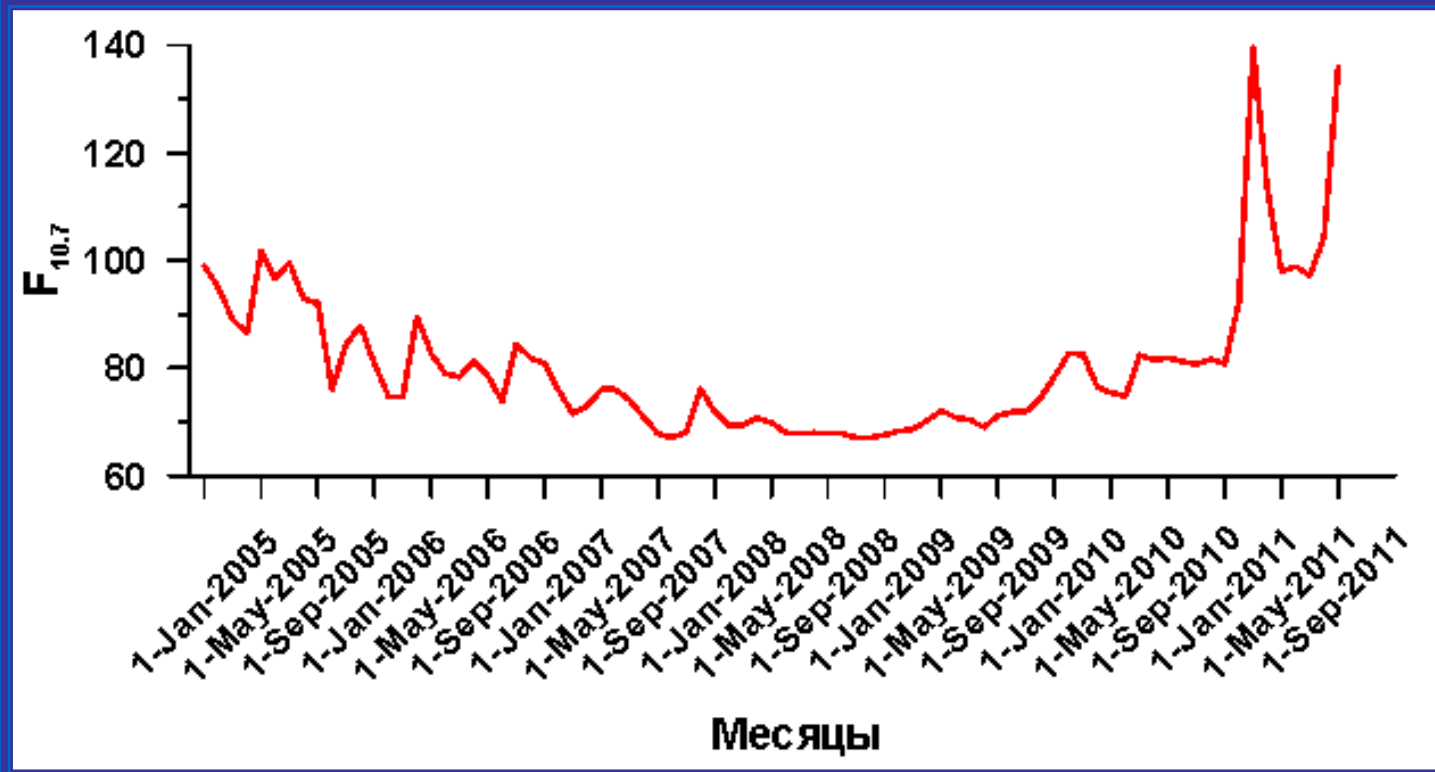


За 7 анализируемых лет в акватории северо-запада Тихого океана действовали 27 ТЦ (учитывались ТЦ категории тропический шторм и выше). Из них было выделено 15 ТЦ, действовавших частично или полностью в спокойной гелиогеомагнитной обстановке.

- В осенние месяцы 2005-11 гг., в периоды активного тропического циклогенеза, действовал 21 ТЦ, из них 13 – супер-тайфуны категорий 4, 5. Были случаи, когда несколько циклонов действовали одновременно или плотно следовали друг за другом.
- В июле-августе 2010-11 гг. действовали 6 ТЦ, из них 2 – супер-тайфуны категорий 4, 5.
- В весенние месяцы ТЦ не было.

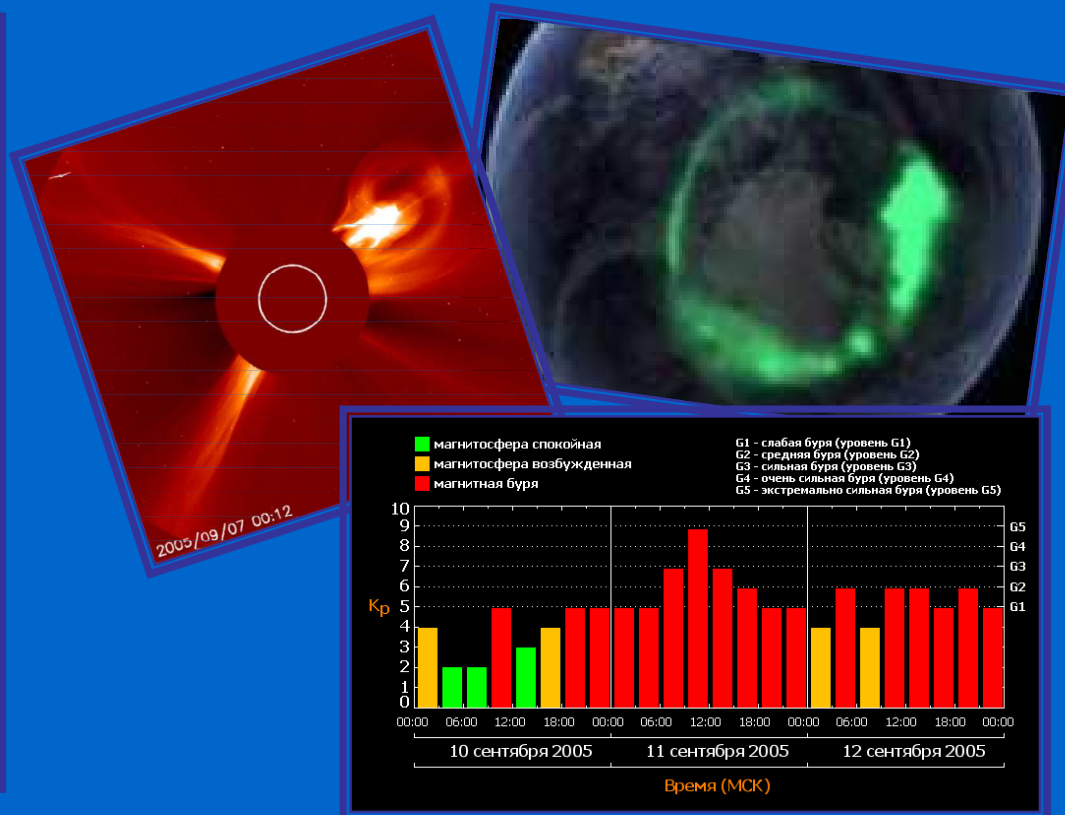
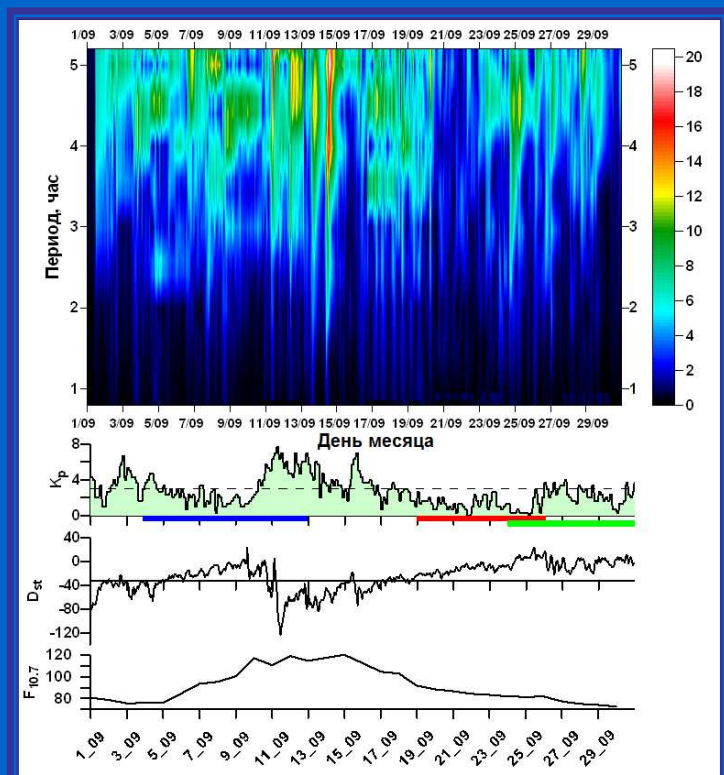


Солнечная активность за период экспериментов в 2005-2011 гг.



Временной период 2008-09 гг. характеризовался продолжительным минимумом солнечной активности с низкой интенсивностью активных событий на Солнце и сопутствующих им геомагнитных возмущений. Это чрезвычайно благоприятствовало эффективности исследования ионосферных возмущений, связанных с влиянием внутренних атмосферных процессов (в том числе метеорологических эффектов).

Текущий спектр МНЧ для трассы Магадан-Иркутск, сентябрь 2005 г.



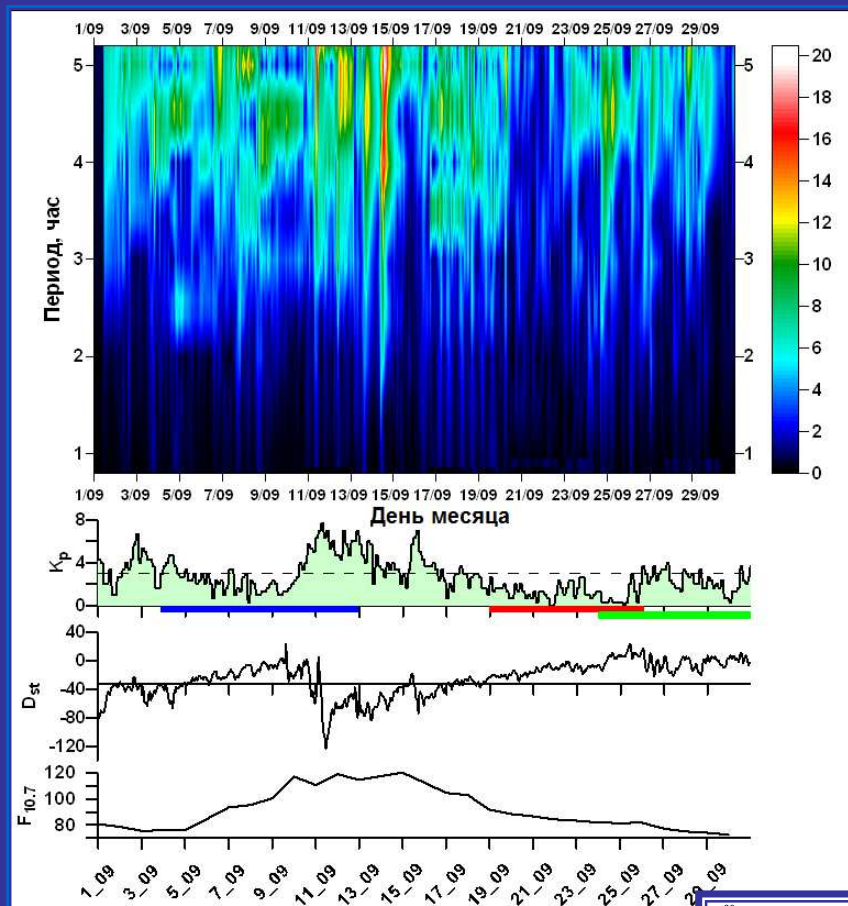
2005 г. – фаза спада 23-го солнечного цикла.

07/09/2005 – вспышка класса **X17** (пятая в списке самых мощных за все время регулярных рентгеновских наблюдений с 1975 г.), вслед за ней **09/09/2005** – вспышка класса **X6.2**.

11-14/09/2005 зарегистрированы две очень большие магнитные бури:

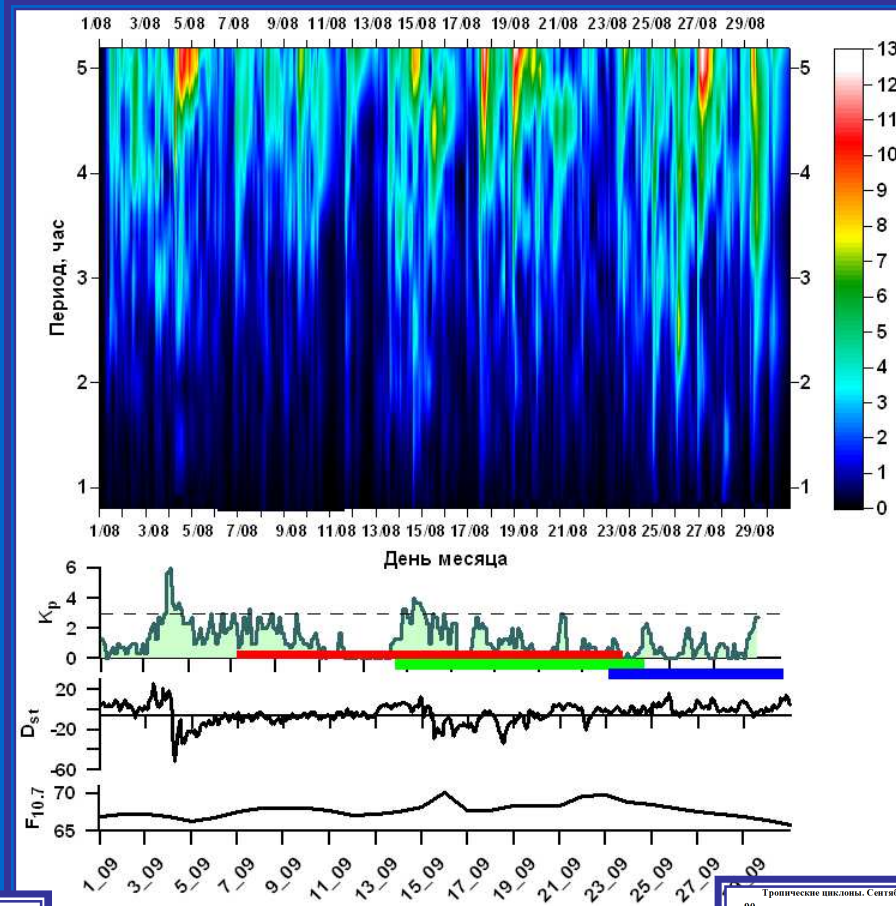
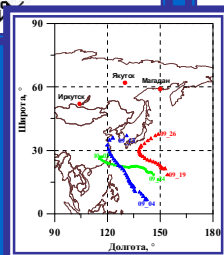
$K_p = 9$ - и $D_{st} = -139$ нТл.

Текущие спектры МНЧ для трассы Магадан-Иркутск, сентябрь 2005 г. и 2008 г.



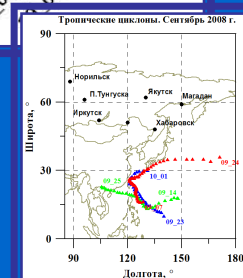
2005 г., спад солнечной активности

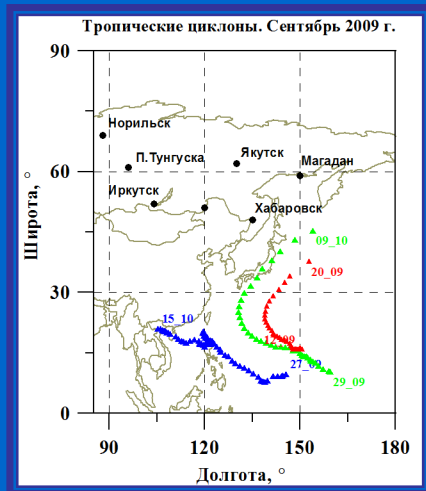
Тайфун-4 KHANUN 05-11/09/2005
Тайфун-2 SAOLA 20-26/09/2005
Супер-тайфун-4 LONGWANG 25/09-02/10/2005



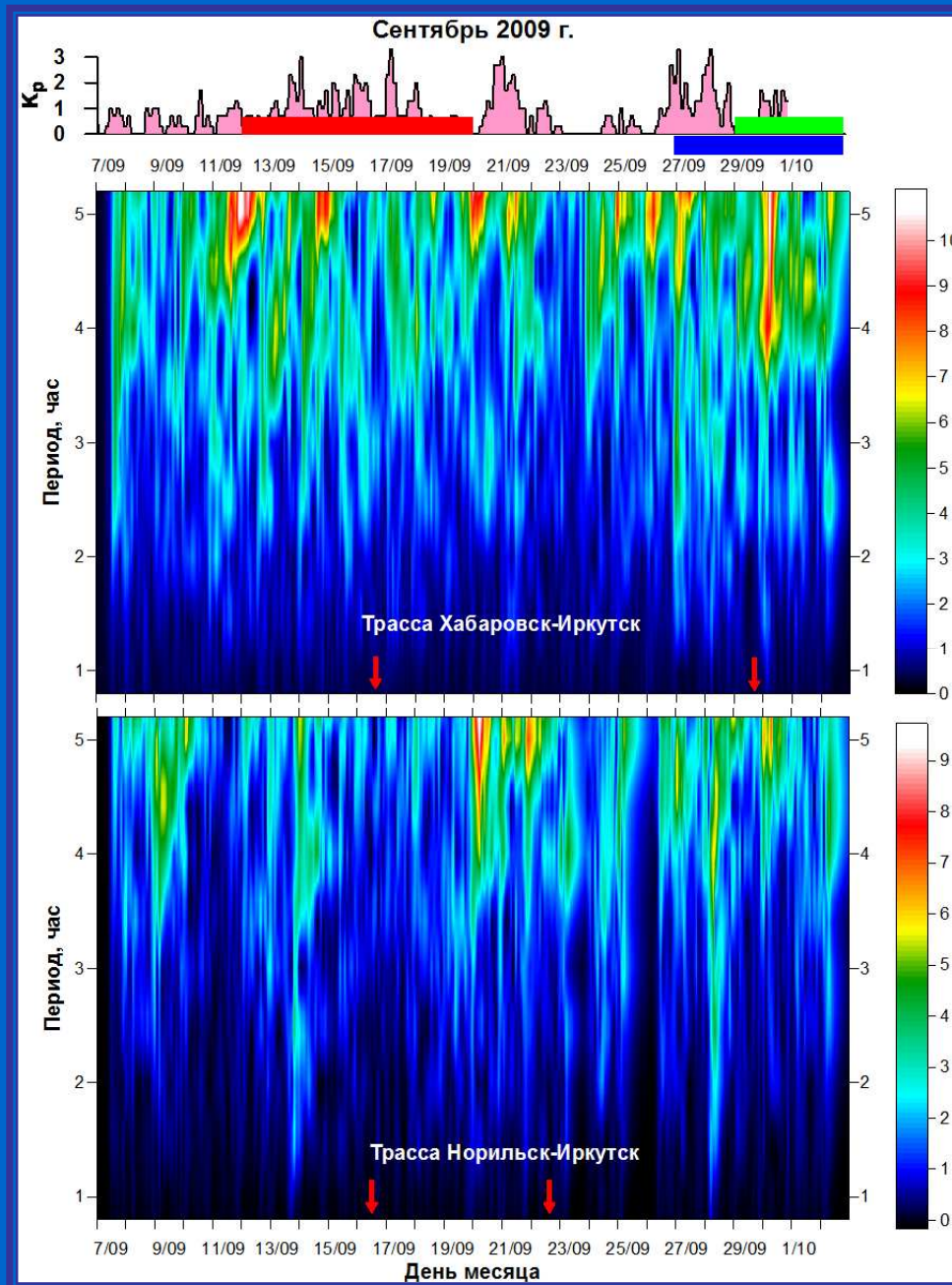
2008 г., минимум солнечной активности

Супер-тайфун-4 SINLAKU 07-24/09/2008
Тайфун-4 HAGUPIT 14-25/09/2008
Супер-тайфун-5 JANGMI 23/09-01/10/2008





- Супер-тайфун-5 CHOI WAN 12-20/09/2009
- Супер-тайфун-4 PARMA 27/09-14/10/2009
- Супер-тайфун-5 MELOR 29/09-08/10/2009



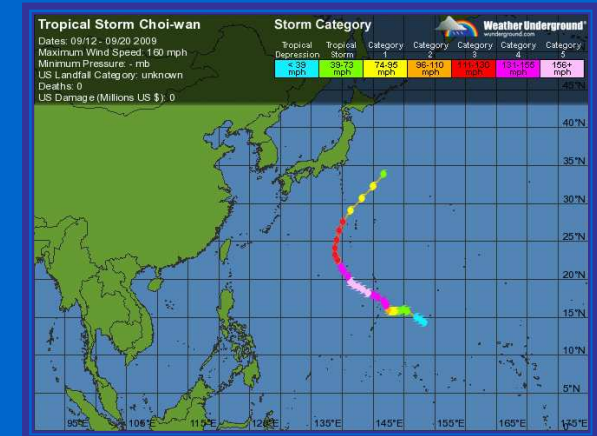
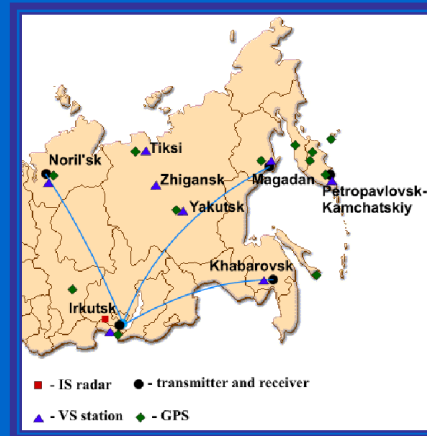
По теоретическим оценкам [Куницын и др. // Вестник МГУ, 2007, №2, С. 59-63] скорость ВГВ от импульсного источника может составлять ~200-300 м/с.

По экспериментальным оценкам скорость ВГВ ~ нескольких десятков до сотни м/с.

Расстояние между средними точками трасс Хабаровск-Иркутск и Норильск-Иркутск ~1800 км.

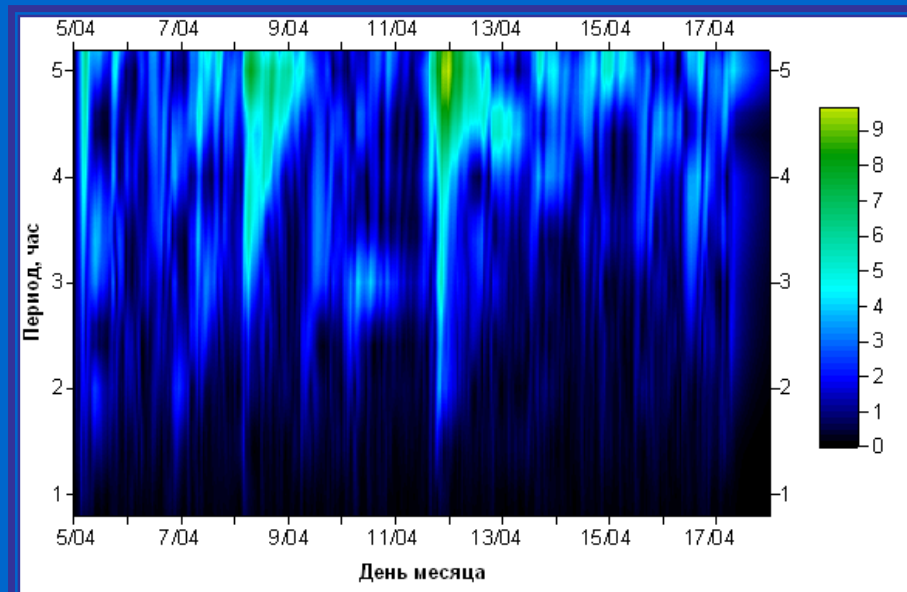
Задержка между прохождением ПИВ средних точек трасс Хабаровск-Иркутск и Норильск-Иркутск составляет $\Delta\tau \approx 3\div 6$ час

Соответственно, $V \approx 90\div 170$ м/с

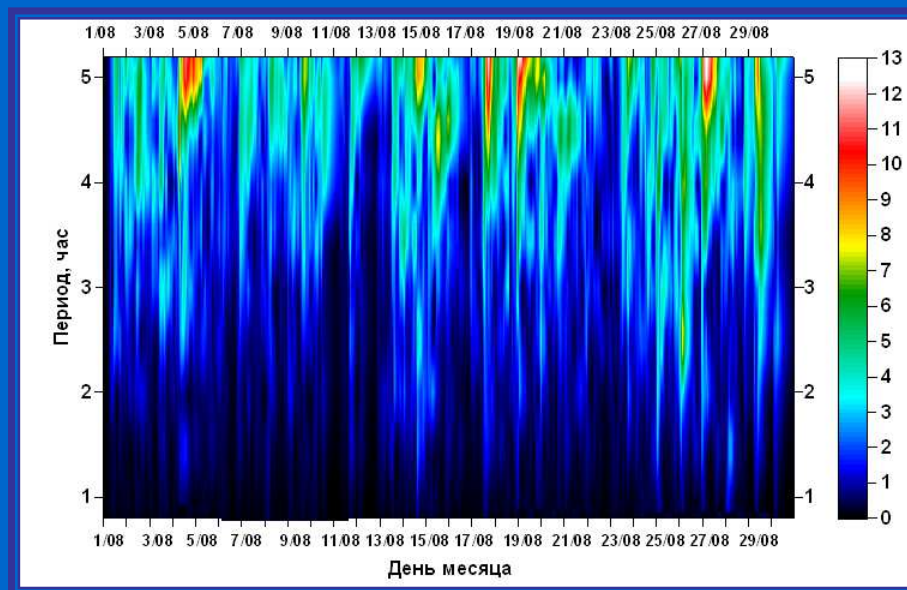


Супер-тайфун-5 CHOI WAN 12-20/09/2009



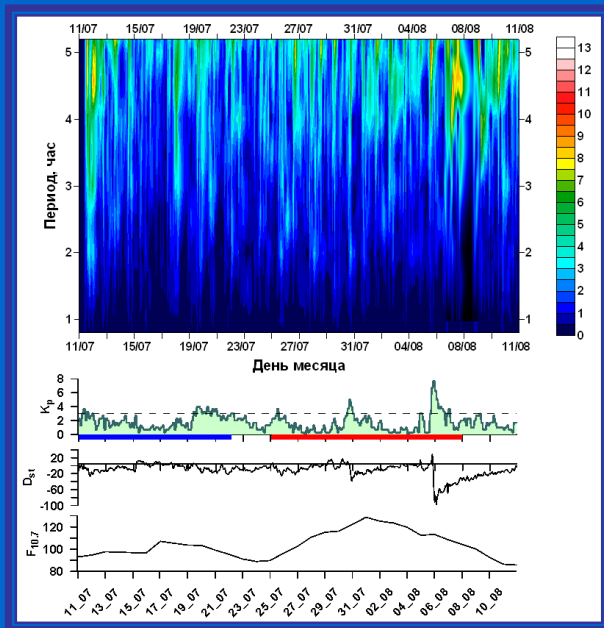


Текущие спектры вариаций МНЧ сигналов НЗ для весны 2005-11 гг., когда циклоническая активность в северо-западной акватории Тихого океана отсутствовала, в спокойных гелио-геомагнитных условиях можно рассматривать как "фоновые".

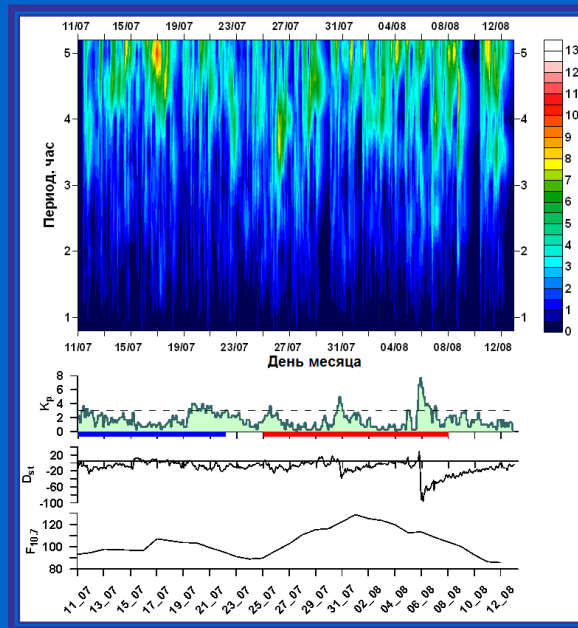


Проведено сравнение фоновых спектров со спектрами амплитуд возмущений, полученными в периоды активной деятельности тропического циклогенеза летом и осенью. В весенние месяцы также отмечались ПИВ с периодами 1-5 час, но их энергетика была значительно слабее (в полтора-два раза) по сравнению с энергетикой ПИВ в осенние периоды

Текущие спектры МНЧ, июль-август 2011 г.



Трасса Магадан-Иркутск



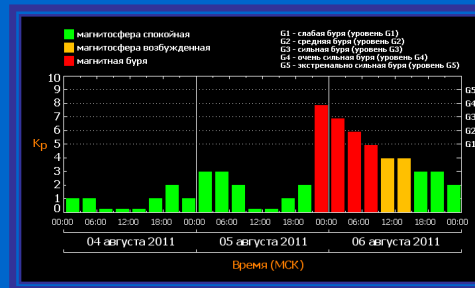
Трасса Хабаровск-Иркутск

2011 г. – фаза нарастания 24-го солнечного цикла.

03-04/08/2011 – вспышки класса M6.0 и M9.3.

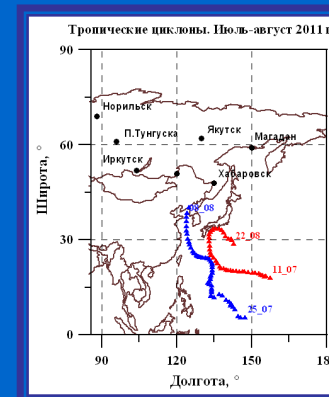
06/08/2011 зарегистрирована сильная магнитная буря

$K_p = 8$ - и $D_{st} = -97$ нТл.



Тайфун-4 МА-ОН 11-22/07/2011

Супер-тайфун-5 МУИФА 25/07-08/08/2011



Результаты исследования:

- Гелио-геомагнитные возмущения вызывают в ионосфере возмущения, существенно более интенсивные, чем возмущения, связанные с проявлениями метеорологических эффектов. Поэтому исследовать проявления метеорологических эффектов в вариациях ионосферных параметрах можно только в спокойных гелио-геомагнитных условиях.
- В результате проведенного по единой методике исследования получены свидетельства возможности проявления тропических циклонов в вариациях параметров ионосферы в дальней от региона источника возмущения зоне.
- С помощью частотного анализа данных МНЧ сигналов НЗ вдоль трасс Магадан-Иркутск, Хабаровск-Иркутск и Норильск-Иркутск выявлены временные интервалы с повышенной энергетикой короткопериодных колебаний, которые интерпретировались как ПИВ, источниками которых являлись ВГВ с периодами 1-5 часов. Оценена скорость распространения волновых возмущений, составляющая ~90-170 м/с.

Результаты исследования:

- Летом и осенью, в сезоны высокой циклонической активности, в спокойных гелио-геомагнитных условиях отмечено существенное усиление энергетики волновых возмущений на трассах НЗ с различным откликом ионосферы на прохождение волновых возмущений от одних источников ВГВ. Интенсивность наблюдаемых ПИВ уменьшалась по мере удаления трасс к западу от потенциальных источников ВГВ.
- Весной, в отсутствие действующих ТЦ в акватории северо-запада Тихого океана, также отмечались ПИВ, но их энергетика была значительно меньше по сравнению с энергетикой ПИВ летом и осенью. Этот факт дает основание предположить, что наличие мощных действующих ТЦ (даже в достаточно удаленной зоне), может рассматриваться как потенциальный источник короткопериодных волновых возмущений ионосферных параметров.
- В рамках настоящей работы для некоторых ПИВ не удалось идентифицировать потенциальные источники ВГВ. Возможно, эти ПИВ связаны с откликами ионосферы на сезонные перестройки циркуляции верхней атмосферы в равноденственные периоды, либо с какими-то другими источниками.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 09-05-00760



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



*Девятая Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА», Москва, 14 - 18 ноября 2011 г.*