

# Вариаций ионосферных параметров в азиатском регионе России в период деятельности тропических ЦИКЛОНОВ

Черниговская М.А.<sup>1</sup>, Куркин В.И.<sup>1</sup>, Орлов И.И.<sup>1</sup>,  
Шевцов Б.М.<sup>2</sup>, Поддельский И.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск

<sup>2</sup> Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Камчатский край, пос. Паратунка



Восьмая Всероссийская Открытая конференция "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА",  
Москва, 15-19 ноября 2010 г.





## Цель работы:

Исследование возможности проявления мощных метеорологических возмущений в нижней атмосфере Земли в вариациях параметров ионосферы в дальней от региона источника возмущения зоне.

## Цель работы:

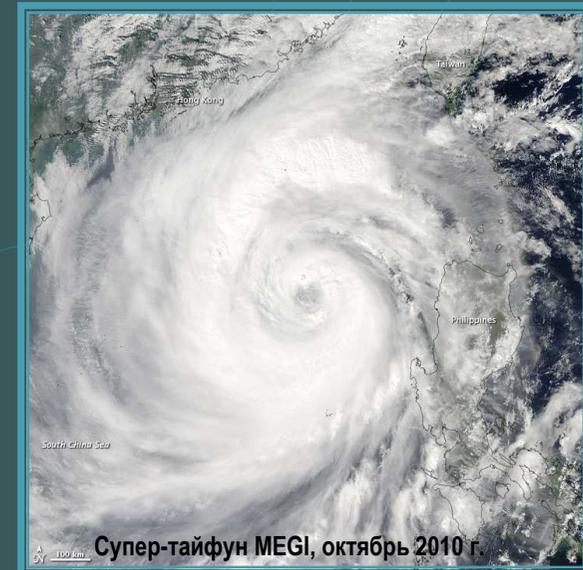
Анализировались вариации ионосферных параметров, которые интерпретировались, как перемещающиеся ионосферные возмущения (ПИБ), связанные с распространением внутренних гравитационных волн (ВГВ), источниками которых могут быть:

- возмущения гелио-геомагнитной обстановки (внешний фактор);
- атмосферные процессы (внутренний фактор) – метеорологические возмущения в тропосфере, стратосферные потепления, прохождения солнечного терминатора, землетрясения, возмущения антропогенного характера и т.д.

# Цель работы:

В настоящей работе в качестве мощнейшего потенциального источника воздействия снизу рассматривались тропические циклоны (ТЦ) — гигантские атмосферные вихри, представляющие собой эффективный механизм сброса избыточной энергии атмосферы.

Прохождение мощного циклонического фронта сопровождается возбуждением широкого спектра ВГВ.



# Данные наблюдений:

- экспериментальные данные максимальных наблюдаемых частот (МНЧ) сигналов наклонного зондирования (НЗ) вдоль трасс Норильск-Иркутск, Магадан-Иркутск, Хабаровск-Иркутск со скважностью ~5 мин в различные сезоны года (март-апрель, июль, сентябрь-октябрь) 2010 г.
- данные о тропических циклонах, действовавших в акватории северо-запада Тихого океана по данным Астрономическая обсерватория Гавайского университета (<http://www.solar.ifa.hawaii.edu/Tropical/Data>).

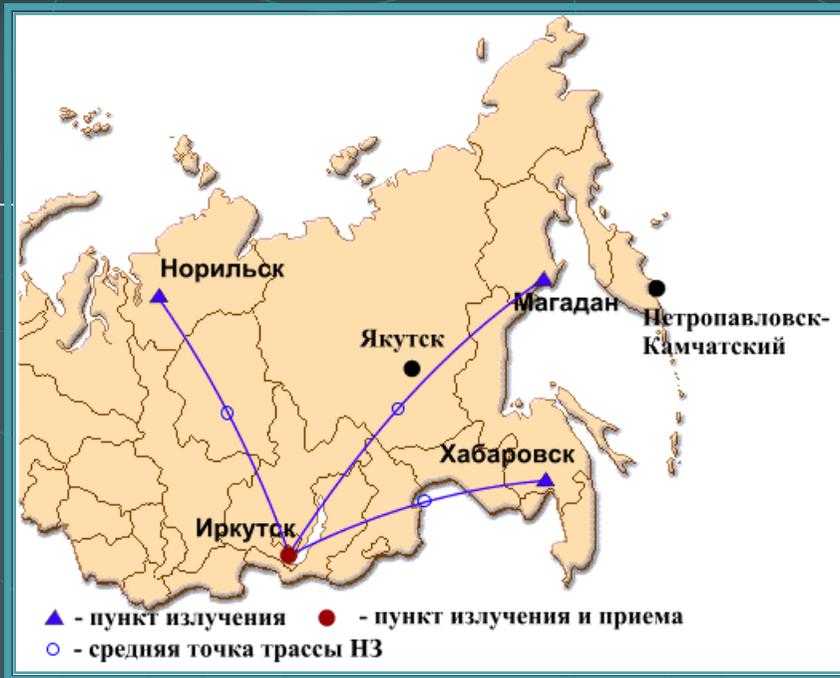


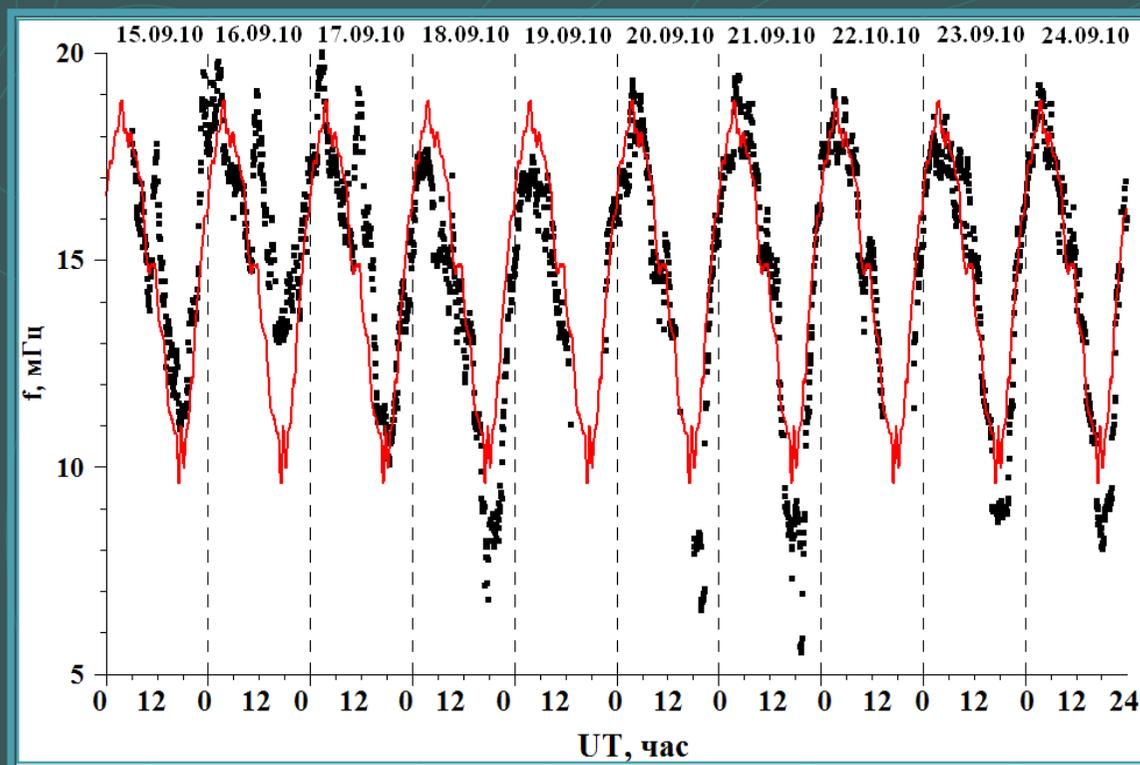
Схема трасс наклонного зондирования, проходящих в регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока (ИСЗФ СО РАН, ИКИР ДВО РАН).

Геометрии трасс различны.

Средние точки трасс:

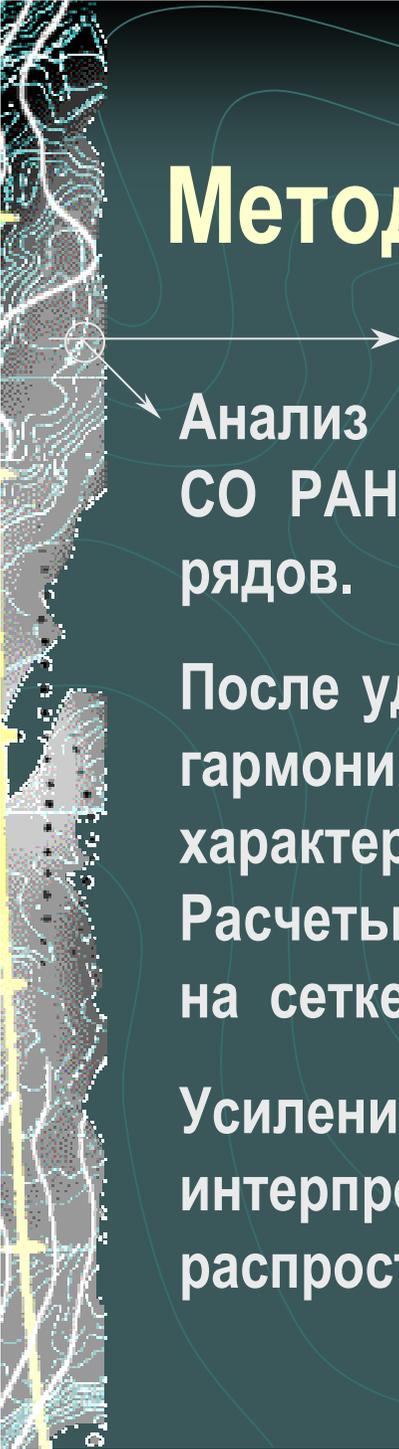
- западнее н.п. Подкаменная Тунгуска 60.8N, 96.2E (трасса Норильск-Иркутск);
- южнее г. Якутск 58.1N, 123.3E (трасса Магадан-Иркутск);
- территория КНР 51.3N, 119.7E (трасса Хабаровск-Иркутск).

# Пример временной зависимости МНЧ для трассы Хабаровск-Иркутск в сентябре 2010 г.



По разбросу точек (экспериментальные данные МНЧ) относительно медианных значений за период эксперимента (красная линия) видно наличие ПИВ, связанных с распространением в ионосфере ВЛВ, в отдельные дни.

# Методика частотного анализа



Анализ выполнялся с помощью разработанной в ИСЗФ СО РАН методики поиска периодичностей для временных рядов.

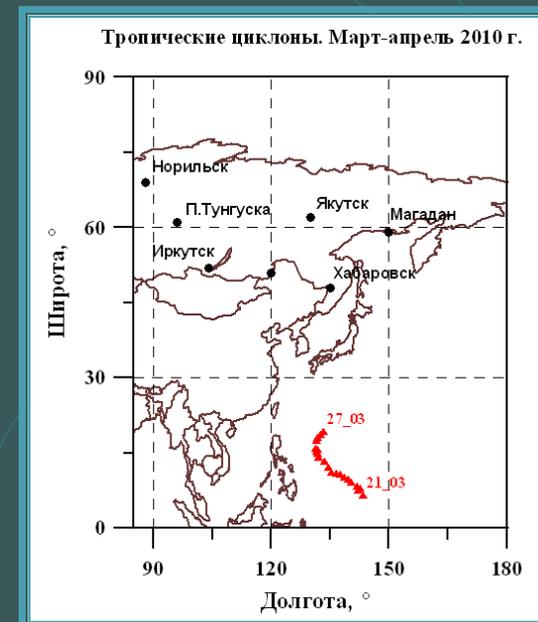
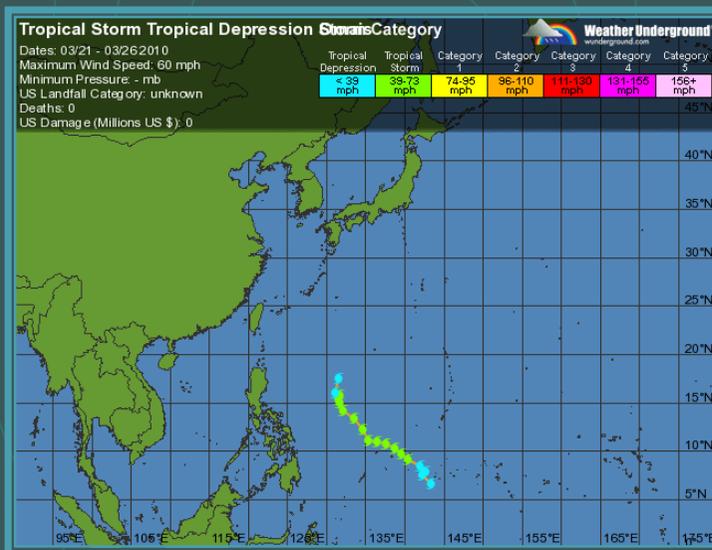
После удаления из исходного ряда данных МНЧ приливных гармоник рассчитывалась матрица значений величин  $R_i$ , характеризующих "энергетику" колебаний с периодами  $T_i$ . Расчеты мощности текущего спектра  $R_i$  проводились на сетке периодов 0.5÷5 часов с шагом, равным 0.5 часа.

Усиление мощности спектра на определенных периодах  $T_i$  интерпретировалось как проявление ПИВ, связанных с распространением в атмосфере и ионосфере ВГВ.

# ТЦ, действовавшие в акватории запада Тихого океана в марте-апреле 2010 г.

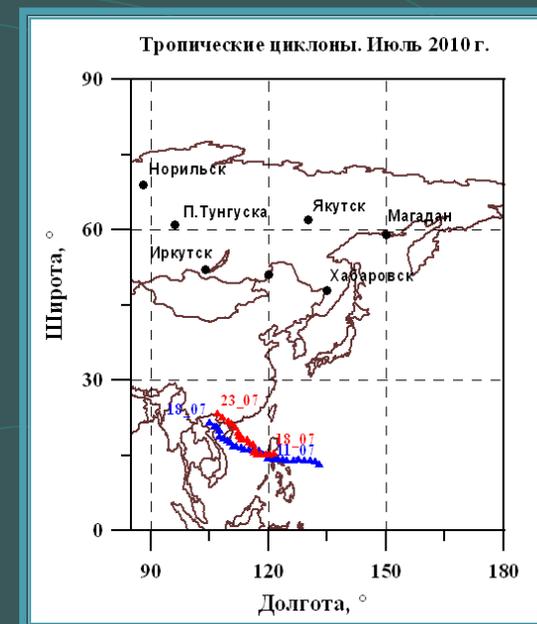
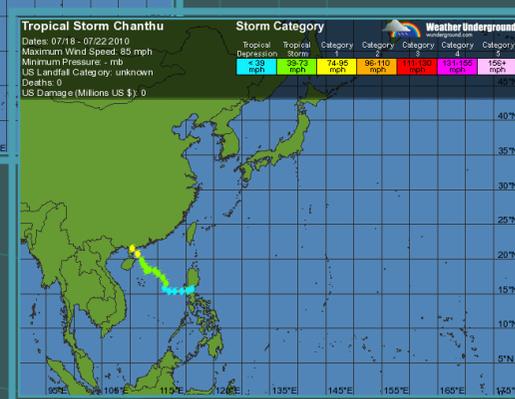
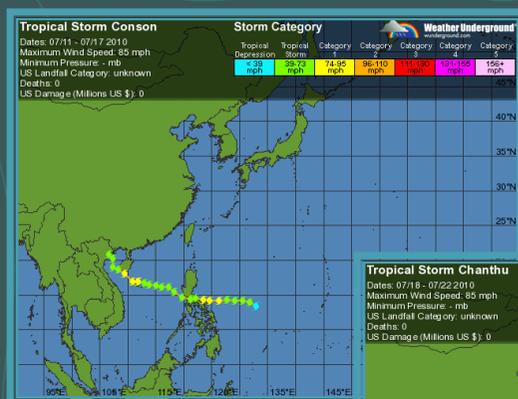
Имя ТЦ по международному перечню	Дата	Максимальная скорость в центре возмущения, м/с	Категория*
Тропический шторм OMAIS	22-26/03/2010	25	TS

\*Категории ТЦ (в соответствии со шкалой Саффира-Симпсона): TD – тропическая депрессия; TS – тропический шторм; 1 – тайфун (минимальный); 2 – тайфун (умеренный); 3 – тайфун (значительный); 4 – тайфун, супер-тайфун (огромный); 5 – супер-тайфун (катастрофический).



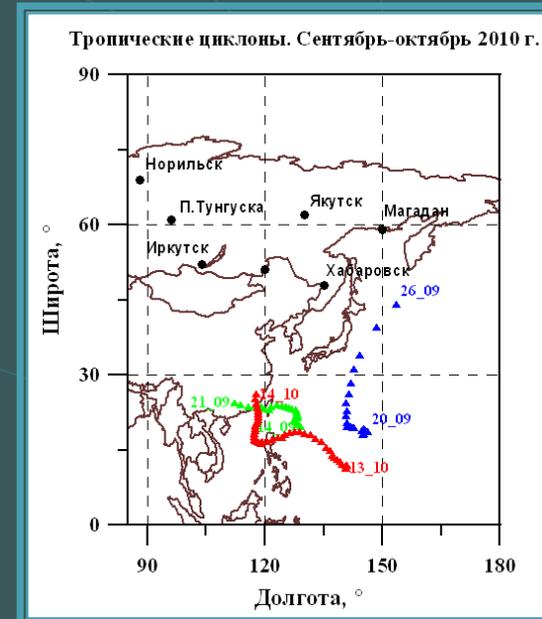
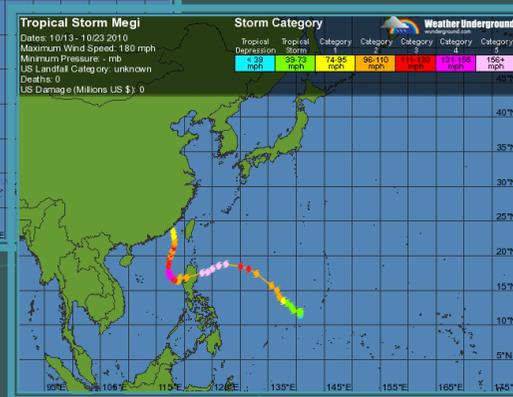
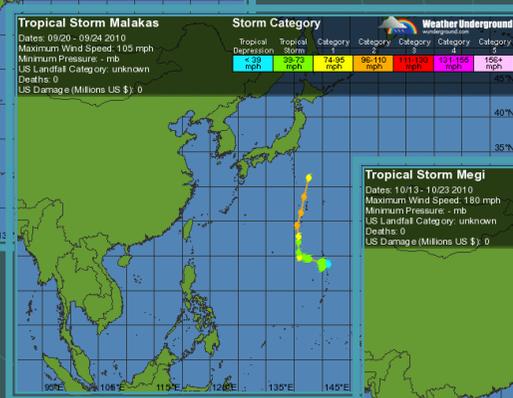
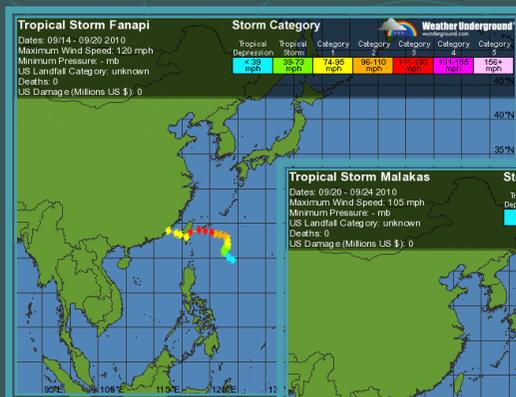
# ТЦ, действовавшие в акватории северо-запада Тихого океана в июле 2010 г.

Имя ТЦ по международному перечню	Дата	Максимальная скорость в центре возмущения, м/с	Категория*
Тайфун-1 CONSON	11-17/07/2010	38	1
Тайфун-1 CHANTHU	18-22/07/2010	38	1



# ТЦ, действовавшие в акватории северо-запада Тихого океана в сентябре-октябре 2010 г.

Имя ТЦ по международному перечню	Дата	Максимальная скорость в центре возмущения, м/с	Категория*
Тайфун-3 FANAPI	14-20/09/2010	53	3
Тайфун-2 MALAKAS	20-25/09/2010	45	2
Тропическая депрессия FOURTE	05-06/10/2010	15	TD
Супер-тайфун-5 MEGI	13-23/10/2010	80	5



# Результаты частотного анализа

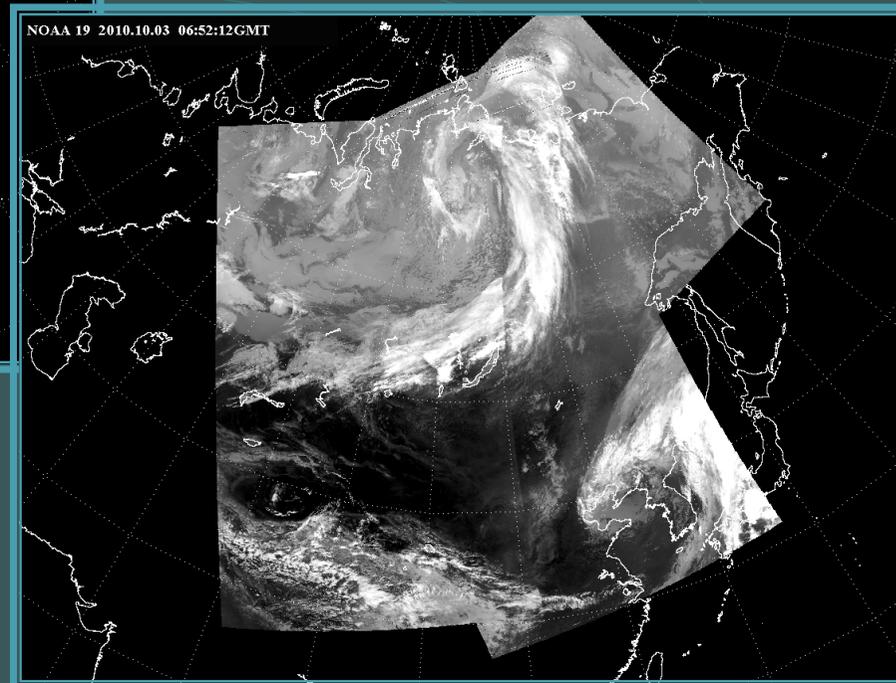
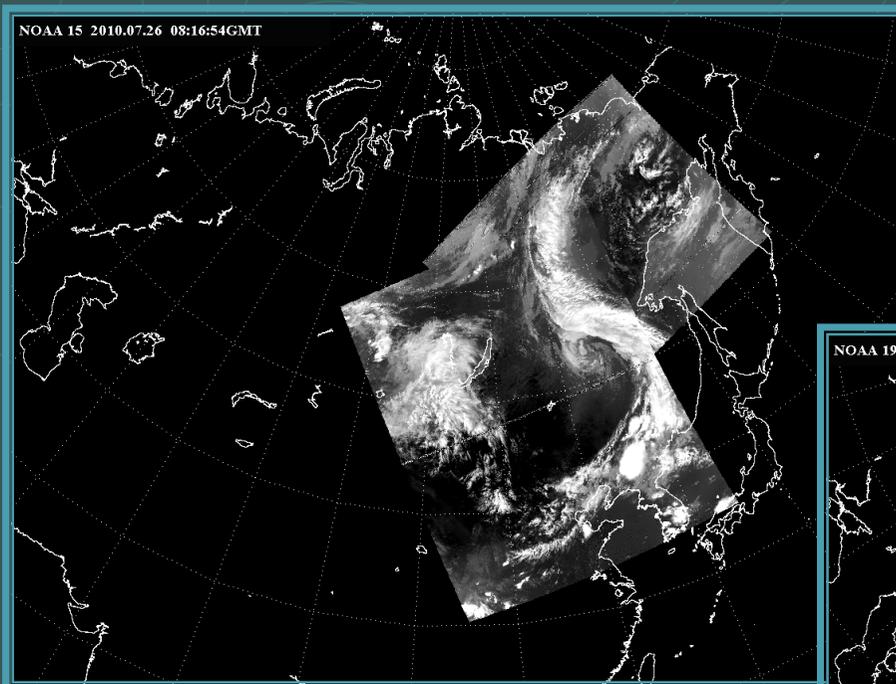


Доминирующим фактором в термодинамическом режиме ионосферы является гелио-геомагнитная активность. Поэтому для эффективного разделения возмущений при анализе учитывалась сопутствующая гелио-геомагнитная возмущенность (геомагнитные индексы  $K_p$ ,  $D_{st}$  и поток солнечного радиоизлучения  $F_{10.7}$  на длине 10,7 см).

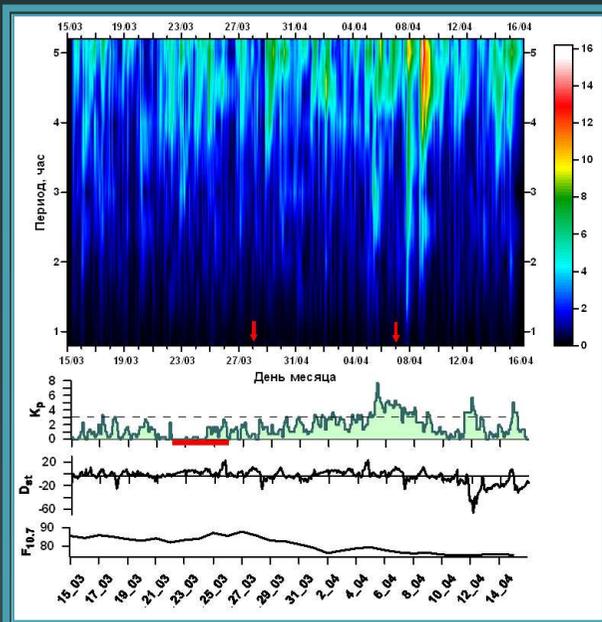
При совместном анализе помимо гелио-геомагнитной возмущенности принималась во внимание метеорологическая обстановка в исследуемых регионах, поскольку прохождения атмосферных фронтов также могут быть источниками ВГВ. Учитывалось время прохождения атмосферных фронтов через подионосферные области средних точек рассматриваемых трасс НЗ. Вариации параметров атмосферы и ионосферы в этих областях существенным образом проявляются в характеристиках принимаемых радиосигналов.

# Композиты облачности со спутников NOAA

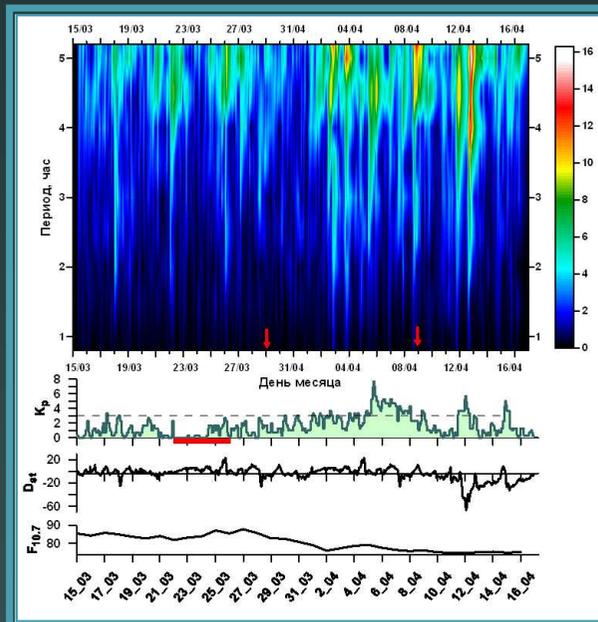
(Центр космического мониторинга ИСЗФ СО РАН, <http://ckm.iszf.irk.ru>)



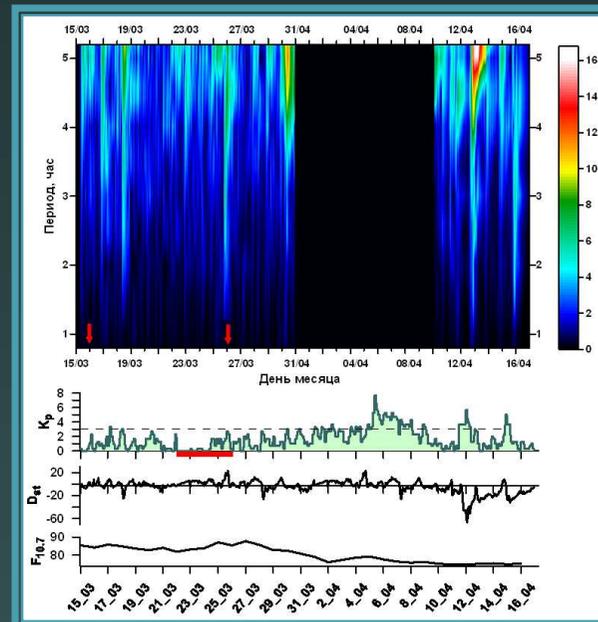
# Результаты частотного анализа (март-апрель 2010 г.)



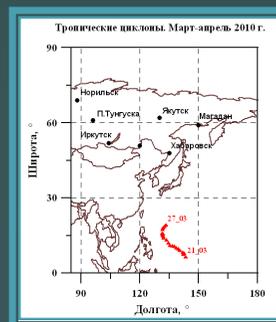
Трасса Хабаровск-Иркутск



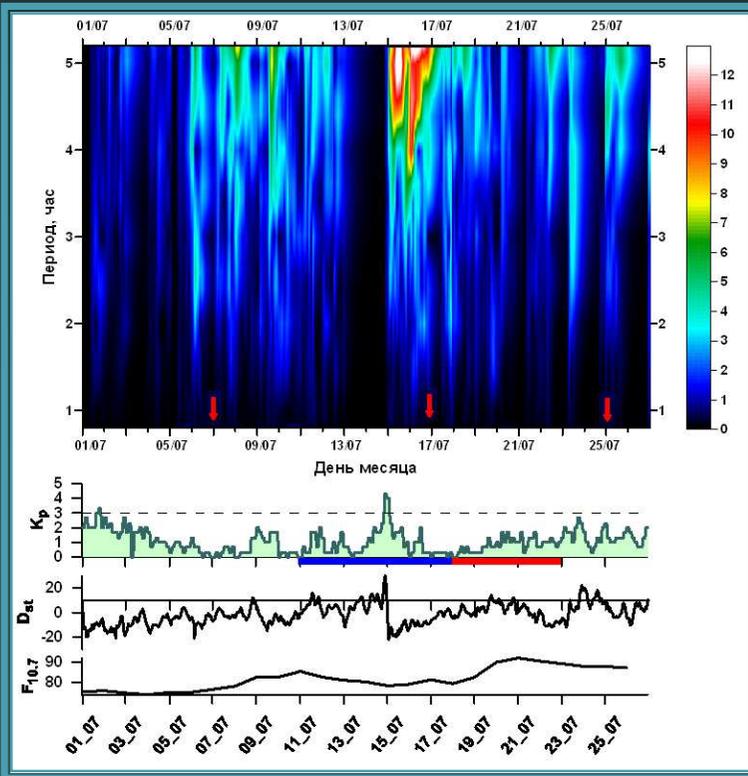
Трасса Магадан-Иркутск



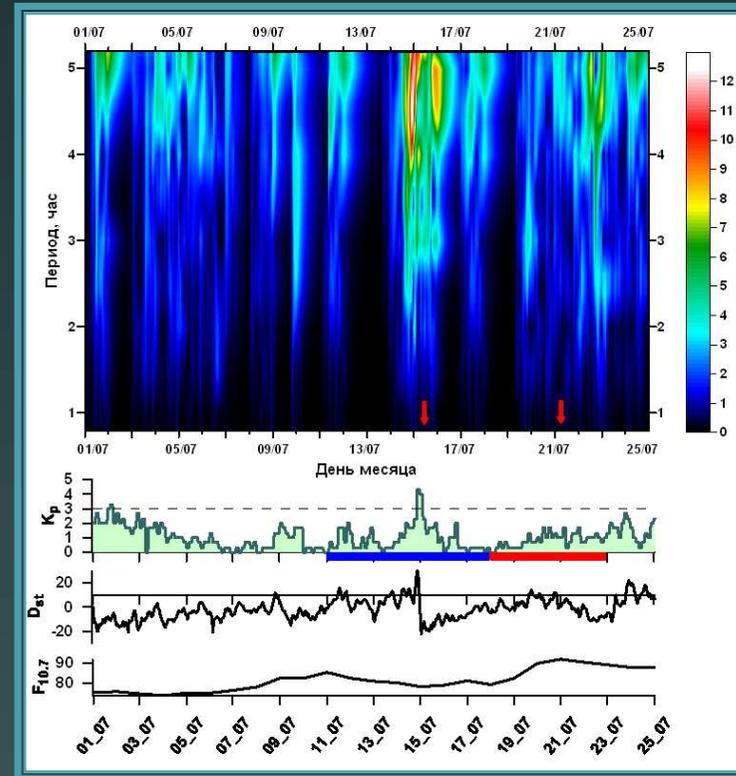
Трасса Норильск-Иркутск



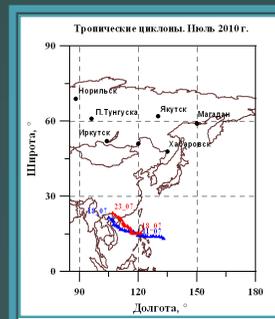
# Результаты частотного анализа (июль 2010 г.)



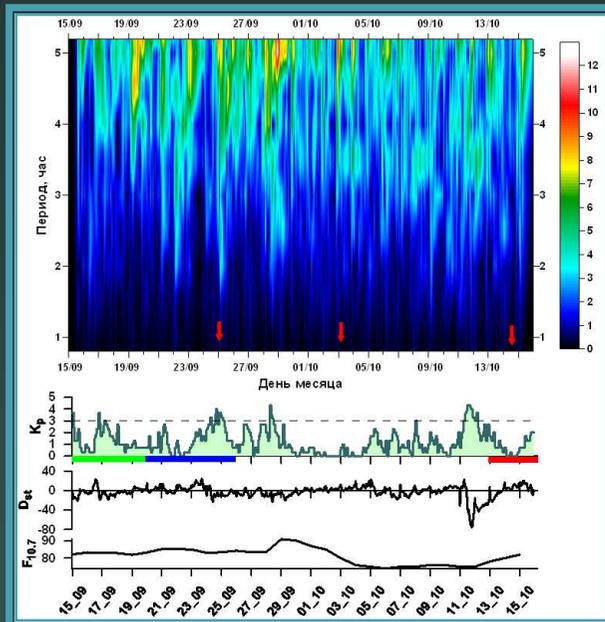
Трасса Магадан-Иркутск



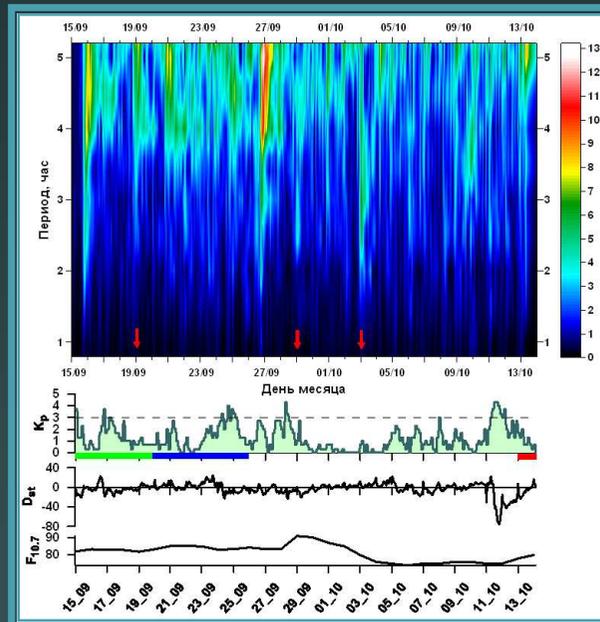
Трасса Норильск-Иркутск



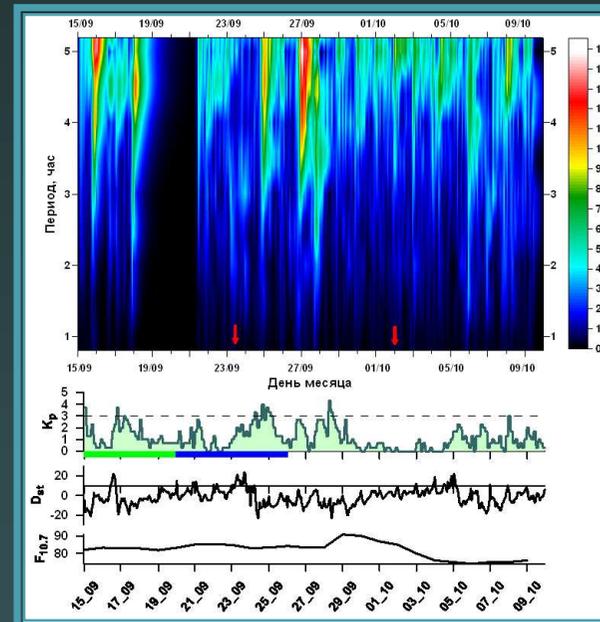
# Результаты частотного анализа (сентябрь-октябрь 2010 г.)



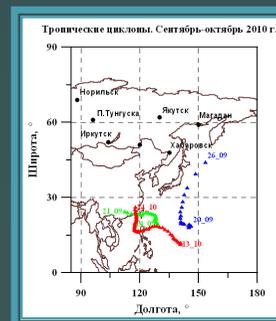
Трасса Хабаровск-Иркутск



Трасса Магадан-Иркутск



Трасса Норильск-Иркутск



# Выводы

Проведенный частотный анализ выявил временные интервалы с повышенной энергетикой короткопериодных колебаний данных МНЧ сигналов НЗ на трассах Хабаровск-Иркутск, Магадан-Иркутск и Норильск-Иркутск в различные сезоны (март-апрель, июль, сентябрь-октябрь) 2010 г., которые можно интерпретировать как проявление ПИВ, источниками которых являются ВГВ с периодами 1-5 часов.

- Анализ событий повышенной энергетике короткопериодных колебаний МНЧ в различные сезоны 2010 г. показал различия в амплитудах мощности спектров вариаций МНЧ в спокойных гелио-геомагнитных условиях для весны, лета и осени.
- Периоды с повышенной геомагнитной активностью ( $K_p = 8_{-} \div 6_{-}$  и  $D_{st} = -66$  нТ в первой половине апреля 2010 г.;  $K_p = 4_{+}$  – 14.07.2010;  $K_p = 4_{+}$  и  $D_{st} = -75$  нТ – 11.10.2010) сопровождаются существенным усилением волновой активности. Мощности ПИВ при этом значительно выше, чем энергетика короткопериодных волновых возмущений в спокойные геомагнитные периоды.

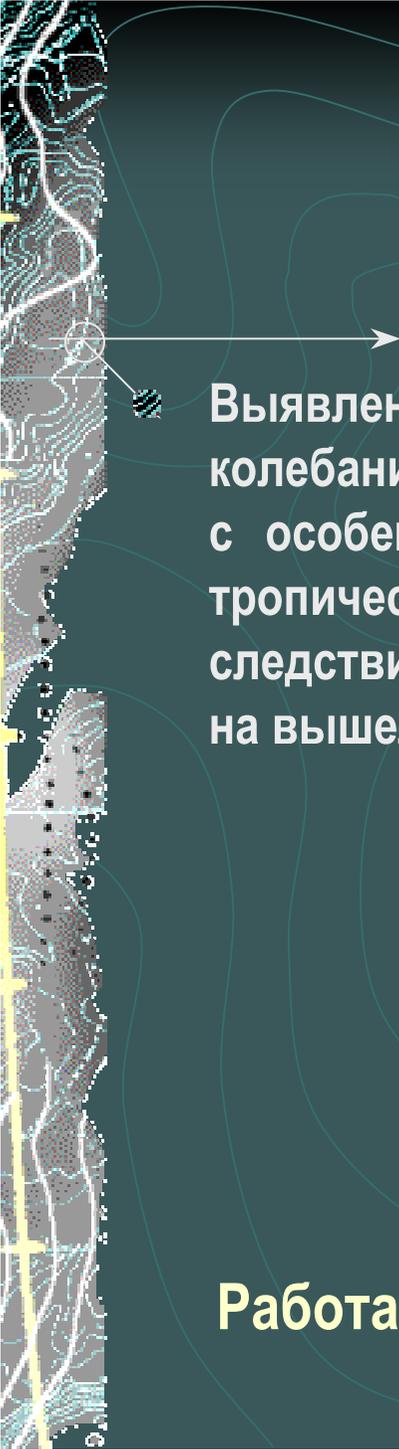
# Выводы

- 
- В период активной деятельности ТЦ (вторая половина сентября 2010 г.) в акватории северо-запада Тихого океана отмечено усиление энергетики ВГВ на исследуемых трассах НЗ. Интенсивность наблюдаемых ПИВ уменьшается по мере удаления средних точек трасс НЗ к западу от потенциальных источников ВГВ. Обнаруженные ПИВ не связаны с проявлениями гелио-геомагнитной возмущенности, а также другими потенциальными источниками короткопериодных волновых возмущений (такими как, эффекты солнечного терминатора или прохождение в подионосферных регионах средних точек трасс НЗ местных метеорологических фронтов).
  - В марте-апреле, в отсутствие действующих ТЦ в акватории северо-запада Тихого океана, отмечались ПИВ с периодами 1-5 час, но их энергетика была значительно слабее (в полтора-два раза) по сравнению с энергетикой ПИВ в сентябре-октябре, когда на северо-западе Тихого океана действовали три мощных тайфуна. Этот факт дает основание отметить, что наличие мощных действующих ТЦ (даже в достаточно удаленной зоне), может рассматриваться как потенциальный источник короткопериодных волновых возмущений ионосферных параметров.

# Выводы

- Летом 2010 г. период действия в акватории северо-запада Тихого океана двух тайфунов (с 11 по 22 июля) совпал по времени с геомагнитным возмущением 14 июля, что не позволило достоверно установить причину зарегистрированного повышения мощности ПИВ. Однако, в целом, в июле мощность короткопериодных волновых возмущений в спокойных гелио-геомагнитных условиях во время действия ТЦ ниже, чем осенью. Это, возможно, связано с различиями в условиях распространения волновых возмущений из тропосферы в верхнюю атмосферу и ионосферу. ВГВ, как и планетарные волны, могут проникать сквозь барьер стратосферной зональной циркуляции только при определенных ветрах с запада. Летом при восточном зональном переносе в стратомезосфере волны проникать в верхние слои атмосферы не могут, и атмосфера поэтому относительно стабильна. Осенью (в период равноденствия) в атмосфере происходит смена циркуляции с летнего типа на зимний, поэтому в этот период возникают благоприятные условия для распространения волновых возмущений из нижней атмосферы в верхнюю.

# Выводы



Выявленные различия энергетики исследуемых короткопериодных колебаний для разных сезонов могут быть, на наш взгляд, связаны также с особенностями формирования, развития, перемещения конкретных тропических циклонов в рассматриваемые периоды времени, и как следствие этих особенностей – различными эффектами воздействия ТЦ на вышележащую атмосферу.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 09-05-00760\_a



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

*Восьмая Всероссийская Открытая конференция "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА",  
Москва, 15-19 ноября 2010 г.*