

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ НА
ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ
В АЗИАТСКОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

*Черниговская М.А.¹, Куркин В.И.¹, Орлов И.И.¹,
Ойнац А.В.¹, Шарков Е.А.², Покровская И.В.²*



¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск

²Институт космических исследований РАН, Москва

*Седьмая Всероссийская Открытая конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА», Москва,
16 - 20 ноября 2009 г.*

Цель работы:

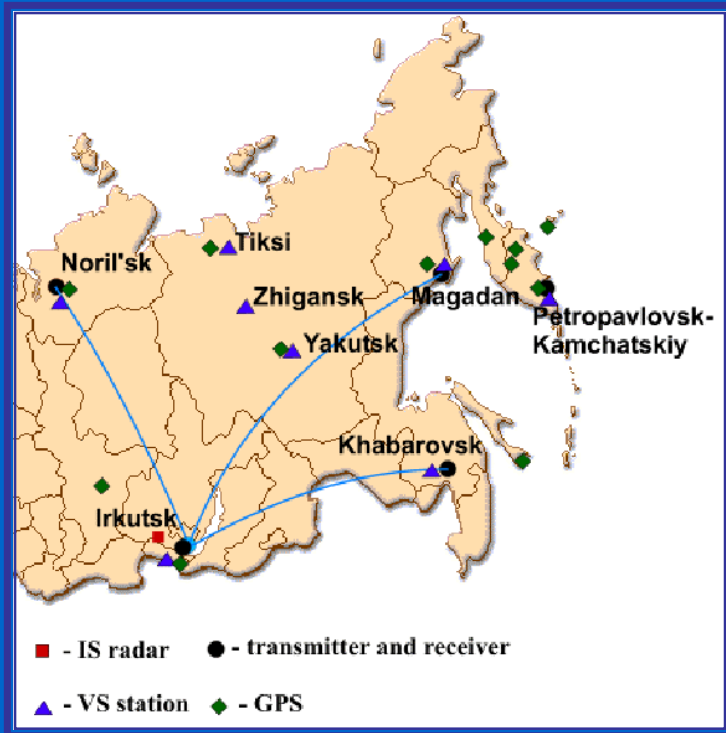
Исследование возможности проявления мощных метеорологических возмущений в нижней атмосфере Земли в вариациях параметров ионосферы в дальней от региона источника возмущения зоне в условиях минимума солнечной активности.



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 равноденственные периоды (март, сентябрь) 2008-2009 гг.
- данные о тропических циклонах из электронной базы спутниковых данных глобального тропического циклогенеза "Глобал-ТЦ".

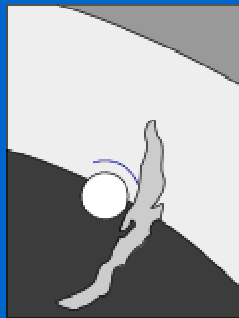




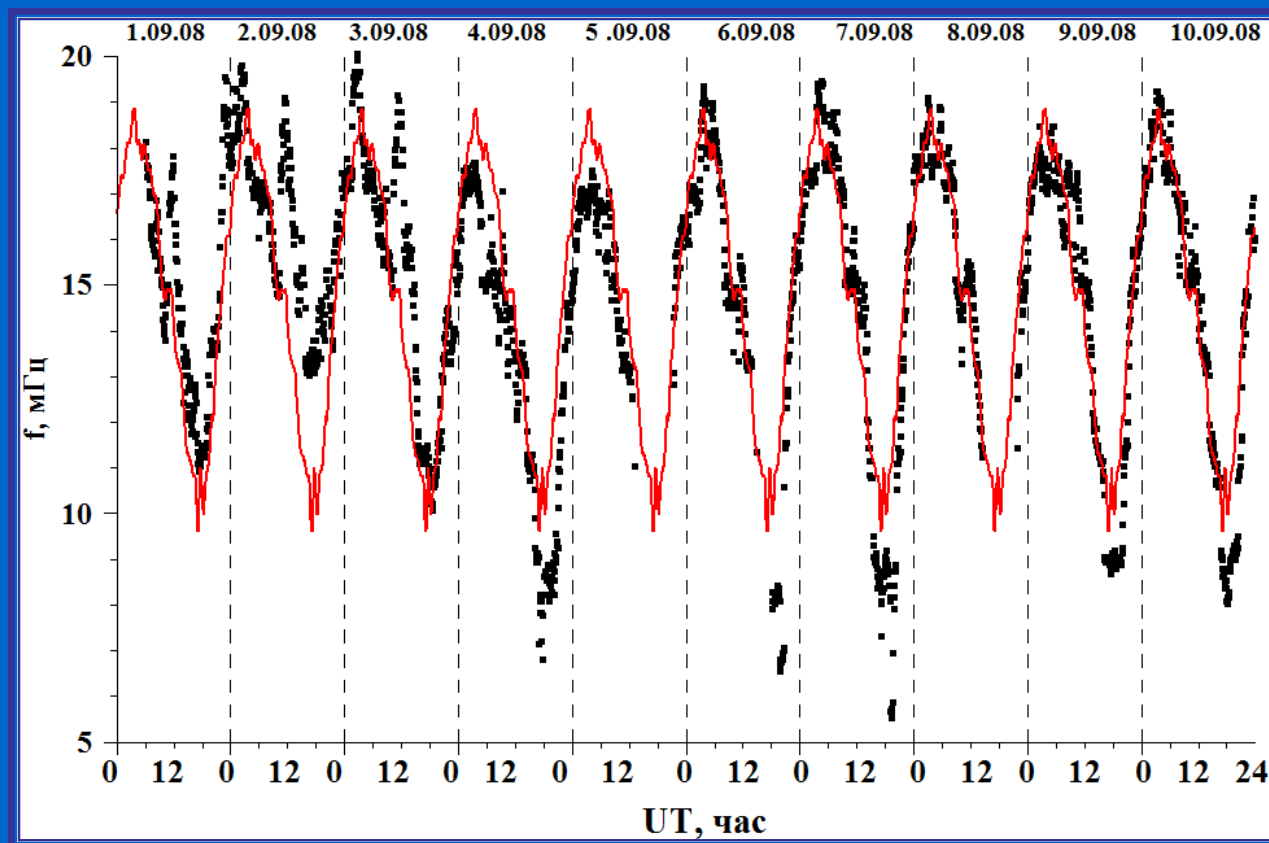
Схемы трасс наклонного зондирования (Отдел физики атмосферы, ионосферы и распространения радиоволн ИСЗФ СО РАН, г. Иркутск).

Средние точки трасс НЗ:

- 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 Магадан-Иркутск в сентябре 2008 г.



Методика частотного анализа

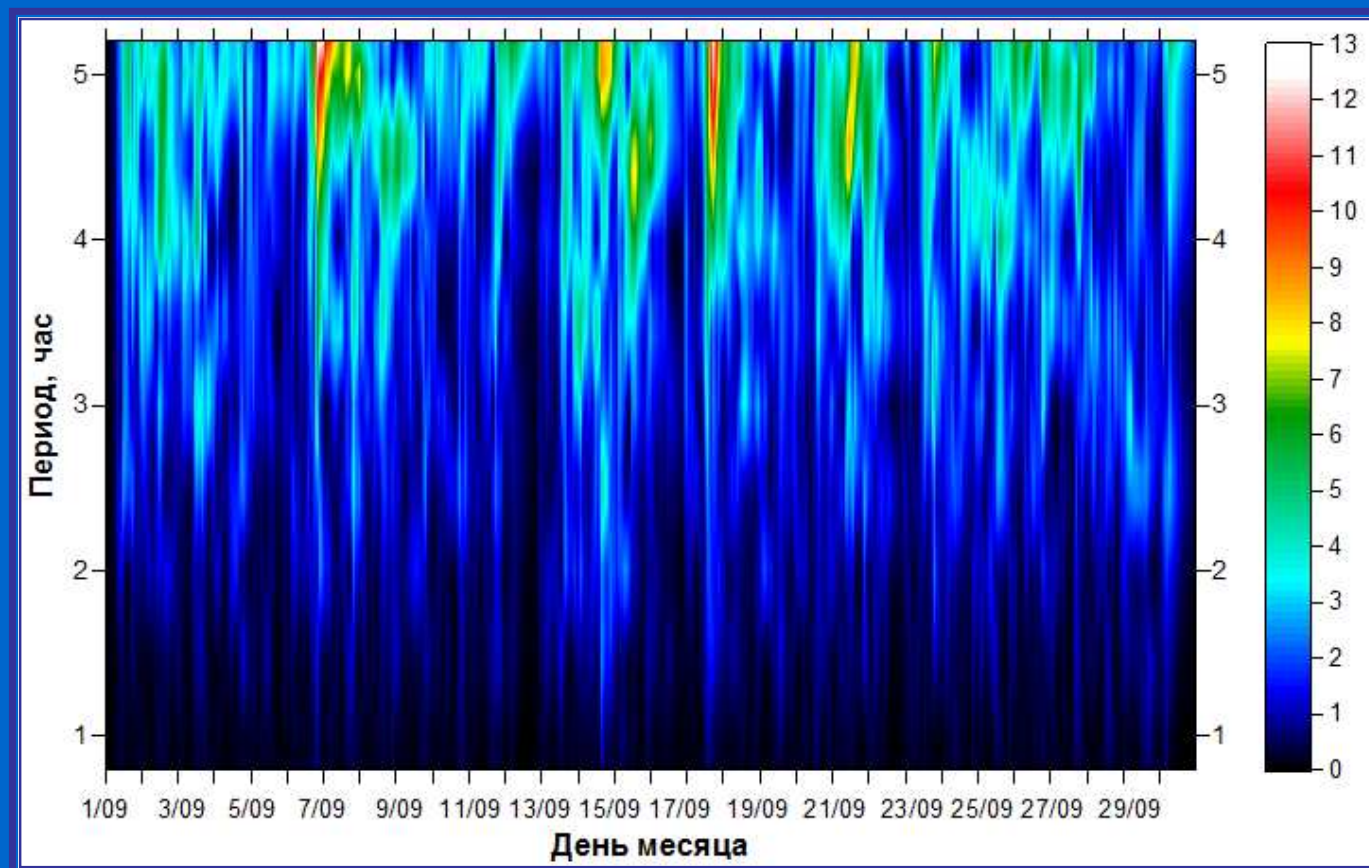
Анализ выполнялся с помощью разработанной в ИСЗФ СО РАН методики поиска периодичностей для временных рядов.

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 в скользящем режиме обработки на сетке периодов с шагом, равным 0.5 часа. Минимальный период равен 30 минутам, а максимальный – 5 часам.



Пример матрицы текущего спектра МНЧ для периодов 1-5 час для трассы Магадан-Иркутск в сентябре 2008 г.

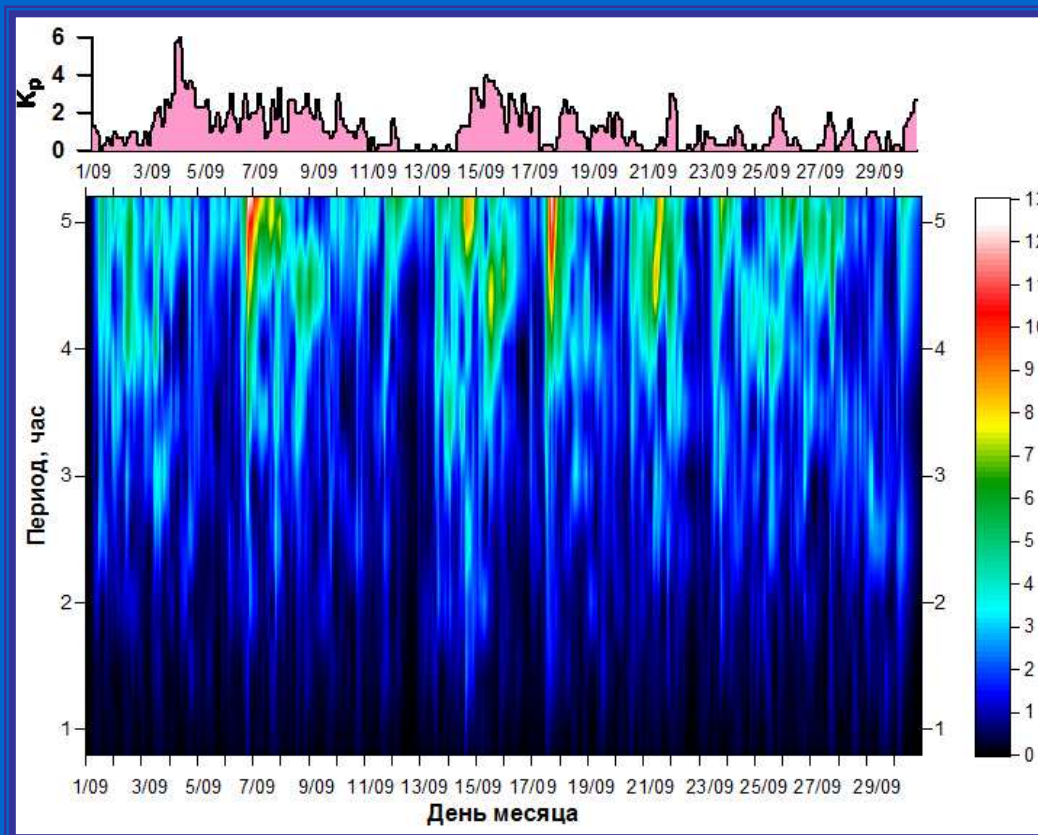


Усиление мощности спектра на определенных периодах T_i можно интерпретировать как проявление перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ), связанных с распространением внутренних гравитационных волн (ВГВ).

Источниками ВГВ могут быть:

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

Пример матрицы текущего спектра МНЧ для периодов 1-5 час для трассы Магадан-Иркутск в сентябре 2008 г.

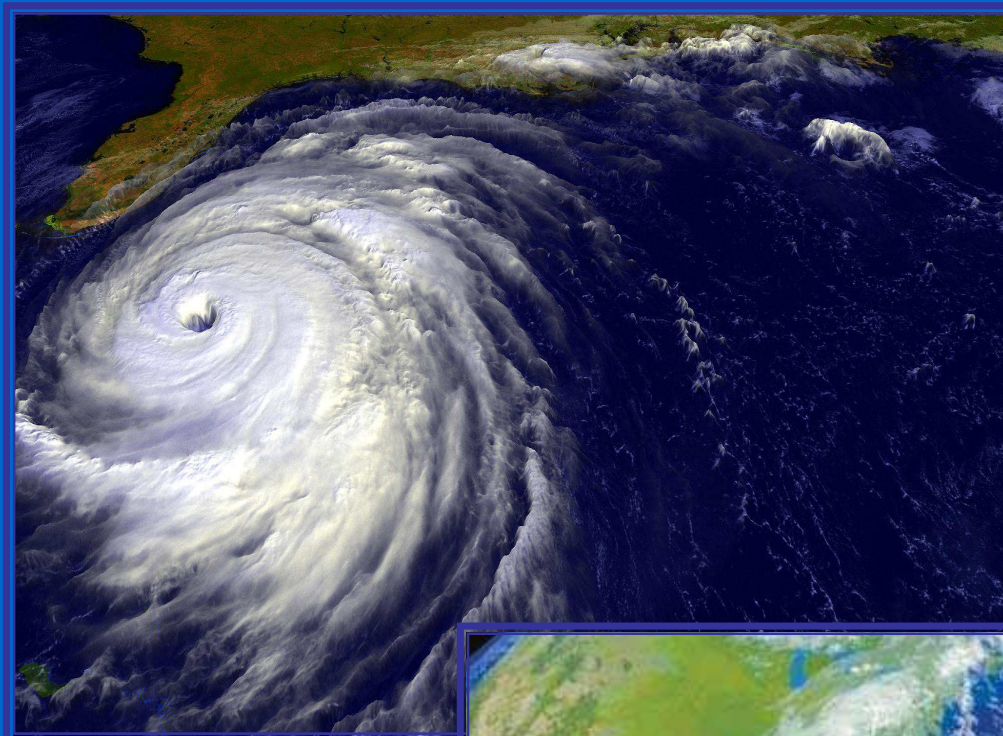


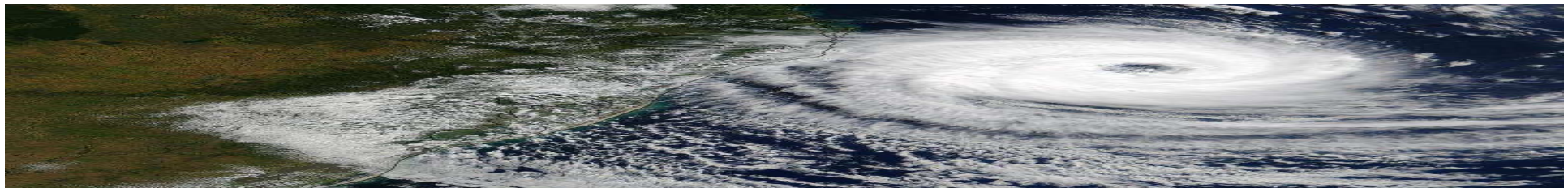
Распространение ПИВ не всегда связано с усилением гелио-геомагнитной возмущенности. Не связаны эти ПИВ и с прохождением солнечного терминатора, так их длительность - порядка суток и более.

Одним из мощнейших потенциальных источников воздействия «снизу» могут быть тропические циклоны (ТЦ).

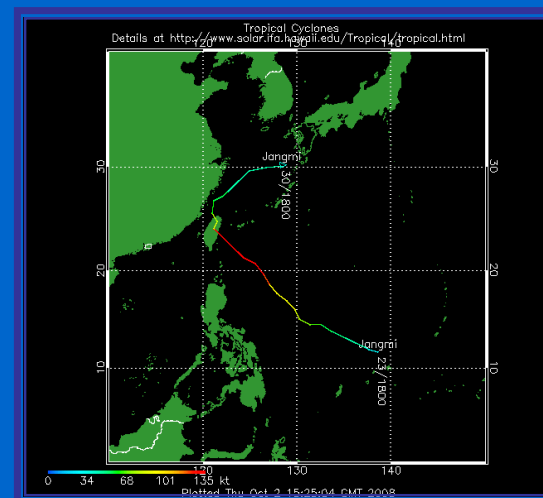
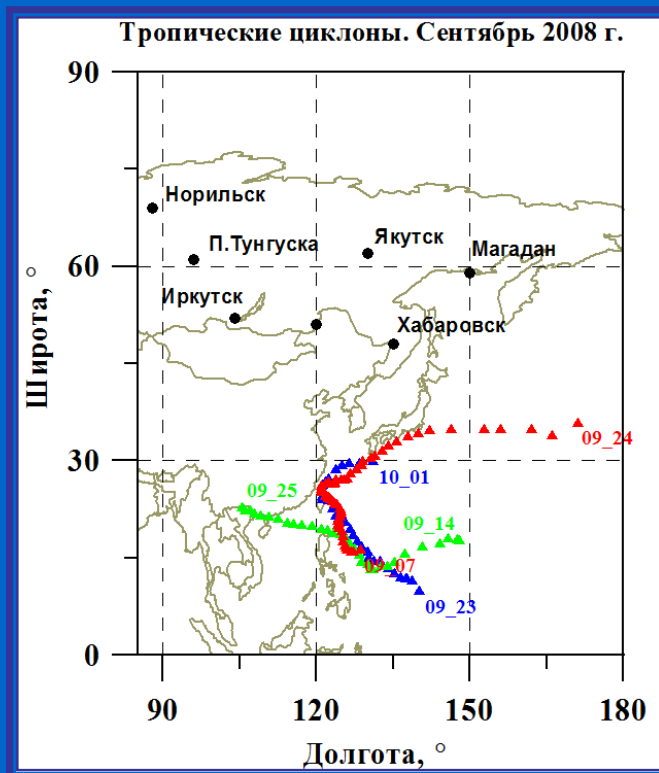
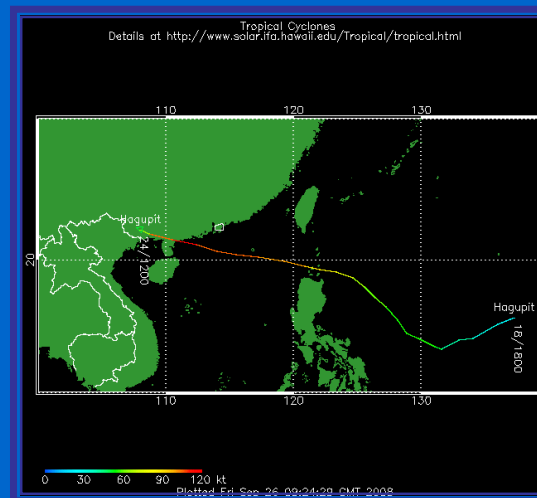
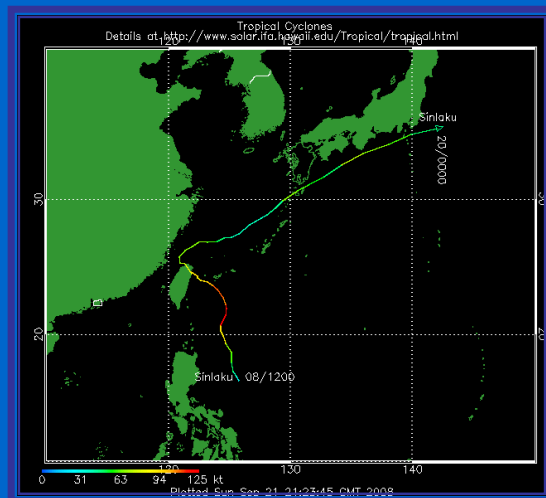
Гигантские атмосферные вихри, представляют собой эффективный механизм сброса избыточной энергии атмосферы.

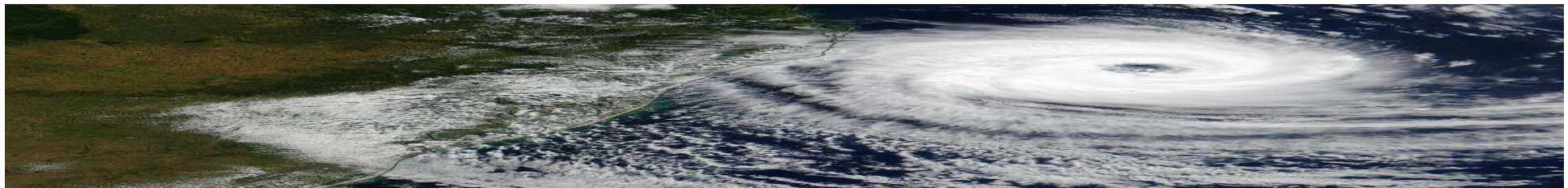
Прохождение мощного циклонического фронта сопровождается возбуждением широкого спектра ВГВ.



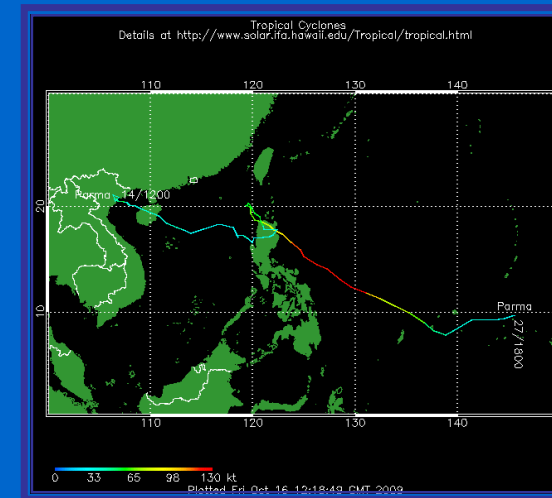
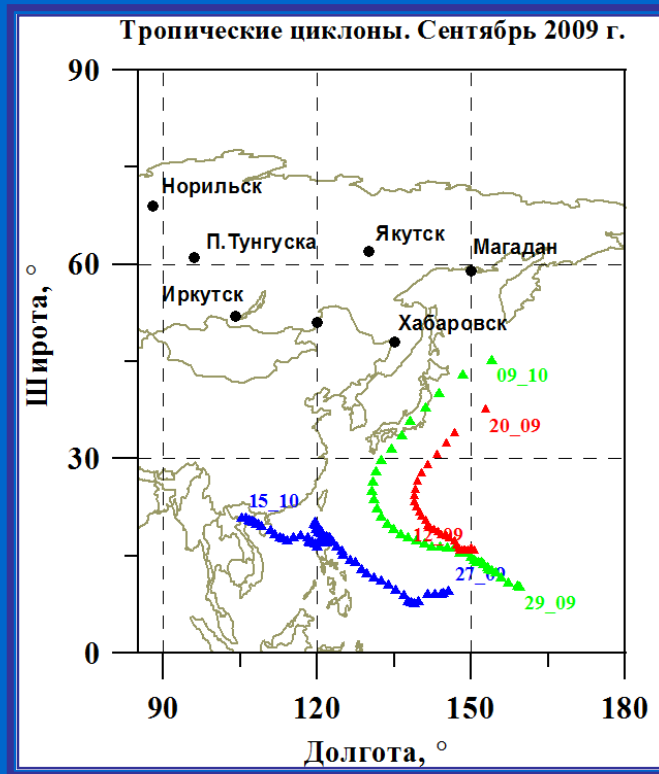
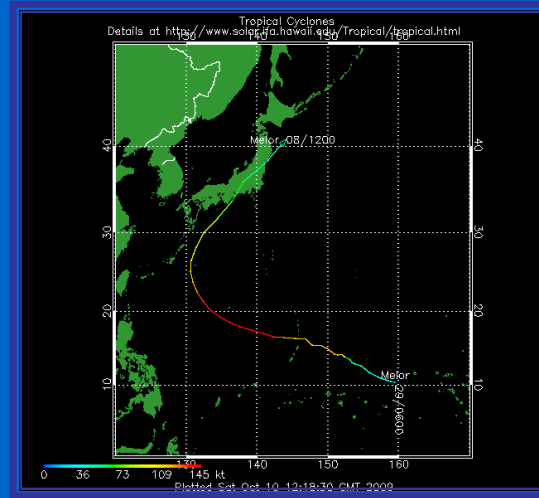
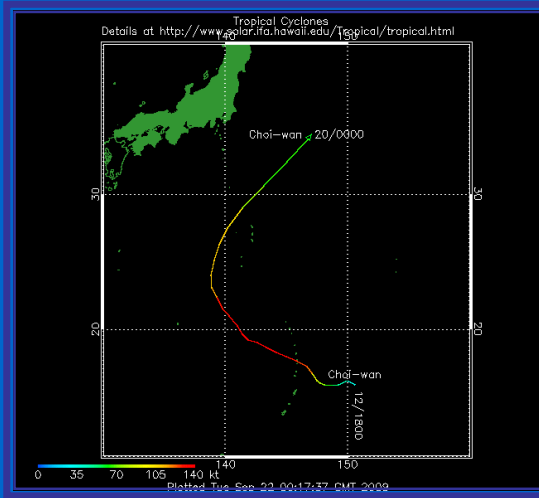


Имя ТЦ по международному перечню	Дата	Макс. скорость, м/с	Категория
Супер-тайфун SINLAKU	08-20/09/2008	64	4
Тропический шторм SIXTEEN	10-11/09/2008	18	TS
Тропическая депрессия SEVENT	14-14/09/2008	15	TD
Тайфун HAGUPIT	18-24/09/2008	61	4
Супер-тайфун JANGMI	23-30/09/2008	69	4
Тропический шторм NINETEEN	23-24/09/2008	23	TS
Тропический шторм MEKKHALA	28-30/09/2008	28	TS
Тропический шторм TWENTYONE	29-30/09/2008	23	TS
Тропический шторм HIGOS	29/09-04/10/2008	23	TS

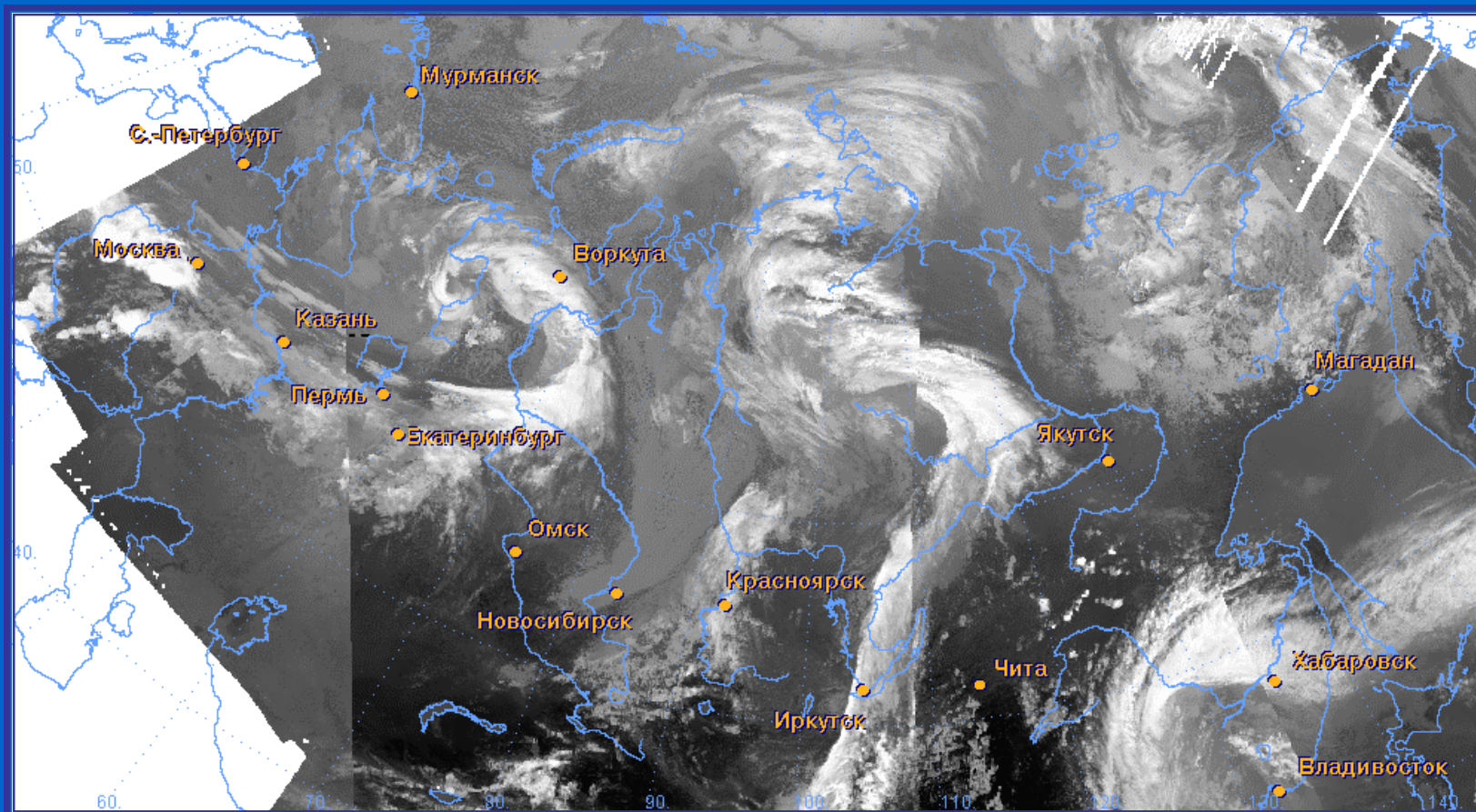




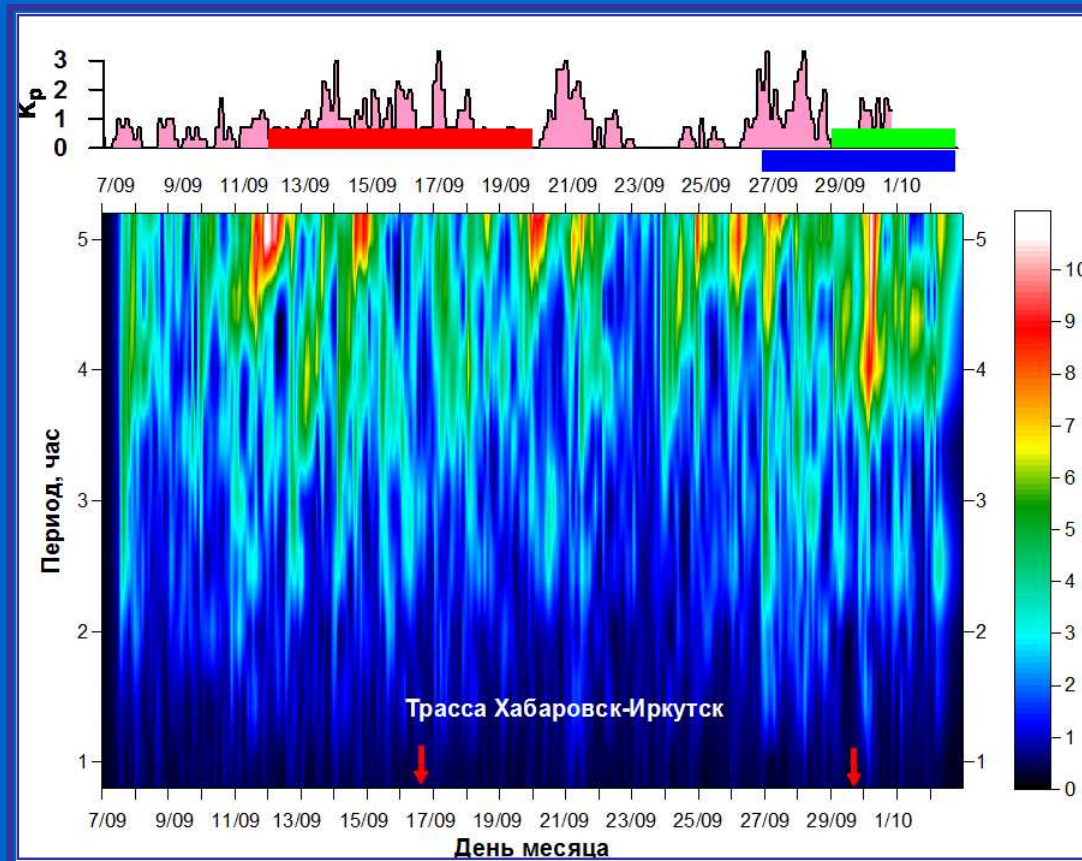
Имя ТЦ по международному перечню	Дата	Макс. скорость, м/с	Категория
Тропический шторм DUJAUN	03-04/09/2009	18	TS
Тропическая депрессия MUJIGA	09-12/09/2009	15	TD
Супер-тайфун CHOI WAN	12-20/09/2009	71	5
Тайфун KOPPU	13-15/09/2009	36	1
Тайфун KETSANA	25-29/09/2009	46	2
Тропический шторм 18W	27-30/09/2009	18	TS
Тропический шторм 19W	28-29/09/2009	18	TS
Супер-тайфун PARMA	27/09-14/10/2009	66	4
Тропический шторм EIGHTEEN	27-30/09/2009	18	TS
Тропическая депрессия 20W	29-29/09/2009	13	TD
Супер-тайфун MELOR	29/09-08/10/2009	74	5



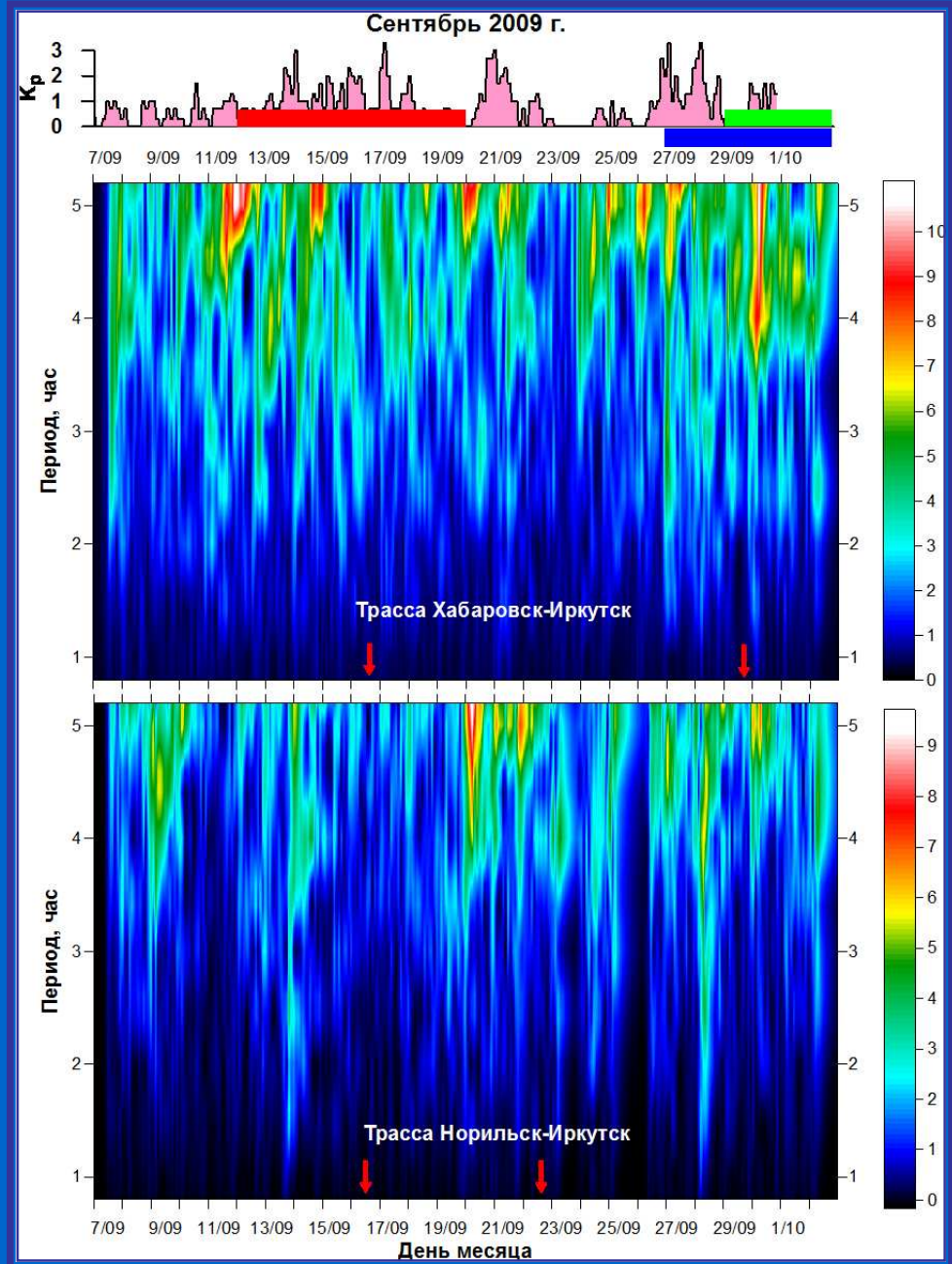
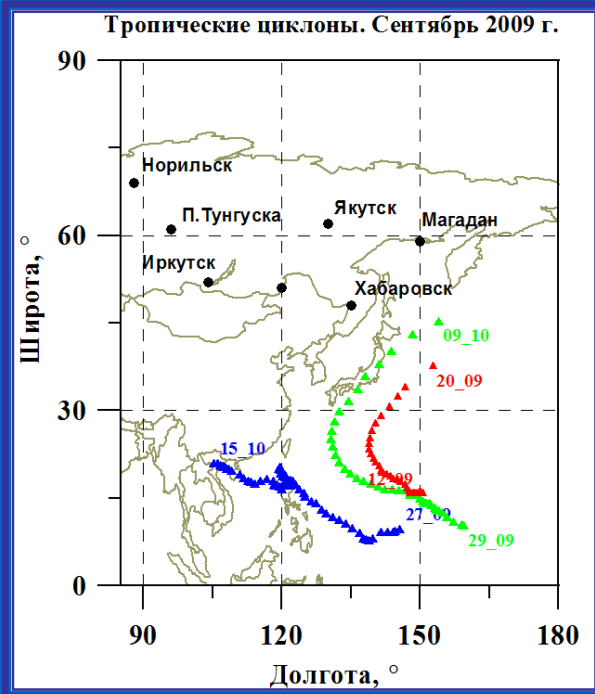
Композиты облачности со спутника NOAA (Центр космического мониторинга ИСЗФ СО РАН)



Пример матрицы текущего спектра МНЧ для периодов 1-5 час для трассы Хабаровск-Иркутск в сентябре 2009 г.



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



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

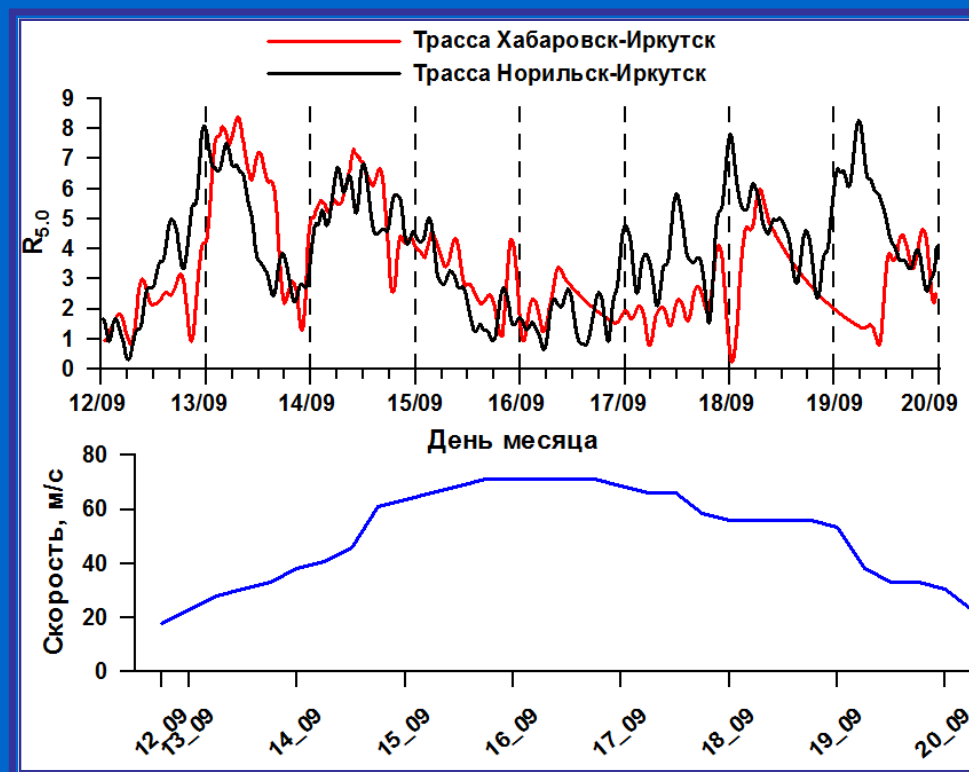
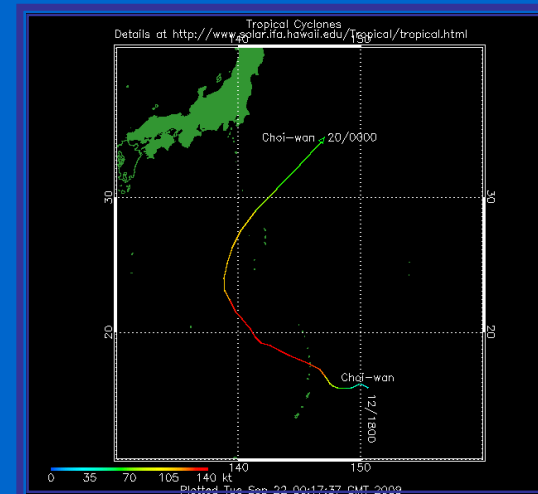
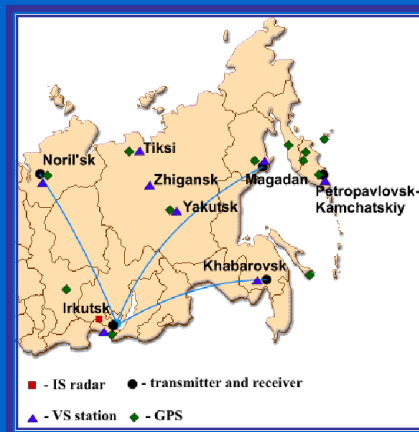
По теоретическим оценкам [Куницын и др. // Вестник МГУ, 2007, №2, С. 59-63] скорость ВГВ от импульсного источника может составлять ~200-300 м/с.

При $V \approx 200$ м/с $\Delta\tau \approx 2.5$ час

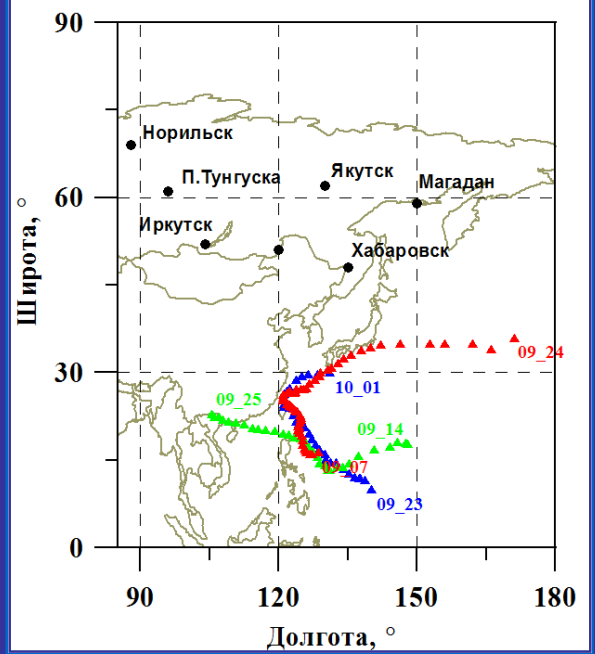
По экспериментальным оценкам скорость ВГВ ~ нескольких десятков до сотни м/с.

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

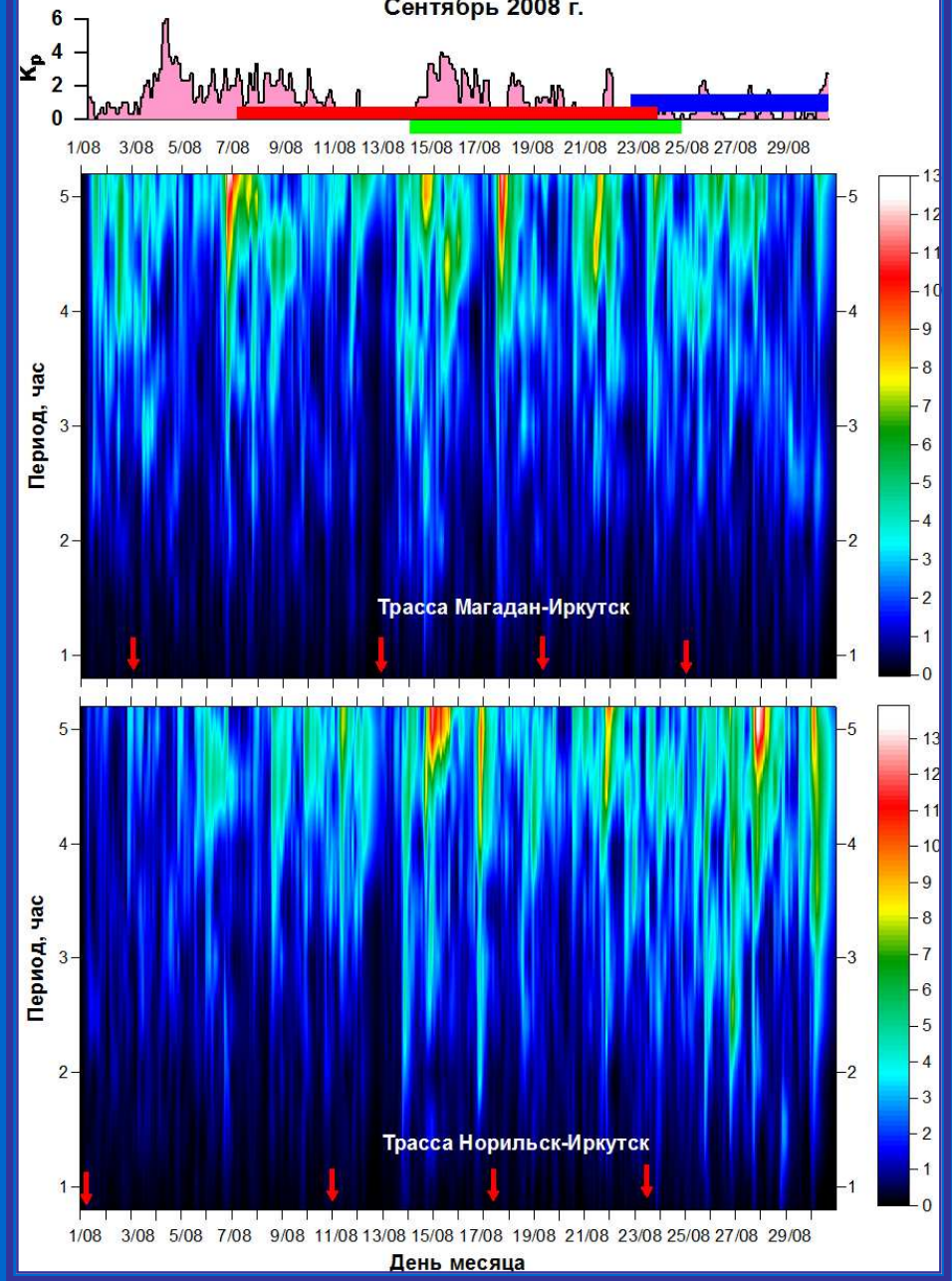
Соответственно, $V \approx 170 \div 90$ м/с



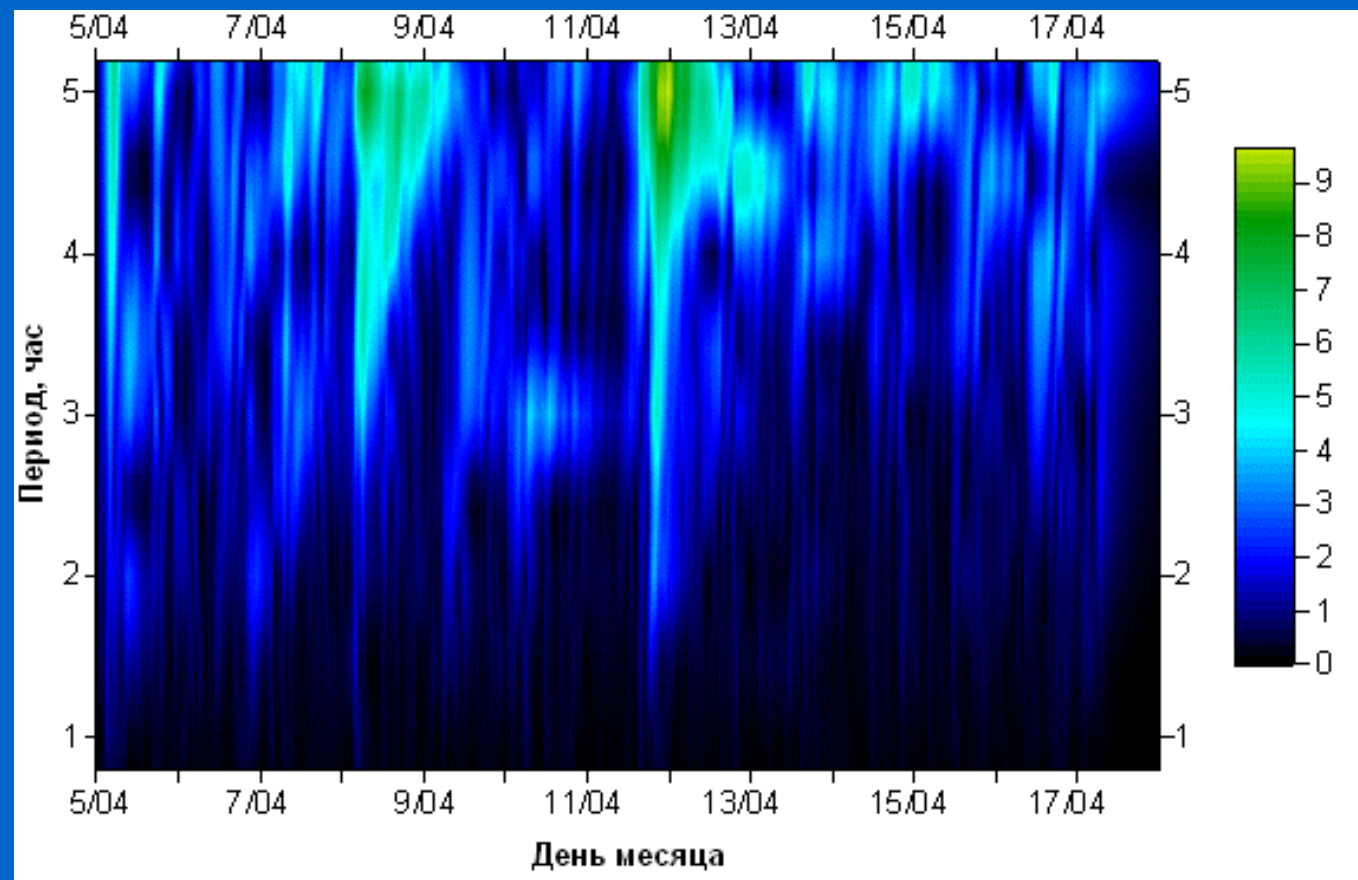
Тропические циклоны. Сентябрь 2008 г.



Сентябрь 2008 г.



Пример матрицы текущего спектра МНЧ для периодов 1-5 час для трассы Магадан-Иркутск в апреле 2009 г.



Результаты исследования:

- Проведенный частотный анализ выявил временные интервалы с повышенной энергетикой короткопериодных колебаний, которые можно интерпретировать как проявление ПИВ, источниками которых являются ВГВ с периодами 1-5 часов.
- Обнаруженные ПИВ не связаны с проявлениями гелио-геомагнитной возмущенности (2008-09 гг. характеризуются минимумом солнечной активности и спокойной геомагнитной обстановкой).
- Анализируя другие потенциальные источники наблюдаемых короткопериодных волновых возмущений, установлено, что наблюдаемые ПИВ не всегда совпадают по времени с прохождением в регионах подионосферных средних точек трасс НЗ местных метеорологических фронтов, а также не связаны с прохождением солнечного терминатора.

Результаты исследования:

- В периоды активной деятельности тропических циклонов (сентябрь 2008-09 гг.) в акватории северо-запада Тихого океана отмечается значительное усиление энергетике коротко-периодных волновых возмущений на трассах Хабаровск-Иркутск, Магадан-Иркутск и Норильск-Иркутск. Интенсивность наблюдаемых ПИВ уменьшается по мере удаления средних точек трасс НЗ к западу от потенциальных источников ВГВ.
- Для анализируемых трасс НЗ отмечается различный отклик ионосферы на прохождение волновых возмущений от одних источников ВГВ. По-видимому, это связано с различной геометрией трасс НЗ, а также с тем, сам рассматриваемый источник ВГВ в процессе развития ТЦ, изменяется по интенсивности и меняет свои координаты (стадии развития и траектории движения ТЦ). Поэтому существует зависимость от угла между направлением распространения волнового возмущения и линией, соединяющей средние точки трасс НЗ.

Результаты исследования:

- По времени задержки прохождения ПИВ регионов средних точек разнесенных по пространству трасс НЗ оценена скорость распространения волновых возмущений, составляющая ~90-170 м/с.
- В периоды весеннего равноденствия (март 2008-09 гг.) в условиях спокойной гелио-геомагнитной возмущенности и в отсутствие действующих тропических циклонов в акватории северо-запада Тихого океана также отмечаются ПИВ с периодами 1-5 час, энергетика которых значительно слабее по сравнению с энергетикой ПИВ в осенние периоды.
- В рамках настоящей работы для некоторых ПИВ не удалось идентифицировать потенциальные источники ВГВ. Возможно, эти ПИВ связаны с откликами ионосферы на сезонные перестройки динамического режима верхней атмосферы в рассматриваемые равноденственные периоды.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



*Седьмая Всероссийская Открытая конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА», Москва,
16 - 20 ноября 2009 г.*