

Совместный анализ короткопериодных временных вариаций ионосферных параметров в регионе Сибири и Дальнего Востока и процессов тропического циклогенеза

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

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск

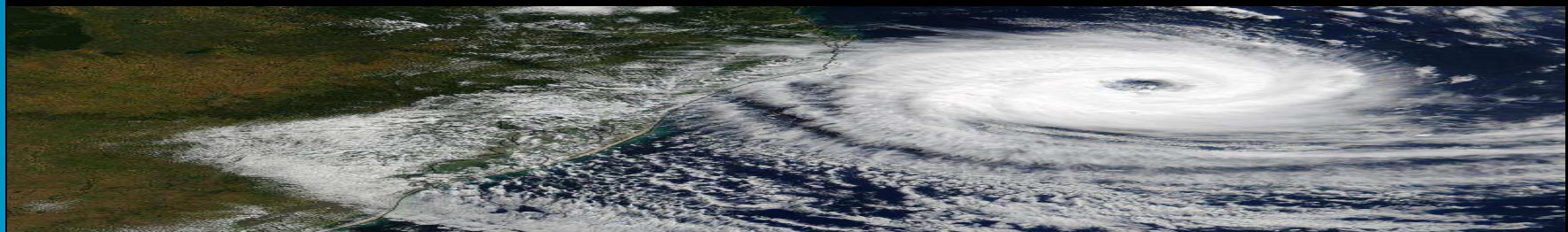
²Институт космических исследований РАН, Москва



*Шестая Открытая всероссийская конференция "Современные проблемы
дистанционного зондирования Земли из космоса",
ИКИ РАН, Москва, 10-14 ноября 2008 г.*

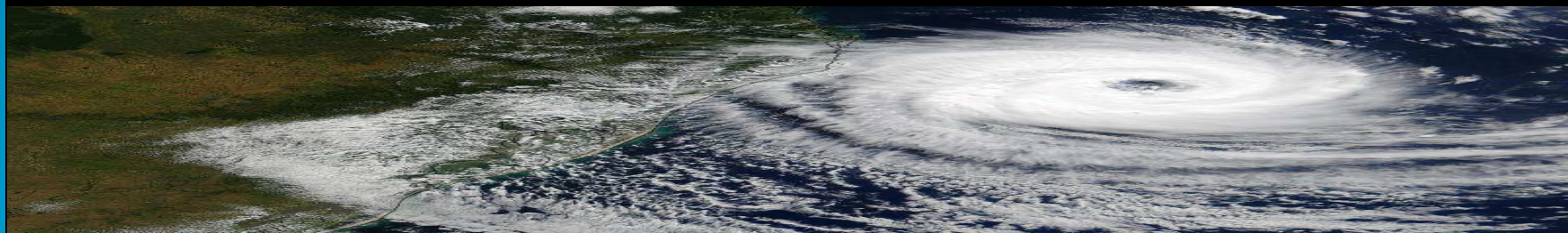
Цель работы:

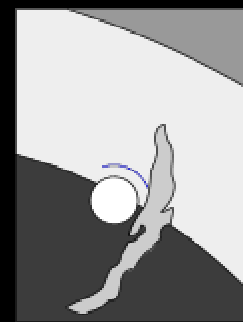
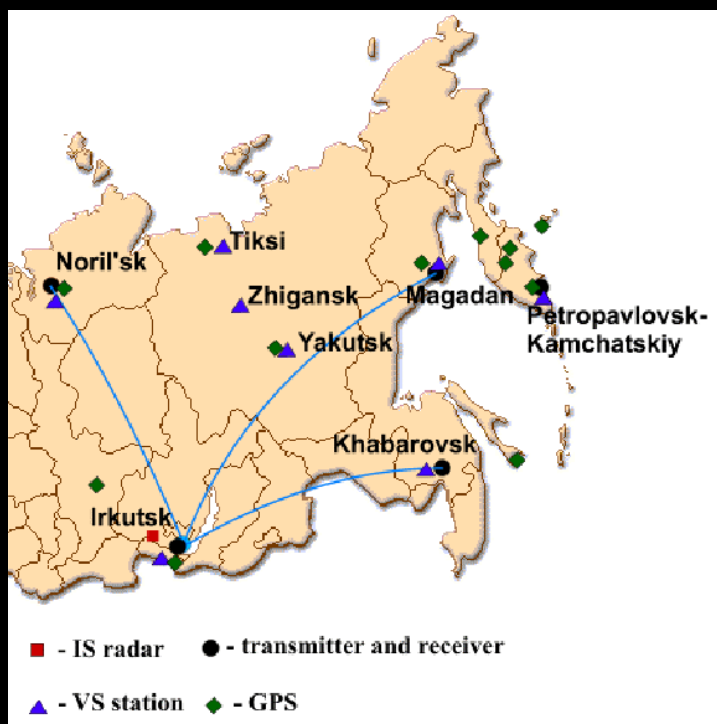
**Исследование возможности
проявления мощных
метеорологических возмущений в
нижней атмосфере Земли в
вариациях параметров ионосферы в
дальней от региона источника
возмущения зоне**



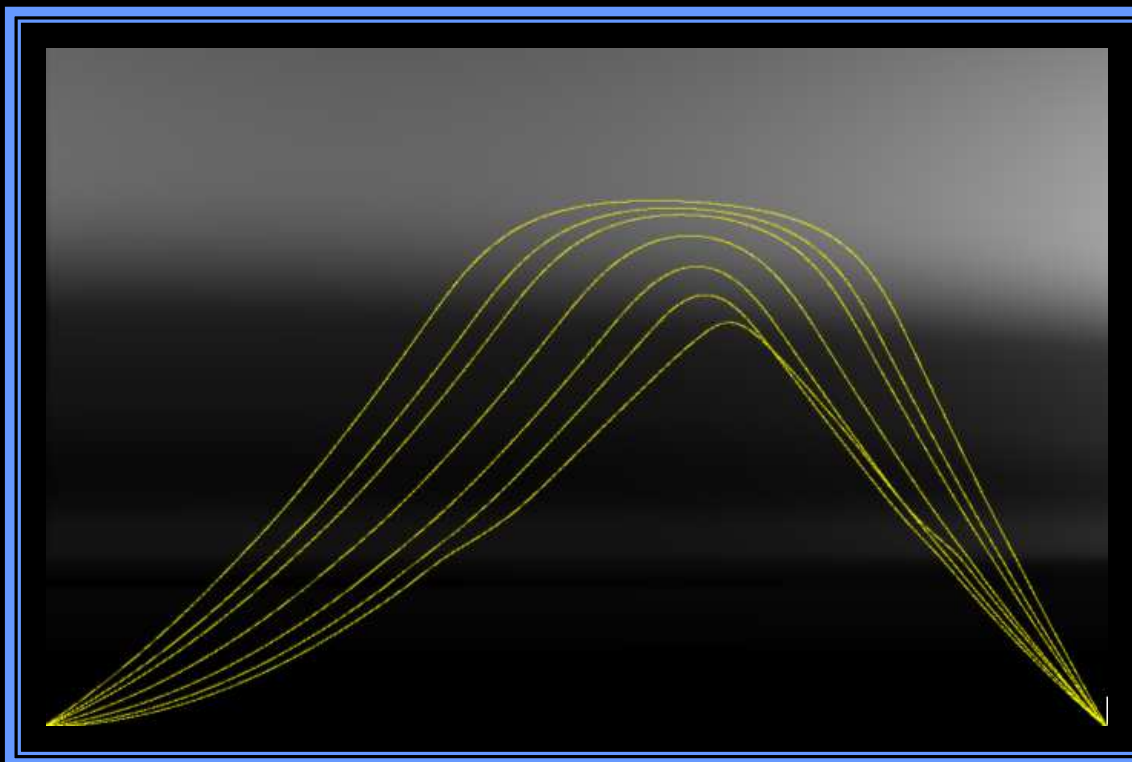
Данные наблюдений:

- экспериментальные данные максимальных наблюдаемых частот (МНЧ) односкачковых сигналов наклонного зондирования вдоль трассы Магадан-Иркутск со скважностью ~ 5 мин в равноденственные периоды (март, сентябрь) 2005-2007 гг.
- данные о тропических циклонах из электронной базы спутниковых данных глобального тропического циклогенеза "Глобал-ТЦ".

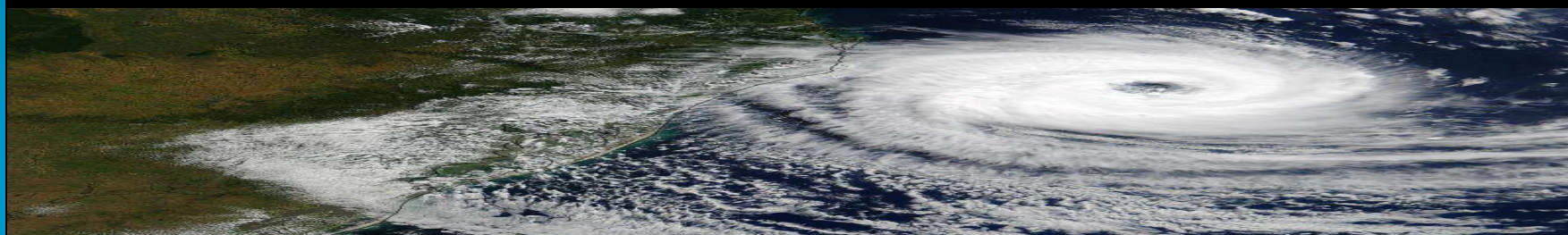


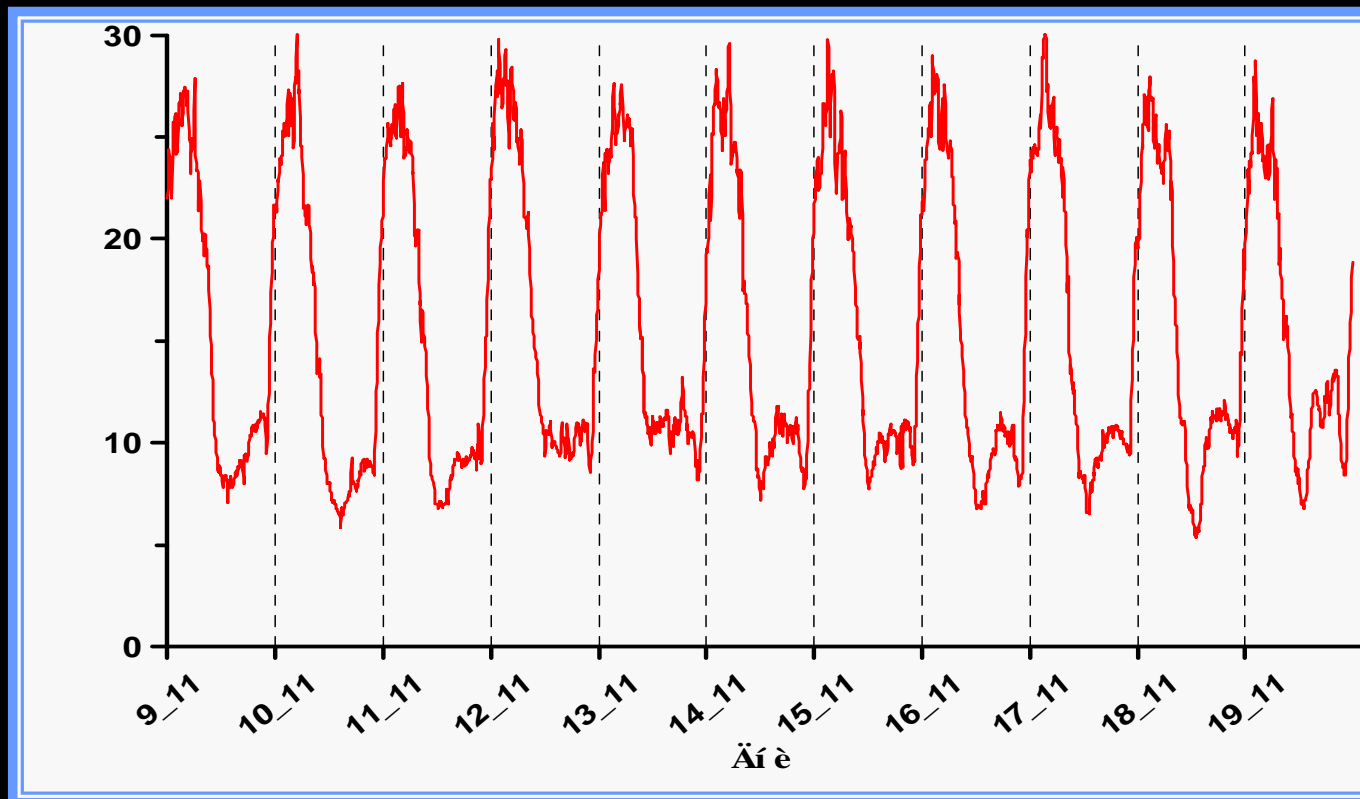


**Схемы трасс наклонного зондирования
 пространственно-распределенного ЛЧМ-ионозонда
 (Отдел физики атмосферы, ионосферы и
 распространения радиоволн ИСЗФ СО РАН,
 г. Иркутск).**

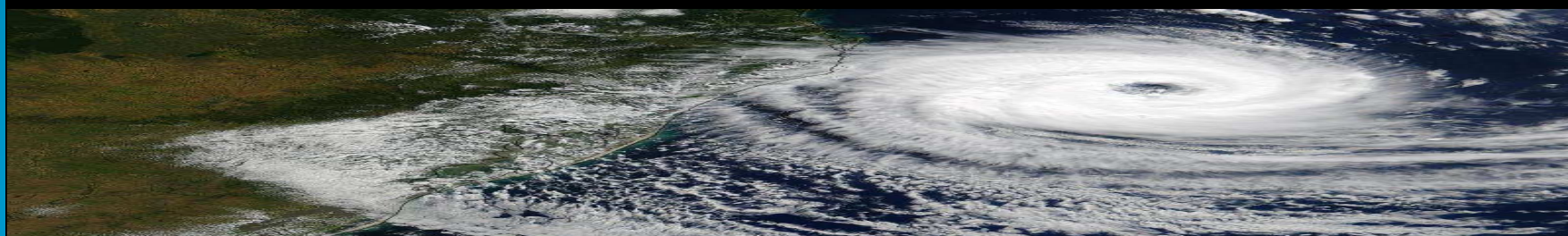


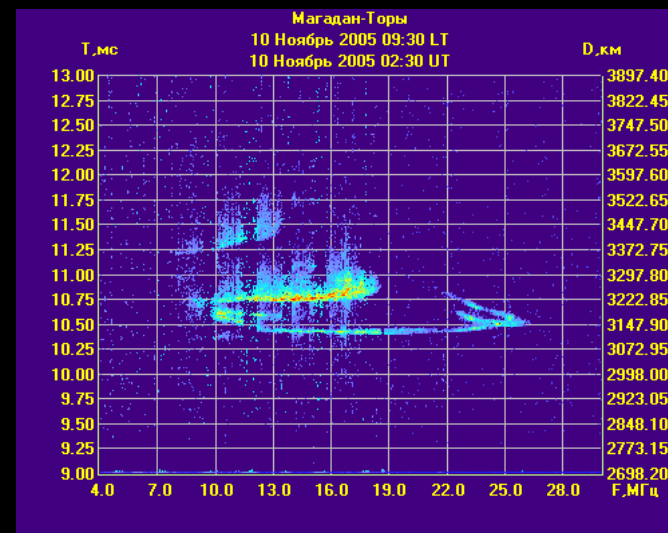
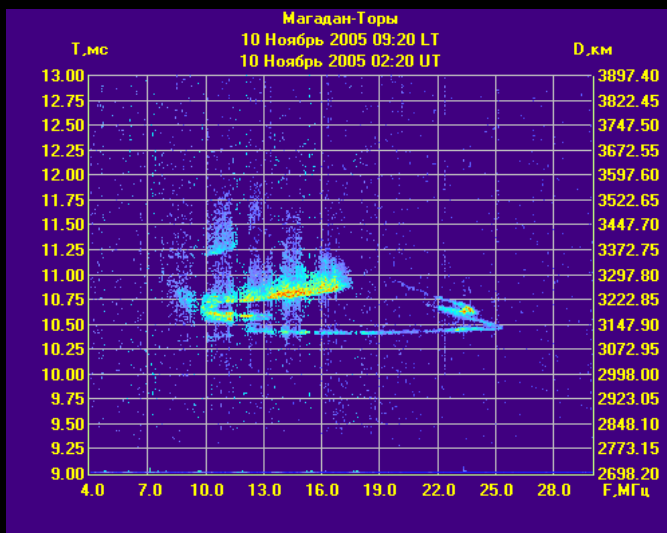
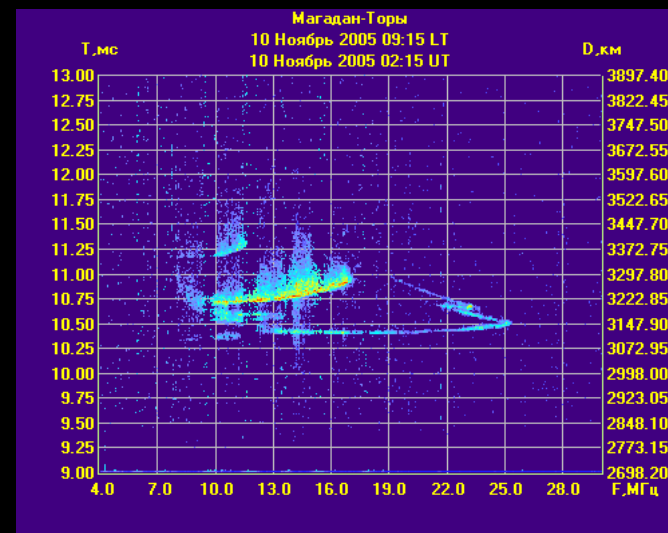
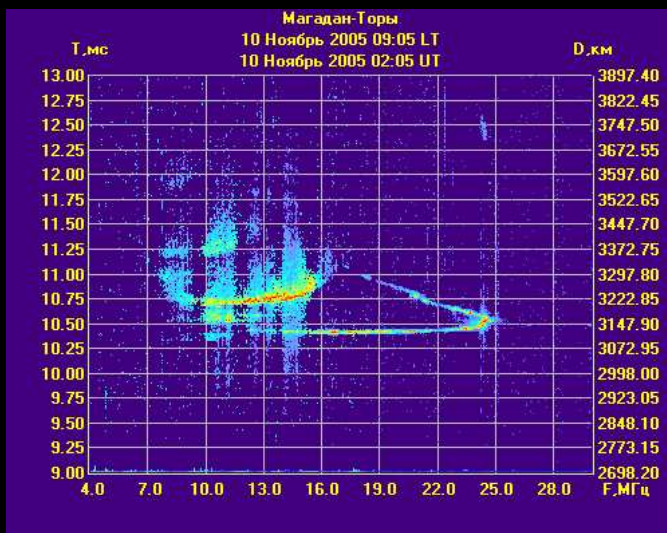
Протяженность трассы Магадан—Иркутск составляет 3000 км. Средняя точка трассы находится южнее Якутска.



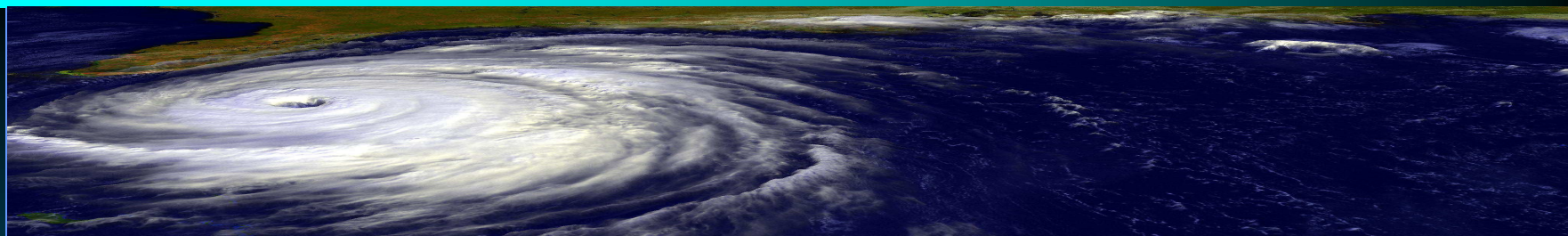


**Пример временной зависимости МНЧ для трассы
Магадан-Иркутск в ноябре 2005 г.**





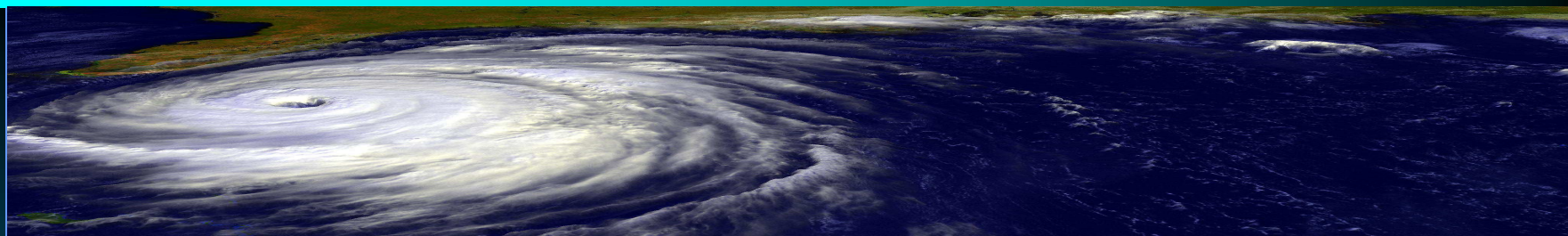
Вид ионограмм наклонного зондирования для трассы Магадан-Иркутск 10 ноября 2005 г.



Методика спектрального анализа

Анализ выполнялся с помощью разработанных в ИСЗФ СО РАН методики и алгоритма поиска периодичностей для временных рядов.

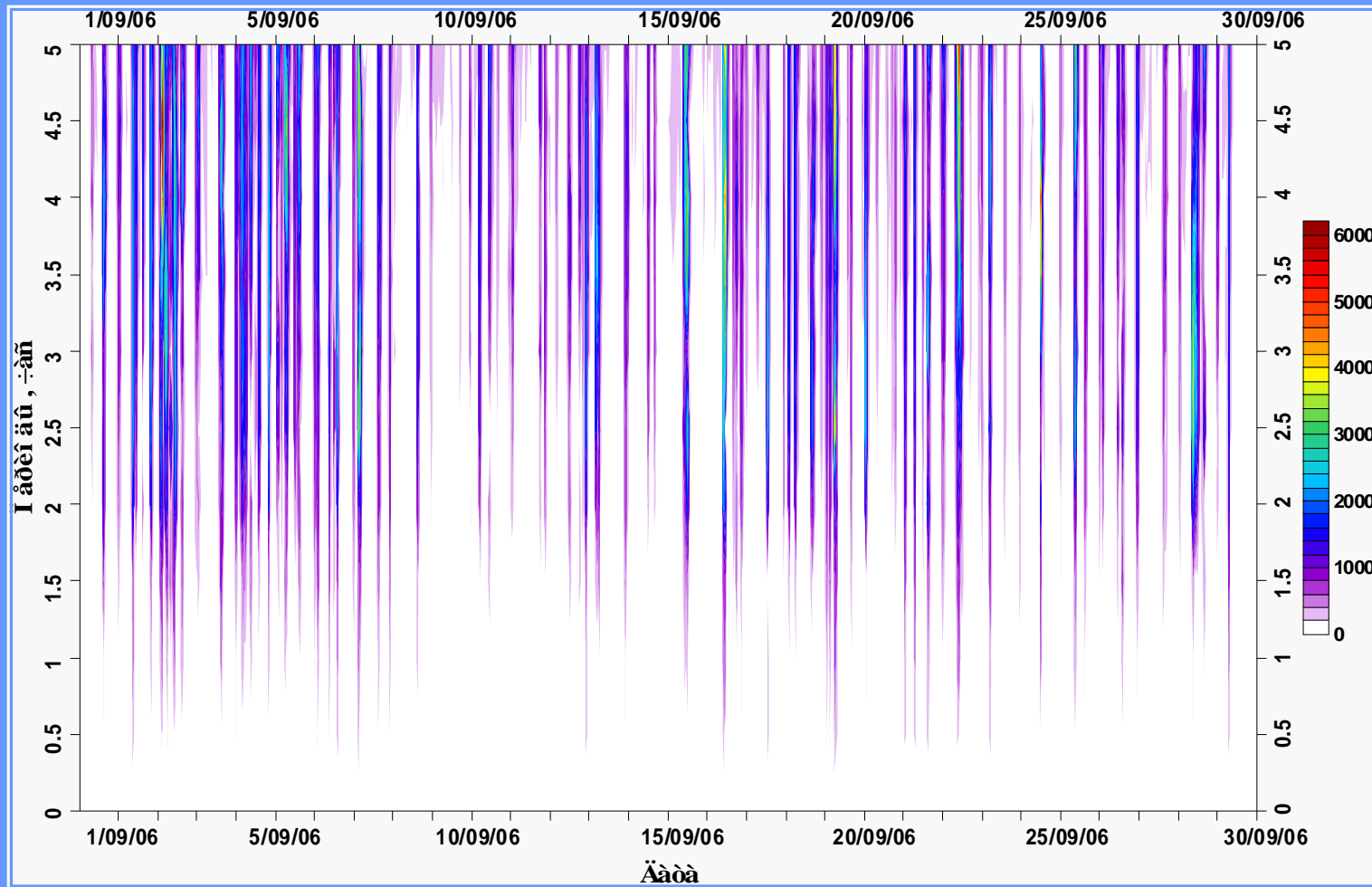
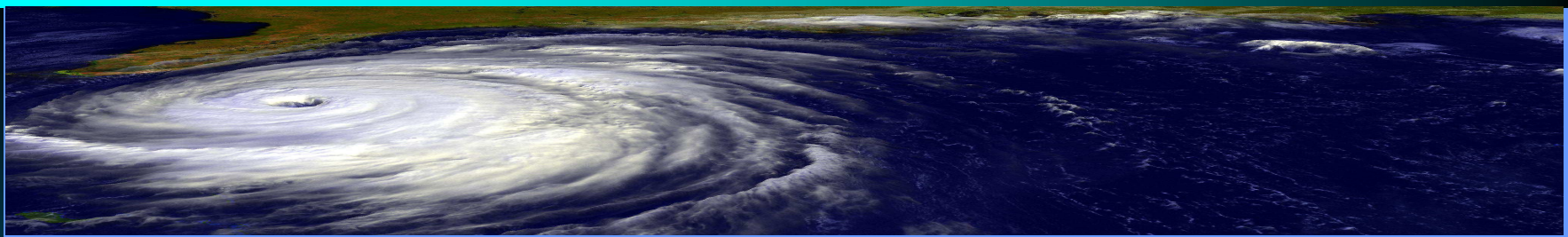
Использовался скользящий режим обработки для поиска периодичностей в определенном диапазоне периодов (порядка десятков минут, часов).

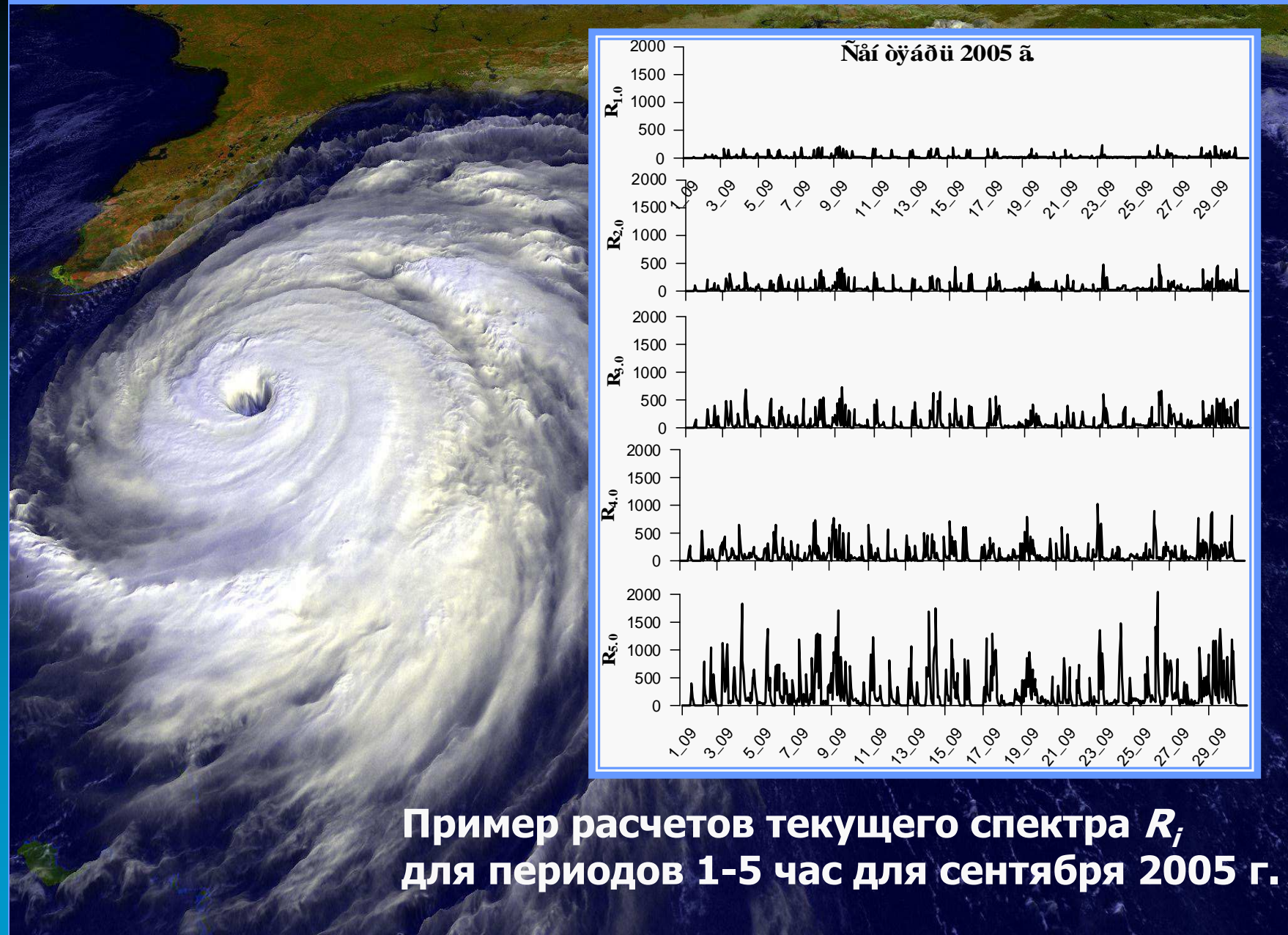


Методика спектрального анализа

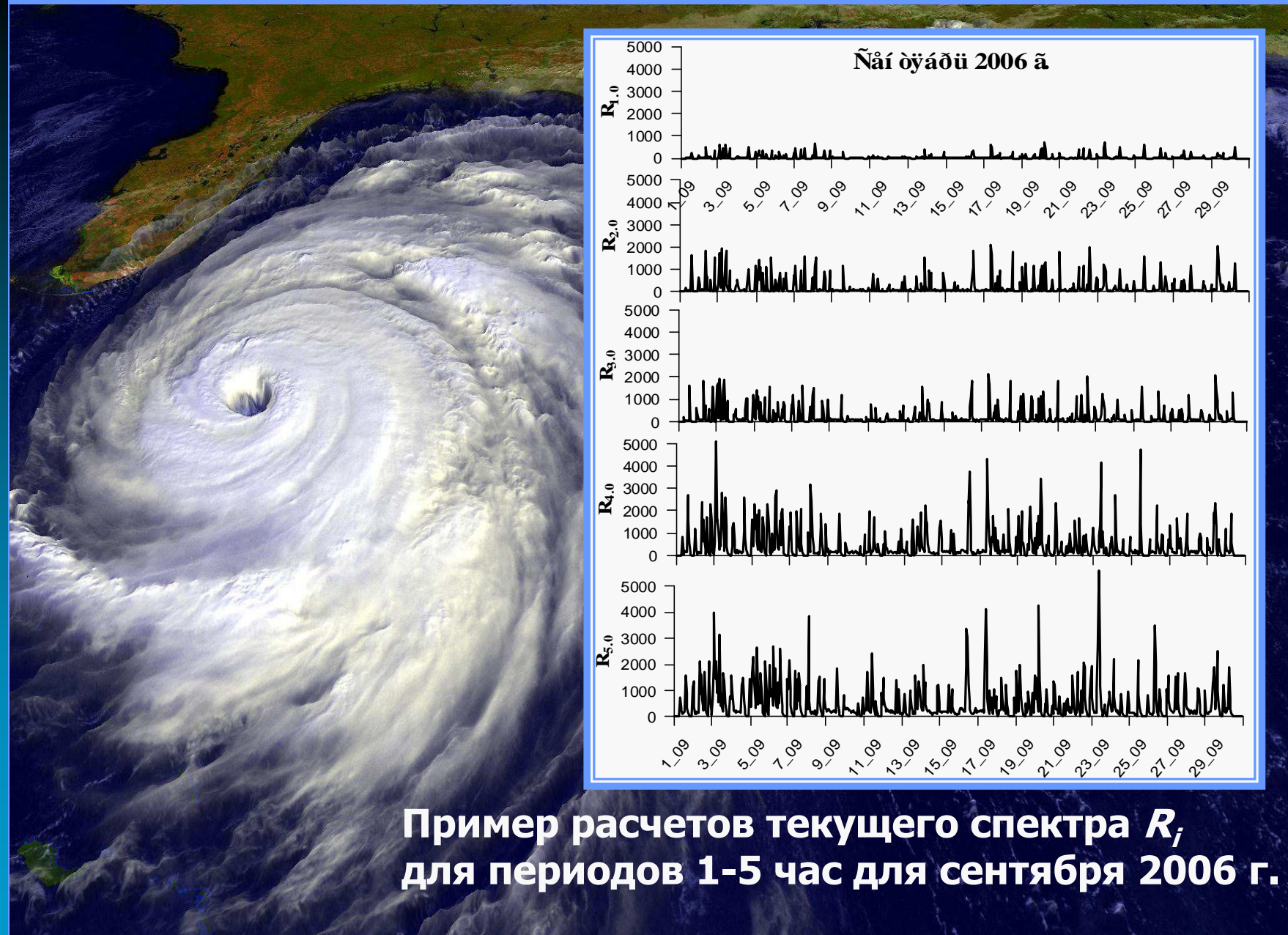
После удаления из исходного ряда данных МНЧ приливных гармоник рассчитывалась матрица значений величин R_i , характеризующих "энергетику" колебаний с периодами T_i .

Расчеты мощности спектра R_i проводились на сетке периодов с шагом, равным 0.5 часа. Минимальный период равен 30 минутам, а максимальный - 5 суткам.

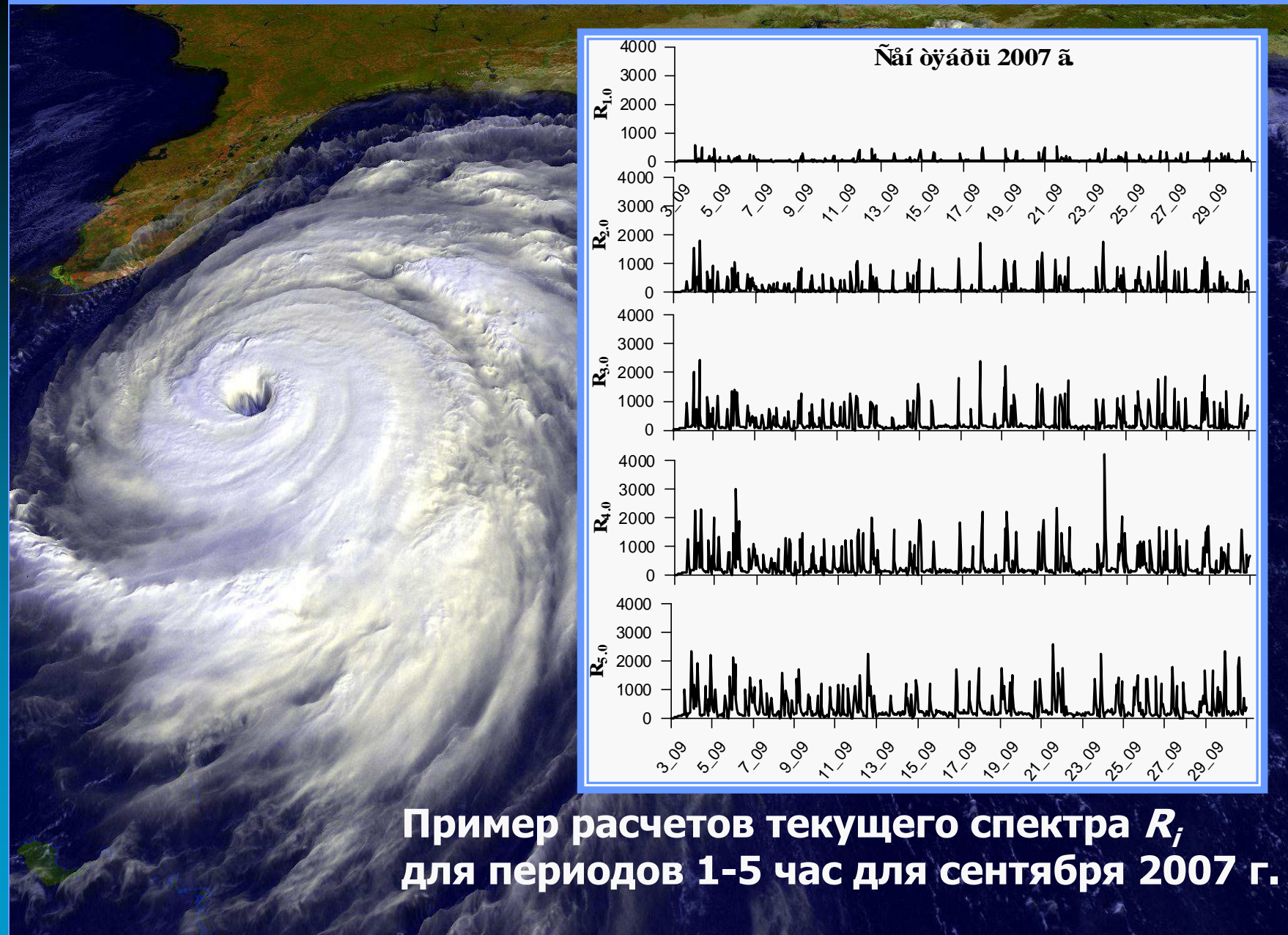




Пример расчетов текущего спектра R_i для периодов 1-5 час для сентября 2005 г.



Пример расчетов текущего спектра R_i для периодов 1-5 час для сентября 2006 г.



Пример расчетов текущего спектра R_i для периодов 1-5 час для сентября 2007 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:

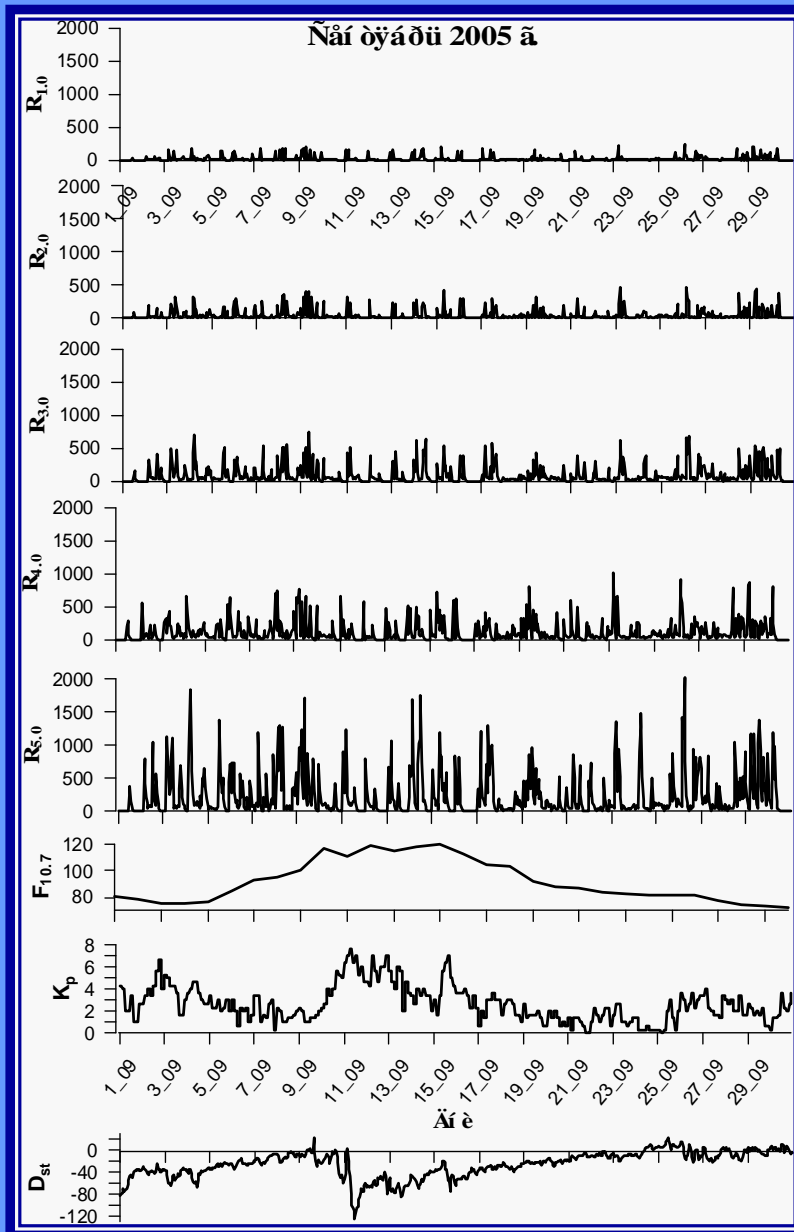
- ◆ **возмущения гелио- и геомагнитной обстановки (внешний фактор);**
- ◆ **атмосферные процессы (внутренний фактор) – тропосферные циклоны, фронтальные системы, струйные течения, солнечный терминатор, ураганы, стратосферные потепления, землетрясения и т.д. Эти источники двух типов: природные и искусственные.**



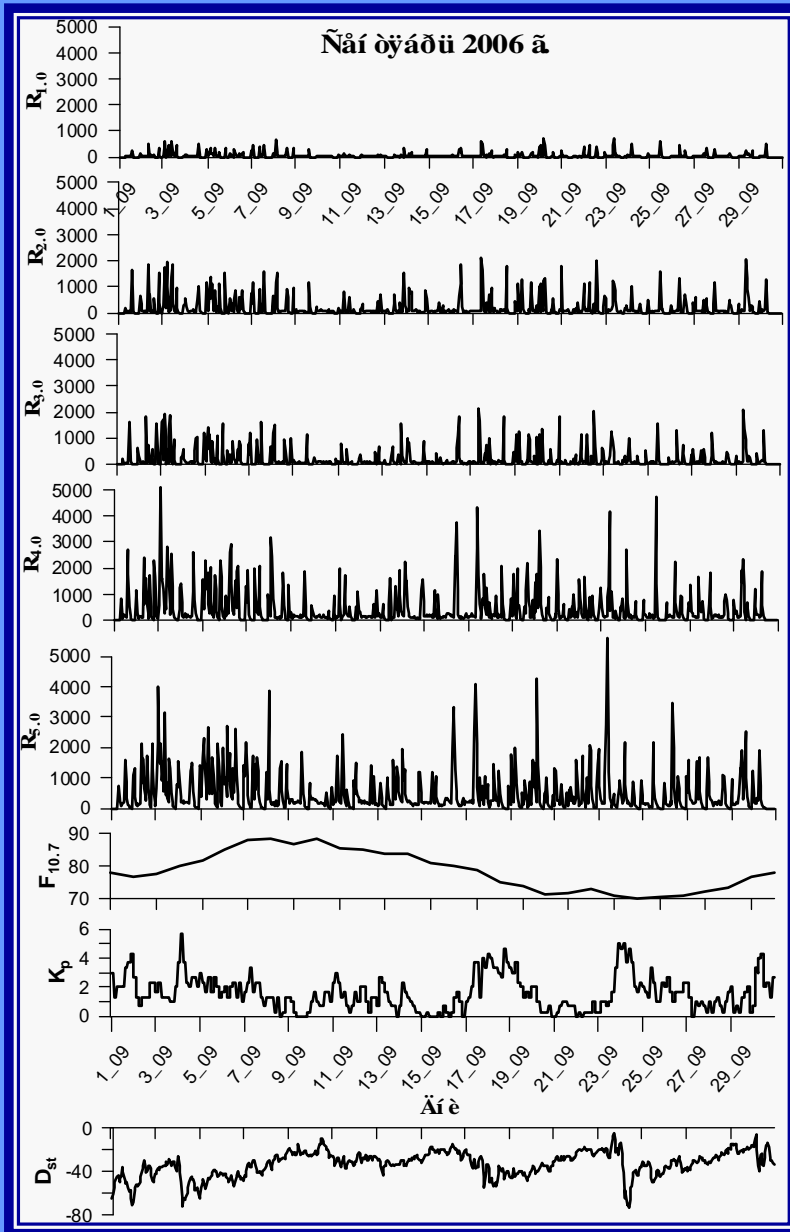
Детали механизма влияния солнечных и геомагнитных факторов на процессы в атмосфере и ионосфере (воздействие «сверху») , достаточно хорошо разработаны.

Воздействию же со стороны нижних слоев атмосферы (воздействие «снизу») до сих пор уделялось значительно меньше внимания.

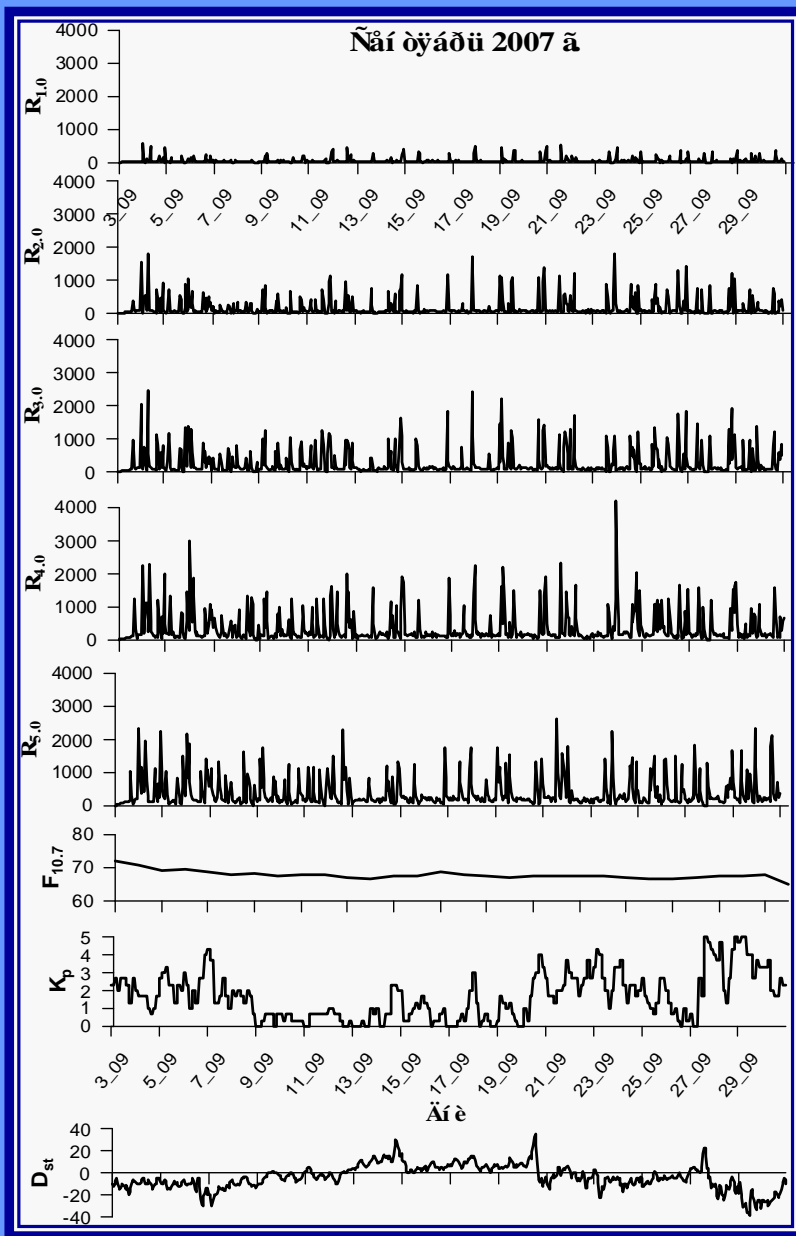




**Прохождение
пакетов волн
характерной
формы не
всегда связано
с повышением
солнечной и
геомагнитной
активности**



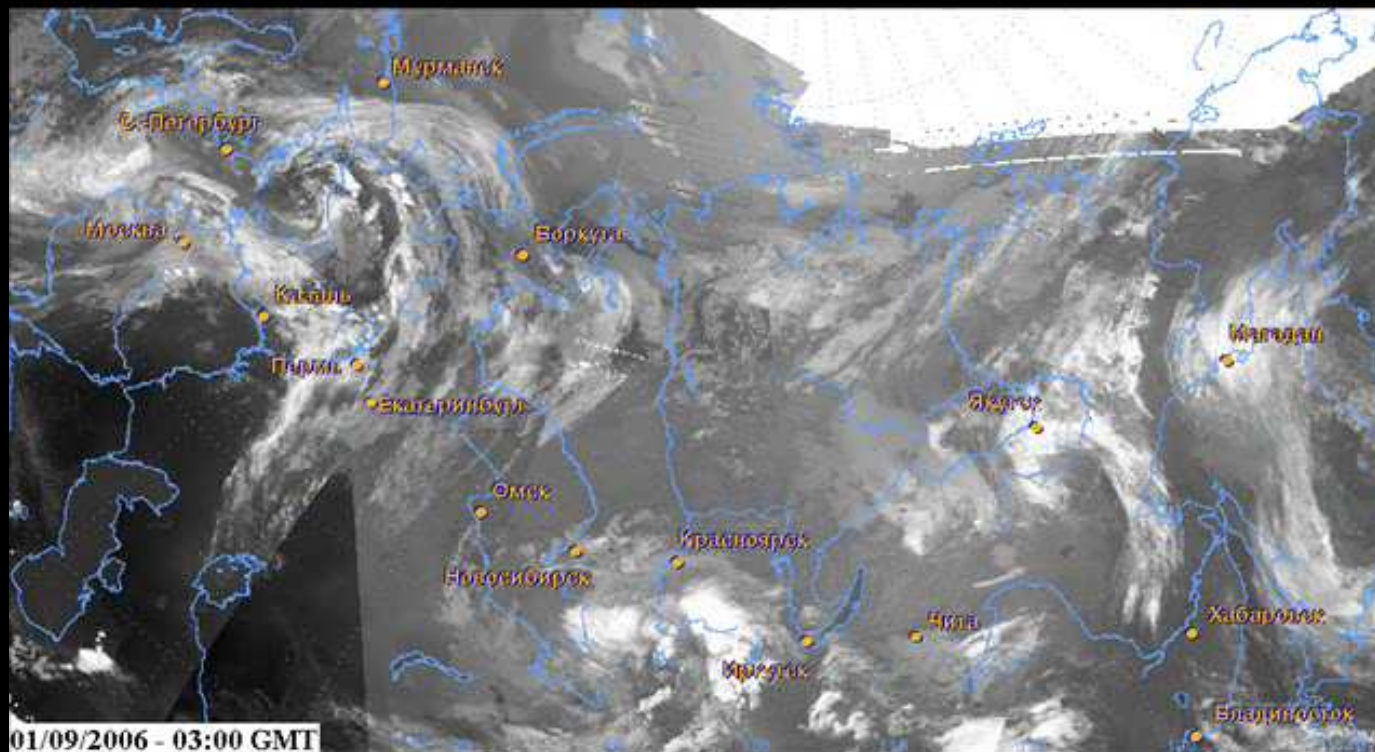
**Прохождение
пакетов волн
характерной
формы не
всегда связано
с повышением
солнечной и
геомагнитной
активности**



**Прохождение
пакетов волн
характерной
формы не
всегда связано
с повышением
солнечной и
геомагнитной
активности**

Композиты облачности со спутника NOAA для 1-14 сентября 2006 г.

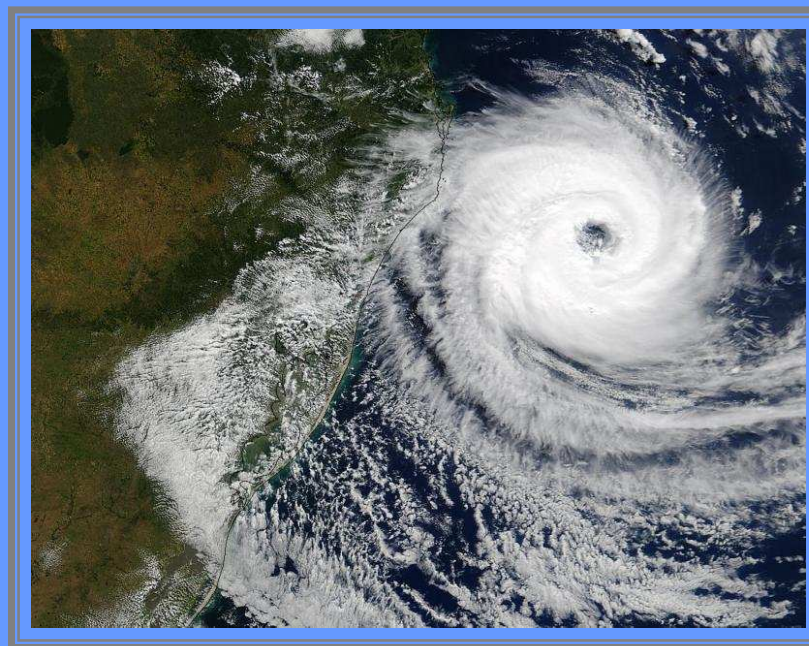
(Центр космического мониторинга ИСЗФ СО РАН, <http://ckm.iszf.irk.ru>)

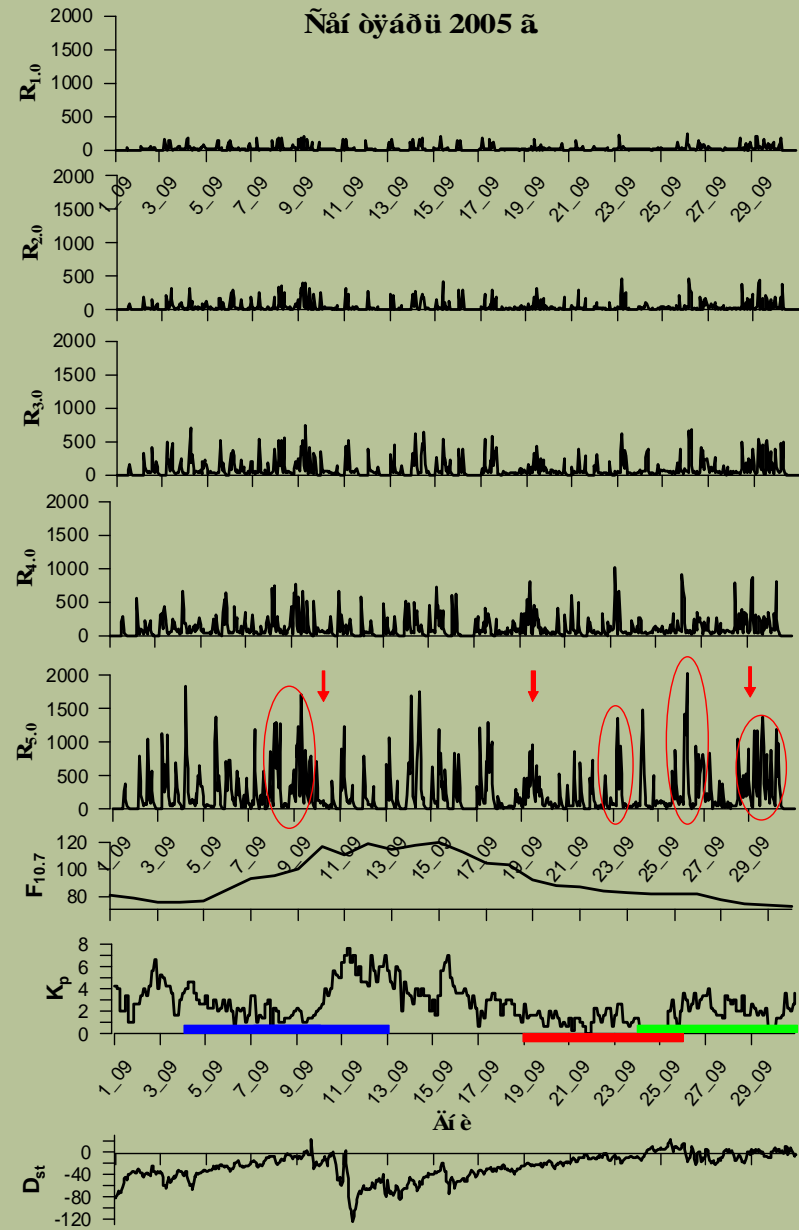


Одним из мощнейших потенциальных источников воздействия «снизу» могут быть тропические циклоны.

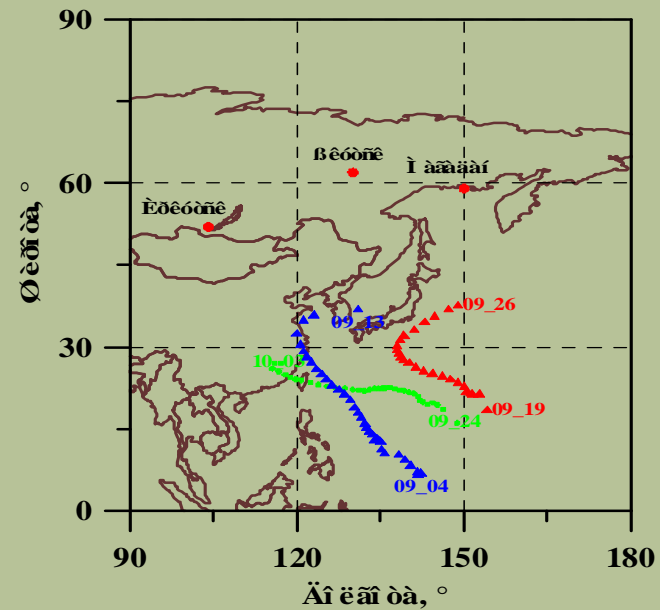
Гигантские атмосферные вихри, зарождающиеся в экваториальных широтах и получающие свое развитие в тропических зонах, представляют собой эффективный механизм сброса избыточной энергии атмосферы в условиях, когда действие обычных механизмов (конвективный перенос и глобальная циркуляция) становится недостаточным.

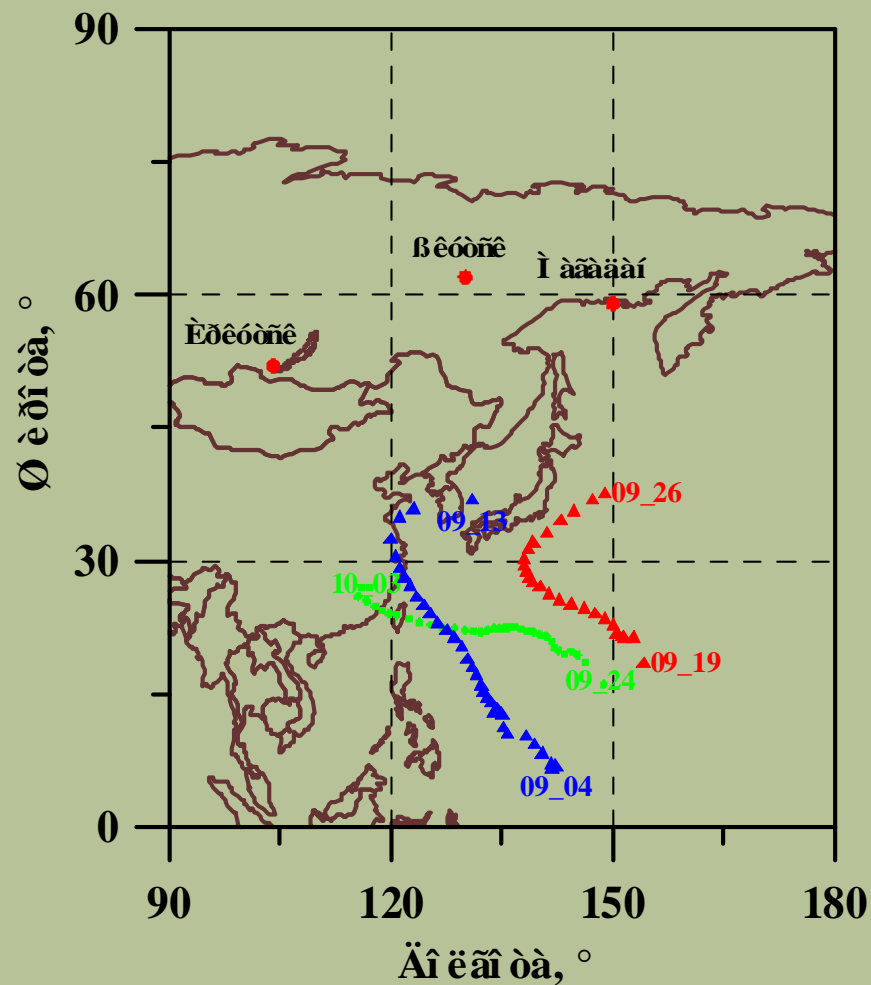
Прохождение мощного циклонического фронта сопровождается возбуждением широкого спектра ВГВ.





Текущие спектры R_i для периодов 1-5 час для сентября 2005 г. с указанием моментов прохождения местных фронтов в регионе Якутска, а также периодов действия в северо-западной акватории Тихого океана тропических циклонов.





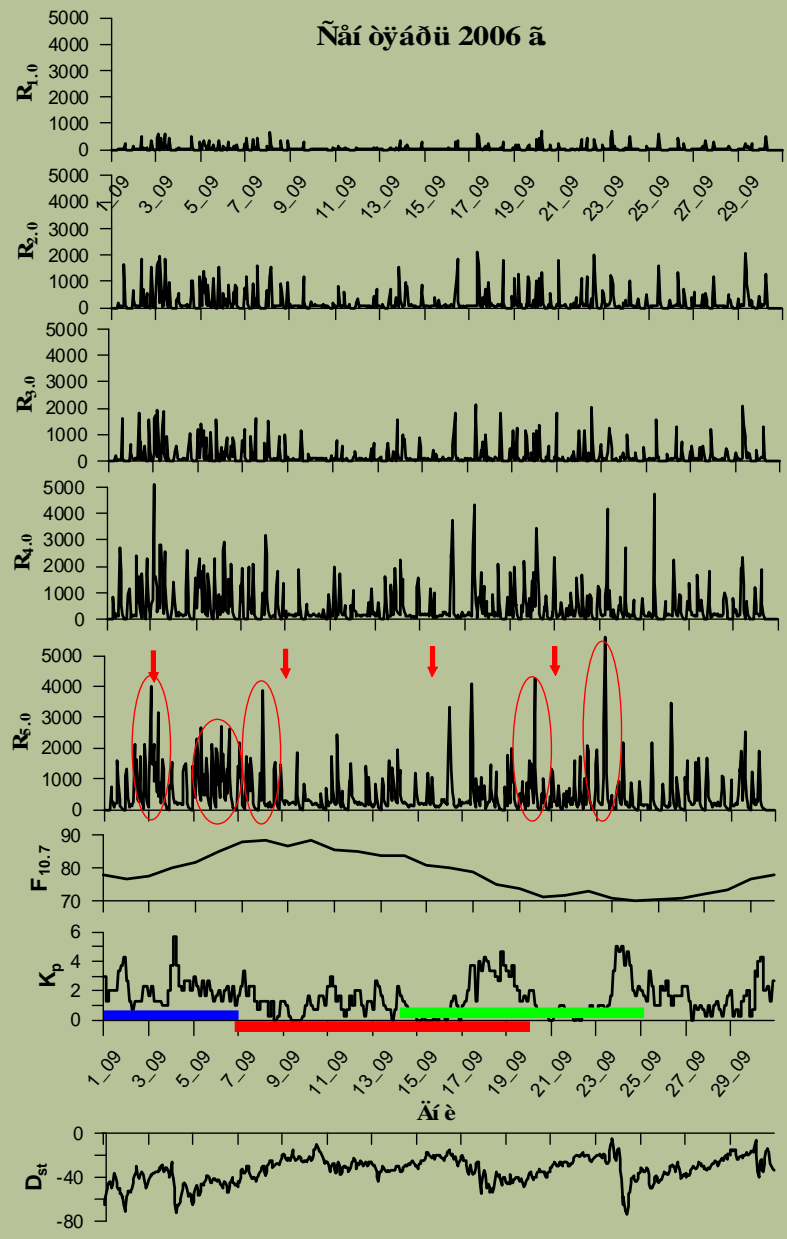
Тропические циклоны, действовавшие в сентябре 2005 г. в северо-западной акватории Тихого океана:

TC NWP 0515 (Name KHANAN)
4-13/09/2005

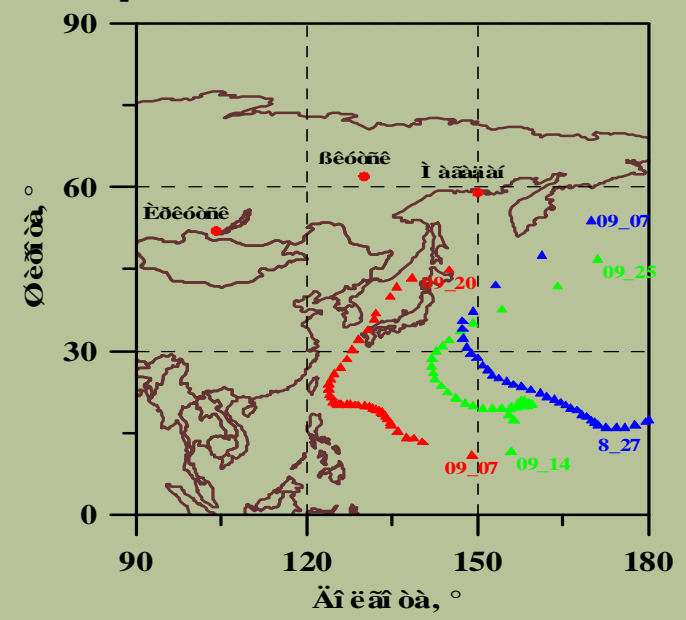
TC NWP 0518 (Name SAOLA)
19-26/09/2005

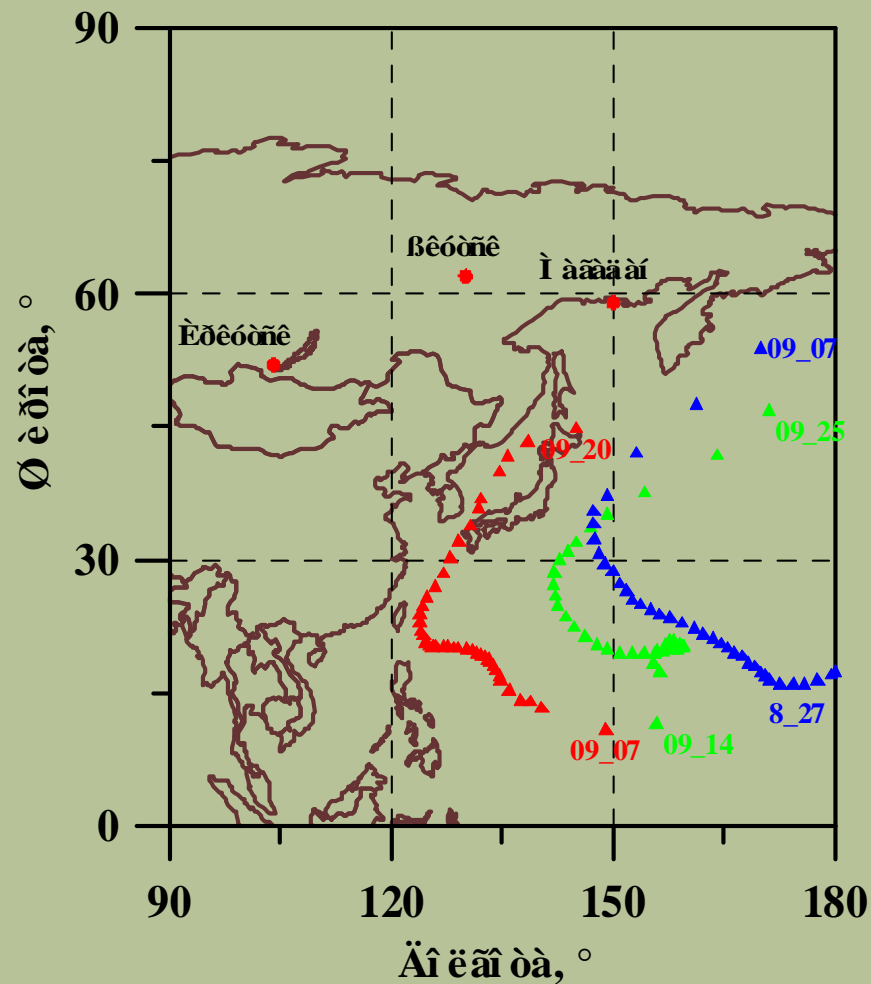
TC NWP 0519 (Name LONGWANG)
24/09-3/10/2005





Текущие спектры R_i для периодов 1-5 час для сентября 2006 г. с указанием моментов прохождения местных фронтов в регионе Якутска, а также периодов действия в северо-западной акватории Тихого океана тропических циклонов.



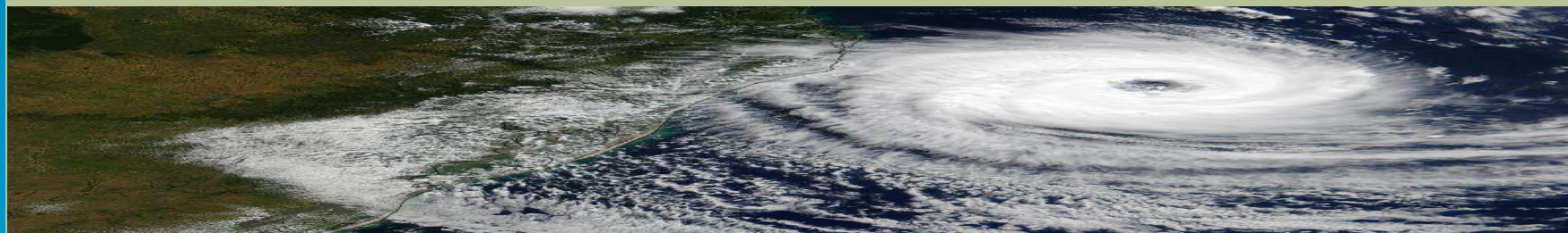


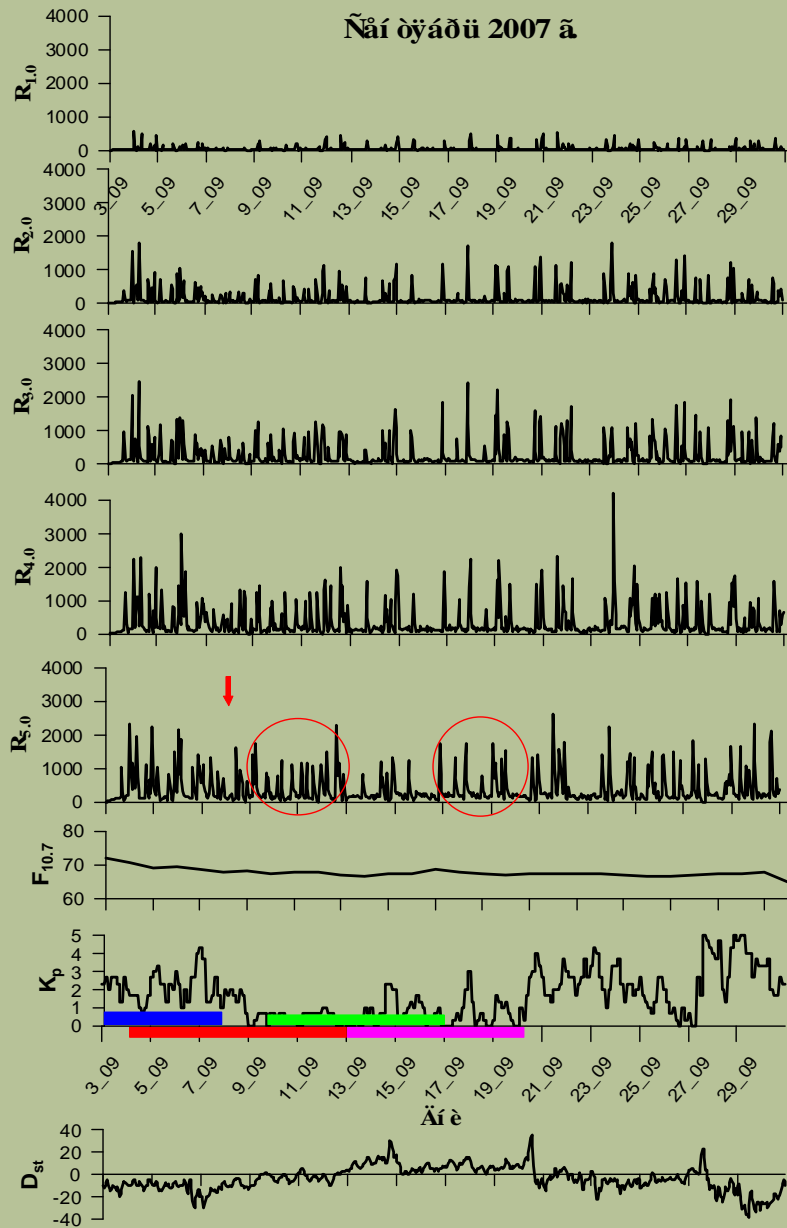
**Тропические циклоны,
действовавшие в сентябре
2006 г. в северо-западной
акватории Тихого океана:**

**TC NWP 0613 (Name IOKE)
19/08-7/09/2006**

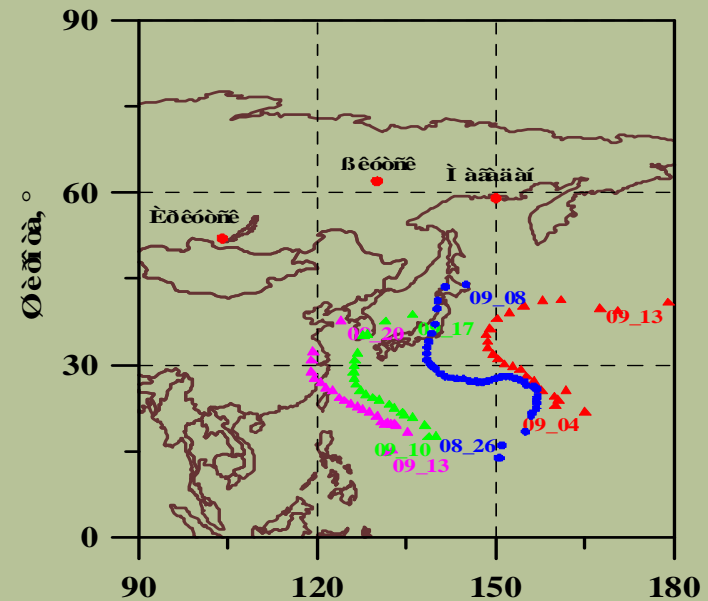
**TC NWP 0614 (Name SHANSHAN)
7-20/09/2006**

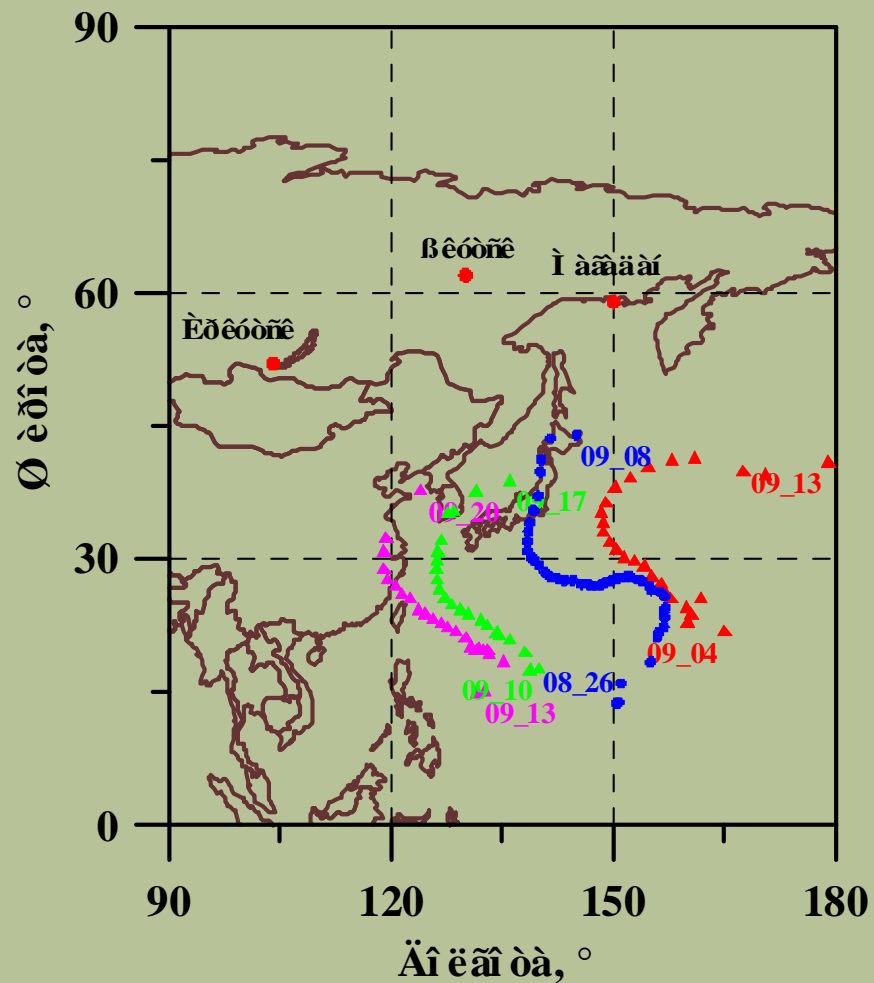
**TC NWP 0615 (Name YAGI)
14-25/09/2006**





Текущие спектры R_i для периодов 1-5 час для сентября 2007 г. с указанием моментов прохождения местных фронтов в регионе Якутска, а также периодов действия в северо-западной акватории Тихого океана тропических циклонов.





Тропические циклоны, действовавшие в сентябре 2007 г. в северо-западной акватории Тихого океана:

**TC NWP 0710 (Name FITOW)
26/08-8/09/2007**

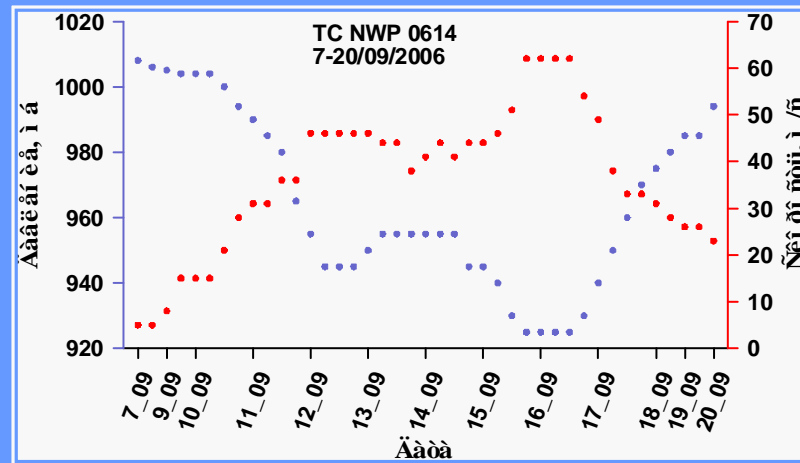
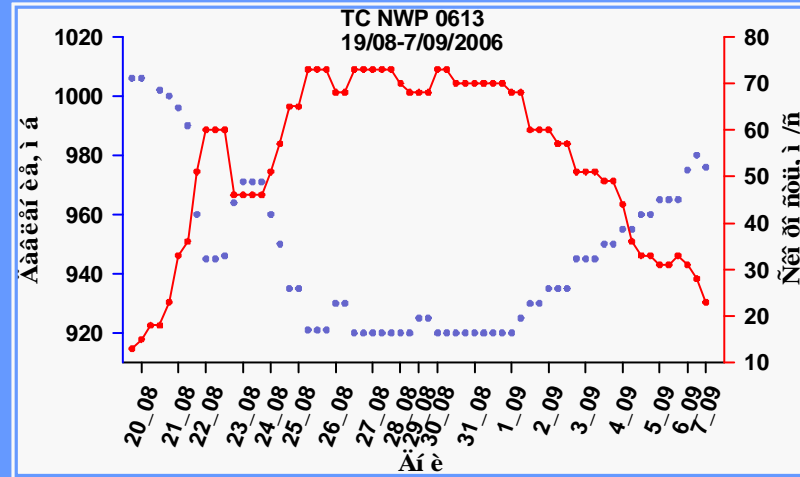
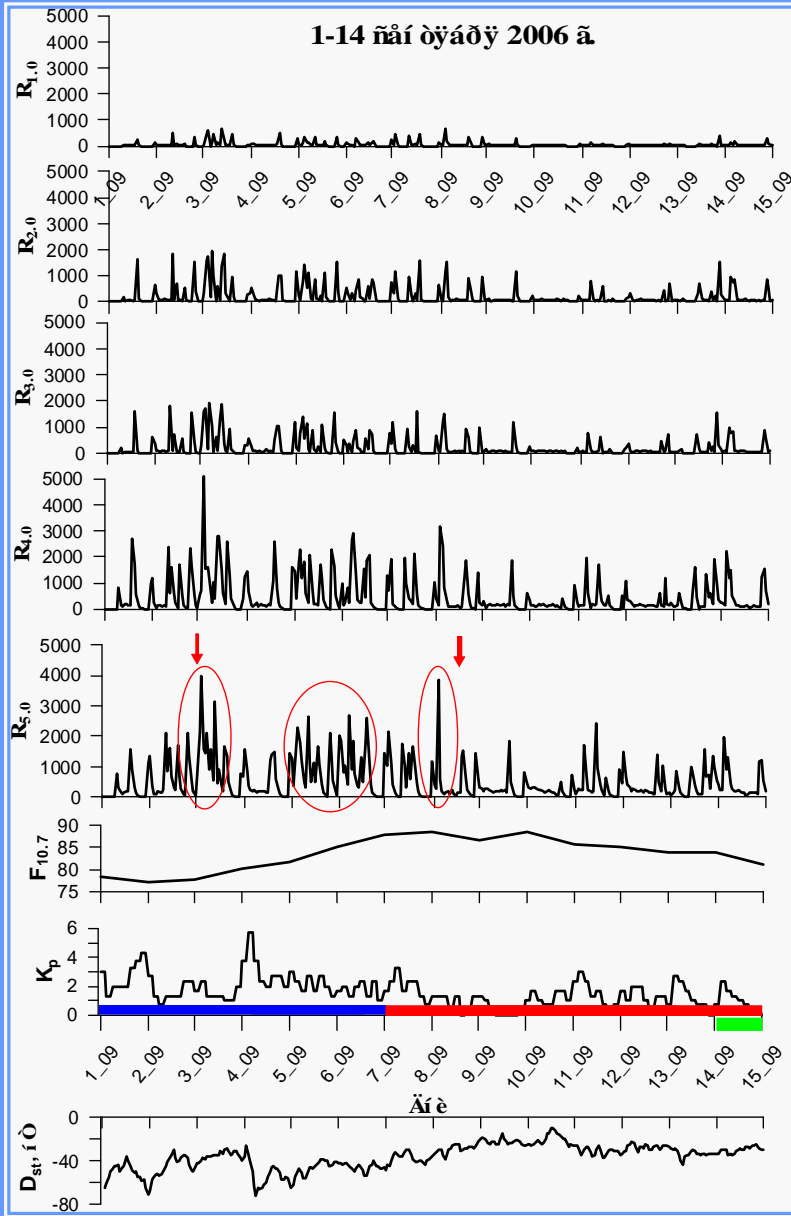
**TC NWP 0711 (Name DANAS)
4-13/09/2007**

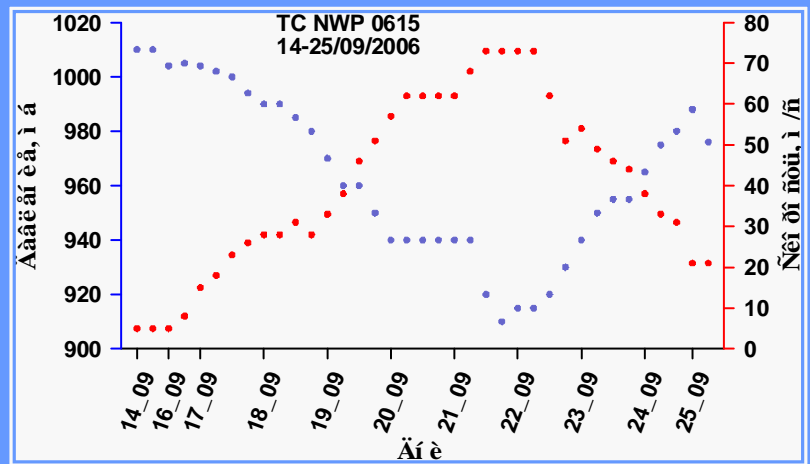
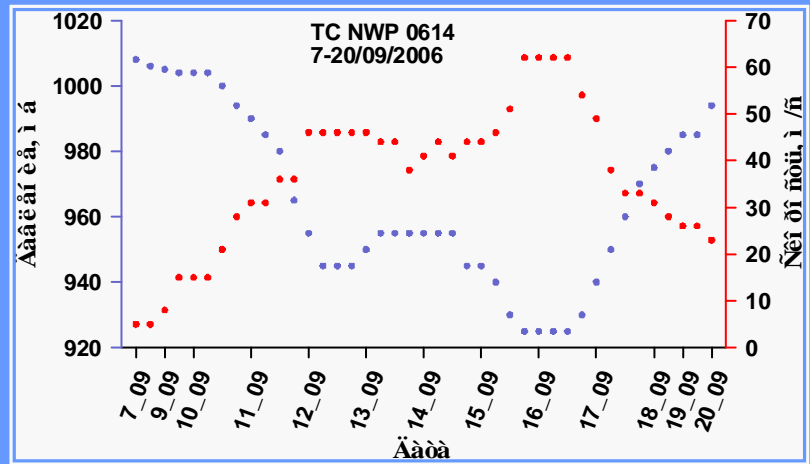
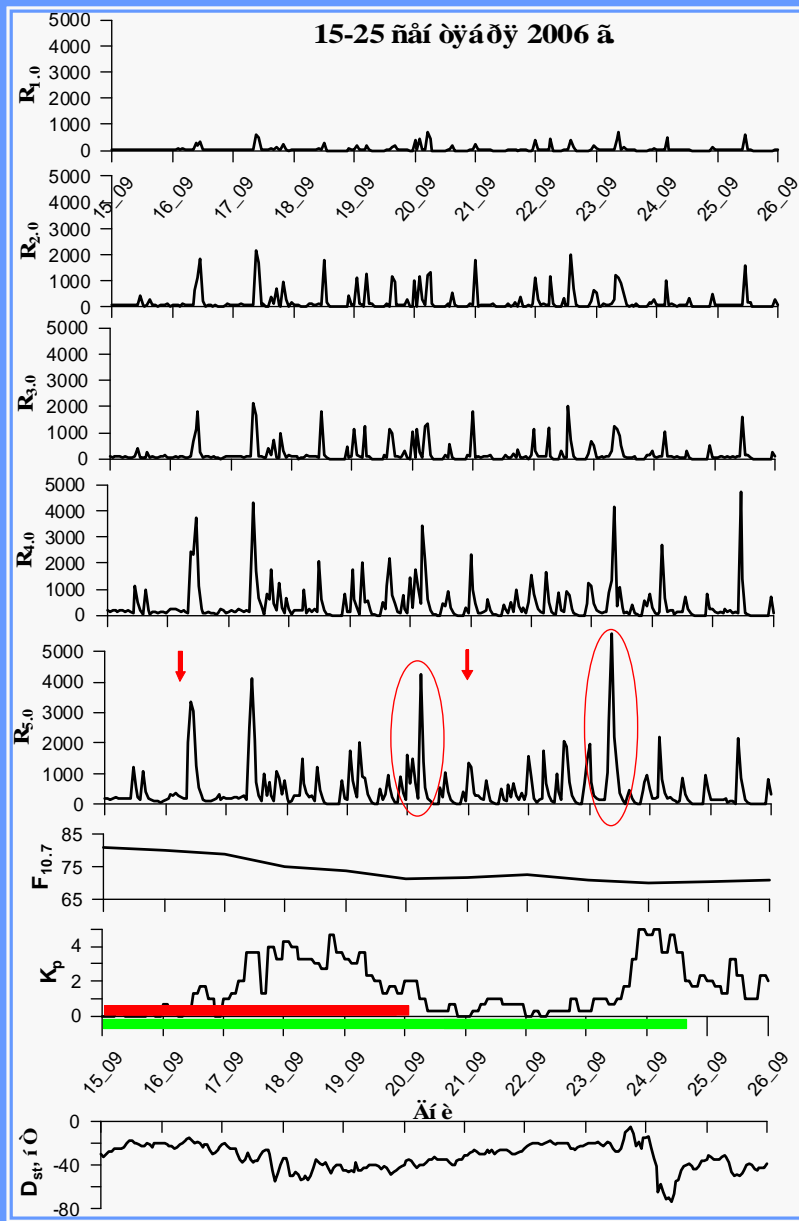
**TC NWP 0712 (Name NARI)
10-17/09/2007**

**TC NWP 0713 (Name WIPHA)
13-20/09/2007**



1-14 ñái òyáðý 2006 á



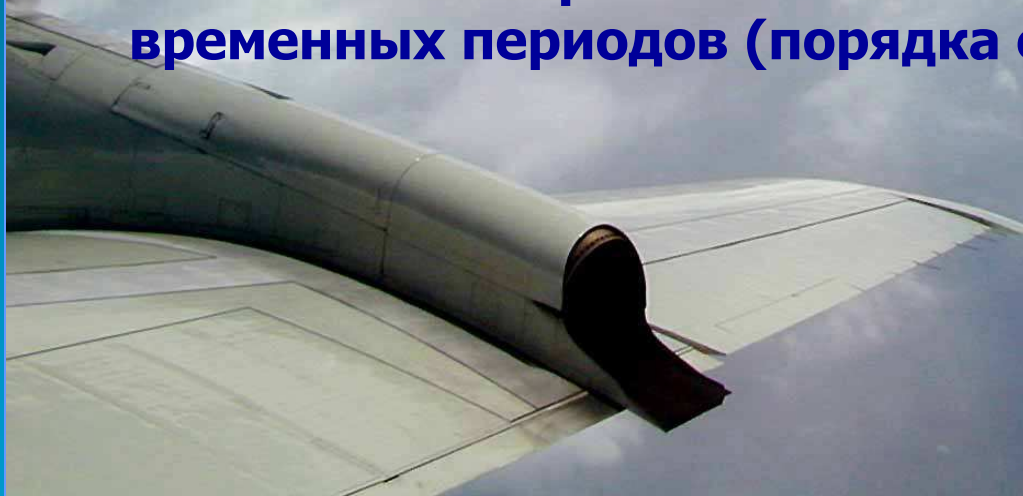


Результаты исследования:

- Выполнен спектральный анализ короткопериодных временных вариаций максимальных наблюдаемых частот (МНЧ) сигналов наклонного зондирования вдоль среднеширотной трассы Магадан-Иркутск (средняя точка трассы находится южнее Якутска) для сентября месяца 2005-07 гг. с помощью специальной методики поиска периодичностей для временных рядов.
- Проведенный анализ выявил временные интервалы с повышенной энергетикой короткопериодных колебаний характерной формы, которые можно интерпретировать как проявление перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ), источниками которых являются ВГВ с периодами 1-5 часов.

Результаты исследования:

- Исследована возможность связи обнаруженных ПИВ с повышением гелио-геомагнитной возмущенности и с метеорологическими источниками в тропосфере.
- Установлено, что не всегда прохождения ПИВ связано с ростом гелио-геомагнитной возмущенности, а также с прохождением местных метеорологических фронтов. Не связаны эти возмущения и с прохождением солнечного терминатора, так эти возмущения интенсивно проявляются в течение длительных временных периодов (порядка суток и более).

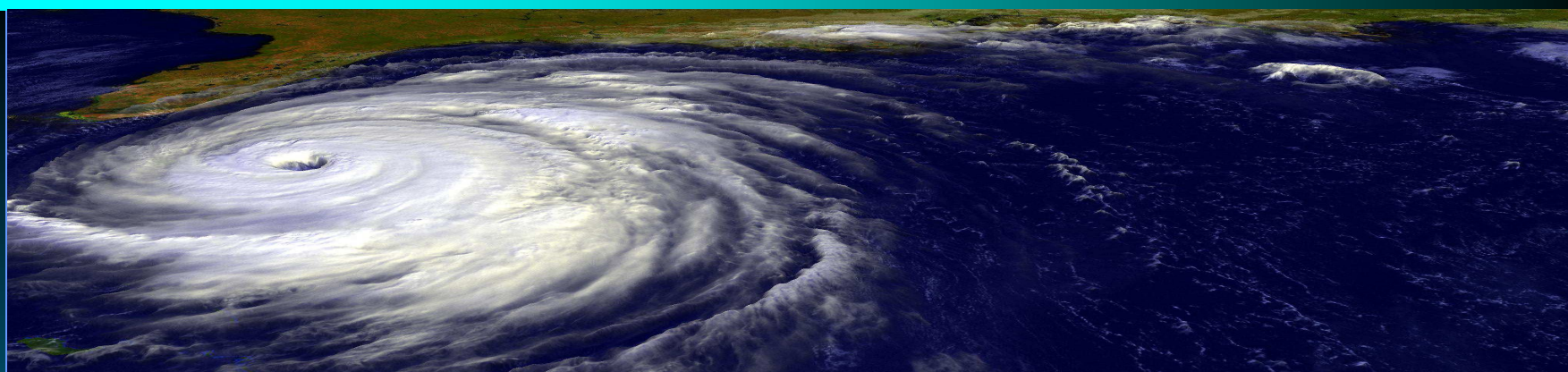


Результаты исследования:

- **Ряд выявленных ПИВ, для которых не удалось идентифицировать возможный источник (из традиционно обсуждаемых источников ВГВ), можно связать с откликами ионосферы на тропические циклоны, действовавшие в активной фазе в северо-западной акватории Тихого океана в рассматриваемые временные периоды. Поскольку тропические циклоны оказывают мощное импульсное воздействие на атмосферу, они являются источниками генерации ВГВ. При благоприятных условиях эти возмущения в виде волновых пакетов разных частот по наклонным траекториям могут распространиться на значительные горизонтальные расстояния от места их генерации.**



**Работа выполнена при поддержке
программы Президиума РАН
№ 16 (часть 3)**



Спасибо за внимание!