

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

М.А. Черниговская¹, В.И. Куркин¹, И.И. Орлов¹,
Е.А. Шарков², И.В. Покровская²

¹*Институт солнечно-земной физики СО РАН
664033, г. Иркутск, а/я 291
E-mail: cher@iszf.irk.ru*

²*Институт космических исследований РАН
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 84/32*

Работа посвящена исследованию возможности проявления мощных метеорологических возмущений в нижней атмосфере Земли в вариациях параметров ионосферы в дальней от региона источника возмущения зоне. С помощью спектрального анализа анализировались короткопериодные временные вариации (порядка десятков минут, часов) максимальных наблюдаемых частот односкачковых сигналов наклонного зондирования, вызванных изменениями параметров верхней ионосферы вдоль трассы Магадан-Иркутск на фоне суточных вариаций исследуемого параметра. Использовались данные измерений максимальных наблюдаемых частот со скважностью ~5 мин в равноденственные периоды (сентябрь) 2005-2007 гг. Анализ выполнен с помощью разработанной в ИСЗФ СО РАН, усовершенствованной методики поиска периодичностей для временных рядов, для общих моделей с амплитудами частотных составляющих, зависящих от времени. Усиление энергетики спектра сигнала на определенных частотах интерпретируется как проявление перемещающихся ионосферных возмущений, связанных с распространением в атмосфере внутренних гравитационных волн. В результате анализа выявлены перемещающиеся ионосферные возмущения рассматриваемых временных масштабов. Обсуждается вопрос о локализации возможных источников выявленных возмущений. В качестве потенциальных источников наблюдаемых перемещающихся ионосферных возмущений рассматриваются гигантские по своей энергетике метеорологические возмущения в тропосфере (тропические циклоны, тайфуны). Необходимая информация о тропических циклонах, действовавших в северной акватории Индийского океана, юго-западной и центральной акваториях Тихого океана в период 2005-2007 гг., берется из электронной базы спутниковых данных глобального тропического циклогенеза "Глобал-ТЦ" (ИКИ РАН). Для эффективного разделения возмущений, связанных с магнитосферно-ионосферным взаимодействием, и возмущений, вызванных воздействием на верхнюю атмосферу со стороны нижних слоев атмосферы, анализируются события тропического циклогенеза, происходившие в спокойных гелио-геомагнитных условиях.

Ключевые слова: верхняя и средняя атмосфера, ионосфера, взаимодействие слоев атмосферы, волновые возмущения, тропические циклоны.

Введение

Ионосфера Земли является физической системой, подверженной воздействию как сверху – солнечное электромагнитное и корпускулярное излучение, магнитосферное воздействие, так и снизу – со стороны нижележащих слоев. Возмущения верхней атмосферы и ионосферы, обусловленные изменениями солнечной и гелио-геомагнитной активности, изучаются экспериментально и

теоретически в течение многих лет. В последние годы за рубежом большое внимание уделяется изучению ионосферных возмущений в спокойных гелио-геомагнитных условиях.

Известно, что центральную роль в динамике и энергетике атмосферы и ионосферы играют атмосферные гравитационные волны (АГВ): акустические волны (АВ), периоды которых меньше 5 минут и длины волн менее 100 км, и внутренние гравитационные волны (ВГВ) с характерными периодами от 5 минут до 3 часов и длинами волн более 100 км.

В настоящее время существует много доказательств существования атмосферных гравитационных волн в атмосфере Земли. Основные наблюдаемые факты: волновые структуры на тропосферных облаках; вариации приземного давления на микробарограммах; орографические волны; перемещающиеся волновые структуры на серебристых облаках; колебания в энергетических спектрах по наблюдениям ночных свечений; волновые вариации содержания озона и других примесей в средней атмосфере; волновые структуры, полученных методами радиозондирования ионосферы и т.д. Современные методы исследования верхней атмосферы, такие как высокочастотное (ВЧ) зондирование, радиотомография, спутники GPS позволяют зарегистрировать эти волновые возмущения в ионосфере одновременно в больших пространственных областях.

АГВ переносят момент количества движения и энергию, поступающую во время гелио-геомагнитных возмущений в авроральные широты из магнитосферы Земли, из высоких широт в низкие, а также переносят момент количества движения и энергию из нижних слоев атмосферы в верхние. В верхней атмосфере гравитационные волны наблюдаются либо непосредственно, как флуктуации нейтрального газа (например, измерения с помощью интерферометров, спутниковых масс-спектрометров или акселерометров), либо опосредованно, как флуктуации ионосферной плазмы, которые, в принципе, являются пассивными индикаторами (трассерами) движения нейтрального газа [1]. Проникая на высоты ионосферы атмосферные гравитационные волны проявляют свои свойства в виде перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ).

В ионосфере наблюдаются два вида ПИВ [1]:

- среднемасштабные, которые распространяются со скоростью ~100-250 м/с (меньше скорости звука в нижней атмосфере), их периоды варьируются от 15 мин до 1 часа, горизонтальная длина волны составляет от десятка до несколько сотен километров, вертикальные длины волн не больше десятка километров;

- крупномасштабные, которые распространяются со скоростью ~400-1000 м/с (сравнимые со скоростью звука на этих высотах), их периоды варьируются от 30 мин до 3 часов, горизонтальная длина волны больше тысячи километров.

Среднемасштабные ПИВ наблюдаются чаще, чем крупномасштабные. В основном, ПИВ от авроральных источников наблюдаются ночью, так как днем ионное торможение выше. Крупномасштабные ПИВ обычно генерируются в авроральных зонах во время магнитных бурь.

Целью данной работы было исследование волновых механизмов воздействия со стороны нижних слоев атмосферы на верхнюю атмосферу и ионосферу Земли. Источниками волновых возмущений, распространяющихся снизу в верхнюю атмосферу и ионосферу, могут быть: тропосферные циклоны, фронтальные системы, струйные течения, полярная и экваториальная токовые системы, связанные с магнитными бурями, солнечный терминатор, ураганы, грозы, ядерные испытания, землетрясения, извержения вулканов, сверхзвуковой полет ракет и т.д. В качестве мощнейшего потенциального источника воздействия "снизу" рассматриваются гигантские по своей энергетике метеорологические возмущения в тропосфере – тропические циклоны, тайфуны. Известно, что прохождение фронта тропического циклона (ТЦ) может сопровождаться возбуждением ВГВ различных временных масштабов, которые при определенных условиях могут распространяться вверх и проявляться на высотах ионосферы в виде перемещающихся ионосферных возмущений с характерными периодами (минуты – часы) [2-4].

Волновой механизм является одним из эффективных механизмов взаимодействия между слоями атмосферы и воздействия со стороны нижних слоев атмосферы. Возмущения атмосферы

возбуждают широкий пространственно-временной спектр АВ и ВГВ. Эти волны расходятся от источника возмущения в разных направлениях с разными скоростями благодаря дисперсии и фильтруются по мере их распространения в атмосфере. Как показывают исследования, над местом возмущения наблюдаются АВ, а на больших горизонтальных расстояниях, в основном, ВГВ. [5, 6].

ВГВ, распространяясь вверх по наклонным траекториям, переносят энергию из тропосферы в среднюю атмосферу и ионосферу на многие сотни и даже тысячи километров. Так как плотность атмосферы с высотой падает почти экспоненциально, сохранение кинетической энергии подразумевает, что амплитуда волны растет с высотой. Достигая мезосферы волны могут разрушаться, и это приводит к локальному нагреванию и движениям атмосферного газа. Однако при определенных условиях ВГВ могут достигать высот максимума ионосферы (~300-350 км). Теоретические расчеты и экспериментальные данные показывают, что ВГВ обнаруживаются на горизонтальных расстояниях до нескольких тысяч километров от источника возбуждения. Они могут захватываться в волноводный канал, где способны распространяться с незначительным затуханием. Волновод образуется благодаря минимуму температуры в области мезопаузы. ВГВ распространяются с различными скоростями в горизонтальных направлениях, в результате чего формируются движущиеся пакеты волн [5-7].

Научный интерес к исследованию механизмов взаимодействия верхней атмосферы и ионосферы с мезосферой, стратосферой и тропосферой обусловлен тем, что результаты таких исследований важны для решения целого ряда фундаментальных научных задач физики атмосферы, ионосферы и практических задач обеспечения надежного функционирования радиотехнических систем.

Данные наблюдений

В работе продолжаются исследования короткопериодных (порядка десятков минут, часов) временных вариаций ионосферных параметров, полученных на сети ионозодов наклонного зондирования, вызванных изменениями параметров верхней атмосферы и ионосферы в регионах проведения экспериментальных измерений [8].

Для анализа использовались данные наблюдений:

– экспериментальные данные максимальных наблюдаемых частот (МНЧ) однокачковых сигналов наклонного зондирования вдоль трассы Магадан-Иркутск, проходящей в регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока. Измерения проводились со скважностью ~5 мин в равноденственные периоды (сентябрь) 2005-2007 гг.

– данные о тропических циклонах из электронной базы спутниковых данных глобального тропического циклогенеза "Глобал-ТЦ" [9].

Протяженность среднеширотной трассы Магадан-Иркутск составляет около 3000 км. Средняя точка трассы находится южнее Якутска. Геометрия трассы такова, что точка излучения Магадан и средняя точка трассы (область ионосферы, от которой происходит отражение радиосигналов) – район Якутска имеют приблизительно одинаковую геомагнитную широту ~51° с.ш., поэтому условия прохождения радиоволн на этой трассе в значительной мере определяются состоянием субавроральной ионосферы и динамикой границ ее крупномасштабных структур с изменением уровня магнитной возмущенности.

На рис. 1 приведены примеры ионограммы наклонного зондирования вдоль трассы Магадан-Иркутск для 10 ноября 2005 г., на которых наглядно видно наличие ПИВ, связанного с распространением в ионосфере ВГВ.

Результаты анализа данных

Анализ выполнялся с помощью разработанных в ИСЗФ СО РАН методики и алгоритма поиска периодичностей для временных рядов [8, 10]. Использовался скользящий режим обработки для

поиска периодичностей в определенном диапазоне периодов (порядка десятков минут, часов). После удаления из исходного ряда данных МНЧ приливных гармоник рассчитывалась матрица значений величин R_i , характеризующих "энергетику" колебаний с периодами T_i .

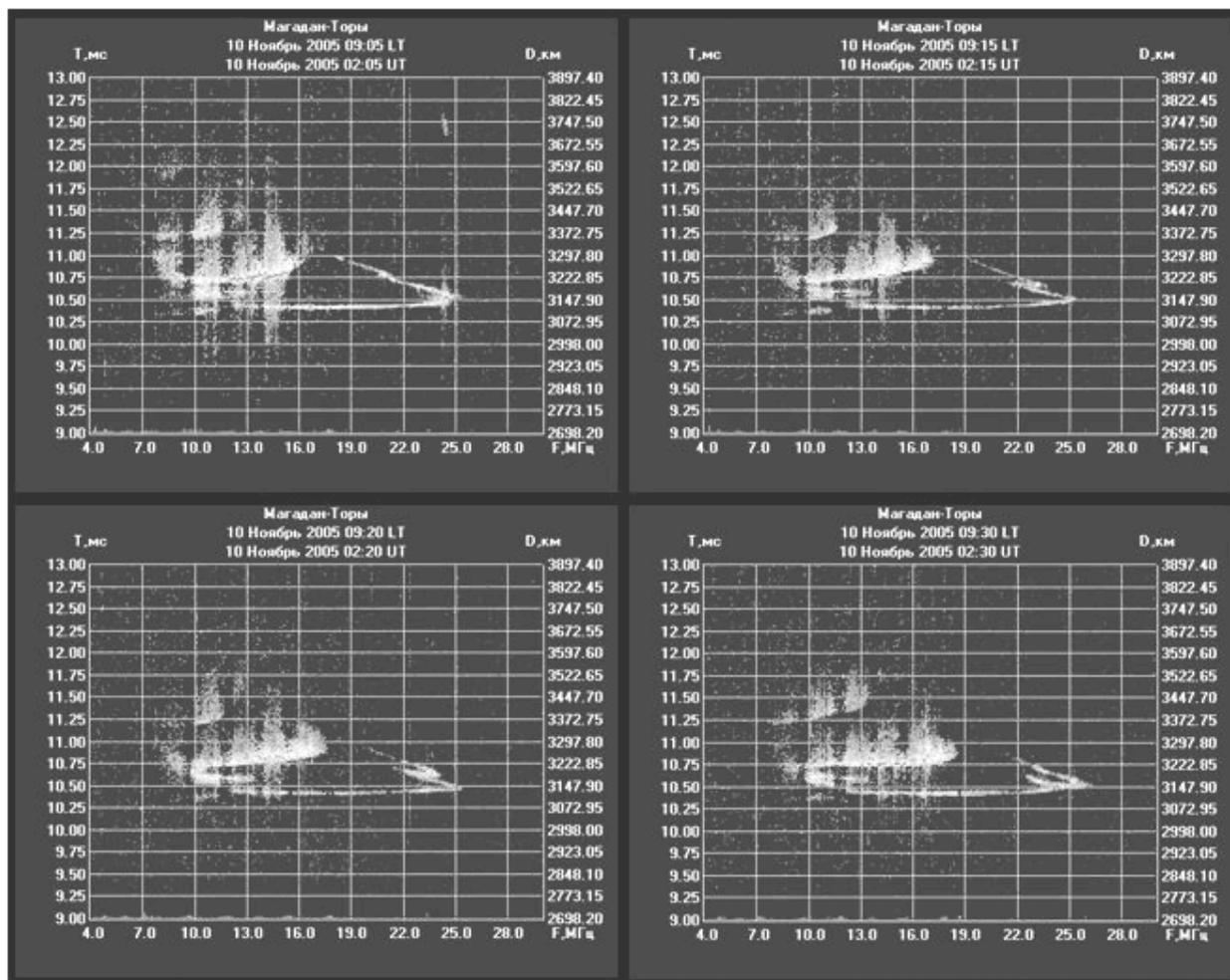


Рис. 1. Вид ионограмм наклонного зондирования вдоль трассы Магадан-Иркутск для 10 ноября 2005 г.

Расчеты мощности спектра R_i проводились на сетке периодов с шагом, равным 0.5 часа. Минимальный период равен $T_i = 30$ мин, а максимальный – $T_i = 5$ сут. Выявленные в результате проведенного спектрального анализа усиления энергетики спектра сигнала на определенных частотах (периодах) интерпретировались как проявление ПИВ, связанных с распространением в ионосфере внутренних гравитационных волн.

При решении задачи о возможности регистрации проявлений деятельности мощных тропических циклонов в вариациях параметров верхней атмосферы и ионосферы в дальней от тропических циклонов зоне весьма существенным является вопрос о выявлении возможных источников волновых возмущений снизу (прохождение солнечного терминатора, сейсмическая активность, метеорологическая обстановка непосредственно в регионах получения экспериментальных данных (фронты, циклоны, струйные течения), антропогенные воздействия и т.п.). При этом следует помнить, что доминирующими факторами в термодинамическом режиме ионосферы являются гелио- и геомагнитная активность (электромагнитное излучение Солнца, корпускулярные потоки частиц, магнитные поля), т.е. воздействие сверху. Поэтому для эффективного разделения возмущений, связанных с проявлениями солнечной и магнитной активности, и возмущений, вызванных воздействием на верхнюю атмосферу со стороны нижних слоев атмосферы, мы также анализировали сопутствующую гелио- и геомагнитную обстановку

(поток солнечного радиационного излучения на длине 10,7 см $F_{10.7}$, характеризующий ионизирующую способность Солнца, и геомагнитные индексы K_p и D_{st}).

Можно предположить, что выявленные в ходе анализа ПИВ были генерированы некими метеорологическими источниками, находящимися в тропосфере. Поэтому помимо контроля гелио- и геомагнитной обстановки при анализе эффектов проявления волновых возмущений в ионосферных параметрах мы учитывали метеорологическую обстановку в исследуемых регионах, поскольку прохождения атмосферных фронтов также могут быть источниками ВГВ. Особенно важно было учитывать время прохождения атмосферных фронтов через регион г. Якутска (62° с.ш., 129° в.д.), координаты которого дают приближенное географическое положение средней точки рассматриваемой трассы наклонного зондирования, где происходит отражение от ионосферы радиоволн на различных частотах (6-30 МГц). Вариации параметров атмосферы и ионосферы в этой области существенным образом проявляются в характеристиках принимаемых в Иркутске радиосигналов. Нами были смонтированы анимационные фильмы с использованием композитов дистанционного мониторинга облачного покрова над территорией России, полученные спутниками NOAA в инфракрасном диапазоне (10,5-11,5 мкм) по данным Центра космического мониторинга ИСЗФ СО РАН (<http://ckm.iszf.irk.ru/html/missions/clouds/>) и Информационной системы дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства (<http://www.irkutsk.aviales.ru/rus/main.sht>), по которым были определены моменты прохождения атмосферных фронтов через регион г. Якутска. Для примера на рис. 2 представлена последовательность композитов облачности для 9 сентября 2006 г. (снимки сделаны через 6 часов), по которым можно определить момент прохождения атмосферным фронтом окрестностей г. Якутска (указан стрелкой).

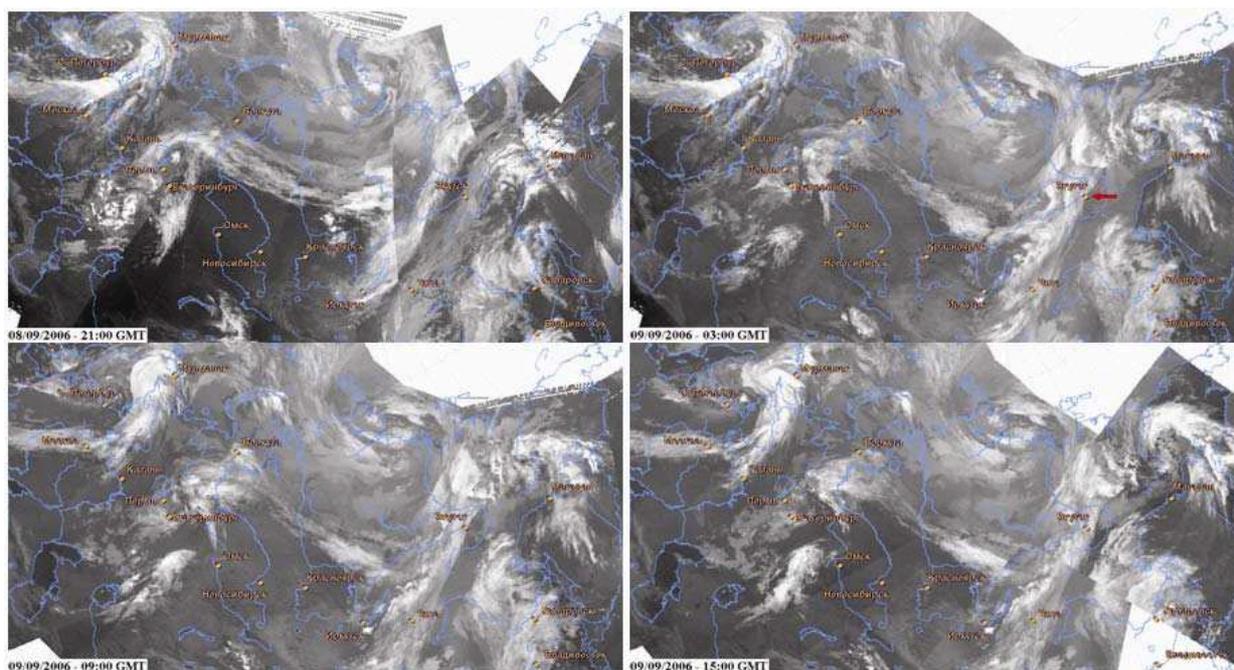


Рис. 2. Последовательность композитов облачности за 9 сентября 2006 г.

В качестве других возможных метеорологических источников, расположенных в тропосфере и обладающих гигантскими запасами энергии, по данным базы "Глобал-ТЦ" [9] были выделены тропические циклоны, действовавшие в северо-западной акватории Тихого океана, во время периодов проведения радиофизических измерений на трассе наклонного зондирования Магадан-Иркутск (сентябри 2005-2007 гг.) и были построены карты траекторий их перемещения. Для примера на рис. 3 представлены траектории тропических циклонов, действовавших в сентябре 2006 г.:

- TC NWP 0613 (Name IOKE) 27/08–7/09/2006;
- TC NWP 0614 (Name SHANSHAN) 7–20/09/2006;
- TC NWP 0615 (Name YAGI) 14–25/09/2006.

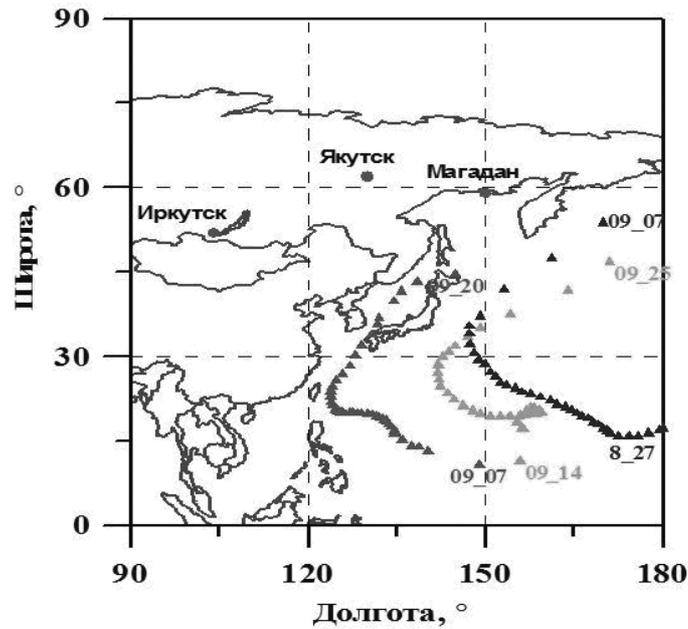


Рис. 3. Тропические циклоны, действовавшие в сентябре 2006 г. в северо-западной акватории Тихого океана

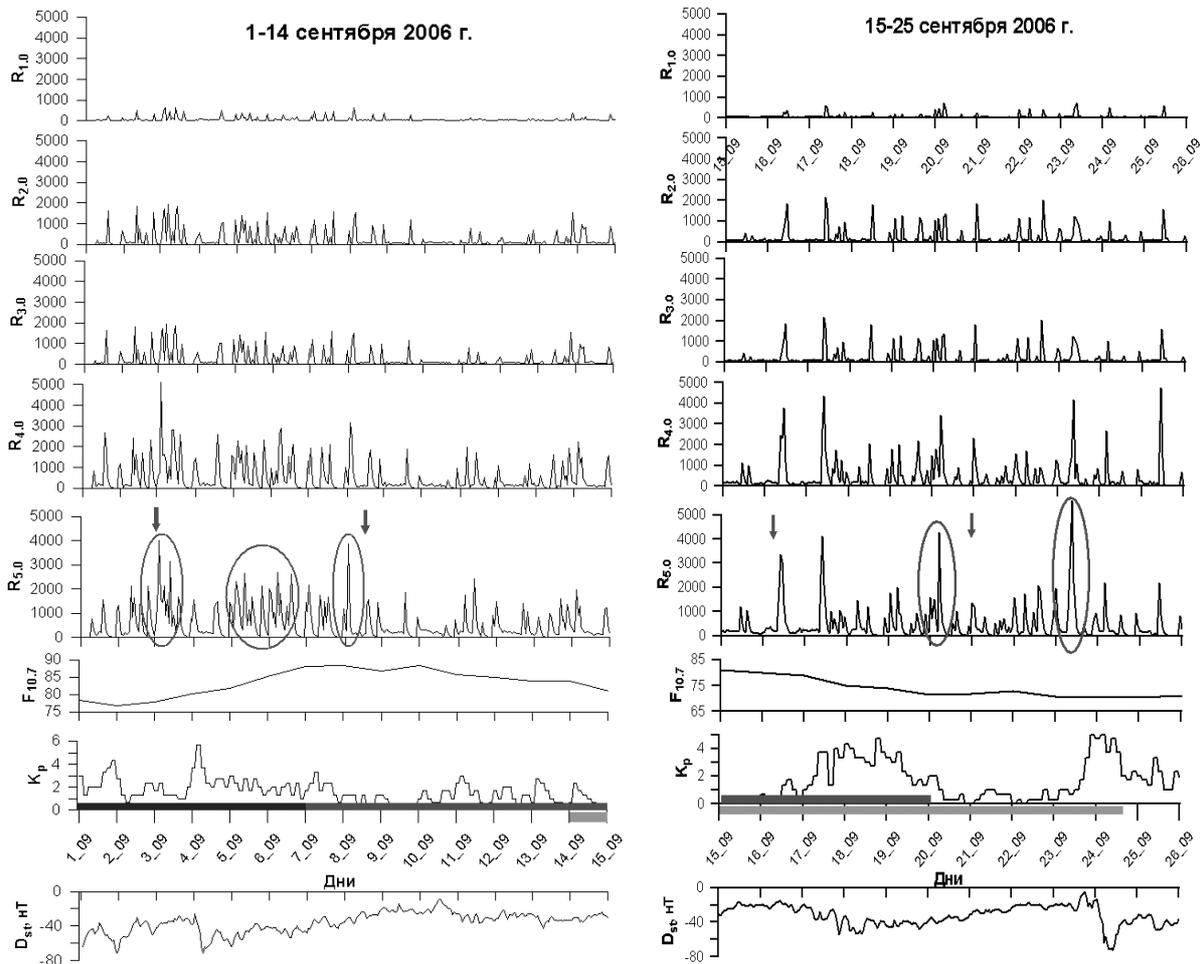


Рис. 4. Текущие спектры R_i для периодов $T_i = 1-5$ час для 1-14 сентября 2006 г. (а) и 15-25 сентября 2006 г. (б) с указанием моментов прохождения местных фронтов в регионе Якутска (вертикальные стрелки), а также периодов действия в северо-западной акватории Тихого океана тропических циклонов (горизонтальные полосы на временной оси графика для K_p)

На рис. 4,а и 4б приведен пример расчетов мощности текущих спектров R_i для периодов $T_i = 1-5$ час для сентября 2006 г. На нижних панелях даны графики изменения индексов солнечной и геомагнитной активности. Вертикальными стрелками над графиком мощности спектра вариаций МНЧ указаны моменты прохождения атмосферных фронтов в регионе Якутска. На временной оси графика для индекса K_p также указаны с помощью горизонтальных полос периоды действия тропических циклонов в северо-западной акватории Тихого океана.

Анализ графиков мощности R_i текущих спектров данных МНЧ на разных периодах выявил временные интервалы с повышенной энергетикой короткопериодных колебаний характерной формы на всех анализируемых периодах (волновые пакеты). Эти усиления мощности спектра можно интерпретировать как проявление перемещающихся ионосферных возмущений, источниками которых являются ВГВ с периодами 1-5 часов.

Из сопоставления графиков для мощности спектров вариаций МНЧ с графиками индексов солнечной и магнитной активности видно, что не во всех случаях, например, 5-6, 8 сентября (рис. 4а) и 20, 23 сентября 2006 г. (рис. 4б) усиления мощности спектров вариаций МНЧ связаны с усилениями гелио- и геомагнитной возмущенности, а также с прохождением атмосферных фронтов в регионе расположения средней точки трассы. Но во время этих усилений мощности спектра всегда действовали тропические циклоны в акватории северо-запада Тихого океана.

Регулярно действующим источником ВГВ является солнечный терминатор, и эффекты его воздействия на атмосферу тоже стабильные и повторяющиеся. Каждые сутки, в известное время, связанное с утренним и ночным прохождением терминатора, эффект солнечного терминатора должен проявляться во временных вариациях параметров атмосферы и ионосферы, причем примерно одинаковой временной длительности, интенсивности и регистрируемых периодов ПИВ. События наблюдаемых усиления мощности спектров вариаций МНЧ, которые превосходят более чем в полтора-два раза значения мощности спектра в соседние дни и устойчиво проявляются в течение длительных временных периодов (порядка суток и более), не могут быть связаны с действием солнечного терминатора.

Для анализируемых периодов сентябрей 2005 и 2007 гг. был выполнен аналогичный анализ экспериментальных данных и также выявлены случаи усиления энергетик короткопериодных колебаний характерной формы (волновые пакеты), не связанные с усилением солнечной и магнитной активности, а также с метеорологической обстановкой в регионе расположения средней точки трассы. Для сентябрей 2005 и 2007 гг. усиления мощности спектров вариаций МНЧ были по амплитуде в полтора-два раза меньше, чем усиления мощности спектра вариаций МНЧ для сентября 2007 г. (рис. 4). Подобные различия энергетик исследуемых короткопериодных колебаний для разных лет могут быть, на наш взгляд, связаны с возможными различиями в условиях распространения волновых возмущений в атмосфере, а 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. В связи с этим можно отметить, что авторы ряда работ по исследованию влияния со стороны нижних слоев атмосферы на верхнюю атмосферу Земли обращают внимание на то, что реакция атмосферы и ионосферы на воздействия метеорологических факторов, в том числе гигантских и мощнейших атмосферных вихрей – тропических циклонов, всегда носит сугубо индивидуальный характер и зависит от множества факторов (например, [4, 8]). Это свидетельствует о том, что необходимы дальнейшие систематические исследования в этой актуальной области физики околоземного космического пространства.

Выводы

С помощью специальной методики поиска периодичностей для временных рядов были проанализированы короткопериодные (порядка десятков минут, часов) временные вариации максимальных наблюдаемых частот (МНЧ) сигналов наклонного зондирования вдоль среднеширотной трассы Магадан-Иркутск (средняя точка трассы находится южнее Якутска) для сентября месяца 2005-07 гг.

Проведенный анализ выявил временные интервалы с повышенной энергетикой короткопериодных колебаний характерной формы (волновой пакет), которые можно интерпретировать как проявление крупномасштабных перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ), источниками которых являются ВГВ с периодами 1-5 часов.

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 как эти возмущения интенсивно проявляются в течение длительных временных периодов (порядка суток и более).

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.

Анализ событий повышенной энергетикой короткопериодных колебаний МНЧ для сентября 2005-2007 гг. показал различия в амплитудах мощности спектров вариаций МНЧ в полтора-два раза для разных лет. Подобные различия энергетикой исследуемых короткопериодных колебаний для разных лет могут быть, на наш взгляд, связаны с возможными различиями в условиях распространения волновых возмущений в атмосфере, а 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 программы Президиума РАН № 16 (часть 3) и гранта РФФИ 08-05-00658-а. Продолжение исследований по данной теме поддержано грантами РФФИ 09-05-00760-а и 09-05-01019-а.

Литература

1. Hocke K. and Schlegel K. A review of atmospheric gravity waves and travelling ionospheric disturbances: 1982-1995 // *Ann. Geophys.*, 1996. Vol. 14. P. 917-940.
2. Fabric C.-M., Greg R., Laurent R., Jean L. Gravity wave characteristics over Tromelin Island during the passage of cyclone Hudah // *Geophys. Res. Lett.*, 2002. Vol. 29. No. 6. P. 18/1-18/4.
3. Bishop R.L., Aponte N., Earle G.D., Sulzer M., Larsen M.F., Peng G.S. Arecibo observations of ionospheric perturbations associated with the passage of Tropical Storm Odette // *J. Geophys. Res.*, 2006. Vol. 111. No. A11. P. A11320. doi:10.1029/2006JA011668.
4. Zuo Xiao, Sai-guan Xiao, Yong-qiang Hao, Dong-he Zhang Morphological features of ionospheric response to typhoon // *J. Geophys. Res.*, 2008. Vol. 112. No. A4. A04304.
5. Ахмедов Р.Р., Куницын В.Е. Моделирование ионосферных возмущений, вызванных землетрясениями и взрывами // *Геомагнетизм и аэрномия*, 2004. Т. 44. № 1. С.105-112.
6. Куницын В.Е., Сураев С.Н., Ахмедов Р.Р. Моделирование распространения акустико-гравитационных волн в атмосфере для различных поверхностных источников // *Вестник Моск. ун-та. Серия 3. Физика. Астрономия*, 2007. № 2. С.59-63.
7. Куницын В.Е., Терещенко Е.Д., Андреева Е.С. Радиотомография ионосферы. М.: Физматлит, 2007. 336 с.

8. Черниговская М.А., Шарков Е.А., Куркин В.И., Орлов И.И., Покровская И.В. Короткопериодные временные вариации ионосферных параметров в регионе Сибири и Дальнего Востока // Исследования Земли из космоса, 2008. № 6. С. 17-24.

9. Покровская И.В., Шарков Е.А. Тропические циклоны и тропические возмущения Мирового океана: хронология и эволюция. Версия 3.1. (1983-2005 гг.) // М.: Полиграф сервис, 2006. 728 с.

10. Куклин Г.В., Орлов И.И., Бернгардт О.И. О методике определения периодичностей на примере анализа чисел Вольфа // Сб."Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца", Изд-во СО РАН. 2000. Вып. 110. С.7-12.

Joint analysis of short-period variations of ionospheric parameters in Siberia and the Far East and processes of the tropical cyclogenesis

¹ М.А. Chernigovskaya, ¹ V.I. Kurkin, ¹ I.I. Orlov,
² Е.А. Sharkov, ² I.V. Pokrovskaya

¹ *Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS*

E-mail: cher@iszf.irk.ru

² *Institute of Space Research RAS*

In this work a possibility of manifestation of strong meteorological disturbances in the Earth lower atmosphere in variations of ionospheric parameters in the zone remote from the disturbance source has been studied. By the spectral analysis the short-period variations (about ten minutes, hours) in maximum observed frequencies (MOF) of one-skip signals of oblique sounding has been analyzed. These variations were induced by changes in the upper atmosphere parameters along the Magadan-Irkutsk oblique-incidence sounding path on the background of diurnal variations in the parameter under study. Data on MOF measurements with off-duty factor approximately 5 min in equinoxes (September) of 2005–2007 were used. The analysis was made using the improved ISTP-developed technique of determining periodicities in time series. The increase of signal spectrum energy at certain frequencies is interpreted as manifestation of traveling ionospheric disturbances (TID) associated with propagation of internal gravity waves in the atmosphere. The analysis revealed TIDs of temporal scales under consideration. The question concerning localization of possible sources of revealed disturbances is discussed. Troposphere meteorological disturbances giant in their energy (tropical cyclones, typhoon) are considered as potential sources of observable TIDs. The needed information on tropical cyclones that occurred in the north area of the Indian Ocean, south-west and central areas of the Pacific Ocean in 2005-2007 is taken from the electron base of satellite data on the global tropical cyclogenesis “Global-TC” (ISR RAS). In order to effectively separate disturbances associated with the magnetospheric-ionospheric interaction and disturbances induced by the lower atmosphere influence on the upper atmosphere, we analyze the tropical cyclogenesis events that occurred in quiet helio-geomagnetic conditions.

Keywords: upper and middle atmosphere, ionosphere, atmosphere layers coupling, wave disturbances, tropical cyclones.