

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПРОБЛЕМЕ "РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН"  
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ РФ  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



**XIX ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
"РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН"**

*Тезисы докладов*

КАЗАНЬ, 22-25 ИЮНЯ 1999

# АКУСТИКО-ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ В НИЖНЕЙ ИОНОСФЕРЕ ВО ВРЕМЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

А.М. Гоков (ХГУ)

## ВВЕДЕНИЕ

Для разработки модели нижней ионосферы необходимо детальное изучение пространственно-временных изменений D-области ионосферы под действием возмущений различной природы. Естественные источники, такие как мощные землетрясения, извержения вулканов, сильные грозы, солнечные вспышки, магнитные бури, солнечный терминатор, стратосферные потепления и др., нередко оказывают основное влияние на состояние ионосферы и часто имеют место. Они генерируют или усиливают в ионосфере Земли волновые возмущения различного характера и природы. Акустико-гравитационные волны (АГВ) являются одними из них. В работе приведены результаты экспериментальных исследований, выполненные на основе анализа данных, полученных в Харьковском госуниверситете методом частичных отражений (ЧО).

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Экспериментальные исследования выполнены методом ЧО на аппаратуре [1] в 1977-98 гг. вблизи г. Харькова. Регистрация амплитуд радишумов  $A_{n o, x}$  и смеси ЧО сигнала и шума  $A_{o, x}$  магнитоионных компонент проводилась с помощью ЭВМ с 15 высотных уровней, начиная с 45 или 60 км через 3 или 6 км. Длительности регистраций  $A_{o, x}(z, t)$  и  $A_{n o, x}(t)$  ( $z$ -высота над поверхностью Земли,  $t$ -время), выполненных в различных гелиогеофизических условиях, составляли от 20 минут до суток и более. Анализировались изменения  $A_{o, x}(z, t)$ ,  $A_{n o, x}(t)$  и их статистических характеристик во время сильных землетрясений (число событий  $n > 200$ ), солнечного терминатора ( $n > 100$ ), сильных гроз ( $n=26$ ), магнитных бурь ( $n=8$ ) и внезапных ионосферных возмущений (ВИВ) в период солнечных вспышек ( $n=8$ ). Спектральная обработка массивов  $A_{o, x}(z, t)$  и  $A_{n o, x}(t)$  проводилась по методу Фурье. Анализ экспериментальных зависимостей  $A_{o, x}(z, t)$  и  $A_{n o, x}(t)$ , полученных в период 4 коротких (длительность  $t \leq 30$  минут) и 4 длительных ( $t \geq 30$  минут) ВИВ показал, что в эти периоды наблюдались квазिवолновые возмущения с периодами  $T \leq 5$  минут, которые затухают в течение примерно 20-25 минут (при  $t \geq 30$  минут они выражены меньше или отсутствуют). Возможной причиной такого поведения ЧО сигналов может быть генерация или усиление АГВ в результате резкого усиления интенсивности рентгеновского излучения Солнца во время ВИВ. Подобные результаты (ВВ с  $T \sim 5$  минут) получены также в [2] по регистрациям вариаций геомагнитного поля во время ВИВ. Исследования, проведенные в различные сезоны года при прохождении утреннего и вечернего терминатора, показали, что примерно в 70-75% случаев изменения  $A_{o, x}(z, t)$  и  $A_{n o, x}(t)$  носят квазигармонический характер, длительность процессов составляет  $t_1 \sim 10-120$  минут. Определены периоды

таких ВВ:  $2 \leq T \leq 40$  мин (наиболее вероятные значения  $T = 4-15$  минут). Волновые возмущения в D-области, выделенные во время прохождения терминатора, согласно существующим представлениям, интерпретированы нами как АГВ. Изучение экспериментальных данных, полученных во время удаленных сильных землетрясений (с энергией  $E > 10^{12}$  Дж) показало, что в эти периоды в нижней ионосфере возникают несколько типов возмущений, которые проявляются на расстояниях до  $R \sim 10^4$  км от эпицентра [3]. Основные параметры АГВ, полученные в этих экспериментах, следующие: кажущиеся скорости распространения  $V \sim 0,4-1$  км/с, периоды  $T \sim 3-6$  минут, продолжительность процесса соответствует нескольким периодам. Анализ экспериментальных  $A_{o,x}(z,t)$ ,  $A_{no,x}(t)$ , полученных во время гроз, позволяет отметить, что в такие периоды также замечены квазигармонические изменения  $A_{o,x}(z,t)$  и  $A_{no,x}(t)$ . Например, [4] установлено, что сильные грозы могут возбуждать в атмосфере инфразвуковые акустические волны с частотами  $f \geq 5$  Гц, которые проникают в нижнюю ионосферу с вертикальными скоростями  $V \geq 300$  м/с.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ экспериментальных данных, полученных во время некоторых естественных возмущений показал, что в нижней части ионосферы ( $z < 100$  км) генерируются или усиливаются АГВ со сходными параметрами. Механизмы возбуждения самые разные: внезапное усиление рентгеновского радиолучения во время ВИБ, акустическое воздействие на атмосферу в период землетрясения, резкое изменение солнечного излучения при прохождении терминатора и т.д. Приведенные результаты носят предварительный характер. Для более детального изучения механизмов генерации (или усиления) АГВ во время естественных возмущений необходимо проведение дополнительных экспериментальных исследований.

Работа выполнена при поддержке Украинского научно-технологического центра, грант N 471.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Гритчин А.И., Дорохов В.Л., Концевая Л.Г. и др. Стационарный комплекс аппаратуры для исследования нижней ионосферы методом частичных отражений // Вестник Харьк. ун-та. 1988. N 318. С. 21-24.
- [2] Метелкин Е.В., Сорокин В.М., Федорович Г.В. О природе колебаний геомагнитного поля, генерируемых солнечными вспышками // Геомагнетизм и аэрономия. 1982. Т.22. N 5. С. 803-810.
- [3] Гоков А.М., Гритчин А.И., Тырнов О.Ф. Экспериментальные исследования реакции нижней ионосферы на удаленные сильные землетрясения // Тезисы докладов Международного симпозиума "Мониторинг окружающей среды проблемы солнечно-земной физики". Томск: ТГУ. 1996. С. 34-35.
- [4] Гоков А.М., Гритчин А.И. О возможном влиянии сильных гроз на параметры D-области ионосферы и характеристики зондирующих Е радиоволн // Геомагнетизм и аэрономия 1992. Т. 32. N 1. С. 178-180.