



*Российская Академия Наук*

СЕМНАДЦАТАЯ  
ЕЖЕГОДНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ

7-11 февраля 2022

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ  
В СОЛНЕЧНОЙ  
СИСТЕМЕ



РОССИЯ  
МОСКВА  
Профсоюзная, 84/32

# ИОНОСФЕРНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ТРОПОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ОТ КРУПНЫХ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ ПО ДАННЫМ МИССИИ SWARM

Захаров В. И.<sup>1,2,3</sup>

*1 МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия, [zvi\\_555@list.ru](mailto:zvi_555@list.ru)*

*2 Институт Физики Атмосферы им. А.М.Обухова РАН, Москва, Россия*

*3 Институт физики земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия*

Для изучения механизмов взаимодействия системы геосфер используют крупные литосферно-атмосферные события в качестве маркеров, которые могут давать обнаружимые отклики в верхней атмосфере. К таким маркерам относится тропический циклон (ТЦ). Он реализует эффективные механизмы энергообмена в системе океан-атмосфера. Колоссальная накопленная энергия ТЦ, вместе с волнением океана способствует генерации акустико-гравитационных волн, которые могут достигать высот ионосферы. Модуляция электронной плотности ионосферы может быть измерены современными спутниковыми миссиями.

Специально для миссии ESA Swarm были разработаны методики анализа получаемых данных о пространственно-временной изменчивости электронной концентрации и магнитного поля, регистрируемых вдоль пролета спутников [1,2]. Анализ данных спутниковой миссии Swarm за 2014г подтвердил эффективность волнового механизма передачи возмущений от ТЦ на ионосферные высоты [3]. Волновые проявления ТС имеют акустико-гравитационный характер, что подтверждается сравнением реально выделенных параметров возмущений и теоретических оценок, проведенных по спутниковым данным.

Проведенный анализ показывает наличие сложной картины передачи возмущений. Так, дополнительно отклики могут иметь вид шумовых сигналов, для которых дисперсия пример увеличивается в области действия ТЦ. Указанные явления можно объяснять полевыми механизмами передачи возмущения. В частности, возникновение электрических поля и движениями зарядов в облачной структуре ТЦ создает восходящие и нисходящие токи, которые регистрируются, например в виде резких скачков плотности на двух пространственно разнесенных синхронных КА. Более того, акустические волны от ТЦ на ионосферных высотах, благодаря эффекту геомагнитного динамо, могут возбуждать струи продольных токов и поперечные геомагнитные возмущения, регистрируемые КА Swarm.

В работе с использованием данных низкоорбитальных спутников Swarm в ионосфере во время пролетов над областью действия ТЦ зарегистрированы области флуктуации малой амплитуды (0.5–5 нТл) и большей по сравнению со "спокойными" зонами дисперсией с преобладающим периодами ~5-20с и размерами от нескольких сотен до тысячи километров. Скорее всего, они вызваны квазипериодическими продольными токами с поперечным характерным масштабом до 50-100 км. Между тем, механизм возбуждения этих магнитных шумов до конца не ясен, например, его можно связывать и с излучаемыми инфразвуковыми волнами, а не только с мощными восходящими и нисходящими потоками.

Рассмотренные явления представляют собой примеры многоэтапного обмена энергией между волнами в нейтральной атмосфере и возмущениями плазмы ионосферы и магнитного поля. В работе на основе экспериментальных данных проведены теоретические оценки амплитуды генерируемых ТЦ магнитных возмущений.

Работа выполнена при частичной поддержке НОШ МГУ «Фундаментальные и прикладные проблемы физики космоса»

1. Zakharov V.I., Pilipenko V.A., et al // Solar-Terrestrial Physics. 2019. V. 5. N. 2. P. 101-108, doi DOI: 10.12737/stp-52201914
2. Martines-Bedenko V. A., Pilipenko V. A., Zakharov V. I., // Solar-Terrestrial Physics, 2019, V. 5, N. 4. P. 74–80, doi: 10.12737/stp-54201910
3. Zakharov V. I., Sigachev P.K. // Adv.Space Res. 2022. V. 69. N 11. P.132-141. doi: 10.1016/j.asr.2021.09.025