

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

4 (302)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2015 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2015 г.

JULY – AUGUST 2015

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчекөв Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 302 (2015), 33 – 39

**PECULIARITIES OF SEASONAL BEHAVIOR
OF WAVE DISTURBANCES IN THE MESOSPHERE ACCORDING
TO SATI AND SATELLITE OBSERVATIONS****V. M. Somsikov, A. B. Andreev, B. T. Zhumabaev**

"Institute of Ionosphere", JSC "National Center of Space Research and Technology

" National Space Agency of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: vmsoms@rambler.ru

Keywords: acoustic-gravity waves, mesosphere, infrared glow of the sky.

Abstract. Results of experimental studies of the seasonal behavior of acoustic-gravity waves on the heights of the mesosphere are presented. The observations were made using the spectrometer SATI (Spectral Airglow Temperature Imager) in the Institute of Ionosphere, Almaty. This spectrometer allows to measure the temperature of the hydroxyl at an altitude of about 87 km. on spatially spaced areas of the night sky by measuring the spectrum of the radiation hydroxyl own night in the near infrared region (wavelength 836 nm). Results of optical ground-based observations are compared with data of satellite optical observations MLS (Microwave Limb Sounder).

УДК 551.511

**ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО ПОВЕДЕНИЯ
ВОЛНОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ МЕЗОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ SATI
И ПО СПУТНИКОВЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ****В. М. Сомсиков, А. Б. Андреев, Б. Т. Жумабаев**

ДТОО "Институт ионосферы", АО «НЦКИТ»

Национального космического агентства Республики Казахстан, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: акустико-гравитационные волны, мезосфера, инфракрасное свечение неба.

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований сезонного поведения акустико-гравитационных волн (АГВ) на высотах мезосферы. Наблюдения АГВ выполнялись при помощи спектрометра SATI (Spectral Airglow Temperature Imager) в ДТОО Институт ионосферы, г. Алматы. Данный спектрометр позволяет выполнять измерения температуры гидроксидов на высоте около 87 км на пространственно разнесённых участках ночного неба, посредством измерения спектра собственного ночного излучения гидроксидов в ближней инфракрасной зоне (длина волны 836 нм). Результаты оптических наземных наблюдений сопоставляются с данными спутниковых оптических наблюдений MLS (Microwave Limb Sounder).

Введение. Интерес к волновым возмущениям атмосферы, в частности, к изучению акустико-гравитационных волн (АГВ), прежде всего, продиктован тем, что эти исследования позволяют раскрывать взаимосвязанные механизмы динамических процессов в открытой неравновесной Солнечно-Земной системе. Интерес к исследованиям этих динамических процессов существенно возрос в связи с проблемами изменения климата, сейсмоактивности, возрастания катастрофических явлений в атмосфере [1-3]. К примеру, сегодня является актуальным поиск предвестников землетрясений в вариациях параметров различных слоев атмосферы, включая ионосферу [4-6]. Но

для выделения атмосферных эффектов, обусловленных различными проявлениями сейсмоактивности и других катастрофических событий, необходимо знание сезонно-суточных особенностей поведений волновых возмущений, связанных с регулярными источниками волн, к которым относятся приливы, солнечный терминатор и др. [7-9].

Методы исследования. Для выявления характера распространения АГВ на высотах мезосферы, в работе используются данные измерений температуры и эмиссии гидроксила, полученные с помощью инструмента SATI (Spectral Airglow Temperature Imager). Измерения выполняются на высокогорном комплексе Института ионосферы - радиополигоне «Орбита» на высоте 2730 метров над уровнем моря (43°03'30" с. ш., 76°58'24" в. д.). В инструменте SATI применяется спектральный метод регистрации собственного теплового излучения гидроксила в слое максимума излучения, расположенного на высоте примерно 87 км в ночное время [10-13]. Определение температуры в данном слое мезосферы осуществляется путем сравнения измеренного спектра излучения полос гидроксила OH(6-2) на длине волны 836 nm с модельными спектрами рассчитанными для различной колебательно-вращательной температуры молекул гидроксила. Регистрация собственного излучения атмосферного гидроксила производится с пространственно разнесенных участков ночного неба – на горизонтальном кольце диаметром около 100 км и шириной 14-16 км (рисунок 1).

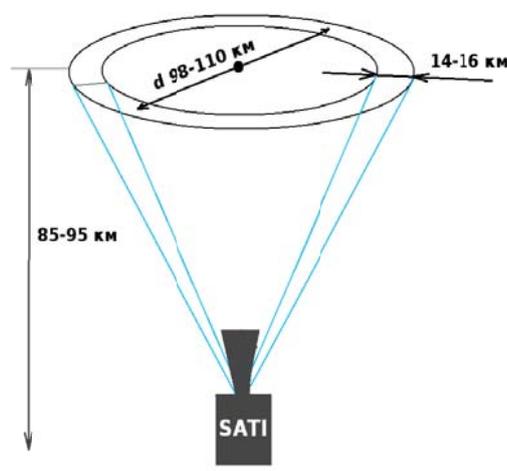


Рисунок 1 – Схема работы SATI

Прибор работает в регулярном автоматическом режиме, время экспозиции спектрометра, а значит и периодичность измерений составляет 1 минуту, измерения проводятся непрерывно, в течение ночи.

Такие характеристики SATI позволяют как производить мониторинг среднего значения температуры в данном слое мезосферы, так и осуществлять регистрацию волновых возмущений в мезосфере, таких как приливные, планетарные и акустико-гравитационные волны (АГВ), определяя направление распространения волны, ее скорость, период колебания и амплитуду.

К настоящему времени уже накоплены непрерывные ряды наблюдений за период более 5 лет. Это позволяет выявлять статистически значимые закономерности в сезонной зависимости параметров АГВ на высоте мезопаузы.

Особенности обработки экспериментальных данных. Для проведения анализа данных оптических измерений SATI (значений температуры и эмиссии гидроксила) и с целью определения поведения перемещающихся волновых возмущений в мезосфере, было создано необходимое программное обеспечение, позволяющее обрабатывать данные SATI с помощью модифицированного алгоритма преобразования Фурье, известного, как техника *co-phase* [14]. Это программное обеспечение позволяет автоматически выявлять перемещающиеся волновые возмущения, определять направление распространения, период волны, скорость распространения и длину волны. С помощью данных программ были обработаны результаты измерений SATI за период с 2010 по 2015 год.

На рисунке 2 приведен типичный пример регистрации АГВ 11 мая 2010 года. По оси ординат отложены сектора на кольце, с которого SATI производит регистрацию излучения. Значения температуры представляют собой вариации температуры, после удаления постоянной составляющей, и гармоник с периодами более 90 минут. Так, для данной ночи измерений, основная волновая мода представляет горизонтально распространяющееся волновое возмущение,двигающееся в юго-восточном направлении. В течении 6 часов наблюдений направление распространения изменилось не более чем на 30 градусов, скорость волны составляет 140-160 км/ч, период колебания 40-50 минут, и длина волны определена как 90-130 км.

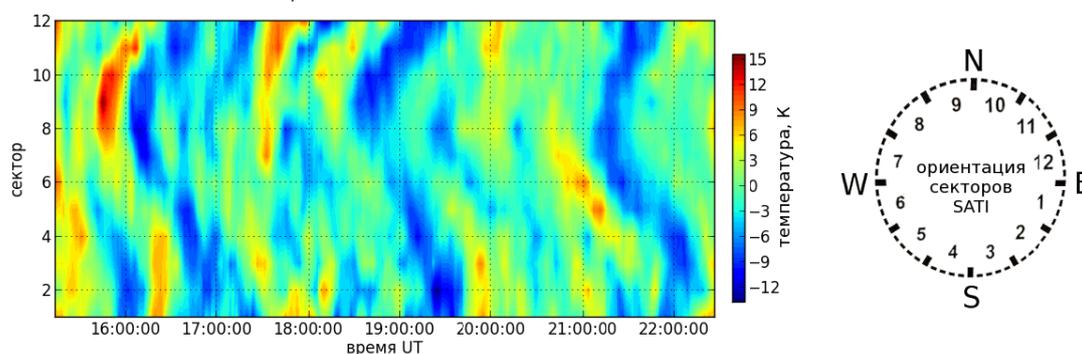


Рисунок 2 – Волновая структура температуры гидроксила, значения для различных точек на плоскости «кольца» диаметром ≈ 100 км в течение ночи, по данным наблюдения на SATI 11.05.2010 г.

Результаты наблюдений и их анализа. Анализ зарегистрированных волновых возмущений за весь период наблюдения показал распределение по длинам волн, характерное для АГВ (рисунок 3).

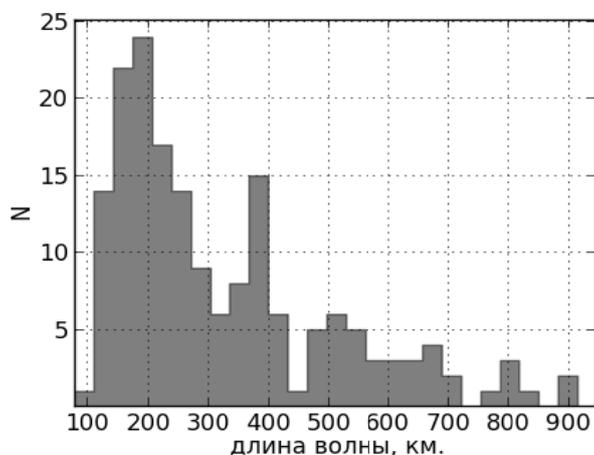


Рисунок 3 – Распределение длин волн горизонтальных перемещающихся волновых возмущений по данным SATI за 5 лет (2010-2015)

Как следует из рисунка 3, максимальное количество зарегистрированных возмущений имеет длину около 100-200 км. Так же наблюдается заметный отдельный пик для длин волн около 350-400 км.

Для выявления сезонных особенностей поведения АГВ в мезосфере по данным SATI весь период данных наблюдений за 5 лет (2010-2015) разбивался по сезонам. На рисунке 4 приведено распределение зарегистрированных АГВ по направлению распространения за 4 года для разных сезонов. Как видно из рисунков, полученные направления имеют сезонную зависимость, особенно это касается возмущений,двигающихся в восточном и западном направлении. Можно выделить западный и юго-юго-западный и восточно-северо-восточный максимумы. Западный максимум в направлениях распространения наблюдается во все сезоны. Юго-юго-западный представлен в основном только зимой и осенью. Восточно-северо-восточный наоборот, имеет максимальную величину в весенне-летние месяцы, хотя и присутствует во все сезоны. В целом большинство волн

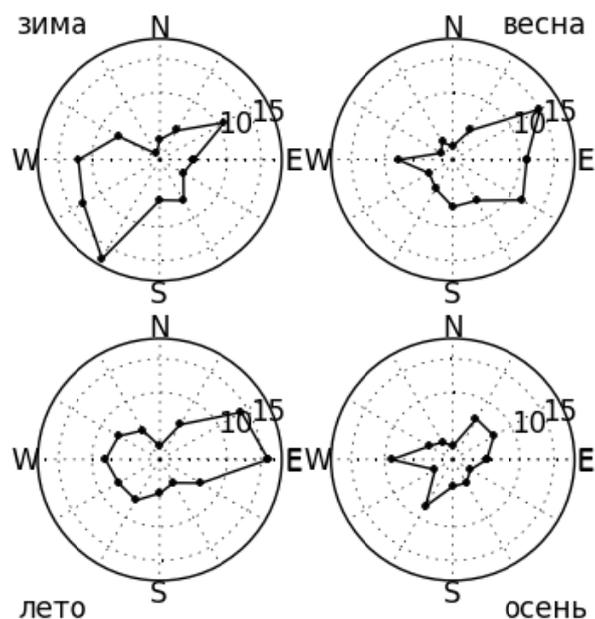


Рисунок 4 – Сезонная зависимость направлений распространения волновых возмущений за 5 лет

имеют зимой западное, а летом восточное направление. Полученные таким образом характеристики волновых возмущений можно считать наблюдающимися регулярно, на протяжении 5 лет измерений на SATI.

Совместный анализ наземных и спутниковых данных. Наземные оптические измерения параметров мезосферы проводимые на SATI, позволяют получать длину волны, скорость и направление распространения волновых возмущений в мезосфере, но только в одной географической точке (в зоне видимости SATI). Спутниковые измерения параметров атмосферы на высотах мезопаузы проводятся на низкопролётных спутниках посредством оптических или радиозатменных измерений. Среди современных спутниковых экспериментов по исследованию параметров атмосферы, наилучшим пространственным разрешением обладает эксперимент MLS. Как было показано в работе [15], измерения значений средней зональной температуры на MLS и SATI находятся в хорошем согласии друг с другом.

Одним из недостатков спутниковых экспериментов является низкое горизонтальное пространственное разрешение, так, эксперимент MLS производит измерения профиля параметров атмосферы вдоль траектории полёта спутника через промежутки примерно 150 км. Такое пространственное разрешение является недостаточным для регистрации акустико-гравитационных волн, длиной менее 300 км. Совместное использование наземных и спутниковых измерений представляется очень перспективным, это давало бы возможность получать параметры волновой картины на значительно большей площади, чем позволяют наземные измерения и гораздо более полные, чем позволяют отдельные спутниковые методы. Далее приводится попытка идентифицировать волну, наблюдаемую на SATI со срезом волновой картины в мезосфере по данным спутникового эксперимента MLS.

Анализ данных эксперимента MLS показал наличие волновой картины вдоль траектории измерений на высотах мезосферы. На рисунке 5 приведены значения температуры для трёх дней, 7, 8, 9 мая 2010 года, после удаления постоянного тренда. Значения приведены для высоты 91 км или 0.00215 мбар. Как видно, в данных присутствуют волновые возмущения, с амплитудой до 10 градусов. Такие возмущения могут быть вызваны акустико-гравитационными волнами, регистрируемыми на SATI. Однозначно установить это не представляется возможным, по причине недостаточного пространственного разрешения MLS.

Однако анализ отдельных наблюдений АГВ позволяет утверждать, что в данных MLS наблюдаются именно АГВ. Так, в случае распространения АГВ под углом к траектории измерений MLS близком к прямому, проекция длины АГВ на траекторию MLS превышает предел Найквиста,

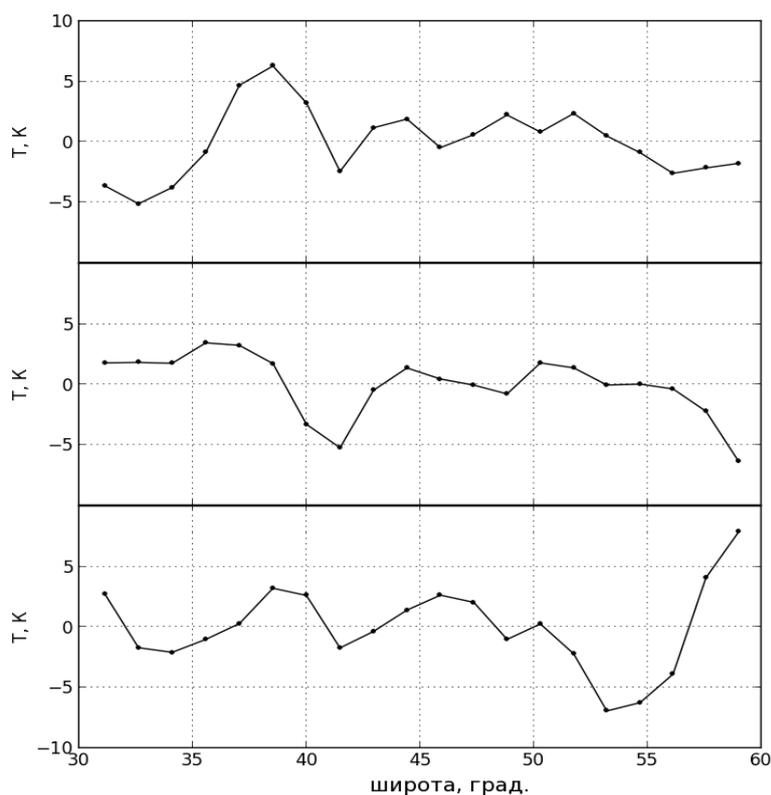


Рисунок 5 – Значения температуры для трех дней, 7, 8, 9 мая 2010 года вдоль траектории измерения MLS на долготе Алматы, 20:40-20:50 UT

и можно ожидать наличие в данных MLS достаточно гладкой волновой картины. Такие случаи действительно наблюдаются, в количестве достаточном для того, чтобы сделать вывод о единой природе этих возмущений. На рисунке 6 приведена схематичное расположение траектории измерений MLS и положение SATI, а так же продолженная в пространстве АГВ наблюдавшаяся на SATI, для данных 16 мая 2010г. (а), а так же график температуры по данным MLS вдоль траектории (в) и данные температуры SATI (б). Траектория для этого дня проходит мимо точки расположения SATI на расстоянии 80 км, в 20:55 UT. Согласно измерениям SATI, в эту ночь наблюдалась четкая АГВ, двигавшаяся в юго-восточном направлении, имевшая период 70 минут, скорость горизонтального распространения 140 км/ч, длину волны около 160 км. Как видно из рисунка, при таком взаимном расположении траектории измерения MLS и направления распространения АГВ, и при предположении ширины фронта АГВ не менее 1000 км, в данных MLS должна быть зафиксирована волна с длиной 600-800 км, что и наблюдается в данных MLS (рисунок бв). Амплитуда изменения температуры согласно SATI при этом примерно вдвое выше, чем по данным MLS, что можно объяснить тем, что спутниковые измерения дают осреднённые значения температуры на горизонтальном участке размером несколько десятков километров из-за чего она оказывается более сглажена, нежели в измерениях SATI. С учетом этого обстоятельства, амплитуда волновых возмущений по данным SATI находится в хорошем согласии с измерениями MLS.

Как видно из этого сопоставления, волновая картина наблюдаемая в данных измерений MLS вдоль траектории спутника может являться акустико-гравитационной волной с высокой долей вероятности. Стоит отметить, что в другие сезоны, когда направления распространения АГВ по данным SATI лежат под меньшим углом к траектории MLS, в данных последнего не наблюдается столь четкой волновой картины, что согласуется с приведённым предположением о том, в измерениях MLS наблюдается срез плоской акустико-гравитационной волны.

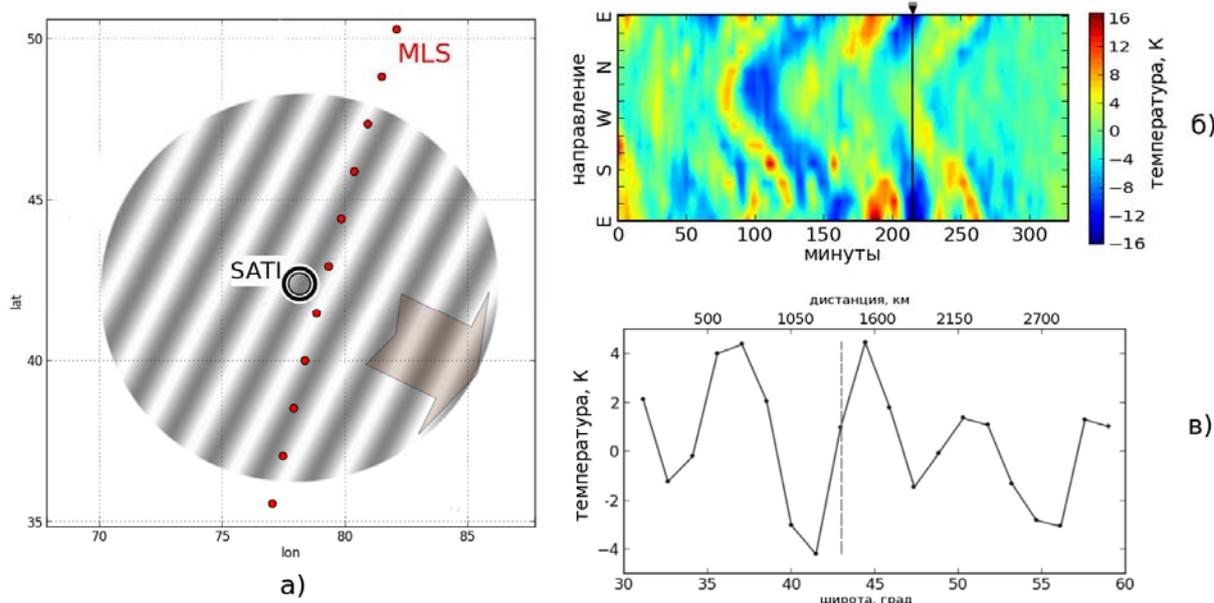


Рисунок 6 – Схематичное расположение траектории измерений MLS, положения SATI и продолженной в пространстве АГВ наблюдавшаяся на SATI, для данных 16 мая 2010г. (а); данные температуры SATI (б), линией отмечен момент измерения MLS; график температуры по данным MLS вдоль траектории измерений (в)

Заключение. Долгосрочные измерения вариаций температуры гидроксила на высотах мезосферы, выполненные путем регистрации свечения неба с использованием SATI и спутниковыми измерениями, свидетельствуют о наличии явно выделенного сезонного хода параметров, характеризующих АГВ на высотах мезосферы.

Четко проявляется сезонный ход направлений перемещения волн. Во всех сезонах явно преобладают восточно-западные направления движений. Причем летом и весной преобладают направления АГВ восточного направления, а зимой западного.

Совместное использование данных наземных и спутниковых измерений параметров мезосферы возможно не только на среднесезональных масштабах или масштабах планетарных приливных атмосферных волн, но и для исследования короткопериодных волновых возмущений масштабов АГВ. Совместный анализ данных SATI и MLS показал, что в этих экспериментах регистрируются одни и те же короткопериодные волновые процессы.

Работа выполнена в рамках проекта РБП-076: «Изучить механизмы взаимосвязи вариаций геофизических параметров на земной поверхности и в верхних слоях атмосферы, обусловленных источниками земного и космического происхождения», Регистрационный номер (РН) 0115РК01274.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hao, Y. Q., Xiao Z., and Zhang D. H. Multi-instrument observation on co-seismic ionospheric effects after great Tohoku earthquake. *J. Geophys. Res.* 2012. – № 117. P.2305. doi:10.1029/2011JA017036.
- [2] Золотов А.Н., Петров А.Е., Синютин А.С. Разработка каталога электромагнитных предвестников землетрясений. Труды VI Всероссийской конференции по атмосферному электричеству. – Нижний Новгород, 2007. – С. 281-282.
- [3] Hegai, V.V., Legenka A.D., Kim V. P., and Georgieva K. Wavelike perturbations in the ionospheric F2-layer observed after the M8.1 Samoa earthquake of September 29, 2009. *Adv. Space Res.* – 2011. – № 47. –pp. 1979–1982. doi:10.1016/j.asr.2011.01.011.
- [4] Liu, J.-Y., Chen C.-H., Lin C.-H., Tsai H.-F., Chen C.-H. and Kamogawa M. Ionospheric disturbances triggered by the 11 March 2011 M9.0 Tohoku earthquake. *J. Geophys. Res.* – 2011. – № 116, – P. 6319. doi:10.1029/2011JA016761.
- [5] Otsuka, Y., et al. GPS detection of total electron content variations over Indonesia and Thailand following the 26 December 2004 earthquake. *Earth Planets Space.* –2006. № 58, –pp.159–165.
- [6] Pulnits, S.A, K.A. Boyarchuk. *Ionospheric Precursors of Earthquakes.* Berlin - New York, «Springer», 2004, 316 p.
- [7] Somsikov V.M. Solar Terminator and Dynamic Phenomena in the Atmosphere: a review. *Geomagnetizm and Aeronomiya.* – 2011. –Vol. 51.– P. 707–71.
- [8] Afraimovich, E.L., First GPS TEC Evidence for the Wave Structure Excited by the Solar Terminator, *Lett. Earth Planet. Space,* 2008, pp. 895–900.
- [9] Krasnov V.M., Drobzheva Ya.V. and Laštovička J. Recent advances and difficulties of infrasonic wave investigation in the ionosphere. *Surveys in Geophysics* – 2006 – 27: 169-209. DOI 10.1007/s10712-005-6203-4.

- [10] S.I. Sargoytchev, S.Brown, B. H. Solheim, Y-M. Cho, G. G. Shepherd, and M. J. López-González. Spectral airglow temperature imager SATI: A ground-based instrument for the monitoring of mesosphere temperature. *Applied optics*, 43, 30, 2004.
- [11] Aushev V.M., Fedulina I.N., Gordienko G.I., López-González M.J., Pogoreltsev A.I., Ryazapova S.Sh. and Shepherd M.G. Effects in the mesosphere and ionosphere observed at northern midlatitudes. *Journal of Planetary and Space Science*, 2006, V. 54.-pp. 559-571.
- [12] Семенов А.И., Баканас В.В., Перминов В.И., Железнов Ю.А., Хомич В.Ю. Спектр излучения ночной верхней атмосферы Земли в ближней инфракрасной области. *Геомагнетизм и аэронавигация*. 2002. Т. 42. № 3. С. 407-414.
- [13] G. Shepherd. *Spectral Imaging of the Atmosphere*, Vol. 82 of the International Geophysics Series Academic, San Diego, Calif., 2002.
- [14] Hernan A. Montes, Eric S. Posmentier. Co-Phase Analysis of Atmospheric Wave Data. *Geophys. J. R. astr. Soc.* (1971) 26, pp.271-278.
- [15] Перцев Н.Н., Андреев А.Б., Мерзляков Е.Г., Перминов В.И. Мезосферно-термосферные проявления стратосферных потеплений: совместное использование спутниковых и наземных измерений. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2013. Т.10, №1. С.93-100

REFERENCES

- [1] Hao, Y. Q., Xiao Z., and Zhang D. H. Multi-instrument observation on co-seismic ionospheric effects after great Tohoku earthquake. *J. Geophys. Res.* 2012. – № 117. P.2305. doi:10.1029/2011JA017036.
- [2] Zolotov A.N., Petrov A.E., Sinjutin A.S. Razrabotka kataloga elektromagnitnyh predvestnikov zemletrjasenij. *Trudy VI Vserossijskoj konferencii po atmosfernomu elektrichestvu. Nizhnij Novgorod*, 2007. – P. 281-282. (in Russ.)
- [3] Hegai, V.V., Legenka A.D., Kim V. P., and Georgieva K. Wavelike perturbations in the ionospheric F2-layer observed after the M8.1 Samoa earthquake of September 29, 2009. *Adv. Space Res.* – 2011. – № 47. –pp. 1979–1982. doi:10.1016/j.asr.2011.01.011.
- [4] Liu, J.-Y., Chen C.-H., Lin C.-H., Tsai H.-F., Chen C.-H. and Kamogawa M. Ionospheric disturbances triggered by the 11 March 2011 M9.0 Tohoku earthquake. *J. Geophys. Res.* – 2011. – № 116, – P. 6319. doi:10.1029/2011JA016761.
- [5] Otsuka, Y., et al. GPS detection of total electron content variations over Indonesia and Thailand following the 26 December 2004 earthquake. *Earth Planets Space.* –2006. № 58, –pp.159–165.
- [6] Pulnits, S.A., K.A. Boyarchuk. *Ionospheric Precursors of Earthquakes*. Berlin - New York, «Springer», 2004, 316 p.
- [7] Somsikov V.M. Solar Terminator and Dynamic Phenomena in the Atmosphere: a review. *Geomagnetizm and Aeronomiya.* – 2011. –Vol. 51.– P. 707–71.
- [8] Afraimovich, E.L., First GPS TEC Evidence for the Wave Structure Excited by the Solar Terminator, *Lett. Earth Planet. Space*, 2008, pp. 895–900.
- [9] Krasnov V.M., Drobzheva Ya.V. and Laštovička J. Recent advances and difficulties of infrasonic wave investigation in the ionosphere. *Surveys in Geophysics – 2006 – 27*: 169-209. DOI 10.1007/s10712-005-6203-4.
- [10] S.I. Sargoytchev, S.Brown, B. H. Solheim, Y-M. Cho, G. G. Shepherd, and M. J. López-González. Spectral airglow temperature imager SATI: A ground-based instrument for the monitoring of mesosphere temperature. *Applied optics*, 43, 30, 2004.
- [11] Aushev V.M., Fedulina I.N., Gordienko G.I., López-González M.J., Pogoreltsev A.I., Ryazapova S.Sh. and Shepherd M.G. Effects in the mesosphere and ionosphere observed at northern midlatitudes. *Journal of Planetary and Space Science*, 2006, V. 54.-pp. 559-571.
- [12] Semenov A.I., Bakanas V.V., Perminov V.I., Zheleznov Ju.A., Homich V.Ju. Spektr izlucheniya nochnoj verhnej atmosfery Zemli v blizhnej infrakrasnoj oblasti. *Geomagnetizm i aeronomiya*. 2002. Т. 42. № 3. P. 407-414. (in Russ.)
- [13] G. Shepherd. *Spectral Imaging of the Atmosphere*, Vol. 82 of the International Geophysics Series Academic, San Diego, Calif., 2002.
- [14] Hernan A. Montes, Eric S. Posmentier. Co-Phase Analysis of Atmospheric Wave Data. *Geophys. J. R. astr. Soc.* (1971) 26, pp.271-278.
- [15] N.N.Percev, A.B.Andreev, E.G.Merzljakov, V.I.Perminov Mezoferno-termsfernye projavlenija stratosfernyh potepelenij: sovmestnoe ispol'zovanie sputnikovyh i nazemnyh izmerenij. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa*. 2013. Т.10, №1. P.93-100 (in Russ.)

**SATI МӘЛІМЕТТЕРІНІҢ МЕЗОСФЕРАДА ТОЛҚЫН АШЫНУЫНЫҢ МЕРЗІМ
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ ЖЕРСЕРІКТЕРМЕН БАҚЫЛАУ**

В. М. Сомсиков, А. Б. Андреев, Б. Т. Жумабаев

ЕЖШС «Ионосфера институты» акционерлік қоғамы
«Ғарыштық зерттеулер мен технологиялар ұлттық орталығы», Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: акустико-гравитациялық толқын, мезофера, аспанның инфрақызыл сәуле таратуы.

Аннотация. Мезофера биіктігінде акустико-гравитациялық толқынның (АГТ) зерттеу мерзіміндегі мінезі тәжірибе нәтижесінде ұсынылған. Алматы қ. ЕЖШС ионосфера институты SATI спектометр көмегімен АГТ бақылаулары орындалды. Температуралық гидроксил 87 кмдей кеңістік биіктігінде түнгі аспанды тікеу аумағын өлшеу спектометр мәліметін рұхсат етуін орындау, түгі сәулелену гидроксилды жақын инфрақызыл аймақтың спектр тәуелділігі арқылы өлшеу (836nm толқын ұзындығы). MLS мәліметтер оптикалық жерсерігін бақылау оптикалық жер беті қорытынды бақылауына теңестіріледі.

Поступила 07.07.2015 г.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 14.07.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

17,25 п.л. Тираж 300. Заказ 4.