

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 **Байғұнчечков 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 ең 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), 5 – 12

MIDLATITUDE SUMMER NIGHTTIME ANOMALY EFFECT IN THE IONOSPHERE OVER ALMATY

A. F. Yakovets¹, G. I. Gordienko¹, Yu. G. Litvinov¹, N. Abdrakhmanov²

¹«Institute of Ionosphere» JSC «NCSRT», Almay, Kazakhstan,
²Korkyt ata's Kysylorda State University, Kysylorda, Kazakhstan.
E-mail: artyak40@mail.ru

Key words: ionosphere, vertical sounding, midlatitude summer nighttime anomaly.

Abstract. Morphology of the midlatitude summer night anomalies over Alma-Ata for different seasons and levels of solar activity according to the vertical sounding of the ionosphere in the last 7 months of 2011 and the summer of 1999, 2008 and 2012 is studied. For the numerical evaluation of the effectiveness of manifestations summer anomalies the amplitude, representing the ratio of the maximum value of the electron concentration of the night at the maximum F2-layer (NmF2) to the day and time value corresponding to the maximum peak night NmF2 are introduced. It is shown by the nature of daily dependencies NmF2, built for June and July 2008, 2012 and 1999, for which the values of solar flux F10.7 were equal to 65.8, 128 and 168, respectively, that the value of these parameters depends on the solar activity. The graph shows that in the year with the maximum activity of the amplitude anomaly of summer takes a minimum value. It is shown that in the equinoctial months the anomaly does not appear in the daily course of maximum electron concentration of the F2-layer. The maximum effect of the anomalies is seen in the summer months from June to August. The maximum value of the electron concentration in the evening peak falls on the Sun zenith angles, when the radiation is practically no longer flow to the maximum height of F2-layer. The anomaly is clearly manifested in the minimum of solar activity, and it is hardly noticeable at the maximum. It is shown that the parameters of a summer anomaly on the border area of North-East Asia (Almaty, 76°55'E) changed slightly compared with the parameters of its center (Japan, 130°E). The mechanisms of formation of anomalies, as well as its daily and seasonal behavior are discussed.

УДК 550.383

ПРОЯВЛЕНИЕ ЛЕТНЕЙ НОЧНОЙ АНОМАЛИИ В ИОНОСФЕРЕ НАД АЛМАТОЙ

А. Ф. Яковец¹, Г. И. Гордиенко¹, Ю. Г. Литвинов¹, Н. Абдрахманов²

¹ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы, Казахстан,
²Кызылординский государственный университет им. Коркыт ата, Кызылорда, Казахстан

Ключевые слова: ионосфера, вертикальное зондирование, среднеширотная летняя ночная аномалия.

Аннотация. Исследована морфология среднеширотной летней ночной аномалии над Алма-Атой для разных сезонов и уровней солнечной активности по данным вертикального зондирования ионосферы за 7 месяцев 2011 г. и летние месяцы 1999 г., 2008 г. и 2012 г. Для численной оценки эффективности проявления летней аномалии введена амплитуда, представляющая отношение максимального ночного значения концентрации электронов в максимуме F2-слоя (NmF2) к дневному значению и время, соответствующее пику ночного максимума NmF2. Показано по характеру суточных зависимостей NmF2, построенных для

июня-июля 2008, 2012 и 1999 гг., для которых значения солнечного потока F10.7 были равны 65.8, 128 и 168 соответственно, что величина этих параметров зависит от солнечной активности. Из графиков следует, что в год с максимальной активностью амплитуда летней аномалии принимает минимальное значение. Показано, что в равноденственные месяцы аномалия не проявляется в суточном ходе максимума электронной концентрации F2-слоя. Максимальный эффект аномалии проявляется в летние месяцы июнь-август. Максимальное значение электронной концентрации в вечернем пике приходится на зенитные углы Солнца, когда ионизирующее излучение практически перестает поступать на высоты максимума F2-слоя. Аномалия отчетливо проявляется в минимуме солнечной активности, и она практически не заметна в максимуме. Показано, что параметры летней аномалии на границе зоны Северо-Восточной Азии (Алма-Ата, 76°55'Е) изменяются незначительно по сравнению с параметрами ее центра (Япония, 130°Е). Обсуждены механизмы образования аномалии, а также ее суточного и сезонного поведения.

Введение. Известно, что летом суточные вариации электронной плотности среднеширотного F2 слоя ионосферы (NmF2) отклоняются от поведения, характерного для простого слоя, контролируемого потоком солнечной радиации. Впервые этот эффект был обнаружен над Антарктикой [1, 2]. Этот эффект получил название "аномалия моря Уэдделла" (WSA –Weddell Sea Anomaly). Аномалия поведения состоит в том, что суточный ход электронной концентрации в максимуме F2-слоя обнаруживает два максимума, наблюдаемых вблизи местного полудня и в первой половине ночи. С развитием спутниковых технологий исследования WSA приобрели значительные масштабы [3-8]. Аналогичный эффект был обнаружен и в Северном полушарии в летние месяцы [9, 10]. Rishbeth [9] интерпретировал этот эффект, как результат позднего захода Солнца и термосферного ветра, смещающего слой на большие высоты в то время, когда еще происходит фотоионизация ионосферы.

Суточные аномалии, наблюдаемые в Северном и Южном полушариях, получили название среднеширотной летней ночной аномалии (MSNA - midlatitude summer nighttime anomaly) [11, 12]. Моделирование MSNA было проведено с использованием современных атмосферно-ионосферных моделей [13–17]. В результате измерений и моделирования было показано, что MSNA образуется в результате комбинации эффектов нейтрального ветра, смещающего плазму по вертикали в существующей конфигурации геомагнитного поля, и фотоионизации на заходе Солнца. Среди этих механизмов, эффект зависимости скорости вертикального дрейфа плазмы, вызванного нейтральным ветром, от конфигурации геомагнитного поля, особенно магнитного наклонения, играет доминирующую роль. Максимальные амплитуды эффекта наблюдаются на долготах, соответствующих максимальному расстоянию геомагнитного от географического экватора. Для Южного полушария эти долготы расположены вблизи 30° W (с максимальной амплитудой в области WSA), для Северного полушария эти долготы расположены вблизи 135° E (аномалия Северо-Восточной Азии (ENA) с максимальной амплитудой на долготах Японии и Охотского моря [4]. В работе [18] было показано, что зона ENA имеет пространственную протяженность около 8000 км в направлении восток-запад и ~3000 км в направлении север-юг. Согласно этим оценкам, Алматинский меридиан (76°55'Е) расположен на западном краю долготного сектора аномалии Северо-Восточной Азии, поэтому изучение характеристик последней на этой долготе представляет значительный интерес. Настоящая работа посвящена анализу поведения MSNA над Алматы, полученного по данным вертикального зондирования ионосферы.

Методы и результаты исследования. Наблюдения ионосферы проводятся в Институте ионосферы на цифровом ионозонде, сопряженном с компьютером, который предназначен для сбора, хранения и обработки ионограмм в цифровом виде. Информация считывается с ионограмм полуавтоматическим методом. Зондирование ионосферы осуществлялось в 15 – минутном режиме.

Первичная обработка ионограмм включает считывание значений критической частоты слоя F2 (f_0F2). Ионозонд обеспечивает точность считывания $f_0F2 \sim 0.05$ МГц. Критическая частота слоя (в МГц) связана с электронной концентрацией в максимуме слоя (NmF2), выражаемой количеством электронов в кубическом сантиметре, соотношением $NmF2 = 1.24 \cdot 10^4 f_0F2^2$. Для анализа суточного поведения NmF2 в отдельные месяцы мы использовали ее медианные значения, принимая во внимание значительный день ото дня разброс NmF2 и то обстоятельство, что в отличие от среднего значения величина медианы меньше реагирует на отдельные большие отклонения электронной концентрации, которые могут иметь место во время магнитных бурь.

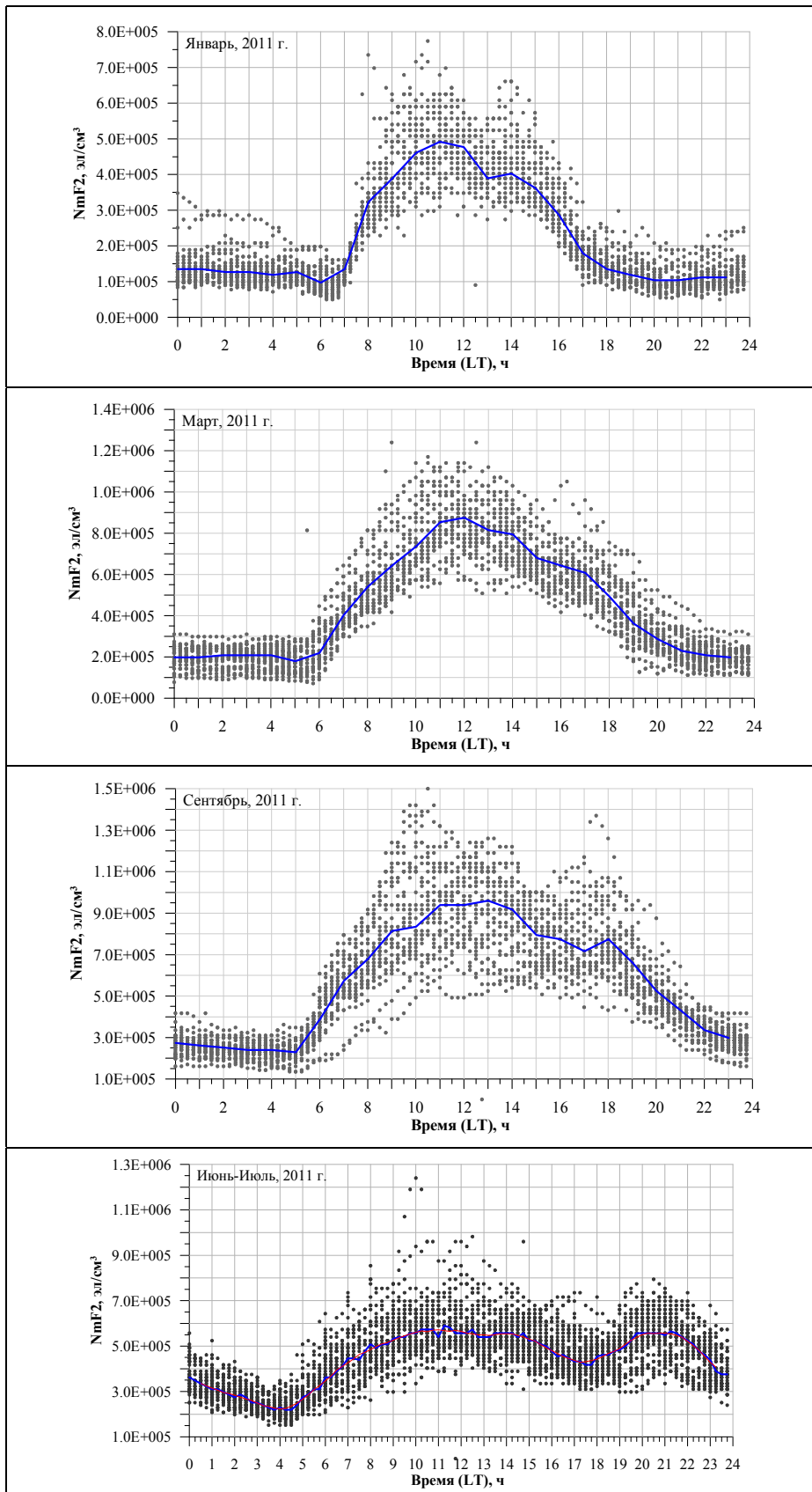


Рисунок 1 – Суточный ход электронной концентрации в максимуме F2-слоя в январе, марте, сентябре и июне-июле 2011 г.

Для сравнения суточного хода NmF2 в разные сезоны мы построили поведение электронной концентрации в январе, марте, сентябре и июне-июле 2011 г. (рисунок 1). Точки представляют единичные измерения NmF2. Сплошной кривой изображена медиана, ход которой позволяет исключить заметный день ото дня разброс концентрации, вызванный различными возмущениями, обусловленными вариациями солнечного ионизирующего излучения, флуктуациями плотности и состава термосферы, а также источниками волновых процессов разнообразной природы. Большая часть данных измерений электронной концентрации, анализированных нами, были получены при низкой магнитной активности ($Dst > -50$ nT). Относительная продолжительность измерений, во время которых наблюдалась умеренная магнитная активность ($Dst \leq -50$ nT), составила в июне-июле 1999г. - 0.5%, в июне-июле 2012г. - 11%, в июне-июле 2011г. - 0.5%, в июне-июле 2008г. - 0%, январе 2011г. - 0%, марте 2011г. - 5% и сентябре 2011 г. - 7.3%. Из этого следует, что возмущения электронной концентрации, связанные с увеличенной геомагнитной активностью, не могли повлиять на визуализацию летней аномалии.

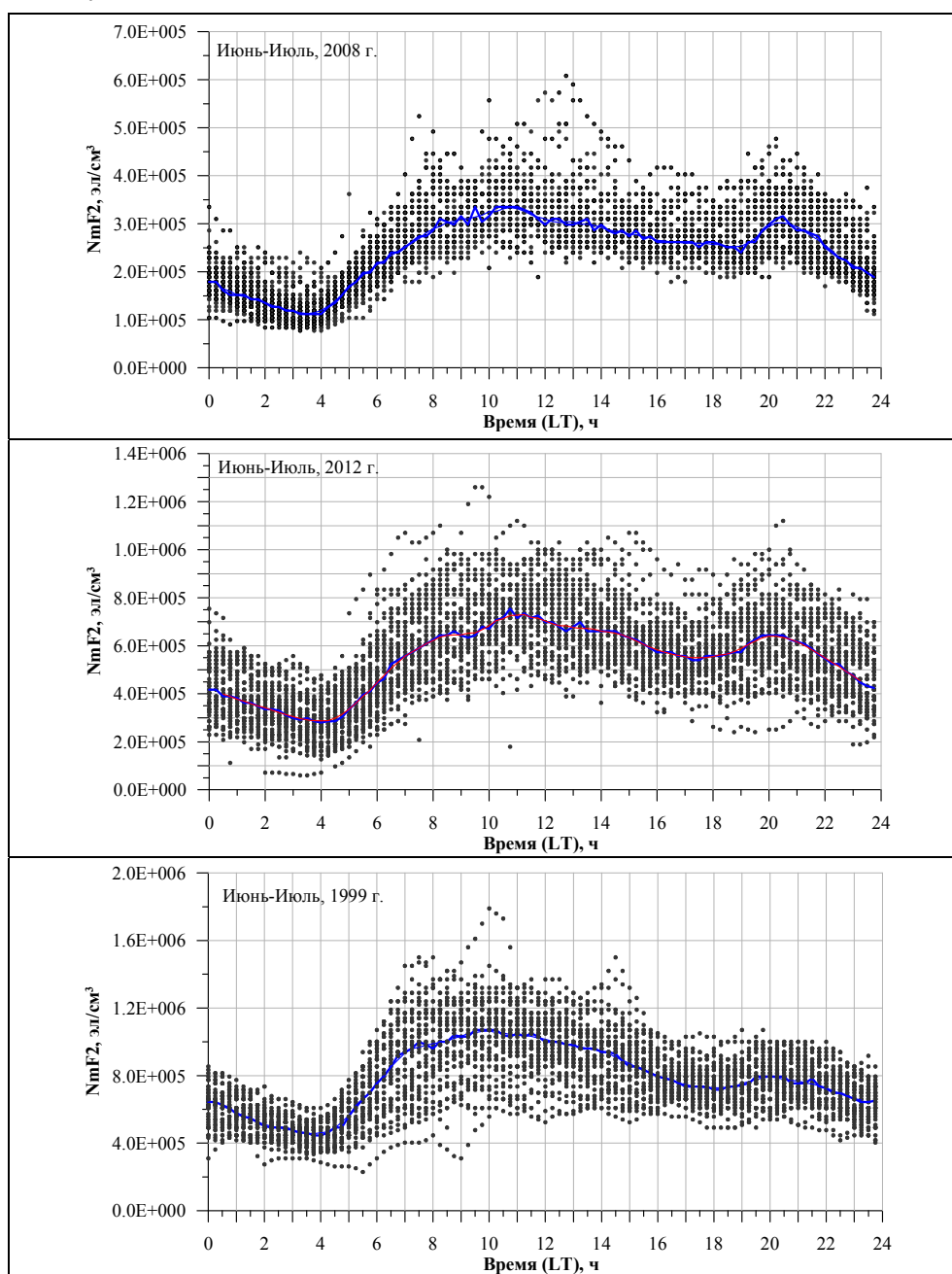


Рисунок 2 – Суточный ход электронной концентрации в максимуме F2-слоя в июне-июле 2008, 2012 и 1999 гг.

Количество электронов, произведенных за счет фотоионизации, зависит от зенитного угла солнца и плотности потока ионизирующего излучения. Поэтому ионизация простого ионосферного слоя (слоя Чепмена) должна следовать зенитному углу солнца, достигающему максимального значения в местный полдень. Суточные поведения медианы NmF2, построенные по январским, мартовским и сентябрьским наблюдениям, хорошо соответствует Чепменовскому слою. Летняя же медиана обнаруживает заметное отклонение (летнюю аномалию), характеризующееся ночным максимумом ионизации, существующим наряду с дневным максимумом.

Для численной оценки летней аномалии введем следующие параметры: 1) амплитуду, представляющую отношение максимального ночного значения NmF2 к дневному, 2) время, соответствующее пику ночного максимума NmF2. Величина этих параметров зависит от солнечной активности, как это видно из рис. 2, где приведены суточные зависимости NmF2, построенные для июня-июля 2008, 2012 и 1999 гг., для которых значения солнечного потока F10.7 были равны 65.8, 128 и 168 соответственно. Из графиков следует, что в год с максимальной активностью амплитуда летней аномалии принимает минимальное значение.

Обсуждение результатов. Далее мы сравнили полученные нами в 2008 г. результаты с результатами измерений, проведенных в Японии в июле 2008 г. в центре зоны ENA [6]. Эти измерения проводились радиозатменным методом, позволяющим получать профиль электронной концентрации, начиная с основания слоя и до высот, заметно превышающих высоту максимума слоя. Авторами было показано, что местное время, соответствующее пику ночного максимума, зависит от географической широты – время сдвигается по направлению к полуночи при увеличении широты. Для широты 45°N , практически совпадающей с широтой Алматы, это время оказалось равным 20:30, что точно совпадает с временем, полученным нами. Амплитуды аномалий были также близки. Если в Японии она равнялась 1.02, то у нас ее величина составила 0.91. Это говорит о том, что параметры аномалии на границе зоны ENA (Алматы, $76^{\circ}55'\text{E}$) и в ее центре (130°E) изменяются незначительно. Заметим, что мы проводили измерения NmF2 в максимуме F2-слоя, поэтому и сравнения параметров осуществлялось для аномалии, наблюдаемой в NmF2.

В то же время в работе [14] показано, что, если измерения концентрации проводить на фиксированных высотах, то заметно возрастает амплитуда аномалии, достигая на отдельных высотах значения 2.0. Причина этого эффекта становится ясной из рассмотрения вопроса о механизме формирования летней аномалии. Электронная концентрация в F2-слое определяется процессами производства, потерь и переноса. Процесс производства (фотоионизация) имеет место в дневные часы, когда ионосфера освещена солнцем. Ночью производство плазмы мало. Скорость химических потерь плазмы сильно зависит от высоты, так как она определяется плотностью нейтральной компоненты атмосферы, участвующей в столкновениях с заряженной компонентой. Скорость переноса плазмы определяется скоростью меридионального ветра. В зависимости от направления меридионального ветра плазма переносится на большие высоты (ветер направлен к экватору), где скорость рекомбинации мала, или на меньшие высоты (ветер направлен к полюсу), где велики потери. Ионосфера целиком перемещается вверх ночью направленным к экватору, и вниз днем, направленным к полюсу нейтральным ветром, так что hmF2 выше ночью, чем днем. Это приводит к тому, что некоторая фиксированная высота оказывается ночью ближе к максимуму слоя, чем днем. Эти физические и геометрические эффекты, скомбинированные вместе, объясняют то, почему суточная аномалия более отчетливо видна в поведении Ne на фиксированных высотах, чем в поведении NmF2. То, почему описанные выше механизмы приводят к аномалии в летние месяцы, объясняется тем, что согласно наблюдениям и модели горизонтального ветра, ветер, направленный к экватору, появляется летом на средних широтах около 15 LT, значительно раньше, чем в другие сезоны, а фотоионизация перед заходом солнца является необходимым фактором, который в комбинации с подъемом ионосферы на высоты незначительной рекомбинации, приводит к формированию ночного увеличения NmF2.

В работе [13] представлены результаты модельных расчетов глобального распределения электронной концентрации на разработанной модели верхней атмосферы Земли (UAM – Upper Atmosphere Model) [19–21], включающей термосферу, ионосферу и плазмосферу и учитывающую несовпадение геомагнитного и географического полюсов Земли. Как показали модельные расчеты, аномалия в северном и южном полушариях формируется на долготах, на которых геомагнитный

экватор оказывается максимально смещенным относительно географического в летнее полушарие. Для проверки роли этого эффекта в формировании обеих аномалий авторы провели расчеты глобального распределения электронной концентрации в F2-области ионосферы с совмещенными координатами географического и геомагнитного полюсов. Оказалось, что в таком случае MSNA практически исчезала, как в северном, так и в южном полушариях, доказывая тем самым, что несовпадение геомагнитной и географической осей Земли играет необходимую роль в формировании и долготном распределении MSNA.

Выводы. Исследована морфология среднеширотной летней ночной аномалии над Алма-Атой для разных сезонов и уровней солнечной активности по данным вертикального зондирования ионосферы за 7 месяцев 2011 г. и летние месяцы 1999 г., 2008 г. и 2012 г. Показано, что в равноденственные месяцы аномалия не проявляется в суточном ходе максимума электронной концентрации F2-слоя. Максимальный эффект аномалии проявляется в летние месяцы июнь-август. Максимальное значение электронной концентрации в вечернем пике приходится на зенитные углы Солнца, когда ионизирующее излучение практически перестает поступать на высоты максимума F2-слоя. Аномалия отчетливо проявляется в минимуме солнечной активности, и она практически не заметна в максимуме. Показано, что параметры летней аномалии на границе зоны Северо-Восточной Азии (Алма-Ата, $76^{\circ}55'E$) изменяются незначительно по сравнению с параметрами ее центра (Япония, $130^{\circ}E$). Обсуждены механизмы образования аномалии, а также ее суточного и сезонного поведения.

Работа выполнена по РБП-076 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности, транспорта и коммуникаций» в рамках целевой программы

«Развитие методов мониторинга и исследований космического пространства на базе современных информационных технологий» (Шифр О.0674), подпрограмма 2. «Развитие методов исследования ближнего космоса с использованием информационных технологий»:

- тема «Изучить структуру и динамику потока космических лучей, геомагнитного поля, ионосферы и атмосферы с целью диагностики и прогноза состояния ближнего космоса», Регистрационный номер (РН) 0115PK01275.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bellchambers W.H., Piggott W.R. Ionospheric measurements made at Halley Bay. *Nature*. Vol. 182. 1958. P.1596-1597.
- [2] Penndorf R. The average ionospheric conditions over the Antarctic in Geomagnetism and Aeronomy. *Antartic Research Series*. N 4. 1965. P.1-45.
- [3] Burns A.G., Zeng Z., Wang W., Lei J., Solomon S.C., Richmond A.D., Killeen T.L., Kuo Y.-H. Behavior of the F2 peak ionosphere over the South Pacific at dusk during quiet summer conditions from COSMIC data. *Journal of Geophysical Research*. Vol.113. A12305. 2008. doi:10.1029/2008JA013308.
- [4] He M., Liu L., Wan W., Ning B., Zhao B., Wen J., Yue X., Le H. A study of the Weddell Sea Anomaly observed by FORMOSAT-3/COSMIC. *Journal of Geophysical Research*. Vol.114. A12309. 2009. doi:10.1029/2009JA014175.
- [5] Horvath I., Essex E.A. The Weddell Sea Anomaly observed with the TOPEX satellite data. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. Vol. 65. 2003.P.693-706.
- [6] Horvath I., Lovell B.C. An investigation of the northern hemisphere midlatitude nighttime plasma density enhancements and their relations to the midlatitude nighttime trough during summer. *Journal of Geophysical Research*. Vol.114. A08308. 2009. doi:10.1029/2009JA014094.
- [7] Horvath I., Lovell B.C. Distinctive plasma density features of the topside ionosphere and their electrodynamic investigated during southern winter. *Journal of Geophysical Research*. Vol.114. A01304. 2009. doi:10.1029/2009JA013683.
- [8] Horvath I., Lovell B.C. Investigation of the southern daytime midlatitude trough's relation with the daytime Weddell Sea Anomaly during equinoxes. *Journal of Geophysical Research*. Vol.115. A01302. 2010. doi:10.1029/2008JA014.
- [9] Rishbeth H. The effect of winds on the ionospheric F2-peak. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. Vol. 30. 1968. P. 63-71.
- [10] Jee G., Burns A.G., Kim Y.-H., Wang W. Seasonal and solar activity variations of the Weddell Sea Anomaly observed in the TOPEX total electron content measurements. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 114. A04307. 2009. doi: 10.1029/2008JA013801.
- [11] Thampi S.V., Lin C., Liu H., Yamamoto M. First tomographic observations of the Midlatitude Summer Nighttime Anomaly over Japan. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 114. A10318. 2009. doi:10.1029/2009JA014439.
- [12] Lin, C. H., C. H. Liu, J. Y. Liu, C. H. Chen, A. G. Burns, and W. Wang. Midlatitude summer nighttime anomaly of the ionospheric electron density observed by FORMOSAT - 3/COSMIC. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 115. A03308. 2010. doi:10.1029/2009JA014084.
- [13] Князева М.А., Зубова Ю.В., Намгаладзе А.А. Численное моделирование аномалии моря Уэдделла в поведении F2-области ионосферы. *Вестник МГТУ*. Т. 13. № 4/2. 2010. С.1068-1077.

- [14] Thampi S. V., Balan N., Lin C., Liu H., and Yamamoto M. Mid-latitude Summer Nighttime Anomaly (MSNA) – observations and model simulations. *Ann. Geophys.* Vol. 29. 2011. P. 157–165.
- [15] Lin C.H., Liu J.Y., Cheng C.Z., Chen C.H., Liu C.H., Wang W., Burns A.G., Lei J. Three-dimensional ionospheric electron density structure of the Weddell Sea Anomaly. *Journal of Geophysical Research.* Vol.114. A02312. 2009. doi: 10.1029/2008JA013455.
- [16] Pavlov A.V., Pavlova N.M. Anomalous nighttime peaks in diurnal variations of NmF2 close to the geomagnetic equator: A statistical study. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics.* Vol. 69. 2007. P.1871-1883. doi:10.1016/j.jastp.2007. 07.003.
- [17] Карпачёв А.Т., Гасилов Н.А., Карпачев О.А. Причины долготных вариаций NmF2 на средних и субавроральных широтах в летних ночных условиях. *Геомагнетизм и аэронавигация*, Т. 50, № 4, С.1-7, 2010.
- [18] Liu H., Thampi S.V., Yamamoto M. Phase reversal of the diurnal cycle in the midlatitude ionosphere. *Journal of Geophysical Research.* Vol.115. A01305. 2010. doi: 10.1029/2009JA014689.
- [19] Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., Yurik R.Yu. High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere. *Reports of MGTU.* Vol. 1. 1998. P. 23-84.
- [20] Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Bessarab F.S., Surotkin V.A., Glushchenko T.A., Naumova N.M. Global model of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system. *Pure and Applied Geophysics.* Vol.127. 1988. P. 219-254.
- [21] Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Surotkin V.A., Naumova N.M. Numerical modeling of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics.* Vol. 53. 1991. P.1113-1124.

REFERENCES

- [1] Bellchambers W.H., Piggott W.R. Ionospheric measurements made at Halley Bay. *Nature.* Vol. 182. 1958. P.1596-1597.
- [2] Penndorf R. The average ionospheric conditions over the Antarctic in Geomagnetism and Aeronomy. *Antartic Research Series.* N 4. 1965. P.1-45.
- [3] Burns A.G., Zeng Z., Wang W., Lei J., Solomon S.C., Richmond A.D., Killeen T.L., Kuo Y.-H. Behavior of the F2 peak ionosphere over the South Pacific at dusk during quiet summer conditions from COSMIC data. *Journal of Geophysical Research.* Vol.113. A12305. 2008. doi:10.1029/2008JA013308.
- [4] He M., Liu L., Wan W., Ning B., Zhao B., Wen J., Yue X., Le H. A study of the Weddell Sea Anomaly observed by FORMOSAT-3/COSMIC. *Journal of Geophysical Research.* Vol.114. A12309. 2009. doi:10.1029/2009JA014175.
- [5] Horvath I., Essex E.A. The Weddell Sea Anomaly observed with the TOPEX satellite data. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics.* Vol. 65. 2003. P.693-706.
- [6] Horvath I., Lovell B.C. An investigation of the northern hemisphere midlatitude nighttime plasma density enhancements and their relations to the midlatitude nighttime trough during summer. *Journal of Geophysical Research.* Vol.114. A08308. 2009. doi:10.1029/2009JA014094.
- [7] Horvath I., Lovell B.C. Distinctive plasma density features of the topside ionosphere and their electrodynamic investigated during southern winter. *Journal of Geophysical Research.* Vol.114. A01304. 2009. doi:10.1029/2009JA013683.
- [8] Horvath I., Lovell B.C. Investigation of the southern daytime midlatitude trough's relation with the daytime Weddell Sea Anomaly during equinoxes. *Journal of Geophysical Research.* Vol.115. A01302. 2010. doi:10.1029/2008JA014.
- [9] Rishbeth H. The effect of winds on the ionospheric F2-peak. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics.* Vol. 30. 1968. P. 63–71.
- [10] Jee G., Burns A.G., Kirn Y.-H., Wang W. Seasonal and solar activity variations of the Weddell Sea Anomaly observed in the TOPEX total electron content measurements. *Journal of Geophysical Research.* Vol. 114. A04307. 2009. doi: 10.1029/2008JA013801.
- [11] Thampi S.V., Lin C., Liu H., Yamamoto M. First tomographic observations of the Midlatitude Summer Nighttime Anomaly over Japan. *Journal of Geophysical Research.* Vol. 114. A10318. 2009. doi:10.1029/2009JA014439.
- [12] Lin, C. H., C. H. Liu, J. Y. Liu, C. H. Chen, A. G. Burns, and W. Wang. Midlatitude summer nighttime anomaly of the ionospheric electron density observed by FORMOSAT - 3/COSMIC. *Journal of Geophysical Research.* Vol. 115. A03308. 2010. doi:10.1029/2009JA014084.
- [13] Knyazeva V.A., Zubova Yu.V. Namgaladze A.A. Numerical simulation of the Weddell Sea Anomaly in behavior of ionospheric F2 layer. *Reports of MGTU.* Vol. 13. N 4/2. 2010. P. 1068-1077. (In Russ.).
- [14] Thampi S. V., Balan N., Lin C., Liu H., and Yamamoto M. Mid-latitude Summer Nighttime Anomaly (MSNA) – observations and model simulations. *Ann. Geophys.* Vol. 29. 2011. P. 157–165.
- [15] Lin C.H., Liu J.Y., Cheng C.Z., Chen C.H., Liu C.H., Wang W., Burns A.G., Lei J. Three-dimensional ionospheric electron density structure of the Weddell Sea Anomaly. *Journal of Geophysical Research.* Vol.114. A02312. 2009. doi: 10.1029/2008JA013455.
- [16] Pavlov A.V., Pavlova N.M. Anomalous nighttime peaks in diurnal variations of NmF2 close to the geomagnetic equator: A statistical study. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics.* Vol. 69. 2007. P.1871-1883. doi:10.1016/j.jastp.2007. 07.003.
- [17] Karpachev A.T., Gasilov N.A., Karpachev O.A. Reasons of longitude variations of NmF2 on middle and sub-auroral latitudes in summer nights. *Geomagnetizm and aeronomy.* Vol. 50, N 4. 2010. P. 1-7. (in Russ.).
- [18] Liu H., Thampi S.V., Yamamoto M. Phase reversal of the diurnal cycle in the midlatitude ionosphere. *Journal of Geophysical Research.* Vol. 115. A01305. 2010. doi: 10.1029/2009JA014689.

[19] Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., Yurik R.Yu. High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere. *Reports of MGTU*. Vol.1. 1998. P. 23-84.

[20] Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Bessarab F.S., Surotkin V.A., Glushchenko T.A., Naumova N.M. Global model of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system. *Pure and Applied Geophysics*. Vol.127. 1988. P. 219-254.

[21] Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Surotkin V.A., Naumova N.M. Numerical modelling of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. Vol. 53. 1991. P.1113-1124.

АЛМАТЫ ҮСТІНДЕ ИОНОСФЕРАДАҒЫ ЖАЗҒЫ ТҮНДЕГІ ҚАЛЫПСЫЗДЫҚТАРДЫҢ ӘСЕРІ

А. Ф. Яковец¹, Г. И. Гордиенко¹, Ю. Г. Литвинов¹, Н. Абдрахманов²

¹«Ионосферы институт» ЕЖШС, «ҰҒЗТО» АҚ, Алматы, Қазақстан,

²Қорқыт ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда, Қазақстан

Тірек сөздер: ионосфера, тік барлау, орташа ендіктегі жазғы түндегі қалыпсыздық.

Аннотация. 2011 ж. 7 айлары және 1999 ж., 2008 ж. және 2012 ж. жазғы айлары үшін ионосфераны тік барлау бойынша күн белсенділіктің әртүрлі маусымдары және деңгейлері үшін Алма-ата үстінде орташа ендіктегі жазғы түндегі қалыпсыздықтардың морфологиясы зерттелді. жазғы түндегі қалыпсыздықтардың эффективтілігін сандық бағалау үшін амплитуданың (NmF2) F2-қабаттағы электрондардың концентрациясының максималды түндегі мәндерінің түндегі NmF2 максималды шыңына сәйкес уақыттағы күндізгі мәндеріне қатынасын ұсындық. 2008, 2012 и 1999 жж. маусым-шілде айлары үшін сипаттамасы бойынша F10.7 күн ағынының мәндері сәйкесінше 65.8, 128 және 168 тең болатын параметрлердің шамасы күн белсенділіктерден тәуелді тәуелділіктер NmF2 көрсетілген. Графиктерден жыл ішінде жазғы қалыпсыздықтардың максимал белсенділіктердің амплитудасы ең төменгі мәндерді қабылдап жатқаны көрсетілген. Күн мен түннің теңескен айларында қалыпсыздық F2-қабатында электрондық концентрациясының максималды тәуелділік жүрісінде байқалмайды. Қалыпсыздықтардың максималды әсері жаздың маусым-тамыз айларында байқалып жатыр. Иондалған сәулеленудің F2-қабатында максимум биіктіктерге түсуі тоқтаған кезде электрондық концентрациясының максималды мәндерінің кешкі шыңдары кезінде Күннің зениттік бұрыштарына дәл келеді. Қалыпсыздық күн белсенділігінің минимумында айқындалып жатыр және максимум кезінде негізінен байқалмайды. Солтүстік - шығыс Азия аймақтарының шекарасында жазғы қалыпсыздықтар параметрлері (Алма - ата, 76°55'Е) оның орталықтағы (Жапония 130°Е) параметрлерімен салыстырғанда болмашы ғана өзгереді. Қалыпсыздықтардың пайда болу механизмі және оның тәуелділік және маусымдық тәртіптері туралы талқыланды.

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.