

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

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**

5 (315)

**ҚЫРКУЙЕК – ҚАЗАН 2017 Ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 Г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2017**

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 ы
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Жұмаділдаев А.С. проф., академик (Қазақстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Қазақстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Өмірбаев У.У. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Жүсіпов М.А. проф. (Қазақстан)
Жұмабаев Д.С. проф. (Қазақстан)
Асанова А.Т. проф. (Қазақстан)
Бошқаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Қырғыстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Белорус)
Пашаев А. проф., академик (Әзірбайжан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

Джумадильдаев А.С. проф., академик (Казахстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Казахстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умирбаев У.У. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Жусупов М.А. проф. (Казахстан)
Джумабаев Д.С. проф. (Казахстан)
Асанова А.Т. проф. (Казахстан)
Бошкаев К.А. доктор PhD (Казахстан)
Сураган Д. чл.-корр. (Казахстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Кыргызстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Беларусь)
Пашаев А. проф., академик (Азербайджан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

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, 2017

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

E d i t o r i n c h i e f
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

Dzhumadildayev A.S. prof., academician (Kazakhstan)
Kalmenov T.Sh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhantayev Zh.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umirbayev U.U. prof. corr. member. (Kazakhstan)
Zhusupov M.A. prof. (Kazakhstan)
Dzhumabayev D.S. prof. (Kazakhstan)
Asanova A.T. prof. (Kazakhstan)
Boshkayev K.A. PhD (Kazakhstan)
Suragan D. corr. member. (Kazakhstan)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Dzhunushaliyev V.D. prof. (Kyrgyzstan)
Vishnevskiy I.N. prof., academician (Ukraine)
Kovalev A.M. prof., academician (Ukraine)
Mikhalevich A.A. prof., academician (Belarus)
Pashayev A. prof., academician (Azerbaijan)
Takibayev N.Zh. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Tiginyanu I. prof., academician (Moldova)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

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, 2017

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 5, Number 315 (2017), 44 – 49

A.F. Yakovets, G.I. Gordienko, S.V. Kryukov, B.T. Zhumabayev, Yu.G. Litvinov

«Institute of Ionosphere» JSC «National Center of Space Research and Technology», Almaty
artyak40@mail.ru

DAY-TO-DAY VARIABILITY OF ELECTRON CONCENTRATION IN THE IONOSPHERIC F_2 LAYER MAXIMUM

Abstract. The analysis of the day-to-day variations in the electron concentration at the maximum of the F_2 layer was carried out on the basis of measurements of the critical frequency of the ionospheric F_2 layer (foF_2) over Almaty in 1999 (high solar activity), 2008 (low activity), 2011 and 2012 (average activity). Autocorrelation functions and spectra of variations were calculated, which showed the existence of two types of day-by-day variations in the electron concentration at the maximum of the F_2 layer. To the first type, representing the stochastic day from the day of variation, 56% of all the cases considered were attributed. To the second type, which represents a superposition of stochastic and quasiperiodic variations of foF_2 , 44% of all cases considered were attributed. An analysis of all the spectra obtained showed that the periods of quasiperiodic variations of foF_2 are distributed in the interval of 2-16 days. This interval corresponds to the range of planetary waves generated in the lower layers of the atmosphere, and penetrating to the heights of the thermosphere. It is shown that: a) the values of the relative mean-square deviations are minimal in the daytime and they do not depend on the level of solar activity, b) the night values of the root-mean-square deviations significantly exceed the daytime deviations, with the maximum deviation occurring at the after-midnight hours.

Key words: ionosphere, vertical sounding, electron concentration in the F_2 layer maximum.

УДК 550.383

А.Ф. Яковец, Г.И. Гордиенко, С.В. Крюков, Б.Т. Жумабаев, Ю.Г. Литвинов

ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы,

ДЕНЬ ОТО ДНЯ ВАРИАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В МАКСИМУМЕ F_2 -СЛОЯ ИОНОСФЕРЫ

Аннотация. Проведен анализ день ото дня вариаций электронной концентрации в максимуме F_2 -слоя на основе данных измерений критической частоты F_2 -слоя ионосферы (foF_2) над Алматы за 1999 г. (высокая солнечная активность), 2008 г. (низкая активность), 2011 г. и 2012 г. (средняя активность). Рассчитаны автокорреляционные функции и спектры вариаций, показавшие существование двух типов день ото дня вариаций электронной концентрации в максимуме F_2 -слоя. К первому типу, представляющему стохастические день ото дня вариации, было отнесено 56% от всех рассмотренных случаев. Ко второму типу, представляющему суперпозицию стохастических и квазипериодических вариаций foF_2 , было отнесено 44% от всех рассмотренных случаев. Анализ всех полученных спектров показал, что периоды квазипериодических вариаций foF_2 распределены в интервале 2 – 16 дней. Этот интервал соответствует диапазону планетарных волн, генерируемых в нижних слоях атмосферы, и проникающих на высоты термосферы. Показано, что: а) значения относительных среднеквадратичных отклонений минимальны в дневное время и они не зависят от уровня солнечной активности, б) ночные значения среднеквадратичных отклонений заметно превышают дневные, при этом максимум отклонений приходится на послеполуночные часы.

Ключевые слова: ионосфера, вертикальное зондирование, день ото дня вариации электронной концентрации.

Введение. Эмпирические модели ионосферы играют важную роль в исследовании солнечно-земных связей. Признанная международным сообществом международная модель ионосферы IRI (International Reference Ionosphere), созданная на основе надёжных экспериментальных данных зондирования ионосферы, позволяет получать усредненные за месяц данные об электронной плотности и температуре, ионной температуре и составе в высотном интервале 60 – 1500 км. Изменчивость характеристик $F2$ -слоя ионосферы, представляющая разброс данных, полученных на основе их одноразовых измерений, вокруг их среднемесячных значений является общепризнанным фактом, который следует принимать во внимание при практическом использовании ионосферных моделей [1, 2]. В работах [3, 4] было замечено, что день ото дня изменения электронного содержания максимума $F2$ -слоя были обусловлены в основном стохастическими механизмами. В работе [5] было получено, что день ото дня изменчивость электронного содержания превышает час от часу изменчивость. Исследование изменчивости значительно увеличивает практическую пользу ионосферных моделей, поэтому целью настоящей работы является изучение изменчивости электронного содержания максимума $F2$ -слоя над Алматы для разного времени суток при различных величинах солнечной активности.

Результаты исследований. 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 включала считывание значений критической частоты слоя $F2$ (f_oF2) с точностью считывания ~ 0.05 МГц. Критическая частота слоя связана с электронной концентрацией в максимуме слоя ($NmF2$), выражаемой количеством электронов в кубическом сантиметре, соотношением $NmF2 = 1.24 \cdot 10^4 f_oF2^2$. Для исследования поведения статистических параметров день ото дня вариаций электронной концентрации в максимуме $F2$ -слоя использованы данные измерений критической частоты $F2$ -слоя ионосферы (f_oF2) над Алматы за 1999 г. (высокая солнечная активность), 2008 г. (низкая активность), 2011 г. и 2012 г. (средняя активность).

Для визуального контроля суточного хода и день ото дня изменчивости f_oF2 и электронной концентрации в максимуме слоя значения критических частот, полученные в течение конкретного месяца, представлялись в графическом виде (рис. 1). На рисунке значения $NmF2$ отображены в виде отдельных точек. Линия представляет суточное поведение медианного значения $NmF2$.

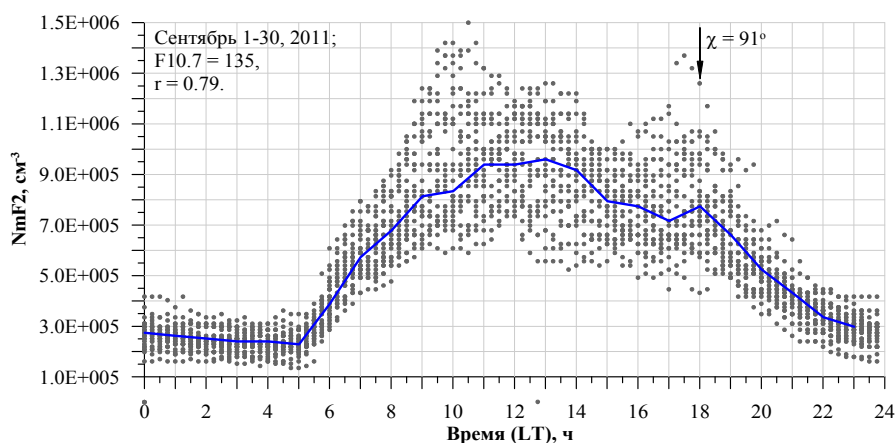


Рисунок 1 - Суточное поведение электронной концентрации в максимуме $F2$ -слоя ионосферы над Алматы в сентябре 2011 г.

Значительный день ото дня разброс значений электронной концентрации в максимуме $F2$ -слоя ионосферы требует проведения анализа статистических параметров и, в частности, автокорреляционных функций f_oF2 . Рассчитанные автокорреляционные функции рядов, представляющих отсчеты значений f_oF2 для конкретного времени суток в последовательные дни, показали существование различного типа день ото дня вариаций электронной концентрации в максимуме

$F2$ -слоя. К первому типу, представляющему стохастические день ото дня вариации (примеры автокорреляционных функций приведены на двух верхних панелях рис.2), было отнесено 56% от всех рассмотренных случаев. Ко второму типу, представляющему суперпозицию стохастических и квазипериодических вариаций $foF2$, было отнесено 44% от всех рассмотренных случаев (примеры автокорреляционных функций приведены на двух нижних панелях).

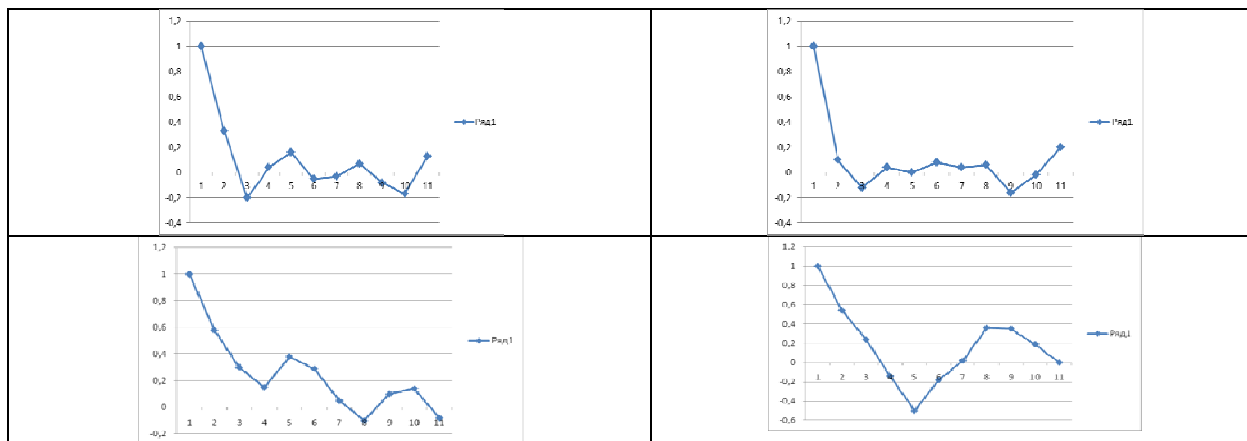


Рисунок 2 - Автокорреляционные функции вариаций $foF2$ разного типа

Спектральный анализ рядов, представляющих значения $foF2$ для конкретного времени суток в последовательные дни проведен методом Блекмана-Тьюки. Верхние две панели показывают примеры существования периодических компонент в день ото дня вариациях $foF2$. Анализ всех полученных спектров показал, что периоды квазипериодических вариаций $foF2$ распределены в интервале 2 – 16 дней. Этот интервал соответствует диапазону планетарных волн, генерируемых в нижних слоях атмосферы, и проникающих на высоты термосферы. Нижние две панели представляют примеры спектров стохастических вариаций $foF2$.

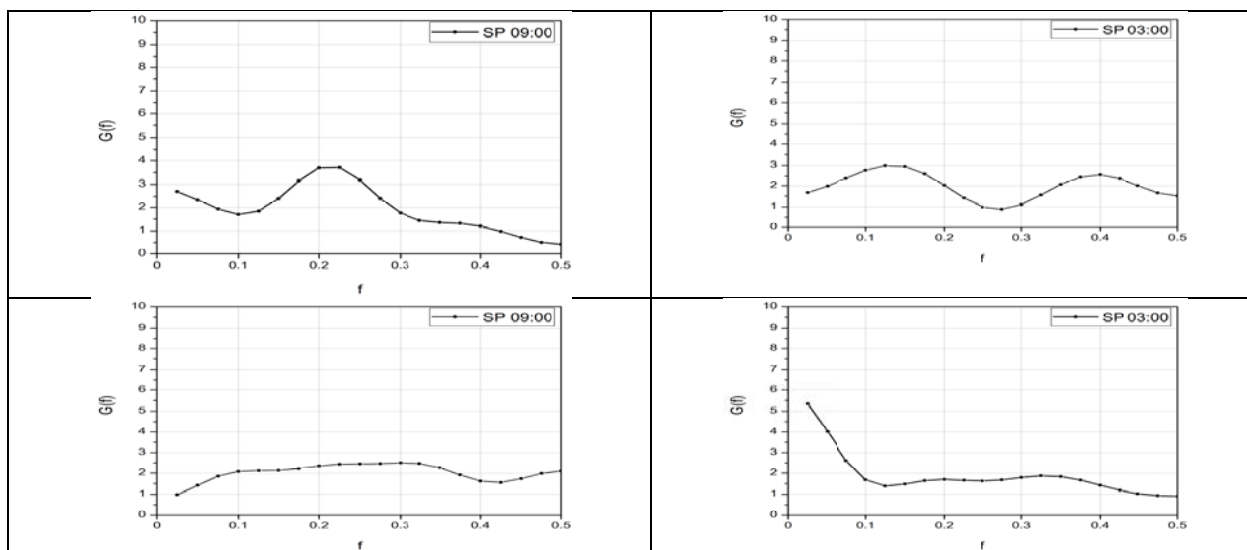


Рисунок 3 - Разные типы спектров вариаций $foF2$

Стохастические вариации электронной концентрации в $F2$ -слое (высота более 150 км), по-видимому, говорят о его турбулентной структуре. Известно, что образование турбулентности выше турбопаузы (~ 100км) затруднено, что обусловлено ростом молекулярной вязкости с высотой. Теплопроводность и вязкость стремятся сгладить любые мелкомасштабные градиенты

температурного и ветрового поля. Однако в верхней атмосфере источником турбулентности может быть разрушение идущих из нижней атмосферы внутренних волн, в результате нелинейного взаимодействия планетарных волн и приливов. Диссипация энергии турбулентных движений может оказывать влияние на стохастические вариации электронной концентрации в F2-слое ионосферы.

Физические механизмы, определяющие разброс критических частот или электронной концентрации в максимуме F2-слоя, довольно многочисленны. Существует много факторов, таких как солнечная радиация, геомагнитная активность, внутренние атмосферные волны различных периодов и пространственных масштабов, которые могут приводить ко дню ото дня вариациям электронного содержания в F2-слоя ионосферы в фиксированное местное время. В работе [6] рассмотрели почти все возможные механизмы вариативности F2-слоя ионосферы и пришли к заключению, что их можно разделить на четыре класса: вариации 1) солнечного ионизирующего излучения, 2) солнечного ветра и геомагнитной активности, 3) метеорологических источников в нижней атмосфере и 4) электродинамических источников. Считается, что метеорологические источники по степени воздействия на F2-слой сравнимы с геомагнитными источниками и значительно больше солнечной компоненты.

Вариативность от различных источников имеет различные масштабы корреляции в пространстве. Это обусловлено тем, что некоторые источники глобальны, например, солнечная радиация, а некоторые локальны, например, метеорологические источники. Большая вариативность F2-слоя ночью по сравнению с днем обусловлена тем, что ночью возрастает энергия, поступающая в авроральный овал [6] из магнитосферы. Существенными источниками случайных флуктуаций $NmF2$ являются нерегулярные высыпания энергичных частиц из магнитосферы в авроральную зону, а также электрические поля и соответствующие токи магнитосферного происхождения. Приток энергии происходит в области авроральных овалов, при этом в ночном полушарии он больше, чем в дневном полушарии.

Крупномасштабные перемещающиеся ионосферные возмущения (КМ ПИВ) вызываются атмосферными гравитационными волнами (АГВ), генерируемыми в авроральной зоне во время геомагнитных возмущений [7], когда быстрое усиление авроральных электроджетов приводит к нагреву атмосферы. Процесс быстрого расширения и последующего сжатия атмосферы генерирует АГВ, распространяющуюся к экватору и вызывающую появление КМ ПИВ на пути ее распространения. Распространение АГВ в нейтральной атмосфере и их ионосферное проявление изучалось как экспериментально, так и теоретически в течение ряда лет. В работе [8] на основе анализа данных GPS приемников показано, что существует заметная вероятность (28% от полного числа) наблюдения КМ ПИВ и при спокойных магнитных условиях ($Kp \leq 3$). Типичные параметры КМ ПИВ в F-области ионосферы представляют следующие величины: периоды занимают диапазон 40 мин – 6 ч; горизонтальные длины волн – 1000–3000 км; фазовые скорости – 400–1000 м/с. При спокойных геомагнитных условиях вариативность вариативности F2-слоя обусловлена, в основном, метеорологическими источниками [9], к которым относятся проникающие снизу на ионосферные высоты внутренние волны. Эти волны в нейтральной атмосфере переносят значительное количество кинетической энергии из тропосферы вверх. В зависимости от пространственных и временных масштабов их разделяют на: 1) приливные колебания, 2) гравитационные и 3) планетарные волны. Спектральный анализ суточного хода параметров атмосферы, испытывающих приливные колебания, свидетельствует о том, что в верхней атмосфере отчетливо выражены главным образом полусуточные и суточные колебания. Внутренние гравитационные волны, периоды которых лежат в интервале от нескольких минут до ~ 6 часов, распространяются до ионосферных высот. Выполнено большое количество теоретических расчетов “отклика” ионосферы на прохождение внутренних гравитационных волн, экспериментально подтверждена их роль в динамике термосферы. Планетарные волны, периоды которых меняются в пределах 1-15 суток, относятся к классу длинных крупномасштабных волн в атмосфере, являющихся проявлением инерционных сил. Системы сильных зональных ветров в стратосфере препятствуют просачиванию планетарных волн из тропосферы в термосферу, но, тем не менее, часть их энергии достигает верхней атмосферы - об этом свидетельствуют спектры вариаций $foF2$.

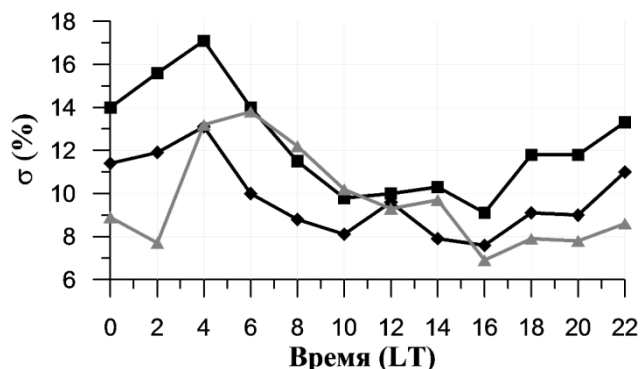


Рисунок 4- Суточные зависимости относительных среднеквадратичных отклонений значений критических частот для июня-июля при трех уровнях солнечной активности $F_{10.7} = 65.8$ (ромбы), $F_{10.7} = 128.0$ (квадраты) и $F_{10.7} = 168$ (треугольники)

Нами также рассчитаны суточные зависимости относительных среднеквадратичных отклонений значений критических частот (рис. 4) для июня-июля при трех уровнях солнечной активности $F_{10.7} = 65.8$ (ромбы), $F_{10.7} = 128.0$ (квадраты) и $F_{10.7} = 168$ (треугольники).

Относительные среднеквадратичные отклонения представляют отношение среднеквадратичного отклонения $foF2$ к среднемесячному значению, умноженное на 100%.

Зависимости показали, что: а) значения относительных среднеквадратичных отклонений минимальны в дневное время и они не зависят от уровня солнечной активности, б) ночные значения среднеквадратичных отклонений заметно превышают дневные, при этом максимум отклонений приходится на послеполуночные часы. Большая вариативность $F2$ -слоя ночью по сравнению с днем обусловлена, по-видимому, тем, что ночью возрастает энергия, поступающая в авроральный овал из магнитосферы в ночном полушарии. Существенными источниками случайных флуктуаций $NmF2$ являются нерегулярные высыпания энергичных частиц из магнитосферы в авроральную зону, а также электрические поля и соответствующие токи магнитосферного происхождения, вызывающие генерацию ионосферных возмущений, перемещающихся на средние широты.

Заключение. Доказано существование двух типов день ото дня вариаций электронной концентрации в максимуме $F2$ -слоя. К первому типу, представляющему стохастические день ото дня вариации, было отнесено 56% от всех рассмотренных случаев. Ко второму типу, представляющему суперпозицию стохастических и квазипериодических вариаций $foF2$, было отнесено 44% от всех рассмотренных случаев.

Анализ всех полученных спектров показал, что периоды квазипериодических вариаций $foF2$ распределены в интервале 2 – 16 дней. Этот интервал соответствует диапазону планетарных волн, генерируемых в нижних слоях атмосферы, и проникающих на высоты термосферы.

3. Показано, что: а) значения относительных среднеквадратичных отклонений минимальны в дневное время и они не зависят от уровня солнечной активности, б) ночные значения среднеквадратичных отклонений заметно превышают дневные, при этом максимум отклонений приходится на послеполуночные часы.

Работа выполнена по РБП-076 “Развитие методов мониторинга и исследований космического пространства на базе современных информационных технологий” в рамках темы “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] Rishbeth, H., Mendillo, M., 2001. Patterns of $F2$ -layer variability. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.* 63, 1661–1680.
- [2] Bilitza, D., 2000. Report from 33rd COSPAR Scientific Assembly. Warsaw, Poland. 16–23 July 2000. *IRI News Letters*, vol. 7 (no. 3/4). pp. 1–4.

- [3] Somoye, E.O., 2009. Comparison of NmF2 variability at Ibadan, Singapore and Slough during different epochs of solar cycle. *Asian J. Sci. Res.* 2 (3), 155–160.
- [4] Somoye, E.O., Akala, A.O., 2010. NmF2 variability at equatorial and low latitude stations: a review. *Res. J. Phys.* 4 (2), 50–55.
- [5] Kouris, S.S., Fotiadis, D.N., 2002. Ionospheric variability a comparative statistical study. *Adv. Space Res.* 29 (6), 977–985.
- [6] Rishbeth, H. and Mendillo, M.: Patterns of F2-layer variability, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 63, 1661–1680, 2001.
- [7] Hunsucker R.D. Atmospheric gravity waves generated in the high-latitude ionosphere: A review // *Rev. Geophys.* V. 20. P. 293–315. 1982.
- [8] Tsugawa T., Saito A., Otsuka Y. A statistical study of large-scale traveling ionospheric disturbances using the GPS network in Japan // *J. Geophys. Res.* V. 109. A06302, doi:10.1029/2003JA010302. 2004.
- [9] Forbes, J. M., Palo, S. E., and Zhang, X. L.: Variability of the ionosphere, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 62, 685–693, 2000.

REFERENCES

- [1] Rishbeth, H., Mendillo, M., 2001. Patterns of F2-layer variability. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.* 63, 1661–1680.
- [2] Bilitza, D., 2000. Report from 33rd COSPAR Scientific Assembly. Warsaw, Poland. 16–23 July 2000. *IRI News Letters*, vol. 7 (no. 3/4), pp. 1–4.
- [3] Somoye, E.O., 2009. Comparison of NmF2 variability at Ibadan, Singapore and Slough during different epochs of solar cycle. *Asian J. Sci. Res.* 2 (3), 155–160.
- [4] Somoye, E.O., Akala, A.O., 2010. NmF2 variability at equatorial and low latitude stations: a review. *Res. J. Phys.* 4 (2), 50–55.
- [5] Kouris, S.S., Fotiadis, D.N., 2002. Ionospheric variability a comparative statistical study. *Adv. Space Res.* 29 (6), 977–985.
- [6] Rishbeth, H. and Mendillo, M.: Patterns of F2-layer variability, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 63, 1661–1680, 2001.
- [7] Hunsucker R.D. Atmospheric gravity waves generated in the high-latitude ionosphere: A review // *Rev. Geophys.* V. 20. P. 293–315. 1982.
- [8] Tsugawa T., Saito A., Otsuka Y. A statistical study of large-scale traveling ionospheric disturbances using the GPS network in Japan // *J. Geophys. Res.* V. 109. A06302, doi:10.1029/2003JA010302. 2004.
- [9] Forbes, J. M., Palo, S. E., and Zhang, X. L.: Variability of the ionosphere, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 62, 685–693, 2000.

Сведения об авторах:

Яковец Артур Федорович, канд. ф.-мат. наук, СИС, Каменское плато, Институт ионосферы, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы, artyak40@mail.ru;

Гордиенко Галина Ивановна, канд. ф.-мат. наук, СИС, Каменское плато, Институт ионосферы, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы, ggordienko@mail.ru;

Крюков Сергей Викторович, Каменское плато, Институт ионосферы, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы, cosmoserg@mail.ru;

Жумабаев Бейбит Тенелович, канд. ф.-мат. наук, СИС, Каменское плато, Институт ионосферы, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы, beibit.zhu@mail.ru;

Литвинов Юрий Георгиевич, канд. ф.-мат. наук, Каменское плато, Институт ионосферы, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы, yurii-litvinov@mail.ru.

А.Ф. Яковец, Г.И. Гордиенко, С.В. Крюков, Б.Т. Жумабаев, Ю.Г. Литвинов

«Ионосфера институты» ДТОО «ҰҒЗТО» АҚ, Алматы,

ЭЛЕКТРОНДЫҚ КОНЦЕНТРАЦИЯНЫҢ ИОНОСФЕРАНЫҢ F2-ҚАБАТЫНЫҢ МАКСИМАЛЫНДАҒЫ КҮНДЕЛІКТІ ӨЗГЕРУІ

Аннотация. Алматы үшін 1999 (жоғары күн белсенділігі), 2008 (төмен белсенділік), 2011 және 2012 (орташа белсенділігі) аралығында F2 қабатының максимумында электрон концентрациясының күнделікті өзгерулерін талдау нәтижесінде ионосфераның F2 қабатының сындық жиілігін өлшеу негізінде (f_oF2) Автокорреляциялық функциялар мен вариация спектрлері есептелді, бұл F2 қабатының максимумында электрондық концентрациядағы күнделікті өзгерістердің екі түрінің бар екенін көрсетеді. Вариация күнінен бастап стохастикалық күнді білдіретін бірінші типтегі қаралған барлық жағдайлардың 56%-ы анықталды. f_oF2 -ның стохастикалық және квазипериодтық ауытқуларының суперпозицияларын білдіретін екінші типтегі қарастырылған барлық жағдайлардың 44% -на жатқызылады. Алынған барлық спектрлерді талдау f_oF2 квазипериодтық өзгеру кезеңдері 2-16 күн аралығында бөлінгенін көрсетті. Бұл интервал атмосфераның төменгі қабаттарында пайда болатын планеталық толқындардың диапазонына сәйкес келеді және термосфераның биіктігіне енеді. а) Күндізгі орташа ауытқулардың шамасы шамалы және олар күн белсенділігінің деңгейіне байланысты емес, б) Орташа-квадраттық ауытқулардың түнгі мәні жарты түнгі сағаты ең көп ауытқу бар кезінде күндізгіден айтарлықтай асып түсетінін көрсетеді.

Тірек сөздер: ионосфера, тік барлау, электрондық концентрацияның күнделікті өзгеруі.

МАЗМУНЫ

<i>Кульжумиева А.А., Сартабанов Ж.А.</i> Сызықты біртекті D_e -жүйелерді жордандық канондық түрге келтіру.....	5
<i>Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О., Пазылова Д.Т.</i> Matlab бағдарламалар пакетін қолданып «Сыртқы күш әсер еткенде мәжбүрлі тербелістерді есептеу және визуализациялау» компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру.....	13
<i>Сайдуллаева Н.С., Тагаев Н.С., Пазылова Д.Т., Каликулова А.О.</i> Влияние однократной перегрузки на развитие усталостной трещины.....	22
<i>Жантаев Ж.Ш., Виляев А.В., Серикбаева Э.Б.</i> Солтүстік Тянь-Шаньнің сейсмикалық тәртіп ерекшелігін бағалауда геотермиялық үлгілеуді қолдану.....	26
<i>Гордиенко Г.И., Яковец А.Ф., Литвинов Ю.Г.</i> Ионосфералақы F-аймақтың биіктігін бағалау әдістерін салыстыру.....	35
<i>Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Крюков С.В., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г.</i> Электрондық концентрацияның ионосфераның F2-қабатының максималындағы күнделікті өзгеруі.....	44
<i>Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н.</i> Максимум F2-қабатының түнгі көбеюлерінің жұқа құрылымы.....	50
<i>Васильев И.В., Жұмбаев Б.Т.</i> Жердің электрлік өрісінің қалыптасуына гравитациялық күшінің әсері.....	55
<i>Козин И.Д., Федулina И.Н.</i> Радиофизика есептерін шешудегі вакуум – орта.....	60
<i>Козин И.Д., Федулina И.Н.</i> Радиотолқынның қабылдағыш антеннаға әсері.....	66
<i>Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П., Виляев А.В.</i> Жердің қазіргі заманғы қозғалысының GPS бақылауындағы уақыттық қатарларының кедергісін сүзу алгоритмі.....	71
<i>Батрышев Д.Ф., Ерланұлы Е., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т.</i> Бір қабырғалы көміртекті нанотүтікшелердің құрылымдық және электрондық қасиеттерін BECKE 3-PARAMETER LEE-YANG-PARR (B3LYP) гибрид функционалы негізінде зерттеу.....	75
<i>Серебрянский А. В., Усольцева Л. А., Комаров А. А., Рева И.В.</i> Атмосфералық экстинкцияның лездік мәндері және ауысуы коэффициенттері.....	84
<i>Бақтыбаев Қ., Бақтыбаев М.К., Наукенов Д.Д., Далелханкызы А.</i> Өзара әрекеттесуші бозондар моделінің микроскоптық негіздемесі және ядролық теориядағы жалпыланған квазиспиндік формализм.....	91
<i>Бапаев К.Б., Слэмжанова С.С.</i> Айырымдық-динамикалық жүйелердің орнықтылығы.....	101
<i>Иманбаева А.Б., Шалданбаев А.Ш., Копжасарова А.А.</i> Коэффициенттері тұрақты кәдімгі дифференциалдық теңдеулер системасының сингуляр әсерленген Коши есебін спектралдік әдіспен шешу.....	112
<i>Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш., Иманбаева А.Б.</i> Ұқсастық әдісі бойынша, сингуляр әсерленген Кошидің есебін шешу.....	127
<i>Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В.</i> Изотермиялық диффузия кезіндегі тік каналдардағы үшкомпонентті газдар қоспаларында пайда болатын конвективтік қозғалыстардың сандық талдауы.....	134
<i>Мырзақұл Ш.Р., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Т.Р., Мырзакулов К.Р.</i> Старобинский моделінің негізіндегі F-эссенция динамикасы	143
<i>Мамырбаев О.Ж., Мухсина Қ.Ж.</i> Мәтін үндесітілігін анықтауға арналған қолданыстағы жүйелерді талдау.....	149
<i>Омашова Г.Ш., Спабекова Р., Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Аширбаев Х.А.</i> Физикалық құбылыстарды компьютерлік моделдеуде MATLAB жүйесін қолдану.....	156

СОДЕРЖАНИЕ

Кульжумиева А.А., Сартабанов Ж.А. Приведение линейных однородных D_e -систем к жордановому каноническому виду.....	5
Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О., Пазылова Д.Т. Организация выполнения компьютерной лабораторной работы «Расчет и визуализация вынужденных колебаний при наличии внешней силы» с применением пакета программ Matlab.....	13
Сайдуллаева Н.С., Тагаев Н.С., Пазылова Д.Т., Каликулова А.О. Влияние однократной перегрузки на развитие усталостной трещины.....	22
Жантаев Ж.Ш., Виляев А.В., Серикбаева Э.Б. Применение геотермического моделирования в оценке особенностей сейсмического режима Северного Тянь-Шаня.....	26
Гордиенко Г.И., Яковец А.Ф., Литвинов Ю.Г. Сравнение методов оценки высоты максимума F-области ионосферы.....	35
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Крюков С.В., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г. День ото дня вариации электронной концентрации в максимуме F2-слоя ионосферы.....	44
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н. Тонкая структура ночных увеличений в максимуме F2-слоя.....	50
Васильев И.В., Жумабаев Б.Т. Влияние гравитации на формирование электрического поля земли.....	55
Козин И.Д., Федулина И.Н. Вакуум – среда в решении задач радиофизики.....	60
Козин И.Д., Федулина И.Н. Воздействие радиоволны на приёмную антенну.....	66
Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П., Виляев А.В. Алгоритм фильтрации помех временных рядов GPS мониторинга современных движений земной поверхности	71
Батрышев Д.Г., Ерланулы Е., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т. Исследование структурных и электронных свойств одностенных углеродных нанотрубок на основе гибридного функционала bescke 3-PARAMETER LEE-YANG-PARR (B3LYP).....	75
Серебрянский А. В., Усольцева Л. А., Комаров А. А., Рева И. В. Коэффициенты перехода и мгновенные значения атмосферной экстинкции.....	84
Бактыбаев К., Бактыбаев М.К., Наукенов Д.Д., Далелханкызы А. Микроскопическое обоснование модели взаимодействующих бозонов и обобщенный квазиспиновый формализм в теории ядра	91
Бапаев К.Б., Сламжанова С.С. Об устойчивости разностно – динамических систем.....	101
Иманбаева А.Б., Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш. Асимптотическое разложение решения сингулярно возмущенной задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.....	112
Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш., Иманбаева А.Б. Решение сингулярно возмущенной задачи Коши методом подобия.....	127
Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В. Численный анализ конвективных движений, возникающих при изотермической диффузии в вертикальных каналах в трехкомпонентных газовых смесях.....	134
Мырзакул Ш.Р., Белисарова Ф.Б., Мырзакул Т.Р., Мырзакулов К.Р. Динамика F-эссенции в рамках модели старобинского	143
Мамырбаев О.Ж., Мухсина Қ.Ж. Анализ существующих систем для определения тональности текста.....	149
Омашова Г.Ш., Спабекова Р., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Аширбаев Х.А. Использование системы MATLAB при компьютерном моделировании физических процессов.....	156

CONTENTS

<i>Kulzhumiyeva A.A., Sartabanov Zh.A.</i> Reduction of linear homogeneous D_e -systems to the jordan canonical form.....	5
<i>Saidullayeva N.S., Kabyzbekov K.A., Ashirbaev Kh.A., Kalikulova A.O., Pazylova D.T.</i> Organization of computer lab work "Calculation and visualization of forced oscillations in the presence of an external force" with the use of the software package Matlab.....	13
<i>Saidullayeva N.S., Tagaev N.S., Pazylova D.T., Kalikulova A.O.</i> Effect of single overload on the development of a fatigue crack.....	22
<i>Zhantaev Zh.Sh., Vilyayev A.V., Serikbaeva E.B.</i> The application of geothermal modeling in the assessment of the features of the seismic regime of the Northern Tien Shan.....	26
<i>Gordienko G.I., Yakovets A.F., Litvinov Yu.G.</i> Comparison of the methods for estimating the hight of the maximum of th F region of the ionosphere.....	35
<i>Yakovets A.F., Gordienko G.I., Kryukov S.V., Zhumabayev B.T., Litvinov Yu.G.</i> Day-to-day variability of electron concentration n the ionospheric $F2$ layer maximum.....	44
<i>Yakovets A.F., Gordienko G.I., Zhumabayev B.T., Litvinov Yu.G., Abdrakhmanov N.</i> Fine structure of nighttime enhancements of the electron concentration in the $F2$ layer maximum	50
<i>Vassilyev I.V., Zhumabayev B.T.</i> Influence of gravitation on formation of the electric field of the earth.....	55
<i>Kozin I.D., Fedulina I.N.</i> Vacuum - environment in the decision of radio physics problems.....	60
<i>Kozin I.D., Fedulina I.N.</i> Radio-wave action on the receiving antenna.....	66
<i>Zhantaev Zh.Sh., Stikharny A.P., Vilyayev A.V.</i> The algorithm for filtering the errors of time series GPS monitoring of factual movements of the earth's surface.....	71
<i>Batryshev D.G., Yerlanuly Ye., Ramazanov T.S., Gabdullin M.T.</i> Investigation of structural and electronic properties of single-walled carbon nanotubes on the basis of a hybrid functional becke 3-parameter LEE-YANG-PARR (B3LYP).....	75
<i>Serebryanskiy A., Usoltseva L., Komarov A., Reva I.</i> The trasformation coefficients and instantaneous values of atmospheric extinction.....	84
<i>Baktybaev K., Baktybaev M.K., Naukenov D.D., Dalelkhankyzy A.</i> Microscopic justification of the model of interacting bosons and a generalizedquasispin formalism in the theory of the nuclei.....	91
<i>Bapayev K.B., Slamzhanova S.S.</i> On stability of difference-dynamical systems	101
<i>Imanbayeva A.B., Shaldanbayev A.Sh., Kopzhasarova A.A.</i> Asymptotic decomposition the decision is singular the indignant task of Cauchy for the system of the ordinary differential equations with constant coefficients.....	112
<i>Kopzhasarova A.A., Shaldanbayev A.Sh., Imanbayeva A.B.</i> The decision is singular the indignant task of Cauchy by a similarity method.....	127
<i>Kossov V.N., Zhakebaev D.B., Fedorenko O.V.</i> Numerical analysis of convective motions occurring under isothermal Diffusion in the vertical channels in ternary gaseous mixtures.....	134
<i>Myrzakul S.R., Belisarova F.B., Myrzakul T.R., Myrzakulov K.R.</i> Dynamics of F-essence in frame of the starobinsky model.....	143
<i>Mamyrbayev O.Zh., Muhsina K.Zh.</i> Analysis of existing systems for determination of tonnity of text.....	149
<i>Omashova G. Sh., Spabekova R., Kabyzbekov K. A., Saidahmetov P. A., Abdrakhmanova H. K., Ashirbaev H. A.</i> The use of the system MATLAB in the compyter simulation of physical processes.....	156

**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 сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Редакторы *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 25.09.2017.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11 п.л. Тираж 300. Заказ 5.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19