

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 (308)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2016 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2016 г.

JULY – AUGUST 2016

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, 2016

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, 2016

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 3, Number 307 (2016), 5 – 10

UDC 550.383

STATISTICS OF NIGHTTIME ENHANCEMENTS OF THE ELECTRON DENSITY AT THE MAXIMUM OF THE F2-LAYER

A.F. Yakovets¹, G.I. Gordienko¹, B.T. Zhumabayev¹, Yu.G. Litvinov¹, N. Abdrakhmanov²

¹«Institute of Ionosphere» JSC «National Center of Space Research and Technology», Almaty;

²Korkyt ata's Kysylorda State University, Kysylorda
artyak40@mail.ru

Key words: ionosphere, vertical sounding, nighttime enhancement of the electron density

Abstract. On the basis of the vertical sounding of the ionosphere in Alma-Ata (76° 55'E, 43° 15'N) during 2000-2014, the analysis of the occurrence probability of the nighttime electron concentration enhancements in the maximum of the F2-layer (NmF2) was performed. A comparison of parameters of very large enhancements observed in Irkutsk and Alma-Ata simultaneously was conducted. During the period considered overall 2272 observation sessions were carried out, and in 1430 sessions enhancements of NmF2 were observed. There is a distinct seasonal dependence of the occurrence probability of enhancement appearance. The same features of the distributions for the high and low solar activity are the high occurrence probability near to 90% in January, February and November, December. In addition, a rapid decrease in the probability occurs from February to March, and a gradual increase from September to December. An evident maximum of the occurrence probability in the summer months takes place for high solar activity, while for the low activity the summer months are characterized by the minimum occurrence.

УДК 550.383

СТАТИСТИКА НОЧНЫХ УВЕЛИЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В МАКСИМУМЕ F2-СЛОЯ

А.Ф. Яковец¹, Г.И. Гордиенко¹, Б.Т. Жумабаев¹, Ю.Г. Литвинов¹, Н. Абдрахманов²

¹ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы;

²Кызылординский государственный университет им. Коркыт ата, Кызылорда

Ключевые слова: ионосфера, вертикальное зондирование, ночные увеличения электронной концентрации.

Аннотация. По данным учащенного пятиминутного вертикального зондирования ионосферы в Алматы, проведенного в 2000–2014 гг., выполнен анализ частоты возникновения ночных увеличений электронной концентрации в максимуме F2-слоя, получены распределения длительностей увеличения. За анализируемый период было проведено 2272 сеанса наблюдений, и в 1430 сеансах наблюдались увеличения NmF2. Одинаковыми чертами распределений для высокой и низкой солнечной активности

являются высокие вероятности формирования увеличений в январе, феврале и ноябре, декабре, достигающие 90%. Кроме того, одинаково происходит быстрое уменьшение вероятности от февраля к марту и плавное нарастание от сентября к декабрю. Для высокой солнечной активности характерен отчетливый максимум частоты в летние месяцы, тогда как при низкой активности им соответствует минимум частоты. Показана сезонная зависимость распределений длительности увеличений: длительности распределены в широком диапазоне значений в осенне-зимний сезон и узком диапазоне – в весенне-летний сезон.

Введение. Экспериментальные и теоретические исследования ночных увеличений электронной концентрации в максимуме $F2$ -слоя ионосферы ($NmF2$) проводятся в течение нескольких десятилетий. Морфология явления, включающая зависимости параметров увеличения $NmF2$ от сезона, фазы солнечного цикла, геомагнитной активности и географического расположения станций наблюдения, описана в работах [1-13]. В работах [2, 3, 14-17] рассматриваются механизмы формирования ночных увеличений, включающие направленный вверх дрейф плазмы, обусловленный меридиональным нейтральным ветром, на высоты с малыми коэффициентами рекомбинации и усиление направленного вниз потока плазмы из протоносферы из-за дополнительного нагрева плазмы протоносферы. В работе [2] говорится о различии механизмов формирования увеличений $NmF2$ в летний и зимний периоды, а также в разные фазы солнечной активности, поэтому исследование зависимости частоты формирования (вероятности событий) и других параметров увеличений от сезона и солнечной активности имеет большое значение для идентификации этих механизмов.

Целью настоящей работы явился статистический анализ параметров ночных увеличений $NmF2$, включающий анализ частоты возникновения увеличений и распределений длительностей фазы развития увеличения (длительности увеличения), по данным ст. Алматы ($76^{\circ}55' E$, $43^{\circ}15' N$) за 2000–2014 гг.

Методы и результаты исследования. Ночные наблюдения ионосферы проводились в Институте ионосферы (ст. Алматы) на цифровом ионозонде, сопряженном с компьютером, который предназначен для сбора, хранения и обработки ионограмм в цифровом виде. Информация считывалась с ионограмм полуавтоматическим методом. Регистрация ионограмм, осуществлялось в 5-минутном режиме. Учащенное зондирование ионосферы давало возможность четко фиксировать увеличения $NmF2$ с малой длительностью (T), что позволяло при построении распределений длительностей, учитывать и случаи, когда $T < 1$ ч. Статистический анализ ночных увеличений $NmF2$ по данным поведения критических частот был проведен за период 2000–2014 гг., который включал два максимума и длительный минимум солнечной активности. За анализируемый период было проведено 2272 сеанса наблюдений, и в 1430 сеансах наблюдались увеличения $NmF2$. На рисунке 1 показаны основные характерные типы увеличений, встречавшиеся в записях.

В представленных на рис. 1 увеличениях две ночи характеризуются единственным увеличением (27-28 мая 2001 г. и 10-11 января 2013 г.), а две другие – двумя увеличениями (5-6 декабря 2007 г. и 7-8 марта 2012 г.). Стрелками отмечены моменты начала увеличений и их максимумов. Расстояние между стрелками определяет длительность фазы развития увеличения $NmF2$.

Весь массив данных (2000–2014 гг.) был разбит на два подмассива. Первый (2000–2003 гг. и 2011–2014 гг.) соответствовал высокой солнечной активности, когда среднегодовое значение числа Вольфа превышало 50 ($W > 50$). Второй (2004–2010 гг.) соответствовал низкой солнечной активности, когда среднегодовое значение числа Вольфа было меньше 50 ($W < 50$). Статистика параметров увеличений была представлена как для отдельных месяцев, так и сезонов: зимы (декабрь, январь, февраль), весны (март, апрель, май), лета (июнь, июль, август) и осени (сентябрь, октябрь, ноябрь). На рисунке 2 показаны распределения по месяцам частоты.

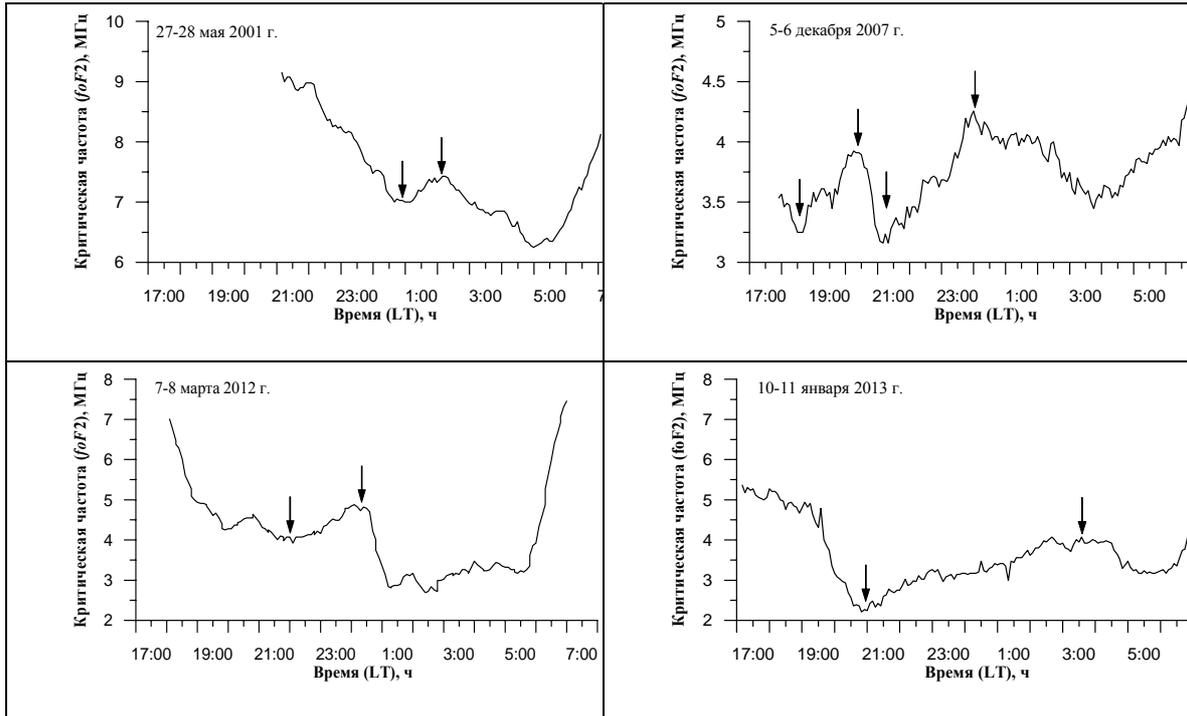


Рисунок 1 - Основные характерные типы увеличений, встречающиеся в записях f_oF_2 .

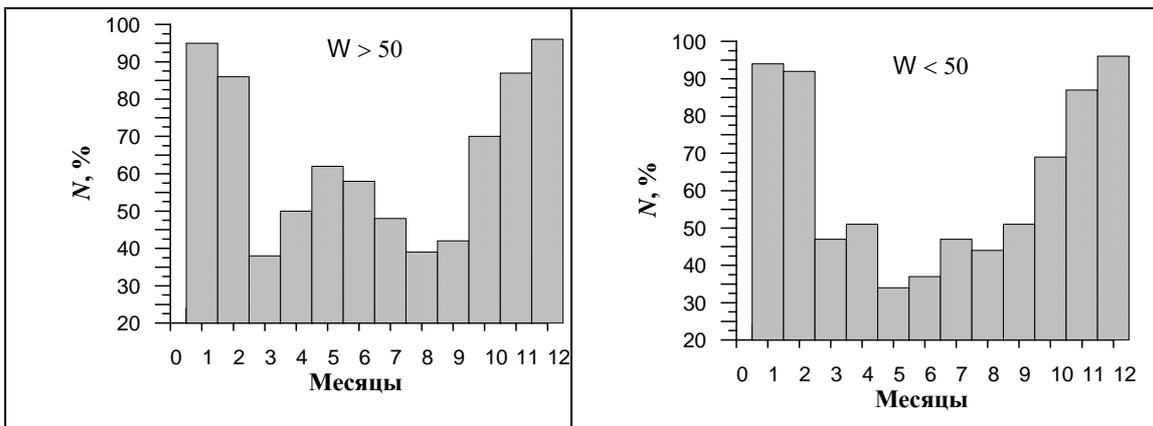


Рисунок 2 – Распределения по месяцам частоты возникновения увеличений, выраженной в процентах, для $W > 50$ и $W < 50$.

возникновения увеличений, выраженные в процентах для $W > 50$ и $W < 50$. Существует хорошо выраженная сезонная зависимость частоты возникновения увеличений. Одинаковыми чертами распределений для $W > 50$ и $W < 50$ являются высокие вероятности событий, достигающие 90%, в январе, феврале и ноябре, декабре. Кроме того, одинаково происходит быстрое уменьшение вероятности от февраля к марту и плавное нарастание от сентября к декабрю. При высокой солнечной активности образуется отчетливый максимум в летние месяцы, тогда как при низкой активности им соответствует минимум частоты. Полученные распределения во многом близки к распределениям, полученным в работе [2] для Алматы по данным за 19–22 циклы солнечной активности. В частности, для этих циклов активности вероятность событий была также максимальна в зимние месяцы, а летний максимум был характерен для предполуночных увеличений при высокой солнечной активности. Это говорит о хорошей повторяемости от цикла к циклу зависимости частоты увеличений от сезона и фазы солнечной активности.

На рисунке 3 показаны распределения длительности увеличений, построенные для разных сезонов и уровней солнечной активности. Видно, что независимо от уровня активности

распределения имеют одинаковые черты. Зимой и осенью длительности распределены в широком диапазоне значений, при этом основная часть увеличений заключена в диапазоне 1–5 ч. Весной и летом основная часть увеличений заключена в диапазоне 1-2 ч.

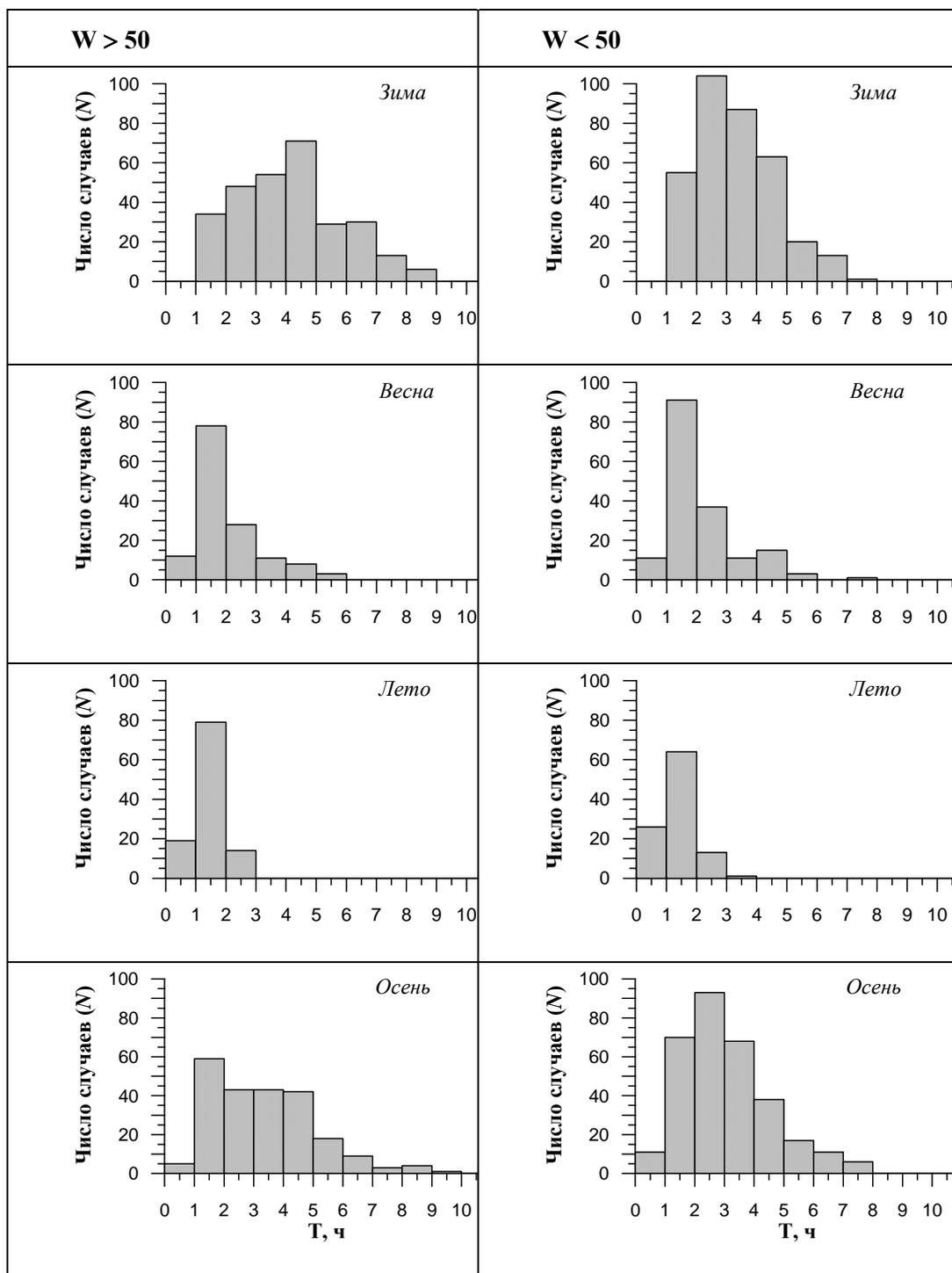


Рисунок 3 - Распределения длительности увеличений (T), построенные для разных сезонов и уровней солнечной активности ($W > 50$ и $W < 50$). По вертикальной оси отложено число увеличений (N)

Выводы. Анализ частоты возникновения ночных увеличений $NmF2$ и распределений длительностей увеличения по данным ст. Алма-Ата за 2000–2014 гг. показал следующее.

1. Существует хорошо выраженная сезонная зависимость частоты возникновения увеличений. Одинаковыми чертами распределений для высокой и низкой солнечной активности являются высокие вероятности формирования увеличений в январе, феврале и ноябре, декабре. Кроме того, одинаково происходит быстрое уменьшение вероятности от февраля к марту и ее плавное нарастание от сентября к декабрю. Для высокой солнечной активности характерен отчетливый максимум частоты в летние месяцы, тогда как при низкой активности лету соответствует минимум частоты.

2. Показано, что распределения длительности увеличений независимо от уровня солнечной активности имеют одинаковые черты. Зимой и осенью длительности распределены в широком диапазоне значений, при этом основная часть увеличений заключена в диапазоне 1–5 ч. Для весенне-летних месяцев (апрель–август) продолжительность основной части увеличений лежит в диапазоне 1–2 ч.

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) 0115РК01275.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Farello A.F., Herrais M., Mikhailov A.V. Global morphology of night-time NmF2 enhancements, *Ann. Geophysicae*, V. 20, 2002, P. 1795–1806.
- [2] Mikhailov A.V., Leschinskaya T.Yu., Fürster M. Morphology of NmF2 nighttime increases in the Eurasian sector, *Ann. Geophysicae*, V. 18, 2000, P. 618–628.
- [3] Mikhailov A.V., Forster M., Leschinskaya T.Y. On the mechanism of the post-midnight winter NmF2 enhancements: dependence on solar activity, *Ann. Geophysicae*, V. 18, 2000, P. 1422–1434.
- [4] Belehaki, A. and Tsagouri, I.: On the occurrence of storm-induced nighttime ionization enhancements at ionospheric middle latitudes, *J. Geophys. Res.*, 107, 1209, doi:10.1029/2001JA005029, 2002.
- [5] Buresova, D. and Lastovichka, J.: Pre-storm enhancements of *f*oF2 above Europe, *Adv. Space Res.*, 39, 1298–1303, 2007.
- [6] Buresova, D. and Lastovichka, J.: Pre-storm electron density enhancements at middle latitudes, *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.*, 70, 1848–1855, 2008.
- [7] Davies, K., Anderson, D. N., Paul, A. K., Degenhardt, W., Hartman, G. K., and Leitinger, R.: Nighttime increase in total electron content observed with the ATS 6 radio beacon, *J. Geophys. Res.*, 84, 1536–1542, 1979.
- [8] Kane, R. P.: Ionospheric *f*oF2 anomalies during some intense geomagnetic storms, *Ann. Geophys.*, 23, 2487–2499, 2005, <http://www.ann-geophys.net/23/2487/2005/>.
- [9] Liu, L., Wan, W., Zhang, M.-L., Zhao, B., and Ning, B.: Prestorm enhancements in NmF2 and total electron content at low latitudes, *J. Geophys. Res.*, 113, A02311, doi:10.1029/2007JA012832, 2008.
- [10] Mikhailov, A. V. and Schlegel, K.: Geomagnetic storm effects at F1-layer heights from incoherent scatter observations, *Ann. Geophys.*, 21, 583–596, 2003, <http://www.ann-geophys.net/21/583/2003/>.
- [11] Mikhailov, A. V., Depueva, A. H., and Leschinskaya, T. Yu.: Morphology of quiet time F2-layer disturbances: High and lower latitudes, *Int. J. Geomag. Aeronom.*, 1–14, GI1006, doi:10.1029/2003GI000058, 2004.
- [12] Mikhailov, A. V., Depuev, V. H., and Depueva, A. H.: Synchronous NmF2 and NmE daytime variations as a key to the mechanism of quiet-time F2-layer disturbances, *Ann. Geophys.*, 25, 483–493, 2007, <http://www.ann-geophys.net/25/483/2007/>.
- [13] PrEolss, G. W.: Electron temperature enhancement beneath the magnetospheric cusp, *J. Geophys. Res.*, 111, A07304, doi:10.1029/2006JA011618, 2006.
- [14] Bailey G.J., Sellek R., Balan N. The effect of interhemispheric coupling on nighttime enhancement in ionospheric total electron content during winter at solar minimum. *Ann. Geophysicae*, V. 9, 1991, P. 738–747.
- [15] Pavlov A.V., Pavlova N.M. Mechanism of the post-midnight winter night-time enhancement in the NmF2 over Millstone Hill during 14-17 January 1986. *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.*, V. 67, N 4, P. 381–395, 2005.
- [16] Pavlov A.V., Pavlova N.M. Causes of the mid-latitude NmF2 winter anomaly at solar maximum, *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.*, V. 67, 2005, P. 862–877.
- [17] Павлов А.В., Павлова Н.М., Макаренко С.Ф., Шубин В.Н. Аномальные вариации структуры области F2 ионосферы средних геомагнитных широт южного и северного полушарий при переходе от летних к зимним условиям при высокой солнечной активности, *Геомагнетизм и аэронавигация*, Т. 48, 2008, С. 79–92.

REFERENCES

- [1] Farello A.F., Herrais M., Mikhailov A.V. Global morphology of night-time NmF2 enhancements, *Ann. Geophysicae*, V. 20, 2002, P. 1795–1806.
- [2] Mikhailov A.V., Leschinskaya T.Yu., Furster M. Morphology of NmF2 nighttime increases in the Eurasian sector, *Ann. Geophysicae*, V. 18, 2000, P. 618–628.
- [3] Mikhailov A.V., Forster M., Leschinskaya T.Y. On the mechanism of the post-midnight winter NmF2 enhancements: dependence on solar activity, *Ann. Geophysicae*, V. 18, 2000, P. 1422–1434.
- [4] Belelaki, A. and Tsagouri, I.: On the occurrence of storm-induced nighttime ionization enhancements at ionospheric middle latitudes, *J. Geophys. Res.*, 107, 1209, doi:10.1029/2001JA005029, 2002.
- [5] Buresova, D. and Lastovichka, J.: Pre-storm enhancements of f_oF_2 above Europe, *Adv. Space Res.*, 39, 1298–1303, 2007.
- [6] Buresova, D. and Lastovichka, J.: Pre-storm electron density enhancements at middle latitudes, *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.*, 70, 1848–1855, 2008.
- [7] Davies, K., Anderson, D. N., Paul, A. K., Degenhardt, W., Hartman, G. K., and Leitinger, R.: Nighttime increase in total electron content observed with the ATS 6 radio beacon, *J. Geophys. Res.*, 84, 1536–1542, 1979.
- [8] Kane, R. P.: Ionospheric f_oF_2 anomalies during some intense geomagnetic storms, *Ann. Geophys.*, 23, 2487–2499, 2005, <http://www.ann-geophys.net/23/2487/2005/>.
- [9] Liu, L., Wan, W., Zhang, M.-L., Zhao, B., and Ning, B.: Prestorm enhancements in NmF2 and total electron content at low latitudes, *J. Geophys. Res.*, 113, A02311, doi:10.1029/2007JA012832, 2008.
- [10] Mikhailov, A. V. and Schlegel, K.: Geomagnetic storm effects at F1-layer heights from incoherent scatter observations, *Ann. Geophys.*, 21, 583–596, 2003, <http://www.ann-geophys.net/21/583/2003/>.
- [11] Mikhailov, A. V., Depueva, A. H., and Leschinskaya, T. Yu.: Morphology of quiet time F2-layer disturbances: High and lower latitudes, *Int. J. Geomag. Aeronom.*, 1–14, G11006, doi:10.1029/2003G1000058, 2004.
- [12] Mikhailov, A. V., Depuev, V. H., and Depueva, A. H.: Synchronous NmF2 and NmE daytime variations as a key to the mechanism of quiet-time F2-layer disturbances, *Ann. Geophys.*, 25, 483–493, 2007, <http://www.ann-geophys.net/25/483/2007/>.
- [13] PrEolss, G. W.: Electron temperature enhancement beneath the magnetospheric cusp, *J. Geophys. Res.*, 111, A07304, doi:10.1029/2006JA011618, 2006.
- [14] Bailey G.J., Sellek R., Balan N. The effect of interhemispheric coupling on nighttime enhancement in ionospheric total electron content during winter at solar minimum, *Ann. Geophysicae*, V. 9, 1991, P. 738–747.
- [15] Pavlov A.V., Pavlova N.M. Mechanism of the post-midnight winter night-time enhancement in the NmF2 over Millstone Hill during 14-17 January 1986, *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.*, V. 67, N 4, P. 381–395, 2005.
- [16] Pavlov A.V., Pavlova N.M. Causes of the mid-latitude NmF2 winter anomaly at solar maximum, *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.*, V. 67, 2005, P. 862–877.
- [17] Pavlov AV, Pavlova NM, Makarenko SF, Shubin V. Abnormal variations in the structure of the F2 region of the ionosphere medium geomagnetic latitudes of the southern and northern hemispheres during the transition from summer to winter conditions with high solar activity, *Geomagnetism and Aeronomy*, V, 48, 2008, P. 79-92.

F2-ҚАБАТ МАКСИМУМДАҒЫ ЭЛЕКТРОНДЫҚ КОНЦЕНТРАЦИЯНЫҢ ТҮНДЕГІ АРТУЫНЫҢ СТАТИСТИКАСЫ

А.Ф. Яковец¹, Г.И. Гордиенко¹, Б.Т. Жумабаев¹, Ю.Г. Литвинов¹, Н. Абдрахманов²

¹ ЕЖШС «Ионосфера институты» «Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы» АҚ, Алматы;

² Қорқыт ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда.

Түйін сөздер: ионосфера, вертикалды барлау, электрондық концентрацияның түндегі артуы.

Аннотация. 2010-2014 ж. жүргізілген Алматы қаласындағы ионосфераны бес минуттық вертикалды барлауда жиі келіп түскен деректер бойынша F2-қабат максимумдағы электрондық концентрацияның түндегі артуы әсерінің жиілігіне талдау жасалынды, артудың ұзақтығының бөлінуі алынды. Талдау жасау кезеңінде 2272 бақылау сеансы жүргізілді және 1430 бақылау сеансында NmF2 артуы байқалды. Жоғары және төменгі күн белсенділігі үшін бөлінудің бірдей сипаттамалары қаңтар, ақпан және қараша, желтоқсанда артудың жоғары қалыптастыру ықтималдығы байқалды. Сондай-ақ қаңтардан наурызға дейін бірдей жедел азаю ықтималдығы, ал қыркүйектен желтоқсанға дейін бірқалыпты ұлғаю жүреді. Төменгі жиілікке сәйкес төменгі белсенділік кезінде жазғы уақытта Күн сәулесінің жоғары белсенділігі үшін айқын жиілік максимумы сипатталады. Артудың бөліну ұзақтығы күз бен қыста кең диапазондық және жаз көктем мен жаз мерзімінде жіңішке диапазонға ие екені бөліну ұзақтығының маусымға тәуелді екенін көрсетеді.

Поступила 17.06.2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Процессы в околоземном космическом пространстве

<i>Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н.</i> Статистика ночных увеличений электронной концентрации в максимуме F2-слоя.....	5
<i>Сомсиков В.М.</i> О природе бифуркации динамических систем.....	11
<i>Жантаев Ж.Ш., Грищенко В.Ф., Мукушев А.</i> Схемотехническое моделирование защиты электронной аппаратуры от электростатического разряда.....	15
<i>Антонова В.П., Крюков С.В., Луценко В.Ю., Чубенко А.П.</i> Эффекты землетрясений в интенсивности нейтронов тепловых энергий на высокогорной станции Северного Тянь-Шаня.....	20
<i>Салихов Н.М.</i> Новый метод регистрации динамики вспышек ионизации в ионосфере аппаратно-программным комплексом доплеровских измерений на наклонной радиотрассе.....	27

Наземно-космические методы исследования геодинамических процессов в земной коре

<i>Виляев А.В., Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П.</i> Динамика сезонных движений GPS станций на территории Северного Тянь-Шаня.....	34
<i>Хачикян Г.Я., Жумабаев Б.Т., Тойшиев Н.С., Калдыбаев А., Нуракунов С.</i> Вариации солнечной активности и пространственно-временное распределение сильных землетрясений ($M \geq 7.0$) на территории Евразии в 1973-2014 гг.....	40
<i>Бибосинов А.Ж., Шигаев Д.Т., Калдыбаев А.А., Нуракунов С.М., Бреусов Н.Г., Мамырбек Г.Б.</i> Исследование Шардаринского гидрокомплекса методом георадиолокации.....	46
<i>Бибосинов А.Ж., Нуракунов С.М., Калдыбаев А.А., Шигаев Д.Т.</i> Эффективность применения георадиолокационного метода при изучении инженерно-геологических условий на участках Алматинского метрополитена приповерхностного залегания.....	50
<i>Шигаев Д.Т., Мунсызбай Т.М.</i> Маломощная солнечная теплоэлектростанция с максимальным использованием энергии Солнца.....	56
<i>Жантаев Ж.Ш., Хачикян Г.Я., Кайраткызы Д., Андреев А.</i> Долговременные тренды в вариациях продолжительности земных суток и частоты возникновения на планете землетрясений.....	62
<i>Хачикян Г.Я., Жумабаев Б.Т., Сералиев А., Хасанов Э.</i> Пространственное распределение характеристик главного геомагнитного поля и эпицентров глубокофокусных ($h > 350$ км) землетрясений по данным 1973-2014 гг.....	67

<i>Исанова М.К., Коданова С.К., Рамазанов Т.С., Бастыкова Н.Х., Габдуллин М.Т., Молдабеков Ж.А.</i> Сечение рассеяния и тормозная способность в плотной плазме: влияние эффектов дифракции и динамического экранирования.....	73
<i>Кудайкулов А.А., Жозеранд К., Калтаев А.</i> Численное исследование процесса пальцеобразования при течении двух не смешивающихся жидкостей в канале.....	86
<i>Ахметов Б.С., Корченко А.А., Жумангалиева Н.К.</i> Модель решающих правил для обнаружения аномалий в информационных системах.....	91
<i>Бапаев К.Б., Сламжанова С.С., Исаева Г.Б.</i> О дискретных неравенствах.....	101
<i>Боос Э.Г., Альменова А.М., Жуков В.В., Садыков Т.Х., Степанов А., Таутаев Е.М.</i> Исследование взаимодействий частиц космического излучения методом радиоизлучения на высоте 3340 метров над уровнем моря.....	110
<i>Джакупов К.Б.</i> О моделировании динамики вязкой жидкости уравнениями ротора скорости и функции тока.....	117
<i>Джакупов К.Б.</i> Эффективное применение уравнений максвелла и закона ома в численном моделировании двухфазных процессов магнитной гидродинамики.....	124
<i>Исадыков А.Н., Иванов М.А., Сахиев С.К., Жаугашиева С.А., Нурбакова Г.С., Мукушев Б.А.</i> Вычисление ширины распада $\omega(782)$ мезона для реакции $\omega \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$ в ковариантной модели кварков.....	135
<i>Калмурзаев Б.С.</i> О полурешетках роджерса двухэлементных семейств разностей в п. множеств.....	141
<i>Кошеров Т.С., Жумабекова Г.Е.</i> Исследование структуры и фазового состава поверхности кремния при температурном и лазерном воздействии.....	147
<i>Кошеров Т.С., Көшикбай Б.Қ.</i> Особенности напряженного состояния пластин кремния в процессе термического отжига.....	156
<i>Курманбаев Д.М.</i> Солитонная деформация поверхности энепера третьего порядка.....	163
<i>Майлебаева Д., Тилегенова Д.</i> Метод параметризации при решении трансцендентных уравнений.....	168
<i>Мамаев Ш.М., Даниярбек Р.Н.</i> Ұзындығы шектелген стерженде пластикалық облыстың және кернеуді жеңілдету толқындырының құрылуын торлық-характеристика әдісімен зерттеу.....	173
<i>Оңгарбаева А.Д.</i> Электрондық білім беру ресурстарын оқу процесінде болашақ мұғалімдерді оқытуда қолдану.....	184
<i>Сүйменбаев Б.Т., Алексеева Л.А., Сүйменбаева Ж.Б., Гусейнов С.Р.</i> Моделирование динамики космического аппарата в гравимагнитном поле земли в системе «MATLAB SIMULINK».....	188
<i>Туленбаев К.М., Шаймарданова Ж.Н., Габдуллин Б.</i> Структурные свойства (α, β) – коммутативных алгебр.....	208
<i>Сарсенгельдин М.М., Касабек С., Сагидолла Б.М.</i> Точное и приближенное решения двухфазовой обратной задачи Стефана.....	214