

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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**

5 (309)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2016 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2016 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 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

ҚР ҰҒА ХАБАРЛАРЫ. ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА СЕРИЯСЫ

Бас редакторы
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)
Бошкаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. PhD докторы (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)

ИЗВЕСТИЯ НАН РК. СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

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. доктор PhD (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 1991-346X

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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](http://www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz)

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

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

**NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN. SERIES OF PHYSICS AND MATHEMATICS**

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. PhD (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 1991-346X

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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 5, Number 309 (2016), 86 – 90

UDC 523.62

G.S. Minasyants, T.M. Minasyants

Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan
gennadii_minasya@mail.ru

V.M. Tomozov

Institute of Solar-Terrestrial Physics, Irkutsk, Russia
tom@iszf.irk.ru

**VARIATIONS OF Fe/O RATIO WITH IONS' ENERGY
IN THE SOLAR ACTIVITY MINIMUM.
II. ROLE OF ANOMALOUS COMPONENT
OF THE COSMIC RAYS IN A CYCLE MINIMUM**

Abstract. The energetic particle sources of a different origin which determine physical conditions in a solar wind in period of activity minimum are described. Minimal values of Fe/O ratio in a low energy region ~2-30 MeV/n are quite well explained by anomalous component cosmic rays (CR) influence. The anomalous CR component effect leads to increased flux intensity of ions with a high first ionization potential (FIP) (H, He, N and O) while elements with a low FIP (C, Mg, Si and Fe) show a flux weakening. As for ions of higher energy ($E_k > 30$ MeV/n), the increase of the Fe/O ratio is connected to major influence of galactic cosmic rays on solar wind characteristics in minimum activity conditions.

Keywords: solar activity minimum, galactic cosmic rays, anomalous component, Fe/O ratio.

УДК 523.62

Г.С. Минасянц, Т.М. Минасянц

Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова, Алматы, Казахстан

В.М. Томозов

Институт солнечно-земной физики, Иркутск, Россия

**ИЗМЕНЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ Fe/O С ЭНЕРГИЕЙ ИОНОВ
В МИНИМУМЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ II.
РОЛЬ АНОМАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ
В МИНИМУМЕ ЦИКЛА**

Аннотация. Описаны источники энергичных частиц различной природы, определяющие физические условия в солнечном ветре в период минимума активности. Минимальные значения Fe/O в диапазоне низких энергий ~ 2-30 МэВ/н хорошо объясняются влиянием аномальной компоненты космических лучей. Действие этой компоненты приводит к усилению интенсивности потоков ионов с высоким первым потенциалом ионизации - FIP (H,He,N,O), а элементы с низким FIP (C,Mg,Si,Fe), показывают ослабление потоков. Что касается ионов более высоких энергий ($E_k > 30$ МэВ/н), то рост значений Fe/O связан с определяющим влиянием галактических космических лучей на свойства солнечного ветра в условиях минимума активности.

Ключевые слова: минимум солнечной активности, галактические космические лучи, аномальная компонента, отношение Fe/O.

В относительном содержании примесных химических элементов в солнечном ветре наблюдаются изменения, связанные с фазой солнечного цикла и вспышечной активностью Солнца. Вариации состава этих элементов определяются двумя основными факторами – генерацией энергичных частиц на Солнце и условиями их распространения в межпланетной среде, а также приходом галактических космических лучей (ГКЛ) в гелиосферу. Основными причинами, влияющими на изменение условий распространения малоэнергичной части ГКЛ, (а также и ионов солнечного происхождения) является количество и характер распределения магнитных неоднородностей, а также флуктуации магнитного поля в гелиосфере Солнца. Отсутствие активных областей на Солнце приводит к минимизации источников рассеяния ГКЛ и, соответственно, к усилению влияния ГКЛ, начиная с энергий ионов $E_k > 2-5$ МэВ/н [1]. По мере роста энергии ионов, значения Fe/O могут последовательно характеризовать основные свойства солнечного ветра: а) при преобладающем влиянии Солнца, б) при совместном воздействии Солнца и ГКЛ и, наконец, в) при влиянии самих ГКЛ.

Поэтому основной задачей данного исследования является выяснение характера влияния на физические условия в солнечном ветре таких дополнительных источников, как ГКЛ и их аномальная компонента (АКЛ).

Рассчитанные и представленные на рисунке 1 в I-ой части нашей статьи [2], спектры энергии ионов Fe и O для солнечного ветра при полном отсутствии пятен обладают некоторыми особенностями. Обычно гладкие профили спектров Fe, в наших случаях, имеют довольно существенный провал значений в диапазоне энергии $\sim 2-30$ МэВ/н. Профили же спектров ионов O, напротив, не показывают спада или даже демонстрируют слабое усиление. Для сопоставления характеристик частиц и ионов различных элементов были построены их спектры энергии для общего периода минимума цикла активности (рис.1).

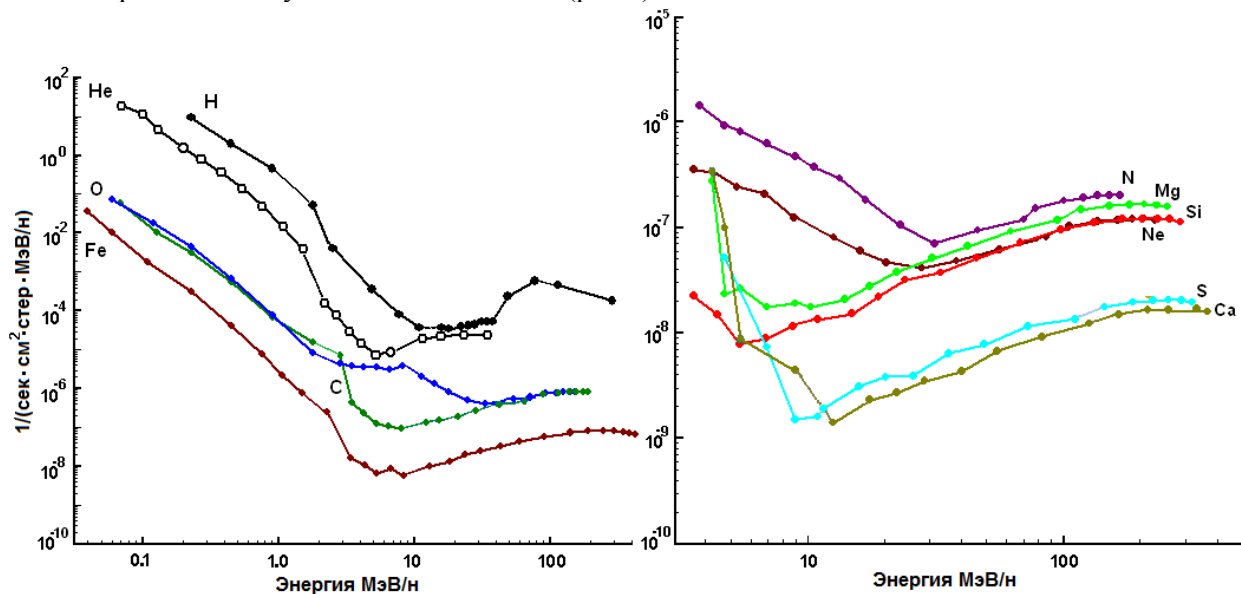


Рисунок 1. - Спектры энергии частиц и ионов солнечного ветра, в период минимума 23-го цикла активности (1 апреля 2007 г. - 31 декабря 2009 г.).

На рисунке 1 для эпохи минимума солнечной активности хорошо просматривается тенденция, когда вместо спада потока частиц при $E_k > 30$ МэВ/н наблюдается его возрастание благодаря влиянию галактических космических лучей [1]. Спектры энергий для всех элементов характеризуются ростом значений с максимумами при $E_k \sim 100-300$ МэВ/н. Отмечена такая закономерность: чем выше заряд элемента, тем более высокой энергии достигает максимум значения потока ГКЛ. Для рассмотренных элементов наблюдается усиление потоков частиц в области энергии ГКЛ примерно на порядок.

В 1973 г. был открыт новый вид космических лучей – аномальная компонента космических лучей (АКЛ) [3]. В отличие от ГКЛ, представляющих ядра различных элементов, АКЛ состоят из

частично ионизованных атомов с высоким первым потенциалом ионизации (He, N, O, Ne, Ar) [4]. На рисунке 2 приведены спектры энергии кислорода и углерода по наблюдениям с КА Pioneer 11 для периода минимума 20-го цикла активности. Наблюдается отчетливый максимум энергетического спектра для кислорода при энергиях $\sim 2 - 20$ МэВ/н.

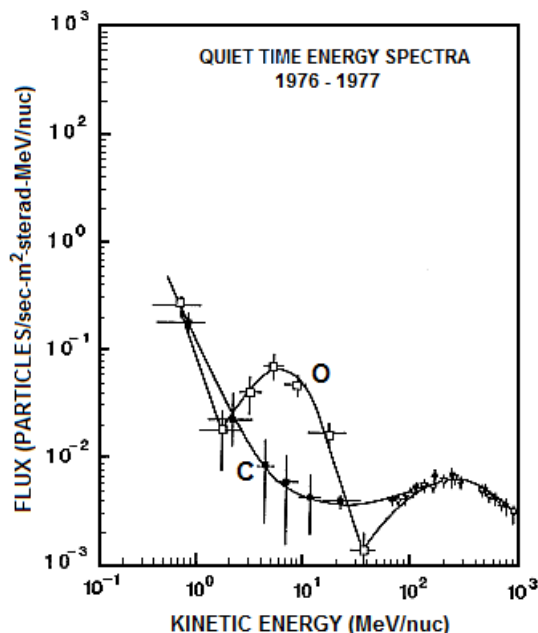


Рисунок 2 - Энергетические спектры кислорода и углерода, по экспериментальным данным КА Pioneer 11 [5]

Подобные наблюдения показывают “аномальное” поведение, как энергетических спектров, так и состава космических лучей в интервале энергий $\sim 2 - 20$ МэВ/н для элементов He, N, O, Ne. Явный избыток при $E_k \sim 10$ МэВ/н этой группы элементов и недостаток C, Mg, Si и Fe по сравнению с ГКЛ (при $E_k > 30$ МэВ/н) хорошо заметны на энергетических спектрах и в период минимума 23-го цикла (рис.1). Аномальные космические лучи, в отличие от СКЛ и ГКЛ, характеризуются относительным преобладанием в своем составе таких элементов, как He, O, Ne и Ar.

После экспериментального подтверждения существования аномальной популяции космических лучей [6-7], происхождение которой отличается как от солнечного, так и от галактического, возник вопрос о физической природе АКЛ.

Наиболее обоснованная теория происхождения АКЛ была предложена в 1974 г. в работе Fisk et al. [8]. Частицы АКЛ образуются при проникновении в гелиосферу нейтральных атомов из межзвездной среды с высоким потенциалом FIP (H, He, N, O и Ne), которые ионизируются при обмене зарядами с протонами солнечного ветра или под действием ультрафиолетового излучения Солнца и «захватываются» солнечным ветром [9]. Однако степень ионизации этих ионов не превышает $Q = 2+$, а энергия составляет несколько кэВ на нуклон. При приближении к Солнцу они выносятся в потоке солнечного ветра наружу и, достигнув границы гелиосферы, ускоряются на пограничной ударной волне (механизмом Ферми) до энергий ~ 10 МэВ/нуклон. Затем они могут вновь вернуться к Солнцу. Доказано, что этот процесс может повторяться неоднократно. Отметим, что ионы элементов с низким потенциалом FIP ионизируются уже в локальной межзвездной среде и не способны проникнуть внутрь гелиосферы [9].

В результате действия предложенного механизма ускорения частиц АКЛ предполагается увеличение интенсивности потока элементов с высоким первым потенциалом ионизации, в том числе и кислорода. В то же время элементы с низким ионизационным потенциалом не должны показывать такого увеличения, это относится к ионам C, Mg, Si, Fe.

Необходимо подчеркнуть, что основные положения предложенной теории происхождения АКЛ [8] были в дальнейшем подтверждены наблюдениями и получили развитие и детальное

обоснование. Это касается и величин зарядовых состояний ионов АКЛ и моделей их распространения и ускорения в области гелиосферы [10-13].

Таким образом, физические условия в солнечном ветре в эпоху минимума цикла солнечной активности можно описать тремя характерными состояниями, связанными с энергиями частиц, условные границы раздела которых по энергиям составляют 2-5 МэВ/н и 20-30 МэВ/н. При энергиях ионов $E_k \leq 2$ МэВ/н – условия в солнечном ветре определяются, в основном, влиянием Солнца, а в интервале энергий (2-30) МэВ/н должен сказываться вклад аномальной компоненты космических лучей. При этом в плазме солнечного ветра при рассматриваемых спокойных условиях характерно проявление интересного эффекта: содержание ионов элементов с более высоким первым потенциалом ионизации превышает содержание ионов с более низким потенциалом ионизации. Протоны и ионы с энергиями > 30 МэВ/н имеют, в основном, галактическое происхождение [1,4]. Разница значений Fe/O в энергичных вспышечных потоках и соответствующих им Fe/O в солнечном ветре в спокойных условиях при $E_k < 30$ МэВ/н, достигает величины ~ 1.5 . Для ионов с более высокими энергиями при преобладающем влиянии потоков частиц ГКЛ эта разница значительно меньше.

Таким образом, становится понятной причина существования низких, минимальных величин Fe/O = 0.004 и 0.010 при значениях энергии $E_k = 5.3$ и 13.0 МэВ/н, соответственно. Подчеркнем, что при появлении активных областей на Солнце ход спектров энергии для всех элементов становится подобным и показывает быстрый непрерывный спад потоков ионов, особенно при энергиях в сотни МэВ/н.

Работа выполнена по проекту N 0073-2/ПЦФ-15-МОН

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Garrard T. L. et al. The Advanced Composition Explorer Mission // Proc. 25th ICRC. 1997. Vol. 1, P.105-108.
- [2] Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М. Изменение значений Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности I. Энергетические спектры ионов Fe и O в отсутствие пятен на Солнце // Известия НАН РК-2016-№4-С.
- [3] Garcia-Munoz M., Mason G.M., Simpson J.A. The anomalous 1972 low energy galactic cosmic ray proton and helium spectra // Proc. 13th ICRC. 1973. V. 2. P. 1304–1307.
- [4] Базилевская Г.А., Стожков Ю.И. Энергичные частицы и космические лучи: галактические, гелиосферные и солнечные космические лучи // Плазменная гелиогеофизика. Под ред. Л. М. Зеленого и И. С. Веселовского. Сборник в 2-х томах. Том 1. М. 2008. С.345-357.
- [5] Panasyuk M.I. The trapped anomalous component of the cosmic rays: the short overview of experiments // Proc. of the 23 Int. Cosmic Ray Conference. 1993. P.455-463.
- [6] Hovestadt D.O., Valmer, O., Gloeckler, G., Fan, C. Differential energy spectra of low-energy (< 8.5 MeV per nucleon) heavy cosmic ray during solar quiet time // Phys. Rev. Lett. 31. 1973. P. 650-667.
- [7] McDonald F.B., Teegarden B.J., Trainor J.H. and Webber W.R. The anomalous abundance of cosmic ray nitrogen and oxygen at low energies // Astrophys. J. V.187. 1973. P.105-108.
- [8] Fisk L.A., Kozlovsky B., Ramaty R. An interpretation of the observed oxygen and nitrogen enhancement in low energy cosmic rays // Astrophys. J. (Lett.) V. 190, 1974. P. 35-38.
- [9] Reames D.E. Energetic particle composition // Solar and galactic composition: A Joint SOHO/ACE Workshop. AIP Conf. Proc., V. 598, 2001. P. 153-164.
- [10] Möbius E., Hovestadt D., Klecker B., Scholer M., Gloeckler G. and Ipavich F.M. Direct observations of He⁺ pick-up ions of interstellar origin in the solar wind // Nature 318. 1985. P. 426-429.
- [11] Jokipii, J.R., Particle acceleration at a termination shock. // J. Geophys. Res. V. 91. 1986. P.2929 – 2932.
- [12] Adams J., Leising L. Maximum distance to the acceleration site of the anomalous component of cosmic rays // Proc. 22nd Intern. Cosmic Ray Conf. (Dublin). V. 3. 1996. P.304.
- [13] Ness N., Burlaga L.F., Acuna M.H., Lepping R.P., Connerney J.E.P. Termination shock and heliosheath studies at >92 AE: Voyager 1 magnetic field measurements // Nature V. 430. 2005. P.48-56.

REFERENCES

- [1] Garrard T. L. et al. The Advanced Composition Explorer Mission // Proc. 25th ICRC. 1997. Vol. 1, P.105-108.
- [2] Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M. Izmenenie znachenij Fe/O s jenergiej ionov v minimume solnechnoj aktivnosti I. Jenergeticheskie spektry ionov Fe i O v otsutstvii pjaten na Solnce // Izvestija NAN RK-2016-№4-S.
- [3] Garcia-Munoz M., Mason G.M., Simpson J.A. The anomalous 1972 low energy galactic cosmic ray proton and helium spectra // Proc. 13th ICRC. 1973. V. 2. P. 1304–1307.

[4] Bazilevskaja G.A., Stozhkov Ju.I. Jenergichnye chasticy i kosmicheskie luchy: galakticheskie, geliosfernye i solnechnye kosmicheskie luchy //Plazmennaja geliogeofizika. Pod red. L. M. Zelenogo i I. S. Veselovskogo. Sbornik v 2-h tomah. Tom 1. M. 2008. S.345-357.

[5] Panasyuk M.I. The trapped anomalous component of the cosmic rays: the short overview of experiments // Proc. of the 23 Int. Cosmic Ray Conference. 1993. P.455-463.

[6] Hovestadt D.O., Valmer, O., Gloeckler, G., Fan, C. Differential energy spectra of low-energy (< 8.5 MeV per nucleon) heavy cosmic ray during solar quiet time // Phys. Rev. Lett. 31. 1973. P. 650-667.

[7] McDonald F.B., Teegarden B.J., Trainor J.H. and Webber W.R. The anomalous abundance of cosmic ray nitrogen and oxygen at low energies // Astrophys. J. V.187. 1973. P.105-108.

[8] Fisk L.A., Kozlovsky B., Ramaty R. An interpretation of the observed oxygen and nitrogen enhancement in low energy cosmic rays // Astrophys. J. (Lett.) V. 190, 1974. P. 35-38.

[9] Reames D.E. Energetic particle composition // Solar and galactic composition: A Joint SOHO/ACE Workshop. AIP Conf. Proc., V. 598, 2001. P. 153-164.

[10] Möbius E., Hovestadt D., Klecker B., Scholer M., Gloeckler G. and Ipavich F.M. Direct observations of He⁺ pick-up ions of interstellar origin in the solar wind // Nature 318. 1985. P. 426-429.

[11] Jokipii, J.R., Particle acceleration at a termination shock. // J. Geophys. Res. V. 91. 1986. P.2929 – 2932.

[12] Adams J., Leising L. Maximum distance to the acceleration site of the anomalous component of cosmic rays // Proc. 22nd Intern. Cosmic Ray Conf. (Dublin). V. 3. 1996. P.304.

[13] Ness N., Burlaga L.F., Acuna M.H., Lepping R.P., Connerney J.E.P. Termination shock and heliosheath studies at >92 AE: Voyager 1 magnetic field measurements // Nature V. 430. 2005. P.48-56.

Г.С. Минасянц, Т.М. Минасянц

«В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты» ЕШЖС, Алматы, Қазақстан

В.М. Томозов

Күн-жер физикасы институты, Иркутск, Ресей

**КҮН БЕЛСЕНДІЛІГІ МИНИМУМЫНДА ИОНДАР ҚУАТЫМЕН Fe/O МӘНІНІҢ ӨЗГЕРҮІ. II.
ЦИКЛДІҢ МИНИМУМЫНДА ҒАРЫШ СӘУЛЕЛЕРІНІҢ
АНОМАЛДЫ КОМПОНЕНТТЕРІНІҢ РОЛІ**

Аннотация. Белсенділіктің минимум кезеңінде күн желінде физикалық жағдайды анықтайтын әртүрлі табиғаттардың қуатты бөлшектерінің көздері сипатталды. ~ 2-30 МэВ/н төмен қуаттың диапазонында Fe/O минималды мәні ғарыш сәулелерінің аномалды компоненттерінің әсерімен жақсы түсіндіріледі. Бұл компоненттердің қозғалысы FIP (H,He,N,O) иондалудың жоғары алғашқы потенциалымен иондар ағымдардың қарқындылығының артуына алып келеді, ал, төмен FIP (C,Mg,Si,Fe) элементтер ағымдардың әлсізденуін көрсетеді. Аса жоғары қуаттағы иондарға келетін болсақ ($E_k > 30$ МэВ/н), онда өсу мәні Fe/O минималды белсенділік жағдайында күн желі қасиетіне галактикалық ғарыш сәулелерінің анықталған әсерімен байланысты.

Түйін сөздер: минимум күн белсенділігі, галактикалық ғарыш сәулесі, аномалды компонент, Fe/O қатынас.

МАЗМҰНЫ

Жұлдыздардың және тұмандықтардың зерттеулері

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , ТУС3215-906-1 айнымалы жұлдыз: бүгілген жаркылдың талдауы және жіктеуі.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , V725 Тау объектісінің спектрлік және фотометрлік бақылауларының нәтижелері.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , M1-65 планеталық тұмандықтың айнымалылығы.....	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Жұлдыз маңындағы құрылымдардың қалыптасуына магниттік өрістердің әсері.....	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В., Кусакин А.В.</i> , GSC 3601-01531 және GSC 3601-01504 екі жаңа айнымалы жұлдыздар	35

Аспан механикасының және жұлдыздар жүйесінің мәселелері

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Астрофизикалық энергия кезінде радиациялық ${}^2\text{H}^3\text{He}$ басып алу	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Қараңғы материя есебімен ғаламдар релаксацияларының уақытын бағалау.....	50

Күннің және күн жүйесі денелерінің физикасы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары дискілерінде атомдар мен иондар динамикасына бүгілген жарық қысымының әсері.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Күн маңындағы сублимация процессінде оливин тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары маңындағы сублимация процессінде силикатты тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы.....	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күннің минимум белсенді кезіндегі иондық энергиямен Fe/O қатынасының өзгеруі. I. күнде дақтар жоқ болғанда Fe және O иондарының энергетикалық спектрлері.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күн белсенділігі минимумында иондар қуатымен Fe/O мәнінің өзгеруі. II. Циклдің минимумында ғарыш сәулелерінің аномалды компоненттерінің ролі.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонова Г.А.</i> , Сатурндағы аммиактың жұтылуы – 2009 жылы күн мен түннің теңелуі кезеңінде ендік вариациялар асимметриясы	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Сатурнның солтүстік жартышары - 2015 жылы метан және аммиактың жұтылуы	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу I. Экватор аймағы	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу. II. Ендік вариациялар	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында Юпитерде метан-аммиак жұтылуын зерттеу III. Үлкен Қызыл Дақ (ҮҚД).....	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Көптеген геотұрақты серіктердің кейбір сипаттамалары.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Көру шегі аз CCD-матрицада ГТС бақылауларының астрономиялық өңдеулерінің әртүрлі әдістерінің салыстырмалы талдауы.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясы бекетінде геотұрақты серіктерді бақылау жағдайы.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясының 1-метрлік телескобында фотометрлік жүйесін стандарттау.....	140
<i>Терещенко В.М.</i> , SSP-5A фотоэлектрлік фотометрі жұмысының сипаттамасы және ерекшеліктері.....	146
<i>Терещенко В.М., Шамро А.В.</i> , Абсолютті өлшемдер үшін спектрограф. Оптика-механикалық блоктың сызбасы және құрылымы.....	155

Теориялық зерттеулер

<i>Қалдыбекова Б.Қ., Решетова Г.В.</i> Арнайы ішектен жасалған тордың сандық нәтижелері.....	160
<i>Бакирова Э.А., Қадырбаева Ж.М.</i> Жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің шешілімділігі туралы.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Гурса операторының Крейн кеңістігіндегі жалқылығы туралы.....	176
<i>Жұмәлі А.С., Решетова Г.В.</i> Жерасты ерітінділеудің микроскопиялық динамикасын сандық моделдеу.....	188
<i>Бақтыбаев Қ., Дәлелханқызы А., Қиқымова І., Мырзагулов А.</i> Әсерлесуші бозондар моделін уран ядросының деформацияланған изотоптарына қолдану.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқын теңдеуінің шартарапты волтерлі есептерінің Крейннің кеңістігіндегі спектралдік таралымдары.....	203
<i>Шомаманбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқындық теңдеуінің шартарапты шекаралық есебінің спектрлік қасиеттері.....	213
Қазақстанның астрономиялық ғылым 75 жыл.	224

СОДЕРЖАНИЕ

Исследование звезд и туманностей

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , Переменная звезда TYC3215-906-1: анализ кривой блеска классификация.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , Результаты спектральных и фотометрических наблюдений объекта V725 Тау.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , Переменность планетарной туманности M1-65	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Влияние магнитных полей на формирование околосветных структур	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслев А.В., Кусакин А.В.</i> , Две новые переменные звезды GSC 3601-01531 и GSC 3601-01504... ..	35

Проблемы небесной механики и динамики звездных систем

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Радиационный $^2\text{H}^3\text{He}$ захват при астрофизических энергиях	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Оценка времени релаксации галактик с учетом темной материи.....	50

Физика Солнца и тел солнечной системы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Действие светового давления на динамику атомов и ионов в осколочных дисках звезд класса А.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Орбитальная эволюция пылевых частиц оливина в процессе сублимации около Солнца	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Орбитальная эволюция силикатных пылевых частиц в процессе сублимации около звезд класса А	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. I. Энергетические спектры ионов Fe и O при отсутствии пятен на Солнце.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. II. Роль аномальной компоненты космических лучей в минимуме цикла.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонова Г.А.</i> , Аммиачное поглощение на Сатурне - асимметрия широтных вариаций в период равноденствия 2009 года.....	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Северное полушарие Сатурна - поглощение метана и аммиака в 2015 году	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения по диску Юпитера в сезон видимости 2016 года I. экваториальная область.....	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> , Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года II. Широтные вариации.....	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года. III. Большое Красное Пятно (БКП)	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Некоторые характеристики множества геостационарных спутников.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Сравнительный анализ различных методов астрометрической обработки наблюдений ГСС на CCD-матрице с малым полем зрения.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Условия наблюдений геостационарных спутников на пункте Тянь-Шанская Астрономическая Обсерватория.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Стандартизация фотометрической системы 1-метрового телескопа Тянь-Шанской Астрономической Обсерватории.....	140
<i>Тереценок В.М.</i> , Характеристики и особенности работы фотоэлектрического фотометра SSP-5A	146
<i>Тереценок В.М., Шамро А.В.</i> , Спектрограф для абсолютных измерений. Схема и конструкция оптико-механического блока.....	152

Теоретические исследования

<i>Калдыбекова Б. К., Решетова Г. В.</i> Численные результаты специальной сетки из струн.....	160
<i>Бакирова Э.А., Кадирбаева Ж.М.</i> О разрешимости линейной многоточечной краевой задачи для нагруженных дифференциальных уравнений.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> О самосоруженности оператора Гурса в пространстве Крейна.....	176
<i>Жумали А.С., Решетова Г.В.</i> Численное моделирование микроскопической динамики подземного выщелачивания.....	188
<i>Бактыбаев К., Далелханкызы А., Кикымова I., Мырзабаев А.</i> Применение модели взаимодействующих бозонов в деформированных изотопах ядра урана.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные разложения решения вольтерровых нелокальных краевых задач волнового уравнения.....	203
<i>Шомамбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные свойства нелокальной краевой задачи волнового уравнения	213
75 лет казахстанской астрономической науке.....	224

CONTENTS

Investigation of stars and nebulae

<i>Serebryanskiy A.V., Gaynullina E.R., Khalikova A.V.</i> Variable star TYC3215-906-1: light curve analyses and classification	5
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye., Otebay A.</i> Results of the spectral and photometric observations of the object V725 Tau	12
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye.</i> , Variability of the planetary nebula M1-65.....	22
<i>Pavlova L.A.</i> , The influents magnetic field on the forming circumstellar structure.....	29
<i>Kokumbaeva R.I., Khruslov A.V., Kusakin A.V.</i> , GSC 3601-01531 and GSC 3601-01504, two new variable stars.....	35

Problems of celestial mechanics and dynamics of stellar systems

<i>Dubovichenko S.B., Dzhazairov-Kakhramanov A.V., Burkova N.A., Tkachenko A.S.</i> , Radiative ${}^2\text{H}^3\text{He}$ capture at astrophysical energies	41
<i>Zulpykharov A. T., Konysbayev T.K., Chechin L.M.</i> The relaxation time estimation for galaxies with account of Dark matter.....	50

Physics of sun and bodies of the Solar system

<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , The action of radiation pressure on the dynamics of atoms and ions in debris disks of A-type stars.....	55
<i>Demchenko B.I., Shestakova L.I.</i> , Orbital evolution of olivine dust grain during sublimation process near the Sun.....	64
<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , Orbital evolution of silicate dust particles during sublimation near A-type stars.....	73
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. I. Energy Spectra of Fe and O Ions on the Spotless Sun	81
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. II. Role of anomalous component of the cosmic rays in a cycle minimum.....	86
<i>Tejfe V.G.I., Karimov A.M., Kharitonova G.A.</i> The ammonia absorption in Saturn – an asymmetry of latitudinal variations at the 2009 equinox.....	91
<i>Karimov A.M., Lysenko P.G., Tejfe V.G.I., Kharitonova G.A.</i> , Northern hemisphere of SATURN – the methane and ammonia absorption in 2015.....	97
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> , The study of molecular absorption over Jovian disk in season of 2016 visibility. I. Equatorial area.....	104
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. II. Latitudinal variations.....	110
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. III. Great Red Spot (GRS).....	118
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Molotov I. E., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I., Voropaev V.A.</i> Some features of geostationary satellites ensemble.....	124
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Nifontova M.V., Usoltseva L. I.</i> , Comparative analysis of several methods of astrometric processing of the GSS observations using CCD-cameras with narrow field of view.....	129
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Krugov M.A., Reva I.V., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I.</i> , Condition of observations of geostationary satellites at Tien Shan astronomical observatory.....	135
<i>Shomshenkova S. A., Reva I.V., Kondratyeva L.N., Otebay A.B.</i> , Standardization of the photometric system of the 1-meter telescope of Tien-Shan Astronomical Observatory.....	140
<i>Tereschenko V. M.</i> , The characteristics and peculiarities of the photoelectrical photometer SSP-5A operation.....	146
<i>Tereschenko V. M., Shamro A. V.</i> , Spectrograph for absolute measurements. Scheme and construction of the optic-mechanic block.....	152

Theoretical studies

<i>Kaldybekova B.K., Reshetova G. V.</i> Numerical results of special grid of strings.....	160
<i>Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M.</i> On a solvability of linear multipoint boundary value problem for the loaded differential equations.....	168
<i>Besbayev G. A., Kopzhasarova A.A., Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh.</i> On self-conjugation of the operator of goursat in crane space	176
<i>Zhumali A.S., Reshetova G.V.</i> Numerical modelling of microscopic dynamics of in-situ leaching.....	188
<i>Baktybaev K., Dalelkhankyzy A., Kyqymova I., Myrzabaev A.</i> Applying the model of interacting bosons in a deformed nucleus of uranium isotopes.....	195
<i>Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Abylkassymova E.A., Shaldanbayev A.SH.</i> Spectral resolutions of solution of voltaire nonlocal boundary value problems of a wave equation.....	203
<i>Shomanbayeva M. T., Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Shaldanbayev A.Sh.</i> Spectral properties of a nonlocal boundary value problem of a wave equation.....	213
75 years of Kazakhstan's astronomical science	224

**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>

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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

Подписано в печать 25.09.2016.

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

14 п.л. Тираж 300. Заказ 5.