

<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](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://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), 81 – 85

**G.S. Minasyants, T.M. Minasyants**Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan  
[gennadii\\_minasya@mail.ru](mailto:gennadii_minasya@mail.ru)**V.M. Tomozov**Institute of Solar-Terrestrial Physics, Irkutsk, Russia  
[tom@iszf.irk.ru](mailto:tom@iszf.irk.ru)**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**

**Abstract.** Energy spectra of iron and oxygen ions for period of minimum of the 23-rd activity cycle for three long-term time intervals when no sunspots were observed are constructed. Observational data from spacecrafts ACE, STEREO and WIND have been used. For eight separate ranges of energy started from 0.06 up to 190.53 MeV/n the ratio Fe/O in quiet solar wind were determined. The knowledge of ratio Fe/O for different intervals of energy of ions allows one to use it much more efficiently as the indicator of the physical conditions of the medium.

The behavior of curves of energy spectra of iron and oxygen ions indicates notable differences in energy region from 2-5 to 30 MeV/n where significant drop of Fe ions flux is observed whilst flux of O ions stays almost the same. It leads to minimum and lowest values of Fe/O ratio (0.004-0.010) in this interval of ions energies.

Comparison of values of Fe/O ratio for impulse flares events and for solar wind for conditions of the minimum of activity shows similar trend in an interval of small ions energies: 0.06-2.00 MeV/n. Moreover, both curves for energy  $E_k=1.81$  MeV/n have maximal values of Fe/O. It indicates that despite of difference in absolute values of Fe/O, in impulse flares and in solar wind during minimum of activity, there are processes which lead to relative enhancement of the quantity of ions of iron in relation to ions of oxygen.

**Keywords:** solar activity minimum, energy spectra of ions, 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

**ИЗМЕНЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ Fe/O С ЭНЕРГИЕЙ ИОНОВ  
В МИНИМУМЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ.****I. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ИОНОВ Fe и O  
ПРИ ОТСУТСТВИИ ПЯТЕН НА СОЛНЦЕ**

**Аннотация.** В период минимума 23-го цикла активности для трех продолжительных интервалов отсутствия пятен на Солнце построены энергетические спектры ионов железа и кислорода. Использовались данные наблюдений с космических аппаратов ACE, STEREO, WIND. Для восьми отдельных участков энергии от 0.06 до 190.53 МэВ/н рассчитаны значения отношения Fe/O в спокойном солнечном ветре.

Знание отношения Fe/O в различных интервалах энергии ионов позволяет значительно эффективнее использовать его как индикатор физического состояния среды.

Ход кривых энергетических спектров железа и кислорода показывает существенные различия в интервале энергии от 2-5 до 30 МэВ/н – наблюдается значительное падение потока ионов железа, при почти неизменных значениях для кислорода. Это приводит к минимальным и абсолютно низким значениям Fe/O = (0.004-0.010) в этом интервале энергий.

Сравнение значений отношения Fe/O для импульсных вспышечных событий и солнечного ветра в условиях минимальной активности показывают подобный ход в интервале малых энергий ионов: 0.06-2.00 MeV/n. Причем, при энергии  $E_k=1.81$  MeV/n на обеих кривых наблюдаются максимальные значения Fe/O. Это указывает на то, что несмотря на разницу в абсолютных значениях Fe/O, в импульсных вспышках и в солнечном ветре во время минимальной активности, есть процессы, которые приводят к относительному повышению количества ионов железа по отношению к ионам кислорода.

**Ключевые слова:** минимум солнечной активности, энергетические спектры ионов, отношение Fe/O.

Наиболее мощные процессы активности на Солнце связаны с существованием групп солнечных пятен, связанных между собой магнитным полем в форме петель различных масштабов, которые являются основными блоками структур активных областей. Активная область занимает некоторую часть солнечной атмосферы, где плотность магнитной энергии значительно превосходит ее значения в окружающей невозмущенной атмосфере. В процессе развития активной области происходит усложнение топологии ее магнитных полей, сопровождаемое ростом свободной магнитной энергии. На определенном периоде эволюции активной области при возникновении в магнитной структуре областей диссипации – токовых слоев, в ней развиваются быстротекущие процессы освобождения свободной магнитной энергии – солнечные вспышки и корональные выбросы массы (КВМ). В ходе этих процессов накопленная свободная магнитная энергия преобразуется в энергию нагрева плазмы и ускоренных до высоких энергий частиц, а также в энергию быстрых движений вещества, порождая выбросы плазмы.

Основным механизмом ускорения частиц непосредственно в области вспышек является прямое ускорение электрическим полем при диссипации энергии в токовых слоях активной области в зоне пересоединения магнитных полей с последующим стохастическим ускорением (импульсная составляющая) [1-2]. Кроме того, мощные вспышечные события сопровождаются быстрыми корональными выбросами массы (КВМ) с образованием фронтов ударных волн, которые способны эффективно ускорять частицы до высоких энергий при движении потоков плазмы вблизи Солнца и в межпланетной среде (длительное ускорение). Поэтому в таких сложных событиях (вспышка + КВМ) спектры частиц могут иметь смешанный характер. Вследствие этого, процессы ускорения частиц лежат в основе разделения вспышек и потоков ускоренных частиц на импульсные и длительные события (импульсная плюс продолжительная компонента). Заметим, что в одной вспышечно – активной области может произойти несколько вспышек, связанных с появлением КВМ. По значениям целого ряда параметров можно установить принадлежность вспышек к тому или иному классу [3], хотя в настоящее время считается, что представление о делении вспышек на два класса является несколько упрощенным [4], поскольку в некоторых явлениях разных классов выявляется ряд общих характеристик. На основе сопоставления потоков частиц от импульсных и длительных вспышек Кейн и др. [5] предложили использовать отношение элементов Fe/O в качестве основного показателя для определения двух классов событий. Более того, величина отношения элементов Fe/O в составе вспышечных потоков является мерой проявления FIP-эффекта (First Ionization Potential). Железо относится к элементам с низким первым потенциалом ионизации (FIP < 10 eV), обилия которых в верхней атмосфере Солнца повышены в несколько раз, а содержание кислорода остается близким к фотосферному обилию, поскольку его потенциал ионизации превышает 10 эВ [6-7].

По современным данным величина Fe/O в фотосфере составляет 0.0576, в короне (по спектральным наблюдениям) – 0.187 и в составе вспышечных потоков частиц – 0.131 [8]. Однако, как правило, результаты определений этих отношений относятся лишь к одному или двум энергетическим интервалам, что явно недостаточно для определения зависимости Fe/O от энергии ионов. В связи с этим особенное значение приобретает знание отношения Fe/O в различных интервалах энергии ионов, которое является индикатором физического состояния среды гелиосферы. Это и будет предметом изучения в настоящей работе.

Продолжительный минимум 23-го цикла активности дал возможность в течение длительного интервала времени проследить за вариациями потоков различных химических элементов в спокойном солнечном ветре. За всю историю регулярных наблюдений Солнца с 1700 года, лишь 11-й и 14-й циклы активности в стадии минимума имели более низкие значения чисел Вольфа. Декабрь 2008 года был определен как минимум предыдущего цикла активности. Поэтому для исследования состояния состава элементов солнечного ветра в спокойных условиях на Солнце был выбран промежуток с 1 апреля 2007 по 31 декабря 2009 годов. За этот период в течение 669 дней на Солнце вообще отсутствовали активные области. В остальные дни на Солнце существовали лишь пятна и поры с очень небольшими площадями, которые не привели к появлению заметных возмущений в солнечном ветре.

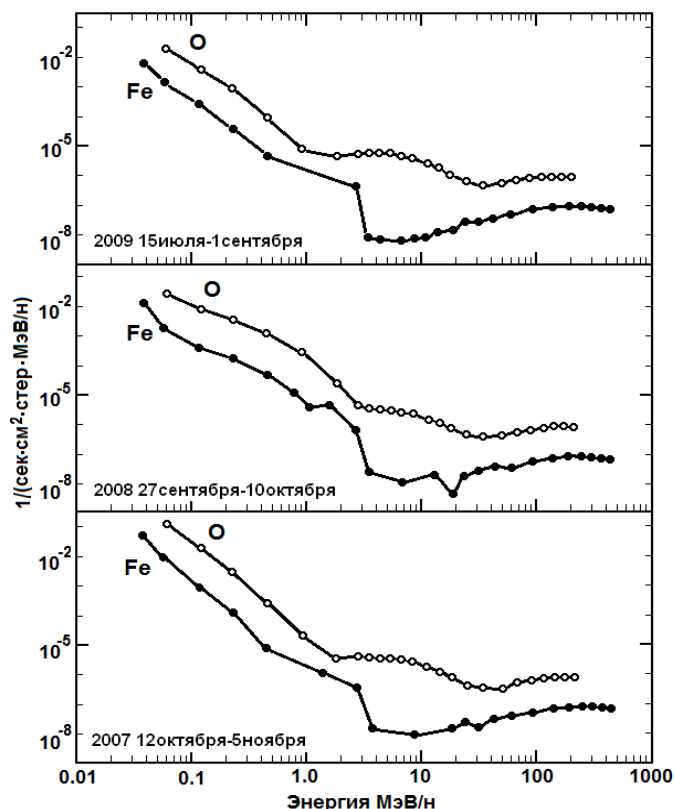


Рисунок 1. - Спектры энергии ионов кислорода и железа в солнечном ветре в интервалы времени с полным отсутствием активных областей на Солнце

Обзор фильтрограмм с космической обсерватории SDO в каналах комплекса AIA 171 Å, 193 Å и 1700 Å в период отсутствия пятен показал, что основными проявлениями активности Солнца являются небольшие участки повышенной яркости в короне в виде отдельных сгустков тонких струй, поднимающихся на небольшую высоту. Они не создают видимых структур в форме замкнутых петель, подобных существующим в активных областях. В фотосфере, в области локализации этих струй, располагаются светлые факельные площадки. Практически по всему диску Солнца наблюдались яркие рентгеновские точки (в том числе и в корональных дырах) - проявления мелкомасштабных активных процессов. В этот же период на Солнце существовали обширные темные корональные дыры (источники быстрого солнечного ветра), причем не только в полярных, но и в экваториальных областях Солнца.

Для трех временных интервалов с полным отсутствием пятен, в разные годы минимума цикла, были построены спектры энергий ионов O и Fe (Рис.1). Причем начала интервалов времени сдвигались на трое суток вперед, чтобы получить параметры для полностью спокойного солнечного ветра. Были использованы данные наблюдений Солнца на ИСЗ ACE (приборы ULEIS, EPAM, SIS, CRIS), WIND (EPACT/LEMT), STEREO (LET, HET). Общий интервал энергии для

частиц и ионов составлял (0.06-500) МэВ/н. Выбрано 8 интервалов энергии, имеющих средние значения: 0.06 МэВ/н, 0.23 МэВ/н, 1.81 МэВ/н, 5.30 МэВ/н, 13.00 МэВ/н, 30.90 МэВ/н, 75.69 МэВ/н и 190.53 МэВ/н.

Спектры энергии ионов O и Fe в потоках частиц были получены с помощью опции “Multi-source spectral plots of energetic particle fluxes” на сайте “OMNI Web Plus Browser”. Значения энергии ионов выражены в МэВ/н и, соответственно, потоки - в частиц/(сек · см<sup>2</sup> · стер · МэВ/н).

С использованием значений потоков ионов Fe и O было рассчитано их относительное содержание в солнечном ветре для 8-ми интервалов энергии в период минимума цикла активности при полном отсутствии пятен (таблица 1).

Таблица 1

Периоды отсутствия пятен	Fe/O							
	0.06 МэВ/н	0.23 МэВ/н	1.81 МэВ/н	5.30 МэВ/н	13.00 МэВ/н	30.90 МэВ/н	75.69 МэВ/н	190.53 МэВ/н
12.10-05.11 2007	0.076	0.052	0.188	0.005	0.009	0.040	0.087	0.097
27.09-10.10 2008	0.079	0.055	0.109	0.007	0.016	0.072	0.093	0.107
15.07-01.09 2009	0.075	0.045	0.152	0.001	0.005	0.048	0.086	0.099
Среднее	<b>0.077±</b> 0.001	<b>0.051±0.0</b> 03	<b>0.150±0.</b> 023	<b>0.004±</b> 0.002	<b>0.010±</b> 0.003	<b>0.053±</b> 0.010	<b>0.089±</b> 0.002	<b>0.101±</b> 0.003

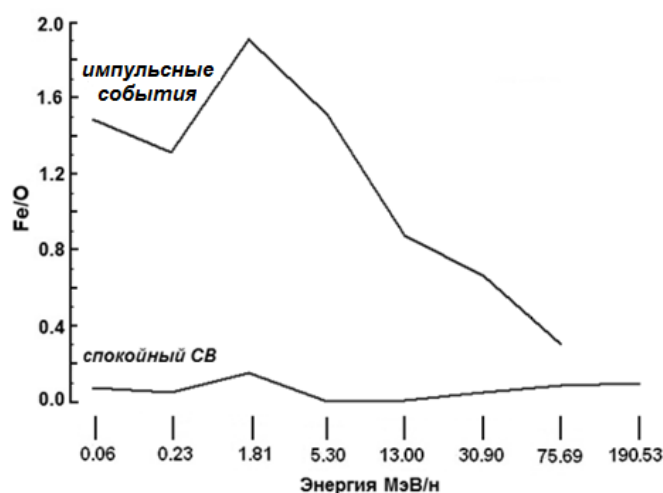


Рисунок 2 – Изменения отношения Fe/O в спокойном солнечном ветре и в потоках частиц при развитии импульсных событий для разных интервалов энергии.

На рисунке 2 приведены полученные кривые изменения отношения Fe/O в потоках частиц солнечного ветра для спокойных условий (без пятен) и в период обычной активности Солнца при развитии импульсных вспышечных событий в разных интервалах энергии ионов. Применение спектров энергии ионов железа и кислорода позволило использовать довольно широкий интервал энергии при расчете их относительного содержания.

В импульсных вспышечных событиях во время активного Солнца и в спокойных условиях при минимальной активности в солнечном ветре наблюдаются заметные вариации значений Fe/O с изменением энергии ионов. Отмечается тенденция существенного превышения значений Fe/O во вспышечных энергичных потоках над солнечным ветром в спокойных условиях при  $E_k < 30$  МэВ/н, а для более высоких энергий ионов это превышение становится существенно меньшим. Кривые изменения отношения Fe/O для импульсных вспышечных событий и солнечного ветра в условиях минимальной активности показывают подобный ход в интервале малых энергий ионов: 0.06-2.00 МэВ/н. Причем, при энергии  $E_k=1.81$  МэВ/н на обеих кривых наблюдаются максимальные значения Fe/O. Несмотря на разницу в абсолютных значениях Fe/O, в импульсных вспышках во время обычной активности и в спокойных условиях на Солнце происходят процессы, приводящие



к относительному усилению в солнечном ветре содержания ионов железа по отношению к ионам кислорода.

Статья выполнена по гранту N 0073-2/ПЦФ-15-МОН

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алтынцев А.Т., Банин В.Г., Куклин Г.В., Томозов В.М. Солнечные вспышки, М., Наука, 1982. 246 с.
- [2] Прист Э.Р., Форбс Т. Магнитное пересоединение. МГД теория и приложения. М.: Физматлит, 2005. 591с.
- [3] Reames, D. V., Solar energetic particles: A paradigm shift, Rev. Geophys. Suppl., U.S. National Report to IUGG 1991-1994. 1995. P. 585-589.
- [4] Klecker B. Current understanding of SEP acceleration and propagation // 23rd European Cosmic Ray Symp. IOP Publishing. Journal of Physics: Conf. Ser., V. 409. 2013. P. 1-15.
- [5] Cane H.V., Mewaldt R.A., Cohen C. M. S., von Roseninge T.T. Role of flares and shocks in determining solar energetic particle abundances // J. Geophys. Res., V.111, 2006. N 6. A06S90.
- [6] Томозов В.М. FIP- эффект как индикатор динамических процессов в солнечной атмосфере и межпланетной среде. Солнечно-земная физика. Вып. 19. 2012. С. 19–35.
- [7] Томозов В.М. О некоторых закономерностях распределения химического состава в атмосферах звезд. Солнечно-земная физика. Вып. 23. 2013. С. 23-32.
- [8] Reames D.V. Element abundances in solar energetic particles and the solar corona. Solar Phys. V. 289. 2014. P. 977-993.

#### REFERENCES

- [1] Altynceev A.T., Banin V.G., Kuklin G.V., Tomozov V.M. Solnechnye vspyshki, M., Nauka, 1982. 246 s.
- [2] Prist Je.R., Forbes T. Magnitnoe peresoedinenie. MGD teoriya i prilozheniya. M.: Fizmatlit, 2005. 591s.
- [3] Reames, D. V., Solar energetic particles: A paradigm shift // Rev. Geophys. Suppl., U.S. National Report to IUGG 1991-1994. 1995. P. 585-589.
- [4] Klecker B. Current understanding of SEP acceleration and propagation // 23rd European Cosmic Ray Symp. IOP Publishing. Journal of Physics: Conf. Ser., V. 409. 2013. P. 1-15.
- [5] Cane H.V., Mewaldt R.A., Cohen C. M. S., von Roseninge T.T. Role of flares and shocks in determining solar energetic particle abundances // J. Geophys. Res., V.111, 2006. N 6. A06S90.
- [6] Tomozov V.M. FIP- jeffekt kak indikator dinamicheskikh processov v solnechnoj atmosfere i mezhplanetnoj srede // Solnechno-zemnaja fizika. Vyp. 19. 2012. S. 19–35.
- [7] Tomozov V.M. O nekotoryh zakonornostyah raspredeleniya himicheskogo sostava v atmosferah zvezd // Solnechno-zemnaja fizika. Vyp. 23. 2013. S. 23-32.
- [8] Reames D.V. Element abundances in solar energetic particles and the solar corona // Solar Phys. V. 289. 2014. P. 977-993.

**Г.С. Минасянц, Т.М. Минасянц**

«В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты» ЕЖШС, Алматы қ.

**В.М. Томозов**

Күн-жер физикасының институты, Иркутск, Ресей

#### **КҮННІҢ МИНИМУМ БЕЛСЕНДІ КЕЗІНДЕГІ ИОНДЫҚ ЭНЕРГИЯМЕН Fe/O ҚАТЫНАСЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ. I. КҮНДЕ ДАҚТАР ЖОҚ БОЛҒАНДА Fe ЖӘНЕ O ИОНДАРЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СПЕКТРЛЕРІ**

**Түйін сөздер:** күн белсенділігінің минимумы, иондардың энергетикалық спектрлері, Fe/O қатынасы.

**Аннотация.** Күнде дақтар жоқ болғанда үш созылған аралықтарға 23-ші циклді белсенділік минимумының аралығына темір және оттегі иондарының энергетикалық спектрлері тұрғызылды. ACE, STEREO, WIND ғарыш аппараттарының бақылау мәліметтері қолданылды. Сегіз жеке энергия бөліктеріне 0,006 дан 190,53 МэВ/н дейін тыныш күн желіндегі Fe/O қатынасының мәндері есептелген.

Темір және оттегі энергетикалық спектрлер қисығының жүру жолы 2-5 тен 30 МэВ/н дейінгі энергия аралықтарында анағұрлым өзгешелікті көрсетеді – оттегі үшін мәндердің өзгермеуі, темір ионының ағыны айтарлықтай түсуі бақыланады. Бұл энергия аралығында Fe/O =(0,004-0,010) минимальды және абсолютті төменгі мәндерге әкеледі.

Минималды белсенділік жағдайында күн желінің және импульсті жарқ ету оқиғалары үшін Fe/O қатынасының мәндерін салыстыру иондардың аз энергия аралығында 0,06-2,00 МэВ/н осыған ұқсас жүру жолдарын көрсетеді. Сонымен бірге, E=1,81 МэВ/н энергиясында екі қисықта да, Fe/O максималды мәндері бақыланады. Fe/O абсолютті мәндерінің айырмашылығына қарамастан, минималды белсенділік уақытында күн желінде және импульсті жарқ ету кезінде темір иондарының саны оттегі иондарына қатысты салыстырмалы түрде артатындығын көрсетеді.

## 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 астрометриялық 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>Шоманбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқындық теңдеуінің шартарапты шекаралық есебінің спектрлік қасиеттері.....	213
<b>Қазақстанның астрономиялық ғылым 75 жыл.</b> .....	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., Хруслов 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 самосоряженности 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
<b>75 лет казахстанской астрономической науке.....</b>	<b>224</b>

## 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
<b>75 years of Kazakhstan's astronomical science</b> .....	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](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.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.