

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

4 (314)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2017 Ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2017 г.

JULY – AUGUST 2017

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

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

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

Редакционная коллегия:

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

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

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

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)
Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.
Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

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

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

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

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

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

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 314 (2017), 162 – 169

UDC 523.62

G.S. Minasyants, T.M. Minasyants

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

EFFECT OF THE SHOCK WAVE OF CORONAL EJECTION ON THE ENERGY OF ACCELERATED PROTONS

Abstract. The influence of a shock wave of coronal ejections the acceleration of protons in the process of their joint development with powerful flares and during motion in interplanetary space from the Sun to the Earth is considered in this paper. The study used observation data on various solar spacecraft (GOES, SOHO, ACE, WIND), as well as Proton Events Catalog materials 1996-2008 (Institutes of RAS). It was found that the efficiency of the process of protons acceleration is mainly influenced by high values of the magnetic field intensity and the velocity of the shock wave of ejections. The quasimaximal values of the energy of protons accelerated by the shock wave lie in the range from 60 to 1520 MeV. Observations indicate that a highly magnetized shock wave moving at a high speed, under the influence of flare fluxes of relativistic energy protons, can be a source of protons with energies up to 1.5 GeV. When comparing the quasimaximal values of the proton energy, their mean values were determined for the fluxes of 16 cosmic ray flares (1809 ± 305 MeV), powerful 16 gradual flare fluxes (498 ± 41 MeV), and shock waves of 16 coronal ejections (286 ± 96 MeV). The validity of the allotment of Ground Level Events into a separate subclass of Gradual Large Events is confirmed.

Key words: coronal ejections, solar flares, shock wave.

УДК 523.62

Г.С. Минасянц, Т.М. Минасянц

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

ВЛИЯНИЕ УДАРНОЙ ВОЛНЫ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ НА ЭНЕРГИЮ УСКОРЕННЫХ ПРОТОНОВ

Аннотация. В работе рассмотрено влияние ударной волны корональных выбросов на ускорение протонов в процессе их совместного развития с мощными вспышками и при движении в межпланетном пространстве от Солнца к Земле. В исследовании использованы данные наблюдений на различных солнечных космических аппаратах (GOES, SOHO, ACE, WIND), а также материалы Каталога Протонных Событий 1996-2008 г.г. (института РАН).

Установлено, что на эффективность процесса ускорения протонов основное влияние оказывают высокие значения напряженности магнитного поля и скорости движения ударной волны корональных выбросов. Квазимаксимальные значения энергии протонов, ускоренных на ударной волне выбросов, лежат в интервале от 60 до 1520 MeV. Наблюдения указывают, что движущая с высокой скоростью сильно намагниченная ударная волна, при влиянии вспышечных потоков протонов релятивистской энергии, может быть источником протонов с энергией вплоть до 1.5 GeV. При сопоставлении квазимаксимальных значений энергии протонов, были определены их средние значения для потоков 16-ти вспышек космических лучей (1809 ± 305 MeV), мощных 16-ти длительных вспышечных потоков (498 ± 41 MeV) и ударных волн 16-ти корональных выбросов (286 ± 96 MeV). Подтверждается обоснованность выделения вспышек космических лучей в отдельный подкласс длительных событий.

Ключевые слова: корональные выбросы, солнечные вспышки, ударная волна.

Введение. В процессе развития активных областей на Солнце постоянно возрастает свободная магнитная энергия, что приводит, как правило, при появлении районов диссипации - токовых слоев, к возникновению быстротекающих процессов выделения энергии – солнечным вспышкам и корональным выбросам массы. В самой области энерговыделения вспышки (токовом слое) происходит интенсивный нагрев плазмы и ускорение частиц до высоких энергий. Кроме того, мощные солнечные вспышки почти всегда сопровождаются быстрыми корональными выбросами массы (КВМ) с образованием ударных волн, на фронтах которых эффективно ускоряются частицы при движении вспышечных потоков плазмы вблизи Солнца и в межпланетной среде.

Длительные вспышечные события с ускоренными ударными волнами происходят в сложных магнитных структурах, содержащих волокно магнитного потока, располагающееся над линией раздела полярностей поля в фотосфере (рис. 1) [1]. При нарушении общего равновесия магнитной конфигурации поля волокно теряет устойчивость и начинает ускоренно подниматься вверх, что вызывает пересоединение магнитного поля в нижней его части и инициирует появление вспышечного процесса. Формирующийся корональный выброс массы (волокно содержится в его центральной части) в своем развитии обычно проходит три фазы: 1) начальную фазу, до включения вспышки; 2) фазу быстрого ускорения, совпадающую с фазой роста эмиссии вспышки и 3) фазу распространения, с постоянной или медленно спадающей скоростью [2]. В ходе распространения КВМ в короне и межпланетной среде его структура расширяется, заполняя значительную долю гелиосферы. Естественно, что детали эволюции КВМ определяются магнитной структурой поля в начальной конфигурации, где произошла вспышка. По современным представлениям вспышка и выброс КВМ рассматриваются как единый процесс нарушения равновесия магнитной структуры.

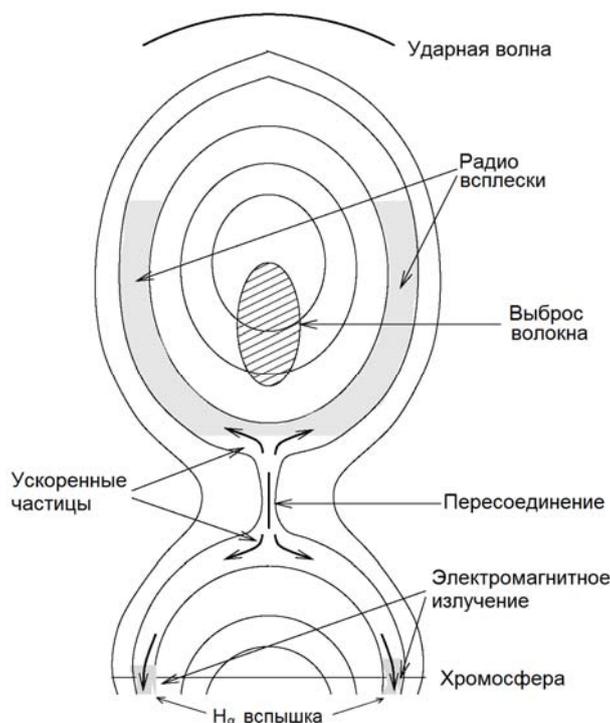


Рисунок 1 - Магнитная структура и зоны ускорения частиц, порождающие вспышечные потоки с выбросом волокна [1]

Самые высокоскоростные КВМ способны возбуждать ударные волны в короне и межпланетной среде, которые способны эффективно ускорять частицы (ширина КВМ в таких событиях превосходит 100°). Некоторым указанием на возбуждение ударных волн в солнечной короне может служить появление радио всплесков II типа в метровом диапазоне [3]. Относительная действенность механизмов ускорения ударными волнами КВМ зависит от угла между нормалью к фронту волны и магнитным полем; наиболее эффективное ускорение ионов с энергиями $\sim \text{MeV}$ осуществляется вблизи «носовой» части выброса КВМ [1].

Эффективность ускорения частиц на ударных волнах оказывается различной для каждого типа волновых возмущений [4]. Для околосолнечной головной ударной волны, которая образуется и постоянно существует благодаря динамическому давлению спокойного солнечного ветра на атмосферу Земли, диапазон энергий ускоренных частиц, в частности протонов, составляет значения от тепловых энергий до сотен keV. На

межпланетных ударных волн частицы ускоряются до энергий 0.1-1 MeV. Самые энергичные частицы 0.1-1 GeV образуются во внутренней короне на ударном фронте, который формируется в процессе взрывного развития быстрых, узконаправленных KBM.

Обработка данных наблюдений. Используя многочисленные наблюдательные данные, полученные на спутниках в течение 23 цикла солнечной активности (1997-2007г.г.), нами проведено исследование влияния ударных волн корональных выбросов на вспышечные потоки ускоренных протонов. Рассматривались вспышки, которые являлись источниками усиления интегральных потоков протонов с энергией $E_p > 100$ MeV. При этом протонные вспышки сопровождалась KBM, с движущимися перед ними фронтами ударных волн. Приход фронта ударной волны характеризовался резким скачком значений параметров солнечного ветра: скорости, плотности, температуры и напряженности магнитного поля.

В первую очередь, мы предполагали выявить случаи наиболее заметного влияния UV выброса на интенсивность вспышечных потоков протонов $E_p > 100$ MeV. Для трех событий 4-6 ноября 2001 г., 22-24 ноября 2001 г. и 18-20 ноября 2003 г., наблюдения показывают, что значения интенсивности потоков $E_p > 100$ MeV на ударной волне выбросов даже превышают соответствующие значения интенсивности для периода взрывной фазы развития вспышек (см. примеры на рис. 2-3).

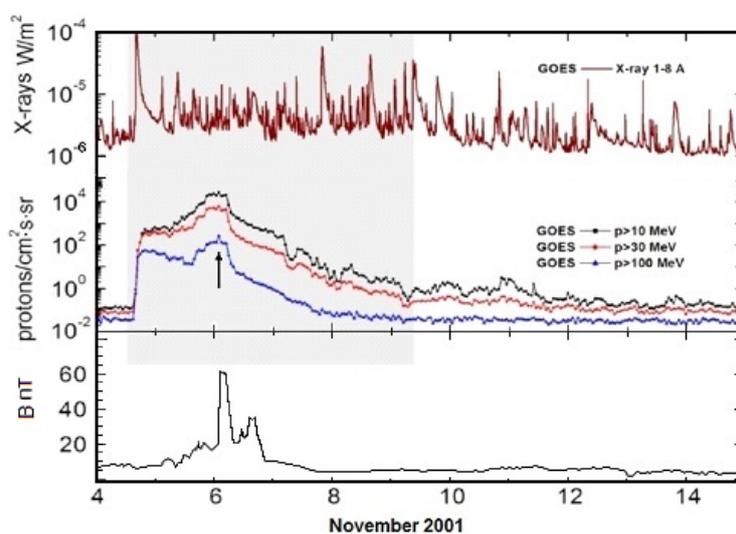


Рисунок 2 - Развитие вспышки солнечных космических лучей 04-11 ноября 2001 г. и прибытие ударного фронта коронального выброса 6 ноября по данным КА GOES и SOHO.

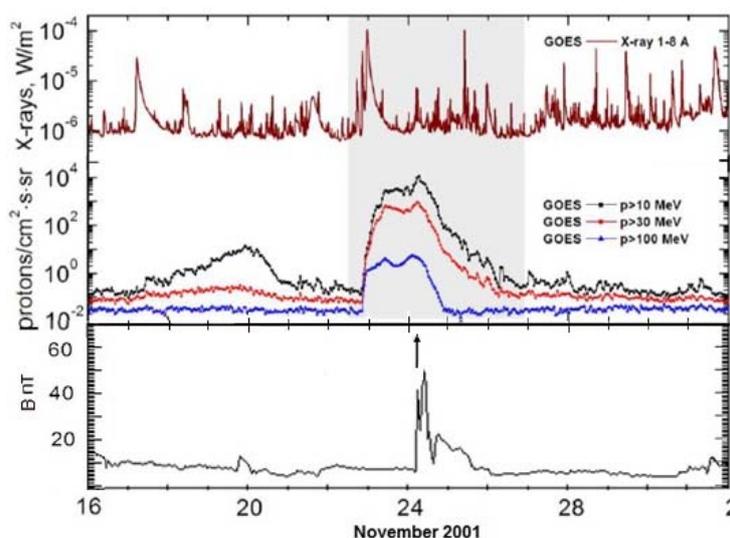


Рисунок 3 - Развитие протонной вспышки 22-27 ноября 2001 г. и прибытие ударного фронта коронального выброса 24 ноября по данным КА GOES и SOHO.

На рисунках 2 и 3 (верхняя часть скопирована с [5]) наглядно представлено влияние УВ КВМ при развитии потоков вспышечных ускоренных частиц. Вертикальной стрелкой отмечено время прибытия ударного фронта выброса. На каждом из рисунков приведены графики всплесков мягкого рентгеновского излучения в диапазоне 1–8 Å, интенсивность которого соответствует баллу вспышки (данные КА GOES с временным разрешением – 1 минута), потоки солнечных протонов с энергией $E_p > 10$, > 30 и > 100 MeV по данным КА GOES (среднечасовые значения), а также 5-ти минутные значения напряженности межпланетного магнитного поля (ММП) – сайт: CDAWeb Data Explorer. Приподнятые участки профиля интенсивности потоков протонов соответствуют местам ускорения частиц на ударном фронте.

Обсуждение результатов. Сопоставление величины усиления интенсивности вспышечных потоков протонов $E_p > 100$ MeV во время прохождения УВ КВМ с изменениями значений различных физических параметров, показало, что наибольшая корреляция наблюдается для значений напряженности межпланетного магнитного поля. Причем в эти интервалы времени напряженность магнитного поля принимает повышенные значения. Проведенное дополнительное исследование показало, что в течение 23-го цикла активности зарегистрировано семь случаев существования напряженности межпланетного магнитного поля, имеющего экстремальные значения $B > 50$ nT. Все они связаны с прибытием ударного фронта КВМ и расположенной сразу за ним области турбулентного сжатия плазмы.

В таблице 1 для принятых к рассмотрению протонных событий и связанных с ними выбросов, приведены следующие данные: время прихода фронта ударной волны КВМ, значение линейной скорости движения при его развитии вблизи Солнца - $V_{\text{лин}}$, средняя скорость движения от Солнца к Земле - $V_{\text{КВМ}}$, максимальные значения напряженности магнитного поля B_{max} и значения квазимаксимальной энергии протонов - E_{qm} на УВ КВМ [5].

Таблица 1 - Свойства КВМ и величины E_{qm} протонов, ускоренных на ударной волне выбросов

№ №	Прибытие Ударного Фронта КВМ	$V_{\text{лин}}$ км/с	$V_{\text{КВМ}}$ км/с	B_{max} nT	E_{qm} MeV
1	23:15.24.09.1998 г.	-	1048	37	75
2	04:20.08.11.1998 г.	1118	758	36	80
3	08:43.08.06.2000 г.	1119	1039	26	100
4	14:17.15.07.2000 г.	1674	1389	52	630
5	18:19.11.08.2000 г.	702	833	34	75
6	00:14.31.03.2001 г.	942	1097	65	115
7	15:18.11.04.2001 г.	2411	1226	35	260
8	04:28.28.04.2001 г.	1006	1055	25	80
9	02:33.28.10.2001 г.	1092	725	21	60
10	01:20.06.11.2001 г.	1810	1262	65	685
11	05:33.24.11.2001 г.	1437	1389	59	350
12	04:56.29.12.2001 г.	1446	587	25	195
13	10:17.23.05.2002 г.	1557	622	54	125
141 14	07:28.20.11.2003 г.	1223	877	57	140
15	16:48.21.01.2005 г.	882	1226	36	1520
16	02:19.15.05.2005 г.	1689	1244	55	85
					Ср. 286 ± 96

Очень важным параметром при исследовании влияния ударного фронта КВМ на потоки энергичных протонов является их максимальная энергия в результате ускорения. Прямая оценка максимальной энергии практически невозможна и любое принятое значение будет не вполне надежным. Поэтому при составлении каталога для протонных событий 1996-2008 г.г. [5] (коллективный труд сотрудников 7-ми научных учреждений России) для оценки мощности вспышечных потоков, авторами была разработана специальная программа расчета квазимаксимальной энергии (E_{qm}) протонов, основанная на сопоставлении интегральных энергетических спектров протонов Галактических Космических Лучей и солнечного события. В случаях, когда наблюдалось несколько максимумов при развитии вспышечного потока, в каталоге приведено значение E_{qm} для каждого из максимумов данного события. При рассмотрении сложных вспышечных потоков с несколькими максимумами оказалось, что часто дополнительный максимум связан с прибытием мощной ударной волны КВМ. Это подтверждается характерными скачками значений параметров V_{sw} , B_{nT} , D_{st} на графиках, приведенных в каталоге. На высокую точность значений E_{qm} , представленных в каталоге (она оценивается как $\pm 10\%$), указывает почти точное совпадение $E_{\text{qm}} = 685$ MeV и значения максимальной

энергии протонов $E_{\max} = 700 \text{ MeV}$ на УФ КВМ, установленного с помощью сопоставления данных нескольких космических аппаратов, для события 4-6 ноября 2001 г. [6]. Введенный параметр E_{qm} является научно обоснованным и надежным приближением к реальной максимальной энергии наблюдаемых потоков протонов.

Таким образом, используя результаты расчетов E_{qm} (табл.1), появилась возможность, определить влияние ударной волны КВМ на энергетические свойства ускоренных протонов. Для ударной волны события 20-22 января 2005 г. получено уникально высокое значение $E_{qm}=1520 \text{ MeV}$, которое соответствует релятивистской энергии протонов. Рассмотрим подробнее особенности развития вспышечного потока и ударной волны выброса в этом событии.

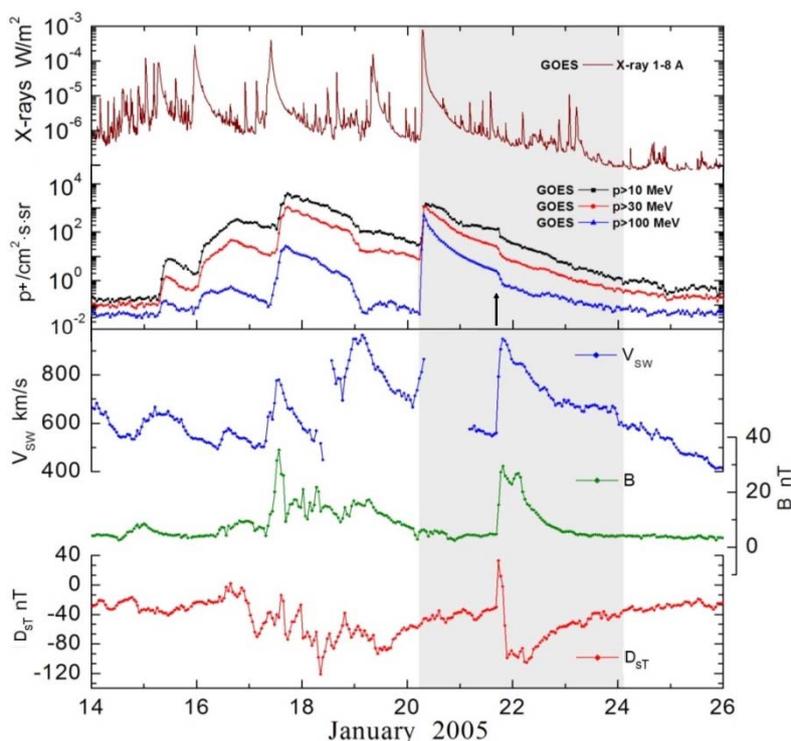


Рисунок 4 - Развитие вспышки солнечных космических лучей 20-23 января 2005 г. и изменения значений параметров плазмы с прибытием ударного фронта коронального выброса 21 января по данным КА GOES и SOHO.

На рис.4 показано развитие вспышки космических лучей 20-23 января 2005 г. и связанного с ней выброса КВМ (приход УФ к орбите Земли 21 января 16ч 48мин). Верхние графики аналогичны приведенным на рисунках 2 и 3. На нижних - показаны изменения параметров: скорости солнечного ветра – V_{sw} , напряженности магнитного поля – B и геомагнитного индекса - D_{st} [5]. В момент прихода УФ КВМ (отмечен вертикальной стрелкой) наблюдался резкий скачок значений всех приведенных параметров. Альвеновское число Маха ударной волны для нашего случая показывает высокое значение $M_A \geq 8$. $M_A = (V_2 - V_1)/V_a$, где V_1 - скорость солнечного ветра (СВ) перед фронтом УВ, V_2 - скорость СВ после фронта УВ, V_a - альвеновская скорость перед фронтом УВ. При расчете M_A использовались 5-ти минутные данные наблюдений, выставленные на сайте «OMNI Combined».

Что характерно, в период прохождения ударного фронта выброса и области турбулентного сжатия, по измерениям на КА ACE, наблюдалось резкое увеличение степени ионизации ионов железа $Q(Fe)$: от зарядового состояния +11 до +14, что свидетельствует о росте энергии источников ионизации.

Существует еще один важный фактор, который несомненно влияет на энергию частиц, ускоренных на ударной волне, - это максимальная энергия протонов, достигаемая в результате развития импульсной фазы вспышечного процесса. Часто начальное взрывное развитие коронального выброса совпадает с этим периодом вспышечного ускорения частиц. Приведем некоторые данные, относящиеся к рассматриваемому событию 20-23 января 2005 г. Начало вспышки в $H\alpha$ – 20 января 06ч 36мин, КВМ появился в поле зрения коронографа SOHO в 06ч 54мин с линейной скоростью $V_{лин}=882 \text{ км/с}$. Причем выброс двигался с ускорением, средняя скорость его движения до Земли составляла очень высокое значение - 1226 км/с . Максимум интенсивности потока вспышечных протонов $E_{p>10MeV}$ наблюдался 20 января в 10ч. Т.е. по

времени ударная волна выброса есть результат совместного развития вспышки и коронального выброса массы. Учитывая, что квазимаксимальная энергия протонов в максимуме вспышечного потока составляет, согласно каталогу [5], релятивистское значение $E_{qm}=3840$ MeV, получаем еще одно подтверждение возможности такого уникального ускорения протонов ($E_{qm}=1520$ MeV) на УВ КВМ.

Принимая во внимание перечисленные наблюдательные данные, можно предположить, что высокоскоростная намагниченная ударная волна КВМ при совместном развитии со вспышкой является эффективным ускорителем протонов как в короне Солнца, так и в межпланетном пространстве вплоть до энергии $E_p=1.5$ GeV.

С помощью каталога [5] были установлены квазимаксимальные значения энергии протонов в потоках 16 вспышек космических лучей, возникших в течение 23-го цикла активности, а также значения E_{qm} для протонов с наиболее мощными потоками (по интенсивности $E_p>30$ MeV) от 16-ти длительных вспышечных процессов. Эти мощные события были взяты из списка “The Top 30 SEP Events of Solar Cycle 23”(сайт: http://www.srl.caltech.edu/sampex/Data_Center/DATA/EventSpectra/), составленного на основе данных наблюдений на КА GOES потоков протонов с энергиями >30 MeV (табл.2).

Таблица 2 - Значения E_{qm} для протонов вспышек космических лучей и мощных длительных вспышечных потоков

№	Начало развития вспышек космических лучей	E_{qm} MeV GLE	Начало развития мощных длительных вспышек	E_{qm} MeV Gradual
1	11:22.06.11.1997 г.	2900	09:38.20.04.1998 г.	600
2	13:31.02.05.1998 г.	800	13:08.30.09.1998 г.	600
3	07:58.06.05.1998 г.	575	05:00.14.11.1998 г.	580
4	21:48.24.08.1998 г.	720	22:40.08.11.2000 г.	650
5	10:03.14.07.2000 г.	2160	04:55.24.11.2000 г.	460
6	13:19.15.04.2001 г.	3480	21:32.02.04.2001 г.	575
7	02:11.18.04.2001 г.	2100	04:59.10.04.2001 г.	350
8	16:03.04.11.2001 г.	750	23:50.15.08.2001 г.	600
9	04:32.26.12.2001 г.	800	09:32.24.09.2001 г.	580
10	00:49.24.08.2002 г.	775	04:41.01.10.2001 г.	155
11	09:51.28.10.2003 г.	3340	22:00.22.11.2001 г.	390
12	20:37.29.10.2003 г.	810	00:43.21.04.2002 г.	575
13	17:03.02.11.2003 г.	1700	19:29.04.11.2003 г.	445
14	06:09.17.01.2005 г.	750	15:42.07.11.2004 г.	330
15	06:36.20.01.2005 г.	3840	17:17.07.09.2005 г.	800
16	02:14.13.12.2006 г.	3440	10:18.05.12.2006 г.	275
	Среднее	1809±305		498±41

На рисунке 5 приведено сравнение квазимаксимальных значений энергии протонов в потоках мощных длительных протонных событий, событий вспышек космических лучей и в потоках, ускоренных на ударной волне корональных выбросов. Значения параметра E_{qm} в полной мере характеризуют мощность солнечного события и его, следовательно, можно использовать при сравнительном анализе активных процессов.

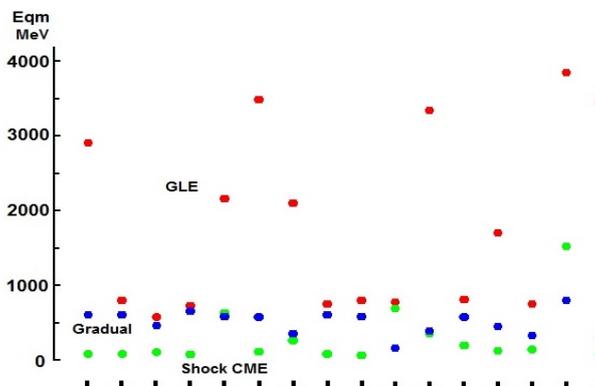


Рисунок 5 - Сопоставление значений E_{qm} протонов вспышек космических лучей (GLE), мощных длительных событий (Gradual) и на ударной волне корональных выбросов (Shock CME).

Довольно заметны изменения величины E_{qm} протонов при процессах ускорения, обладающих различными свойствами. Средние значения E_{qm} составляют: для событий вспышек космических лучей – $E_{qm}(cp.) = 1809 \pm 305$ MeV, мощных длительных событий - $E_{qm}(cp.) = 498 \pm 41$ MeV и для ударной волны КВМ - $E_{qm}(cp.) = 285 \pm 96$ MeV (см. таблицы 1 и 2).

Основные результаты и выводы. Получены новые количественные оценки эффективности ускорения протонов на ударной волне высокоскоростных корональных выбросов, связанных с развитием мощных вспышек.

Вблизи Земли с приходом высокоскоростных УФ КВМ, обладающих сильными магнитными полями, квазимаксимальная энергия протонов показывает значения от 60 до 1520 MeV.

На появление частиц с более высокой энергией на УФ КВМ и в зоне турбулентного сжатия указывает рост степени ионизации ионов железа: от зарядового состояния +11 до +14 для события 20-23 января 2005 г. с наивысшим значением E_{qm} .

Сопоставление квазимаксимальных значений энергии протонов в С [7]. Для ударной волны КВМ характерны в среднем более низкие значения E_{qm} , но в отдельных событиях возможно присутствие физических условий, при которых значения E_{qm} настолько увеличиваются, что соответствуют энергии подклассу вспышек космических лучей. Наблюдения указывают, что движущая с высокой скоростью сильно намагниченная ударная волна, при влиянии вспышечных потоков протонов релятивистских энергий, может быть источником протонов с энергией вплоть до $E_{qm} = 1.5$ GeV.

Источник финансирования исследований.

Работа выполнена согласно плану работ по программе № 0073/ПЦФ-15-МОН «Астрофизические исследования звездных и планетных систем».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kallenrode M-B. Current views on impulsive and gradual solar energetic particle events // *J. Phys. G: Nucl. Part Phys.* 2003. V. 29. P. 965-981.
- [2] Zhang J., Dere K.P., Howard R.A., Kundu M.R. and White S.M. On the temporal relationship between coronal mass ejections and flares // *Astrophys. J.*, 2001. V. 559. P. 452-462.
- [3] Reames D.V. The two sources of solar energetic particles // *Space Science Revs.* 2013. V. 175. Issue 1-4. P. 53-92.
- [4] Бережко Е.Г. Ускорение космических лучей ударными волнами в солнечном ветре // Тезисы докладов: «Всероссийская конф. по физике солн. -земн. связей» - Иркутск. 2001. С.44.
- [5] Логачёв Ю.И., Базилевская Г.А., Вашенюк Э.В., Дайбог Е.И., Ишков В.Н. Лазутин Л.Л., Мирошниченко Л.И., Назарова М.Н., Петренко И.Е., Ступишин А.Г., Сулова Г.М., Яковчук О.С. Каталог солнечных протонных событий 23-го цикла солнечной активности (1996 – 2008 гг.) под ред. Логачёва Ю.И. Москва. 2016. С.743.
- [6] Кузнецов С.Н., Богомолов А.В., Денисов Ю.И. и др. Солнечная вспышка 4 ноября 2001 г. и ее проявления в энергичных частицах по данным ИСЗ «КОРОНАС-Ф» // *Астрон. вестн.* 2003. Т.37. №2. С. 137-143.
- [7] Minasyants G.S., Minasyants T.M. and Tomozov V. M. Fe/O Ratio Variations during the Disturbed Stage in the Development of the Solar Cosmic Ray Fluxes: Manifestations of the First Ionization Potential Effect in the Solar Cosmic Ray Composition // *Geomagnetism and Aeronomy*, 2016, Vol. 56, No. 2. P. 203–212.

REFERENCES

- [1] Kallenrode M-B. Current views on impulsive and gradual solar energetic particle events. *J. Phys. G: Nucl. Part Phys.* 2003, V. 29, P. 965-981 (in Eng.).
- [2] Zhang J., Dere K.P., Howard R.A., Kundu M.R. and White S.M. On the temporal relationship between coronal mass ejections and flares. *Astrophys. J.*, 2001, V. 559, P. 452-462 (in Eng.).
- [3] Reames D.V. The two sources of solar energetic particles. *Space Science Revs.* 2013, V. 175, Issue 1-4, P. 53-92 (in Eng.).
- [4] Berezhko Ye.G. Uskoreniye kosmicheskikh luchey udarnymi volnami v solnechnom vetre. *Tezisy dokladov: «Vserossiyskaya konf. po fizike soln. -zemn. svyazey»* Irkutsk. 2001, S.44 (in Russ.).
- [5] Logachov YU.I., Bazilevskaya G.A., Vashenyuk E.V., Daybog Ye.I., Ishkov V.N. Lazutin L.L., Miroshnichenko L.I., Nazarova M.N., Petrenko I.Ye., Stupishin A.G., Surova G.M., Yakovchuk O.S. Katalog solnechnykh protonnykh sobyitiy 23-go tsikla solnechnoy aktivnosti (1996 – 2008 gg.) pod red. Logachova YU.I. Moskva. 2016, S.743 (in Russ.).
- [6] Kuznetsov S.N., Bogomolov A.V., Denisov YU.I. i dr. Solnechnaya vspyshka 4 noyabrya 2001 g. i yeye proyavleniya v energichnykh chastitsakh po dannym ISZ «KORONAS-F». *Astron. vestn.* 2003, T.37, №2, S. 137-143 (in Russ.).
- [7] Minasyants G.S., Minasyants T.M. and Tomozov V. M. Fe/O Ratio Variations during the Disturbed Stage in the Development of the Solar Cosmic Ray Fluxes: Manifestations of the First Ionization Potential Effect in the Solar Cosmic Ray Composition. *Geomagnetism and Aeronomy*, 2016, Vol. 56, No. 2, P. 203–212 (in Eng.).

Г.С. Минасянц, Т.М. Минасянц

В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: gennadii_minasya@mail.ru

ЖЕДЕЛДЕТІЛГЕН ПРОТОНДАР ҚУАТЫНА КОРОНАЛЬ ШЫҒАРУЛАРДЫҢ СОҚҚЫ ТОЛҚЫНЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аннотация. Жұмыста күшті тұтанулармен олардың бірге даму процессінде және Күннен Жерге дейінгі планета аралық кеңістікте қозғалыс кезінде протондардың үдеуіне соққы толқындарының әсері қарастырылды. Зерттеуге әртүрлі ғарыш аппараттарының бақылау мәліметтері (GOES, SOHO, ACE, WIND), сонымен қатар Протондық Оқиғалар Кatalогы материалдары 1996-2008 ж.ж. (PFA институттары) пайдаланылды.

Протондардың үдеу процесстерінің тиімділігіне магниттік өрістің жоғары мәні және корональ шығарулардың соққы толқындары қозғалыс жылдамдығы негізгі әсер көрсететіні белгіленді. Шығарулардың соққы толқынында үдетілген протондар энергиясының квазимаксималды мәні 60 тан 1520 MeV дейін интервалда жатыр. Бақылаулар жоғары жылдамдықта қозғалыстағы қатты магниттелген соққы толқыны релятивисттік энергияда протондардың тұтану ағымдарының әсері кезінде 1.5 GeV дейін энергиямен протондар көзі болу мүмкін екендігін көрсетеді. Протондар энергиясының квазимаксималды мәні салыстырған кезде ғарыш сәулелері 16 тұтанулар (1809 ± 305 MeV), күшті 16 ұзақ тұтану ағымдары (498 ± 41 MeV) және корональ шығарулардың 16 соққы толқыны үшін (286 ± 96 MeV) олардың орташа мәні анықталды. Ұзағырақ оқиғалардың жекелеген топтарында ғарыш сәулелері тұтануы бөлінуінің негіздемесі дәлелденеді.

Түйін сөздер: корональ шығарулар, күннің тұтануы, соққы толқыны.

Сведения об авторах:

Минасянц Геннадий Сергеевич - канд. физ. мат.-наук, доцент, Дом. Адрес: Алматы, пр. Достык, д. 111, кв. 10, Место работы – ДТОО Астрофизический Институт им. В.Г.Фесенкова, Телефон: 264-70-19, e-mail: gennadii_minasya@mail.ru;

Минасянц Тамара Михайловна - канд. физ.-мат.-наук, Дом. Адрес: Алматы, пр. Достык, д. 111, кв. 10, Место работы – ДТОО Астрофизический Институт им. В.Г.Фесенкова, Телефон: 264-70-19, e-mail: gennadii_minasya@mail.ru;

МАЗМҰНЫ

<i>Сайдуллаева Н.С., Қабылбеков К.А., Пазылова Д.Т., Тагаев Н.С., Каликулова А.О.</i> Электр тізбегінің сыртқы кедергісінде бөлінетін қуатты зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру.....	5
<i>Асанова А.Т., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П.</i> Гиперболалық тектес дербес туындылы интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін бейлокал есеп туралы.....	11
<i>Сайдуллаева Н.С., Қабылбеков К.А., Пазылова Д.Т., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О.</i> Компьютерлік зертханалық жұмыстарды орындау үшін бірімді емес есептер мен берілгендері түгел емес есептерді құрастыру.....	19

Аспан механикасының, жұлдыздар жүйесінің және ядролық астрофизика мәселелері

<i>Дубовиченко С.Б., Буркова Н.А., Джазаиров-Кахраманов А.В., Ткаченко А.С., Бейсенов Б.У., Мукаева А.Р.</i> Радиациялық ${}^3\text{He}^4\text{He}$ басып алу астрофизикалық S-факторы.....	25
<i>Ибраимова А.Т.</i> Жұлдызды шоғырлардың сандық үлгілеріндегі жарқырағыштылық кескіні.....	32
<i>Гайсина В.Н., Денисюк Э.К., Валиуллин Р.Р., Кусакин А.В., Шомшекова С.А., Рева И.В.</i> , NGC 5548 Айнымалы сейферт ғаламы.....	41
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А., Акниязов Ч.Б.</i> , KAZSAT-2 және KAZSAT-3 Қазақстандық байланыс серіктері үшін әлеуетті қауіпті геотұрақты серіктер	50
<i>Акниязов Ч.Б.</i> Ғарыштық коқыс бұлтындағы объекттердің соқтығысу ықтималдылығын анықтауды болжауға арналған қысқа және ұзақ мерзімді әдіс.....	57
<i>Серебрянский А.В., Кругов М.А., Валиуллин Р.Р., Комаров А.А., Демченко Б.И., Усольцева Л.А., Акниязов Ч.Б.</i> , Қазақстандағы ассы-түрген обсерваториясының жаңа оптикалық кешені	66
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , 2016 жылы Тянь-шань және ассы-түрген обсерваторияларында геостационар серіктерді бақылау нәтижелері.....	74

Жұлдыздардың және тұмандықтардың зерттеулері

<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Кругов М.А.</i> , PC 12 және M1-46 планеталық тұмандықтардың спектрлік зерттеулері.....	81
<i>Павлова Л.А., Вильковиский Э.Я.</i> Жас жұлдыздарда X-гау эмиссиялар құрылуының негізгі механизмдері	90
<i>Павлова Л.А., Вильковиский Э.Я.</i> Хебигтің AeBe қос жұлдыздарынан X-гау эмиссияларды бақылау	96
<i>Павлова Л.А.</i> Жас жұлдыздар қабаттарындағы айнымалылықтың құрылымдарын және механизмдерін зерттеу.....	102
<i>Терецченко В.М.</i> , «Жұлдыздардың спектродетекциялық каталогы» O-B-жұлдыздар үшін бақыланатын және есептелген жұлдыздар шамасын және түстерінің көрсеткіштерін салыстыру.....	110
<i>Шестакова Л.И., Рева И.В., Кусакин А.В.</i> WD1145+017 ақ ергежей маңындағы планетоидтардың транзиттік өтуі және олардың термиялық эволюциясы.....	117
<i>Серебрянский А.В., Шестакова Л.И., Рева И.В.</i> WD1145 + 017 ақ ергежейдің жарқырау қисығының талдауы.....	123
<i>Айманова Г.К., Серебрянский А.В., Рева И.В.</i> SDSS 1507 + 52 катаклизмалық айнымаланың фотометрлік зерттеулері.....	129
<i>Терецченко В.М.</i> , Фотометрлік мәліметтер бойынша энергияның спектрлік таралуының абсолютизациясы.....	136
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Соңғы спектрлік кластардағы жұлдыздар жанында сублимациялану процесінде шаң-тозаңды бөлшектердің орбиталық эволюциясы.....	143
<i>Шомшекова С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясындағы 1-метрлік телескопқа арналған фотометрлік жүйені стандарттау.....	155

Күннің және күн жүйесі денелерінің физикасы

<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М.</i> , Жеделдетілген протондар қуатына корональ шығарулардың соққы толқынының әсері.....	162
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А.</i> , 2004-2016 жылдары Юпитердің солтүстік және оңтүстік жартышарларында аммиактың жұту жолында асимметрияны зерттеу.....	170
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г., Филиппов В.А.</i> Юпитердің галилейлік серіктеріндегі өзара бірігулерді және тұтылуды зерттеу (халықаралық бағдарлама РНЕМУ-15).	179
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Лысенко П.Г., Филиппов В.А., Харитонова Г.А., Хоженец А.П.</i> , Юпитер: көпжылдық бақылаулар бойынша бес негізгі ендік белдіктерінде молекулалық жұтудың вариациясы.....	185
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылы экватор бойында және юпитердің орталық меридианында аммиак және метанның жұту вариациясы. 8 Жұту жолағы үшін салыстырмалы талдау.....	192
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Юпитер дискісі бойынша аммиакты және метанды жұтудың кеңістікті-уақыттық вариациясы параметрлерінің корреляциялық өзара байланысы және олардың күн қарқындылығы индексімен байланысы	204
<i>Серебрянский А.В., Усольцева Л.А., Комаров А.А., Рева И.В.</i> Атмосфералық экстинкцияның лездік мәндері және ауысуы коэффициенттері.....	209

* * *

<i>Ақылбаев М.И., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Коэффициенті айнымалы, бірінші ретті кәдімгі дифференциалдық теңдеудің сингуляр әсерленген Коши есебін спектралді таралым әдісі арқылы шешу.....	215
<i>Құдайберген А.Д., Байгісова Қ.Б., Жетпісбаев Қ.У., Алжамбекова Г.Т., Сәрсембаева Б.Д.</i> Нанокұрылымдардың ЖТАӨ қасиеттеріне әсері.....	223
<i>Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Коэффициенттері тұрақты екінші ретті кәдімгі дифференциалдық теңдеудің сингуляр әсерленген Кошилік есебін шешудің операторлық әдісі туралы.....	230
<i>Жақып-тегі К.Б.</i> Гуктың заңы анизотроптық денелердің серпілімдік теориясында.....	241
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абдрахманова Х.К., Джумагалиева А.И., Қыдырбекова Ж.Б.</i> MATLAB бағдарламалық пакетін қолданып «Тікбұрыш екі диэлектрик жазықтық ішінде орналасқан ұзын, зарядталған өткізгіштен құралған жүйенің электр өрісін модельдеу» атты зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру	252
<i>Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Тоқжигитова А.А., Абдикерова Ж.Р.</i> Айнымалы ток тізбегіндегі индуктивті катушканың реактивті кедергісінің тоқ жиілігіне тәуелдігін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастыру.....	259
<i>Нысанбаева С.Қ., Тұрлыбекова Г.Қ., Майлина Х.Р., Манабаев Н.К., Омаров Т.К., Мырзашева Ф.Т.</i> Акустикалық интерферометрде конденсирленген орталардағы ультрадыбыстық жұтылу коэффициентін зерттеу.....	266
<i>Сэрээтэр Гульбахыт, Дюсембина Ж.К.</i> Модульдік оқыту технологиясын математика сабағында қолдану.....	274

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Пазылова Д.Т., Тагаев Н.С., Каликулова А.О.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию мощности выделяемой на внешней нагрузке электрической цепи.....	5
<i>Асанова А.Т., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П.</i> О Нелокальной задаче для системы интегро-дифференциальных уравнений в частных производных гиперболического типа.....	11
<i>Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Пазылова Д.Т., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О.</i> Конструирование неоднозначных задач и задач с недостающими данными для выполнения компьютерных лабораторных работ	19

Проблемы небесной механики, динамики звездных систем и ядерной астрофизики

<i>Дубовиченко С.Б., Буркова Н.А., Джазаиров-Кахраманов А.В., Ткаченко А.С., Бейсенов Б.У., Мукаева А.Р.,</i> Астрофизический S-фактор радиационного $^3\text{He}^4\text{He}$ захвата.....	25
<i>Ибраимова А.Т.,</i> Профили светимости в численных моделях звездных скоплений.....	32
<i>Гайсина В.Н., Денисюк Э.К., Валиуллин Р.Р., Кусакин А.В., Шомшекова С.А., Рева И.В.,</i> Переменность сейфертовской галактики NGC 5548.....	41
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А., Акниязов Ч.Б.,</i> Геостационарные спутники, потенциально опасные для Казахских спутников связи KAZSAT-2 и KAZSAT-3.....	50
<i>Акниязов Ч.Б.,</i> Коротко-временной и долговременной подход для прогноза определения вероятности столкновения объектов в облаке космического мусора.....	57
<i>Серебрянский А.В., Кругов М.А., Валиуллин Р.Р., Комаров А.А., Демченко Б.И., Усольцева Л.А., Акниязов Ч.Б.,</i> Новый оптический комплекс на обсерватории Ассы-Турген в Казахстане.....	66
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.,</i> Результаты наблюдений геостационарных спутников в Тянь-Шанской и Ассы-Тургенской обсерваториях в 2016 году.....	74

Исследование звезд и туманностей

<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Кругов М.А.,</i> Спектральные исследования планетарных туманностей PC 12 и M1-46.....	81
<i>Павлова Л.А., Вильковиский Э.Я.,</i> Основные механизмы формирования X-гау эмиссии в молодых звездах.....	90
<i>Павлова Л.А., Вильковиский Э.Я.,</i> Наблюдения X-гау эмиссии от двойных звезд AeVe Хербига.....	96
<i>Павлова Л.А.,</i> Исследование структуры и механизмов переменности в оболочках молодых звезд.....	102
<i>Терецко В.М.,</i> Сравнение наблюдаемых и вычисленных звездных величин и показателей цвета для O-B-звезд «Спектрофотометрического каталога звезд».....	110
<i>Шестакова Л.И., Рева И.В., Кусакин А.В.,</i> Транзитные прохождения планетоидов около белого карлика WD1145+017 и их термическая эволюция.....	117
<i>Серебрянский А.В., Шестакова Л.И., Рева И.В.,</i> Анализ кривой блеска белого карлика WD1145+017.....	123
<i>Айманова Г.К., Серебрянский А.В., Рева И.В.</i> Фотометрические исследования катаклизмической переменной SDSS 1507 + 52	129
<i>Терецко В.М.,</i> Абсолютизация спектрального распределения энергии звезд по фотометрическим данным.....	136
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.,</i> Орбитальная эволюция пылевых частиц в процессе сублимации около звезд поздних спектральных классов.....	143
<i>Шомшекова С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н.,</i> Стандартизация фотометрической системы 1-метрового телескопа ТШАО.....	155

Физика Солнца и тел солнечной системы

<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М.,</i> Влияние ударной волны корональных выбросов на энергию ускоренных протонов... 162	
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А.,</i> Исследование асимметрии в ходе поглощения аммиака в северном и южном полушариях Юпитера в 2004-2016 годах.....	170
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г., Филиппов В.А.,</i> Наблюдения взаимных соединений и затмений галилеевых спутников Юпитера (Международная программа RHEMU-15).....	179
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Лысенко П.Г., Филиппов В.А., Харитонова Г.А., Хоженец А.П.,</i> Юпитер: вариации молекулярного поглощения в пяти основных широтных поясах по многолетним наблюдениям.....	185
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Вариации поглощения аммиака и метана вдоль экватора и центрального меридиана юпитера в 2016 году. Сравнительный анализ для 8 полос поглощения.....	192
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.,</i> Корреляционные взаимосвязи параметров пространственно-временных вариаций аммиачного и метанового поглощения по диску Юпитера и их связь с индексом солнечной активности.....	204
<i>Серебрянский А.В., Усольцева Л.А., Комаров А.А., Рева И.В.,</i> Коэффициенты перехода и мгновенные значения атмосферной экстинкции.....	209

* * *

<i>Ақылбаев М.И., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с переменным коэффициентом, методом отклоняющегося аргумента.....	215
<i>Кудайберген А.Д., Байгисова К.Б., Жетписбаев К.У., Алджамбекова Г.Т., Сарсембаева Б.Д.</i> Влияние наноструктуры на свойства ВТСП	223
<i>Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши, для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами, операторным методом.....	230
<i>Джакупов К.Б.</i> Закон Гука в теории упругости анизотропных тел	241
<i>Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абдрахманова Х.К., Джумагалиева А.И., Кыдырбекова Ж.Б.</i> Организация выполнения лабораторной работы «Моделирование электрического поля системы, состоящей из диэлектрического угольника и длинного заряженного проводника» с использованием пакета программ MATLAB.....	252
<i>Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Токжигитова А.А., Абдикерова Ж.Р.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию зависимости реактивного сопротивления катушки индуктивности от частоты переменного тока.....	259
<i>Нысанбаева С.К., Турлыбекова Г.К., Майлина Х.Р., Манабаев Н.К., Омаров Т.К., Мырзаева Ф.Т.</i> Исследование коэффициента ультразвукового поглощения в конденсированных средах на акустическом интерферометре	266
<i>Сэрээтэр Гульбахыт, Дюсембина Ж.К.</i> Технология модульного обучения на уроках математики.....	274

CONTENTS

<i>Saidullayeva N.S., Kabyrbekov K.A., Pazylova D.T., Tagaev N.S., Kalikulova A.O.</i> Organization of computer lab work to study the power of an electrical circuit oozed on an exterior loading.....	5
<i>Assanova A.T., Ashirbaev H.A., Sabalakhova A.P.</i> On the nonlocal problem for a system of the partial integro-differential equations of hyperbolic type.....	11
<i>Saidullayeva N.S., Kabyrbekov K.A., Pazylova D.T., Ashirbaev Kh.A., Kalikulova A.O.</i> Designing the ambiguous tasks and tasks with missing data for performance of computer laboratory works.....	19

Problems of celestial mechanics, dynamics of stellar systems and nuclear astrophysics

<i>Dubovichenko S. B., Burkova N.A., Dzhezairov-Kakhramanov A.V., Tkachenko A.S., Beisenov B.U., Mukaeva A.R.</i> Astrophysical S-factor for the radiative $^3\text{He}^4\text{He}$ capture.....	25
<i>Ibraimova A.T.</i> Luminosity profiles in numerical models of star clusters.....	32
<i>Gaisina V., Denissyuk E., Valiullin R., Kusakin A., Shomsheikova S., Reva I.</i> Variability of Seyfert galaxy NGC 5548.....	41
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Serebryansky A. V., Voropaev V. A., Usoltseva L. A., Akniyazov C. B.</i> Geostationary satellites, potentially dangerous for Kazakhstan communication satellites KAZSAT-2 AND KAZSAT-3.....	50
<i>Akniyazov C. B.</i> Short- and long- term approach collision probability of the objects in space debris cloud.....	57
<i>Serebryanskiy A., Krugov M., Valiullin R., Komarov A., Demchenko B., Usoltseva L., Akniyazov Ch.</i> The new optical complex at assy-turgen observatory in Kazakhstan.....	66
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Krugov M.A., Reva I.V., Serebryansky A.V., Usoltseva L. A.</i> Results of observations of geostationary satellites at Tien Shan and Assy- Turgen astronomical observatory in 2016	74

The study of stars and nebulae

<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Krugov M.</i> Spectral study of the planetary nebulae PC 12 and M1-46.....	81
<i>Pavlova L.A., Vil'koviskij E.Ya.</i> The main formation mechanisms of X-Ray emission of the young stars.....	90
<i>Pavlova L.A., Vilkoviskij E.Ya.</i> Observations of X-ray emission from binaries herbig AeBe stars.....	96
<i>Pavlova L.A.</i> Investigating of the structure and mechanisms variability in envelopes of young stars.....	102
<i>Tereschenko V. M.</i> The comparison of the observed and calculated magnitudes and color-indexes for O-B-stars of “Spectrophometrical catalogue of stars”.....	110
<i>Shestakova L.I., Pesa H.B., Kysakun A.B.</i> Transit passages of planetoids near white dwarf WD1145 + 017 and their thermal evolution.....	117
<i>Serebryanskiy A.V., Shestakova L.I., Reva I.V.</i> Analysis of light curves of the white DWARF	123
<i>Aimanova G. K., Serebryanskiy A. V., Reva I.V.</i> Photometric studies of the cataclysmic variable SDSS 1507 + 52.....	129
<i>Tereschenko V. M.</i> The absolutization of spectral energy distribution of stars on spectral and photometric data	136
<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> Orbital evolution of dust particles in the sublimation process around stars of late spectral classes	143
<i>Shomsheikova S. A., Reva I. V., Kondratyeva L.N.</i> Standardization of the photometric system of the 1-meter telescope on TShAO.....	155

Physics of the Sun and solar system bodies

<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M.</i> Effect of the shock wave of coronal ejection on the energy of accelerated protons.....	162
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A.</i> Ammonia absorption asymmetry along the latitudes of the northern and southern hemispheres of Jupiter from 2004-2016 observations	170
<i>Karimov A.M., Lysenko P.G., Tejfel V.G., Filippov V.A.</i> The observations of the Jipiter galilean satellites mutual occultations and eclipses (PHEMU-15 international program).....	179
<i>Tejfel V.G., Karimov A.M., Lysenko P.G., Filippov V.A., Kharitonova G.A., Khozhenetz A.P.</i> Jupiter: variations of the molecular absorption at five main latitudinal belts from longtime observations.....	185
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The variations of ammonia and methane absorption along the jovian equator and central meridian in 2016. Comparative analysis of the eight absorption bands.....	192
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> Mutual correlations of the parameters of the methane and ammonia absorption spatial-temporal variations over jovian disk and their connections with the solar activity index	204
<i>Serebryanskiy A., Usoltseva L., Komarov A., Reva I.</i> The trasformation coefficients and instantaneous values of atmospheric extinction.....	209

* * *

<i>Akylbaev M.I., Besbayev G.A., Shaldanbaev A.Sh.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem, for an ordinary differential equation of the first order with a variable coefficient, by the method of a deviating argument.....	215
<i>Kudaibergen A.D., Baigisova K.B., Zhetpisbayev K.U., Aldzhambekova G.T., Sarsembayeva B.D.</i> Effect of nanostructures on HTSC properties	223
<i>Besbayev G.A., Shaldanbaev A.Sh., Akylbayev M.I.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem, for an ordinary differential equation of the second order with constant coefficients, by the operator method.....	230
<i>Jakupov K.B.</i> Hook's law in the theory of elasticity of anisotropic bodies.....	241
<i>Kabyrbekov K. A., Ashirbaev H.A., Abdrahmanova H. K., Dzhumagalieva A.I., Kydybekova Zh.B.</i> Managing the implementation of laboratory work "Simulation of the electric field of a system consisting of dielectric triangles and long conductor charged" with using MATLAB software package	252
<i>Kabyrbekov K.A., Saidahmetov P.A., Omashova G.Sh., Tokzhigitova A.A., Abdikerova Zh.R.</i> The organization of performance of computer laboratory operation on examination of dependence of condensance of inductance coils from frequency of the alternating current.....	259
<i>Nysanbaeva S.K., Turlybekova G.K., Maylina Kh.R., Manabaev N.K., Omarov T.K., Myrzacheva F.T.</i> Research of the ultrasonic absorption coefficient in condensed states on acoustic interferometer.....	266
<i>Sereeter G., Dyusembina Zh.K.</i> Using modular technology at math lesson.....	274

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Подписано в печать 27.07.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
17,8 п.л. Тираж 300. Заказ 4.

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