

eISSN 2663-1296

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

PHYSICS. ASTRONOMY Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№4(133)/2020

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2020

Nur-Sultan, 2020

Нур-Султан, 2020

Бас редакторы:
ф.-м.ғ.д., профессор, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ
А.Т. Ақылбеков (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

Гиниятова Ш.Г. ф.-м.ғ.к., доцент
Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ (Қазақстан)

Редакция алқасы

Арынгазин А.Қ.	ф.-м.ғ. докторы, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ(Қазақстан)
Алдонгаров А.А.	PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.ғ.д., проф., Башқұрт мемлекеттік университеті (Ресей)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.ғ.д., проф., Башқұрт мемлекеттік университеті (Ресей)
Даулетбекова А.Қ.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Ержанов Қ.Қ.	ф.-м.ғ.к., PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Жүмаділов Қ.Ш.	PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Здоровец М.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ(Қазақстан)
Қадыржанов Қ.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Кайнарбай А.Ж.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Козловский А.Л.	PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Кутербеков Қ.А.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.ғ.д., проф., Тарту университеті (Эстония)
Попов А.И.	ф.-м.ғ.д., проф., Латвия университеті (Латвия)
Морзабаев А.К.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Мырзақұлов Р.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ(Қазақстан)
Нұрахметов Т.Н.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Сауытбеков С.С.	ф.-м.ғ.д., проф., Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Қазақстан)
Салиходжа Ж.М.	ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Скуратов В.А.	ф.-м.ғ.д., проф., Біріккен ядролық зерттеулер институты (Ресей)
Тлеуқенов С.К.	ф.-м.ғ.д., проф., Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Усеинов А.Б.	PhD, Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ (Қазақстан)
Хоши М.	PhD, проф., Коши университеті (Жапония)
Шункеев Қ.Ш.	ф.-м.ғ.д., проф., Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университеті (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, 402 б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті.
Тел.: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Журнал менеджері: Г. Мендыбаева

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

Меншіктенуші: "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" Коммерциялық емес акционерлік қоғам

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Жазылу индексі: 76093

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.

№16999-ж тіркеу куәлігімен тіркелген.

Ашық қолданудағы электрондық нұсқа: <http://bulphysast.enu.kz/>

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі, 12/1, 102 б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Тел.: +7(7172)709-500 (ішкі 31-428)

© Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Editor-in-Chief

Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, ENU
A.T. Akilbekov (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Giniyatova Sh.G., Candidate of Phys.-Math. Sciences,
Assoc. Prof., ENU (Kazakhstan)

Editorial Board

Aryngazin A.K.	Doctor of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Aldongarov A.A.	PhD, ENU (Kazakhstan)
Balapanov M.Kh.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., BashSU (Russia)
Bakhtizin R.Z.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., BashSU (Russia)
Dauletbekova A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sci., PhD, ENU (Kazakhstan)
Hoshi M.	PhD, Prof., Kyushu University (Japan)
Kadyrghanov K.K.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Kainarbay A.Zh.	Candidate of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Kozlovskiy A.L.	PhD, ENU (Kazakhstan)
Kuterbekov K.A.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Lushchik A.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., University of Tartu (Estonia)
Morzabayev A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Myrzakulov R.K.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Nurakhmetov T.N.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Popov A.I.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., University of Latvia (Latvia)
Sautbekov S.S.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., KazNU (Kazakhstan)
Salikhodzha Z. M	Candidate of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Skuratov V.A.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., Joint Institute for Nuclear Research (Russia)
Tleukenov S.K.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., ENU (Kazakhstan)
Useinov A.B.	PhD, ENU (Kazakhstan)
Yerzhanov K.K.	Candidate of Phys.-Math. Sci., PhD, ENU (Kazakhstan)
Zdorovets M.	Candidate of Phys.-Math. Sci., ENU (Kazakhstan)
Zhumadilov K.Sh.	PhD, ENU (Kazakhstan)
Shunkeyev K.Sh.	Doctor of Phys.-Math. Sci., Prof., Zhubanov University (Kazakhstan)

Editorial address: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpayev str., of. 402,
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008
Tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Managing Editor: G. Mendybayeva

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
PHYSICS. ASTRONOMY Series

Owner: Non-profit joint-stock company "L.N. Gumilyov Eurasian National University"

Periodicity: 4 times a year. Subscription index: 76093

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan.

Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018.

Available at: <http://bulphysast.enu.kz/>

Address of printing house: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 12/1 Kazhimukan str.,
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008;

tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)

Главный редактор:
доктор ф.-м.н., профессор
А.Т. Акилбеков, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)

Зам. главного редактора

Ш.Г. Гиниятова к.ф.-м.н., доцент
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)

Редакционная коллегия

Арынгазин А.К.	д.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Алдонгаров А.А.	PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Балапанов М.Х.	д.ф.-м.н., проф., БашГУ (Россия)
Бахтизин Р.З.	д.ф.-м.н., проф., БашГУ (Россия)
Даулетбекова А.К.	д.ф.-м.н., PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Ержанов К.К.	к.ф.-м.н., PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Жумадилов К.Ш.	PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Здоровец М.	к.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Кадыржанов К.К.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Кайнарбай А.Ж.	к.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Козловский А.Л.	PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Кутербек К.А.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Лущик А.Ч.	д.ф.-м.н., проф., Тартуский университет (Эстония)
Морзабаев А.К.	д.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Мырзакулов Р.К.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Нурахметов Т.Н.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Попов А.И.	д.ф.-м.н., проф., Латвийский университет (Латвия)
Сауытбеков С.С.	д.ф.-м.н., проф., КазНУ им. аль-Фараби (Казахстан)
Салиходжа Ж.М.	к.ф.-м.н., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Скуратов В.А.	д.ф.-м.н., проф., Объединенный институт ядерных исследований (Россия)
Тлеукиенов С.К.	д.ф.-м.н., проф., ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Усеинов А.Б.	PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева (Казахстан)
Хоши М.	PhD, проф., Коши университет (Япония)
Шункеев К.Ш.	д.ф.-м.н., проф., АРГУ имени К. Жубанова (Казахстан)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, каб. 402, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева.

Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)

E-mail: vest_phys@enu.kz

Менеджер журнала: Г. Мендыбаева

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.

Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

Собственник: Некоммерческое акционерное общество "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева"

Периодичность: 4 раза в год. Подписной индекс: 76093

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Электронная версия в открытом доступе: <http://bulphysast.enu.kz/>

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева. тел.: +7(7172)709-500 (вн. 31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

№4(133)/2020

МАЗМҰНЫ

<i>Ашуров А.Е., Калманова Д.М., Рахимова А.Д.</i> Геостационарлық жерсеріктің орнын анықтау алгоритмінде аппроксимация әдісін қолдану	8
<i>Сәндібаева Н.А., Айдарбекова А.А.</i> Молекулалық физикадан жалпы оқыту дағдыларын қалыптастыру	16
<i>Қойлық, Н.О., Бактыбаев Қ.Б., Қаптағай Г.Ә., Айдарбекова А.А., Далелханжызы А.</i> γ - орнықсыз ядролардың фермиондық моделі және күй құрылымы	23
<i>Ашуров А.Е., Әбдірашев Ө.К.</i> Түсіретін аппараттың орбитада қозғалысын моделдеу	33
<i>Кутербеков К.А., Балапанов М.Х., Кубенова М.М., Палымбетов Р.Ш., Сахабаева С.М., Кабышев А.М., Бекмырза К.Ж., Куланова К.К.</i> $K_xCu_{2-x}S$ суперионды қорытпаларының электрлік және жылулық қасиеттері	39
<i>Убаев Ж., Шунжеев К., Мясникова Л., Сагимбаева Ш.</i> Нүктелік және серпімді деформация кезіндегі NaCl матрицасының люминесценциясы	49
<i>Ахатаева Ж.О., Шажерхан К.О., Керимбаев А.О., Мукушев Б.А.</i> Центрлік тартылыс күші өрісінде дене қозғалысын компьютерлік модельдеуі	55
<i>Шағдар Н.М., Морзабаев А.К.</i> 2017 жылдың 4-10 қыркүйек аралығында CARPET құрылығысында тіркелген ғарыштық сәулелердің вариациясы	61
<i>Карипбаев Ж.Т., Алтысова Г.К., Лисицын В.М., Мусаханов Д.А.</i> YAG:Ce керамикасының радиациялық синтезінің тұрақтылығы	66
<i>Биәсігітов Т., Жумадилов Е.</i> Тұрақты температурада VI-мүз модификациясының Юнг, ығысу модульдері мен онда тарайтын ультрадыбыс толқындарының қысымға тәуелділігін зерттеу	73
<i>Тулеков Е.А., Морзабаев А.К., Махмұтов В.С., Ерхов В.И., Филиппов М.В.</i> ЕҰУ эксперименттік кешенінің бақылау деректері негізіндегі 2016-2019 жж. ғарыштық сәулелердің вариациялары	79
<i>Сеитов Д.Д., Некрасов К.А., Купряжкин А.Я.</i> Күшті криптон-оттекті байланысындағы UO_2 -дегі криптон диффузиясы. Молекулалық динамика модельдеуі	86

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. PHYSICS.
ASTRONOMY SERIES

№4(133)/2020

CONTENTS

<i>Ashurov A.E., Kalmanova D.M., Rahimova A.D.</i> Application of the approximation method in the algorithm for determining the position of a geostationary satellite	8
<i>Sandibaeva N.A., Aidarbekova A.A.</i> Formation of general education skills on molecular physics	16
<i>Koilyk N.O., Baktybaev K.B., Kaptagay G., Aidarbekova A.A., Dalelhankyzy A.</i> Fermion dynamical-symmetrical model and the structure of states of the γ - nuclei	23
<i>Ashurov A.E., Abdirashev O.K.</i> Information and metrological support for the complex of robotic devices	33
<i>Kuterbekov K.A., Balapanov M.Kh., Kubenova M.M., Palymbetov R.Sh., Sakhabaeva S.M., Kabyshev A.M., Bekmyrza K.Zh., Kulanova K.K.</i> Electrical and thermal properties of $K_xCu_{2-x}S$ superionic alloys	39
<i>Ubayev Zh., Shunkeyev K., Myasnikova L., Sagimbayeva Sh.</i> Luminescence of the NaCl matrix under local and elastic deformation	49
<i>Akhataeva Zh.O., Shakerkhan K.O., Kerimbaev A.O., Mukushev B.A.</i> Computer simulation of body motion under the action of Central attraction	55
<i>Shagdar N.M., Morzabaev A.K.</i> Observations of cosmic ray variations by the CARPET detector during the period from 4 to 10 September, 2017	61
<i>Karipbaev Zh., Alpysova G., Lisitsyn V., Musahanov D.</i> Stability of radiation synthesis of YAG:Ce ceramics	66
<i>Bizhigitov T., Zhumadilov E.</i> Study dependence of Young's, shear modulus and ultrasonic waves propagation of the vi ice modification to the pressure at a constant temperature	73
<i>Tulekov Ye., Morzabaev A.K., Makhmutov V.S., Yerkhov V.I., Philippov M.V.</i> Variations of cosmic rays in the period 2016-2019 according to observations of the ENU experimental complex	79
<i>Seitov D.D., Nekrasov K.A., Kupryazhkin A.Ya.</i> Krypton Diffusion in UO_2 Assuming a Strong Bonding Krypton-Oxygen. A Molecular Dynamics Simulation	86

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

№4(133)/2020

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ашуров А.Е., Калманова Д.М., Рахимова А.Д.</i> Применение метода аппроксимации в алгоритме определения положения геостационарного спутника	8
<i>Сандибаева Н.А., Айдарбекова А.А.</i> Формирование общеобразовательных умений по молекулярной физике	16
<i>Койлык Н.О., Бактыбаев К.Б., Каптагай Г.А., Айдарбекова А.А., Далелханкызы А.</i> Фермионная модель и структура состояний γ -нестабильных ядер	23
<i>Ашуров А.Е., Абдирашев О.К.</i> Моделирование движения спускаемого аппарата на орбите	33
<i>Кутербеков К.А., Балапанов М.Х., Кубенова М.М., Палымбетов Р.Ш., Сахабаева С.М., Кабышев А.М., Бекмырза К.Ж., Куланова К.К.</i> Электрические и тепловые свойства суперионных сплавов $K_xCu_{2-x}S$	39
<i>Убаев Ж., Шункеев К., Мясникова Л., Сагимбаева Ш.</i> Люминесценция матрицы NaCl при локальной и упругой деформации	49
<i>Ахатаева Ж.О., Шакерхан К.О., Керимбаев А.О., Мужушев Б.А.</i> Компьютерное моделирование движения тела под действием центрального притяжения	55
<i>Шагдар Н.М., Морзабаев А.К.</i> Вариация космических лучей, зарегистрированная на установке CARPET в период с 4 по 10 сентября 2017 года	61
<i>Карипбаев Ж.Т., Алтысова Г.К., Лисицын В.М., Мусаханов Д.А.</i> Стабильность радиационного синтеза ИАГ:Се керамики	66
<i>Бижигитов Т., Жумадилов Е.</i> Исследование зависимости модуля Юнга, модуля сдвига и распространяющихся в нем ультразвуковых волн VI модификации льда от давления при постоянной температуре	73
<i>Тулехов Е.А., Морзабаев А.К., Махматов В.С., Ерхов В.И., Филиппов М.В.</i> Вариации космических лучей в период 2016-2019 гг. по данным наблюдений экспериментального комплекса ЕНУ	79
<i>Сеитов Д.Д., Некрасов К.А., Купряжкин А.Я.</i> Диффузия криптона в UO_2 в предположении сильной связи криптон-кислород. Молекулярно – динамическое моделирование	86

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы, 2020, том 133, №4, 61-65 беттер
<http://bulphysast.enu.kz>, E-mail: vest_phys@enu.kz

ХҒТАР: 29.15.33

Н.М. Шағдар, А.К. Морзабаев

*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
(E-mail: shnm512014@gmail.com, morzabaev@mail.ru)*

2017 жылдың 4-10 қыркүйек аралығында CARPET құрылғысында тіркелген ғарыштық сәулелердің вариациясы

Аннотация: протон оқиғаларының сәулелену параметрлері және галактикалық ғарыш сәулелерінің қарқындылығы туралы деректер жер маңындағы кеңістіктегі радиациялық жағдайдың ұйытқысын бағалау үшін практикалық қызығушылық тудырады. Сондықтан бұл жұмыста жер деңгейіндегі ғарыштық сәулелер ағынын үздіксіз бақылауға арналған CARPET ғарыштық сәулелер детекторының қысқаша сипаттамалары келтіріліп, 4-10 қыркүйек аралығындағы күн протон оқиғасы кезінде тіркелген ғарыштық сәулелердің қарқындылығының вариациясын талдау нәтижелері келтірілген. Осы уақыт аралығында байқалған Форбуш-төмендеуі туралы деректер де келтірілді.

Түйін сөздер: ғарыштық сәулелер, күн протон оқиғалары, күн жарқырауы, күн белсенділігі, Форбуш-төмендеуі, белсенді аймақ.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6836-2020-133-4-61-65>

Түсті: 30.11.2020 /Жарияланымға рұқсат етілді: 15.12.2020

Кіріспе. Қазіргі таңда аса қуатты жарқырау оқиғалары планетааралық ортадағы күн протондары мен электрондардың негізгі көзі деп саналады, ал зарядталған бөлшектердің үдеуі күн жарқырауының негізгі қасиеті болып табылады. Жеделдетілген бөлшектердің күн атмосферасымен және оның магнит өрістерімен әрекеттесуі күн сәулесін диагностикалау үшін қолданылатын радио, қатты рентген (HXR) және гамма-сәулеленуге әкеледі [1].

Осындай ғарыштық сәулелердің ағынының өзгерістерін тіркеу үшін CARPET құрылғысы қолданылады. Ол Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің физика-техникалық факультетінің космофизикалық кешенінде орналасқан. Құрылғының сипаттамалары төменде келтірілген.

CARPET құрылғысы 24 блокқа біріктірілген СТС-6 типті 240 Гейгердің газразрядтық есептеушінен тұрады. Әр блок екі көлденең жазықтықта 5 данадан орналасқан 10 есептегіштерден тұрады (Сурет 1). Есептегіштердің жоғарғы қабаты төменгі қабаттан қалыңдығы 7 мм алюминиймен бөлінген.

Әрбір 0.5 с үшін эксперименттік деректерді алу үш арна бойынша ұйымдастырылған: UP және LOW – барлық жоғарғы (UP) және төменгі (LOW) есептегіштер арқылы енетін зарядталған бөлшектердің интегралды есебіне сәйкес келеді (энергиясы $E > 200$ кэВ электрондар мен позитрондар, $E > 5$ МэВ протондар, $E > 1.5$ МэВ мюондар; тиімділігі 1% - дан аз $E > 20$ кэВ фотондар да тіркеледі). Әр блоктың жоғарғы және төменгі есептегіштерінде бір уақытта тіркелген сигналдар CARPET детекторының TEL сәйкестік арнасында жинақталады және одан да көп энергетикалық бөлшектердің: энергиясы 5 МэВ-тен жоғары электрондар, $E > 30$ МэВ-тен протондар және $E > 15.5$ МэВ-тен мюондар тіркелуіне сәйкес келеді [2].

Анықтайтын блоктардан басқа, CARPET қондырғысына қуат тақтасы мен телеметрия және интерфейс блогы кіреді. Қуат тақтасы мен телеметрия жұмыс істеу үшін қажетті кернеулерді (5 В, 12 В, 380 В), оларды бақылауды қамтамасыз ету үшін, сондай-ақ, метеорологиялық ақпаратты (телеметрия): атмосфералық қысым және температура туралы жинау үшін қызмет етеді. Интерфейс блогы компьютерге деректер мен телеметрияны жіберу үшін қолданылады. "CARPET монитормы" бағдарламалық жасақтамасының көмегімен компьютерде ағымдағы деректердің нақты уақыт режимінде визуализация, сондай-ақ, 1 мс уақытша рұқсаты бар

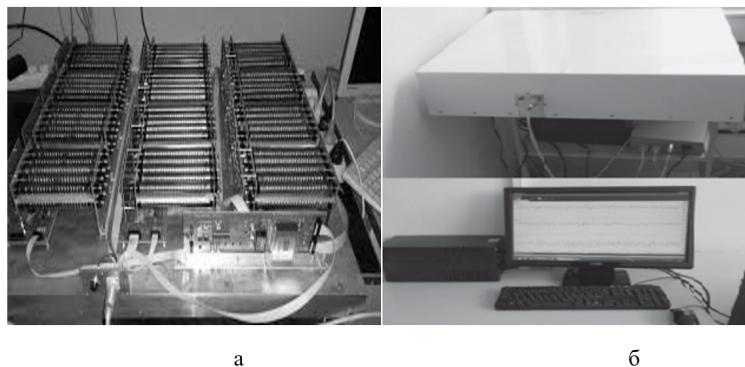


Рисунок 1 – CARPET қондырғысының жалпы түрі: (а) – қондырғы құрамдастарының ішкі орналасуы; (б) – қаптамасымен қондырғының сыртқы түрі, интерфейс блогы, "CARPET монитор" бағдарламалық қамтамасыздандырылған компьютер [3]

күнделікті файлдарды жазу жүзеге асырылады. Қондырғы бірінші ғарыштық сәулелердің затпен өзара әрекеттесуі кезінде атмосферада түзілетін екінші бөлшектердің детекторы болғандықтан, тәжірибеден алынған мәліметтерді талдау кезінде қондырғыға әсер ететін атмосфералық қысым мен температураны ескеру керек [3].

CARPET-тің нейтрон детекторларынан айырмашылығы – аз энергиялы зарядталған ғарыштық сәулелердің екінші компонентіне сезімтал келеді.

Келесі бөлімдерде 2017 жылғы 4-10 қыркүйек аралығындағы күн протон оқиғасы кезінде CARPET құрылғысындағы ғарыштық сәулелердің бақылау нәтижелері мен барометрлік түзетулер ұсынылған.

1. Тәжірибе мәліметтерін талдау.

1.1 Барометрлік түзетулерді анықтау.

Қондырғы бірінші ғарыштық сәулелердің затпен өзара әрекеттесуі кезінде атмосферада түзілетін екінші бөлшектердің детекторы болғандықтан, тәжірибеден алынған мәліметтерді талдау кезінде қондырғыға әсер ететін атмосфералық қысым мен температураны ескеру керек. Тәжірибе түрінде барометрлік эффект мына теңдеумен анықталады:

$$\frac{\Delta N}{N} P = \beta \Delta P, \quad (1)$$

мұндағы $\frac{\Delta N}{N} P$ – қондырғының есеп қарқынының салыстырмалы ауытқуы, ΔP - зерттелетін кезеңдегі атмосфералық қысымның орташадан абсолютті ауытқуы, β - барометрлік коэффициент.

Құрылғының есептеу темпінің орташа мәні мен қысымы: $\bar{N} = 53549.63$ имп/сағ, орташа квадраттық ауытқуы $\sigma_N = 2256.64$ имп/сағ, $\bar{P} = 989.1$ гПа, орташа квадраттық ауытқуы $\sigma_P = 9.99$ гПа.

Алынған нүктелер үшін ең кіші квадраттар әдісімен бұрыштық коэффициенті қажетті β -ге тең болатын жуықтау түзуін анықтаймыз: $\beta = -0.1884 \pm 0.002\%/гПа$; детерминация коэффициенті $R_2 = 0.5881$ [5].

TEL каналы үшін барометрлік коэффициенттің мәні: бірінші модуль үшін $\beta_1 = -0.1870 \pm 0.0025\%/гПа$; $R^2 = 0.8826$; екінші модуль үшін $\beta_2 = -0.1826 \pm 0.0025\%/гПа$; $R^2 = 0.8702$. UP каналы бойынша барометрлік коэффициенттің мәні: бірінші модуль үшін $\beta_1 = -0.0658 \pm 0.0026\%/гПа$; $R^2 = 0.4653$; екінші модуль үшін $\beta_2 = -0.0618 \pm 0.0017\%/гПа$; $R^2 = 0.6280$. LOW каналы үшін барометрлік коэффициенттің мәні: бірінші модуль үшін $\beta_1 = -0.0652 \pm 0.0022\%/гПа$; $R^2 = 0.5490$; екінші модуль үшін $\beta_2 = -0.060 \pm 0.0015\%/гПа$; $R^2 = 0.6636$. Әрі қарай бұл коэффициенттер тәжірибе мәліметтерін түзетуге қолданылды. [3]

1.2 2017 жылғы 4-10 қыркүйек аралығындағы күн протон оқиғасы кезінде CARPET құрылғысындағы ғарыштық сәулелердің вариациясы.

2017 жылдың 6-қыркүйегінен бастап байқалған ғарыш сәулелерінің өзгерістері жоғары күн белсенділігінен, қатарынан бірнеше күн жарқылына созылған (6 және 10 қыркүйектегі X9.3 пен

Х8.2 класының жарқылы) күн дискіндегі AR 12673 белсенді облыстың пайда болуымен орын алған болатын. Ғарыштық сәулелердің ағынының Форбуш-төмендеуі де осы қыркүйек айында байқалды. Ол 4-10 қыркүйек аралығында NOAA 12673 (S11W16) аймағында жоғары күн жарқылынан пайда болды. Күн жарқылдары Жер орбитасындағы үлкейтілген планетааралық магнит өрісі мен үлкен энергиялы күн дауылының ағынымен бірге орын алып отырды [3].

Сурет 2-де құрылғының екі модулі (CARPET1, CARPET2) арқылы 2017 жылдың 4-10 қыркүйегінде тіркелген оқиғалардың 3 канал бойынша өзгерісі көрсетілген. Жоғарыдан төменге қарай: UP каналы – жоғары панель; LOW каналы – ортаңғы панель; TEL каналы – төменгі панель.

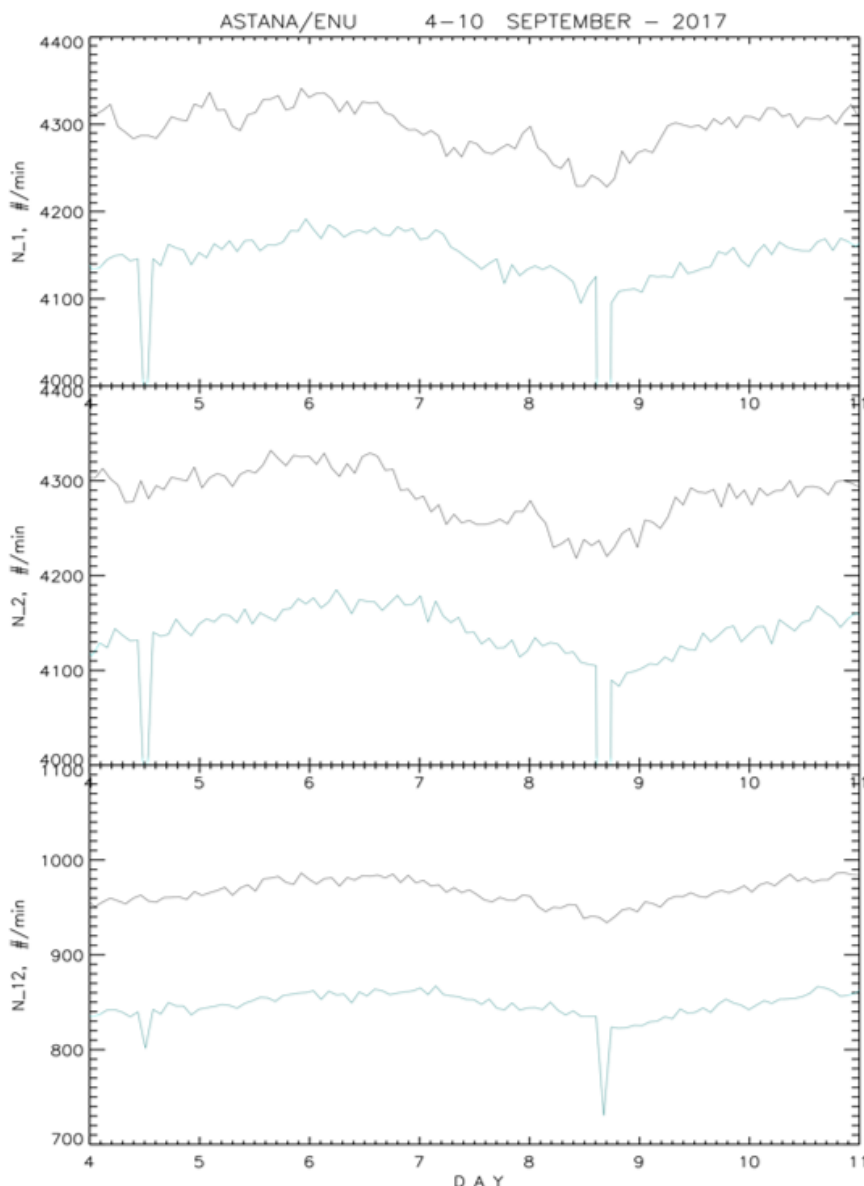


Рисунок 2 – Құрылғының екі модулі (CARPET1, CARPET2) арқылы 2017 жылдың 4-10 қыркүйегінде тіркелген оқиғалардың вариациясы

Бұл уақыт аралығы күн белсенділігінің кенеттен жоғарылауымен және 4-10 қыркүйек аралығында қазіргі күн активтілігінің 24-ші цикліндегі күн белсенділігінің өте төмен деңгейі аясында бірқатар қуатты күн жарқылдарының (соның ішінде, х класын) пайда болуымен сипатталады. Бұл жарқыраулар геомагниттік бұзылулар мен 2017 жылғы 5-10 қыркүйекте галактикалық ғарыштық сәулелер қарқындылығының Форбуш-төмендеуін тудырды, сонымен бірге, 10 МэВ–жүздеген МэВ энергиясы бар күн протондарының үлкен ағындары жер

маңындағы ғарыш кеңістігінде, стратосферада және жердегі нейтрондық мониторларда тіркелді [4].

Суретте көрсетілген мәліметтерді талдауға келсек, CARPET құрылғысының UP және LOW каналдарының көрсеткіштері бірдей. Каналдардың есептеу темпінің айтарлықтай төмендеуі 4, 8 қыркүйек күндері байқалады. Жердегі нейтрондық мониторлар желісінің деректері бойынша CARPET қондырғысындағы өлшеулерге сәйкес ғарыш сәулелері ағындарының айтарлықтай төмендеуі 2017 жылғы 8 қыркүйектің бірінші жартысында басталды. Алынған мәліметтер дүниежүзілік нейтрондық мониторлар желісінің мәліметтеріне сәйкес келеді.

Қорытынды. AR 12673 белсенді облыстағы X8.2 класының жарқылының пайда болуымен орын алған 2017 жылдың 4-10 қыркүйегіндегі күн протон оқиғасы кезіндегі CARPET құрылғысымен тіркелген ғарыштық сәулелердің вариациясының талдауы келесі қорытындыларға әкеледі:

1. CARPET құрылғысының үш каналындағы есептеу темпінің кенет төмендеуі 8 қыркүйектің бірінші жартысында байқалды. Басқа авторлардың еңбегінде баяндалған Форбуш-төмендеуі дәл осы уақытта болғандығы жазылған.

2. CARPET құрылғысының орналасқан жеріндегі геомагниттік кесілімнің қаттылығы $R_c = 2.9$ ГэВ екенін ескере отырып, жарқырау кезінде оның есептеуінің жоғарылауы жер атмосферасындағы $E > 30$ МэВ бастапқы күн протондарынан пайда болған екінші бөлшектердің әсерінен болады деп болжауға болады. Бұл мүмкіндіктің пайдасына төмен жиілікті радио сәулеленуді (VLF) және жер үсті риометрлерін тәуелсіз бақылау нәтижелері куәландырады, бұл геомагниттік кесу қаттылығының 2.5-тен 10 ГэВ аралығына сәйкес келетін ұзақ аймақтағы атмосфераның иондану деңгейінің жоғарылауын көрсетеді.

3. Құрылғының екі модулі (CARPET1, CARPET2) арқылы 2017 жылдың 4-10 қыркүйегінде тіркелген оқиғалардың вариациясы келтірілген график пен мәліметтер дүниежүзілік нейтрондық мониторлар желісінің мәліметтеріне сәйкес келеді.

Мақаладағы графиктер мен мәліметтер күннің белсенді құбылыстарын зерттейтін күн-жер физикасы саласында жұмыс істейтін мамандарға, космостық саладағы радиациялық қауіпсіздік саласының мамандары мен күн белсенділігінің Жердің биосферасы мен атмосферасына әсерін зерттеушілерге арналған.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Струминский А.Б., Григорьева И.Ю., Логачев И.Ю., Садовский А.М. Солнечные электроны и протоны в событиях 4–10 сентября 2017 года и сопутствующие явления // Физика плазмы. – 2020. – Т. 46. – № 2. – С. 139-153.
- 2 Mizin S.V., Makhmutov V.S., Maksumov O.S., Kvashnin A.N. Application of multithreading programming to physical experiment // *Kratk. Soobshch. Fiz.* - 2011. - V. 38. - № 2. - P. 9-17. <https://doi.org/10.3103/S1068335611020023>
- 3 Тулеков Е.А., Махмутов В.С., Базилевская Г. А., Стожков Ю.И., Морзабаев А.К., Филиппов А.К., Ерхов В.И., Дюсембекова А.С. Наземная установка для изучения вариаций космических лучей в городе Нур-Султан // *Геомагнетизм и Аэрономия.* – 2020. – Т. 60. – № 6. – С. 704-709.
- 4 Махмутов В.С., Базилевская Г.А., Стожков Ю.И., Филиппов М.В., Калинин Е.В., Морзабаев А.К., Ерхов В.А., Гиниятова Ш. Солнечная активность и вариации космических лучей в сентябре 2017 г. // *Известия РАН. Серия физическая.* – 2019. – Т. 83. – № 5. – С. 602-605. doi: 10.1134/s0367676519050223
- 5 Филиппов М.В., Махмутов В.С., Стожков Ю.И., Максумов О.С. Наземная установка для детектирования заряженной компоненты космических лучей CARPET // *Приборы и техника эксперимента.* – 2020. – № 3. – С. 109-117.

Н.М. Шағдар, А.К. Морзабаев

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Вариация космических лучей, зарегистрированная на установке CARPET в период с 4 по 10 сентября 2017 года

Аннотация. Данные о параметрах излучения протонных событий и интенсивности лучей галактического космоса представляют практический интерес для оценки радиационной обстановки в околоземном пространстве. Поэтому в данной работе приведены краткие характеристики детектора космических лучей CARPET для непрерывного мониторинга потока вторичных космических лучей на уровне Земли и результаты анализа вариаций интенсивности космических лучей, зафиксированных при солнечном протонном событии с 4 по 10 сентября. Также приводятся данные о наблюдавшемся в этот период Форбуш-понижении.

Ключевые слова: космические лучи, солнечные протонные события, солнечная вспышка, солнечная активность, Форбуш-понижения, активная область.

N.M. Shagdar, A.K. Morzabaev

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Observations of cosmic ray variations by the CARPET detector during the period from 4 to 10 September, 2017

Abstract. Data on the radiation parameters of proton events and the intensity of galactic cosmic rays are of practical interest for estimating the radiation situation in near-Earth space. Therefore, this article presents brief characteristics of the CARPET cosmic ray detector for continuous observation of the cosmic ray flux at the Earth level and the results of analysis of variations in the intensity of cosmic rays recorded during the solar proton event from September 4 to September 10, 2017. Also, data on the observed Forbush decrease during this period are provided.

Keywords: cosmic rays, solar proton events, solar flare, solar activity, Forbush decrease, active region.

References

- 1 Struminsky A.B., Grigorieva I.Yu., Logachev I.Yu., Sadovsky A.M. Solnechnye elektrony i protony v sobytiyah 4–10 sentyabrya 2017 goda i soputstvuyushchie yavleniya, *Fizika plazmy [Solar electrons and protons in the events of September 4-10, 2017 and related phenomena, Plasma Physics]*, 2(46), 139–153 (2020). [in Russian]
- 2 Mizin S.V., Makhmutov V.S., Maksumov O.S., Kvashnin A.N. Primenenie mnogopotochnogo programmirovaniya k fizicheskomu eksperimentu, *Kratk. Soobshch. Fiz [Application of multithreading programming to physical experiment, Brief. Message Phys]*, 2(38), 9-17 (2011). <https://doi.org/10.3103/S1068335611020023> [in Russian]
- 3 Tulekov E.A., Makhmutov V.S., Bazilevskaya G. A., Stozhkov YU.I., Morzabaev A.K., Filippov A.K., Erhov V.I., Dyusembekova A.S. Nazemnaya ustanovka dlya izucheniya variacij kosmicheskikh luchej v gorode Nur-Sultan, *Geomagnetizm i Aeronomiya [Ground installation for studying cosmic ray variations in the city of Nur-Sultan, Geomagnetism and Aeronomy]*, 6(60), 704-709 (2020). [in Russian]
- 4 Makhmutov V.S., Bazilevskaya G.A., Stozhkov YU.I., Filippov M.V., Kalinin E.V., Morzabaev A.K., Erhov V.A., Giniyatova SH. Solnechnaya aktivnost' i variacii kosmicheskikh luchej v sentyabre 2017 g., *Izvestiya RAN. Ceriya fizicheskaya [Solar activity and variations of cosmic rays in September 2017, Izvestiya RAN. Physical series]*, 5(83), 602-605 (2019). [in Russian]
- 5 Filippov M.V., Makhmutov V.S., Stozhkov YU.I., Maksumov O.S. Nazemnaya ustanovka dlya detektirovaniya zaryazhennoj komponenty kosmicheskikh luchej CARPET, *Pribory i tekhnika eksperimenta [Ground installation for detecting the charged component of cosmic rays CARPET, Instruments and experimental techniques]*, 3, 109-117 (2020). [in Russian]

Авторлар туралы мәлімет:

Шағдар Н.М. – негізгі автор, Ядролық физика, жаңа материалдар мен технологиялар халықаралық кафедрасының 2 курс магистранты, Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш., 2, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Морзабаев А.К. – ф-м.ғ.к., Ядролық физика, жаңа материалдар мен технологиялар халықаралық кафедрасының доценті, Л.Н.Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш., 2, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Shagdar N.M. – **The main author**, the 2nd year master candidate of the International Department of Nuclear Physics, New Materials and Technology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., 2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Morzabaev A.K. – Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor of Department of Nuclear Physics, New Materials and Technology, faculty of Technical Physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.