

NEWS

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

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 312 (2017), 112 – 119

**К.М. Mukashev<sup>1</sup>, V.V. Kazachenok<sup>2</sup>, M.E. Alieva<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Kazakh National University Al-Farabi, Kazakhstan, Almaty, e-mail: kanat-kms@mail.ru;

<sup>2</sup>Belarusian State University, Belarus, Minsk, e-mail: Kazachenok@bsu.by ;

<sup>3</sup>Kazakh National Pedagogical University Abay, Kazakhstan, Almaty. e-mail:  
[moldir-2008@mail.ru](mailto:moldir-2008@mail.ru)

**ABOUT NEW LOOK AT THE PARADIGM OF STUDY FUNDAMENTAL  
PROBLEMS OF PHYSICS OF COSMIC THE EXAMPLE OF ORIGIN**

**Abstract.** In Europe and in North America the study of cosmic rays taken new forms in recent years. The new systems use a network of detectors that are installed on large areas. It is unique in that the detector is set not only in research centers, but also in schools. This achieves the implementation of several extremely important issues. The first is to study the physics of cosmic particles with extremely high energies. The second - in search of large areas coinciding cosmic-ray flares Detect-living source of these rays. The third is to awaken in pupils and students a keen interest in basic research of ultrahigh-energy particles. For the purpose of distribution to educational institutions of Kazakhstan and attract talented young people to basic research, it has developed and patented an experimental setup made for the registration of cosmic origin of the particles. The device operates in real time and allows you to connect it to the global network.

**Keywords:** cosmic rays, ultra high energy particles, registration, detectors, network system, learning paradigm.

УДК 530.1; 551.521.64(0353)

**К.М. Мукашев<sup>1</sup>, В.В. Казаченок<sup>2</sup>, М.Е. Алиева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы;

<sup>2</sup>Беларусский государственный университет, Беларусь, г. Минск;

<sup>3</sup>Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Казахстан, г. Алматы.

**О НОВЫХ ВЗГЛЯДАХ НА ПАРАДИГМУ ОБУЧЕНИЯ  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ПРОБЛЕМАМ ФИЗИКИ НА ПРИМЕРЕ  
ЧАСТИЦ КОСМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**Аннотация.** В Европе и в Северной Америке изучение космических лучей за последние годы приобрело новые формы. В новых системах используются сети детекторов, установленных на больших площадях. Уникальным в ней является то, что детекторы устанавливаются не только в исследовательских центрах, но и в учебных заведениях. Тем самым достигается реализация нескольких, крайне важных проблем. Первая заключается в том, чтобы изучать физику космических частиц экстремально высоких энергий. Вторая - через поиск на больших площадях совпадающих вспышек космических лучей обнаружить источника этих лучей. Третья состоит в том, чтобы пробудить у школьников и студентов живой интерес к фундаментальным исследованиям частиц ультравысоких энергий. С целью распространения среди учебных заведений Казахстана и привлечения большого числа талантливой молодежи к фундаментальным исследованиям, разработана запатентованная экспериментальная установка для регистрации космических частиц ультравысокой энергии. Установка работает в реальном масштабе времени и допускает связать ее с мировой сетью.

**Ключевые слова:** космические лучи, частицы ультравысокой энергии, регистрация, детекторы, сети, системы, парадигма обучения.

**Введение.** 15 октября 1991 года заряженная частица космического излучения с самой высокой когда-либо зарегистрированной энергией вошла с земную атмосферу, в десяти километрах над пустыней штата Юта. Столкнувшись с атмосферой, ядро на мгновение осветило ночное небо и исчезло. Детектор «Fly's Eye», чье название можно перевести как «Глаз мухи», расположенный на испытательном полигоне в штате Юта, зарегистрировал световой след в виде каскада вторичных частиц, образованных при столкновении, которые и привели к свечению атмосферы. Эту вспышку интенсивности космических лучей окрестили «OMG -событием» (от английского сокращения «Боже мой!»). По данным детектора «Fly's Eye» энергия этой частицы составила 320 экзаэлектронвольт (ЭэВ), или  $3,2 \cdot 10^{20}$  эВ. В единицах системы СИ эта частица, скорее всего, протон, врезалась в атмосферу с общей кинетической энергией порядка 6 Дж. Это поистине макроскопическая энергия для микроскопической частицы. Она вполне достаточна, чтобы поднять массу в 1 кг на полметра в условиях гравитации ( $1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж). 3 декабря 1993 г. в другом конце света Большая ливневая установка «AGASA» в Японии зафиксировала еще одно «OMG -событие» с энергией в 200 ЭэВ. В этом случае вспышка космических лучей была зарегистрирована с помощью сети детекторов, установленной на большой территории для измерения широких атмосферных ливней (ШАЛ), являющихся результатом взаимодействия первичных космических лучей с атмосферой.

После этих первых зарегистрированных вспышек было зафиксировано еще более десятка «OMG -событий», что и подтвердило их как физическое явление, и озадачило физиков. Считалось, что частицы, чьи энергетические показатели превышают 50 ЭэВ, не могут достичь Земли с каких-либо возможных источников во Вселенной за более чем 100 миллионов парсеков (астрономическая единица расстояния в 1 парсек (пк) = 3,26 светового года, или 30,8366 триллиона километров. С расстояния в 1 пак радиус земной орбиты вокруг Солнца виден под углом 1 секунда дуги). Считалось, что они должны быстро потерять энергию при столкновении с реликтовым излучением от Большого взрыва с температурой в 2,7 К (так называемый предел ГЗК - Грейзена-Зацепина-Кузьмина). Хотя и было предложено много различных объяснений, практические эксперименты пока не могут расшифровать сообщение этих высокоэнергетических посланцев, и существование «OMG-событий» стало большой загадкой. Теперь за этими событиями, характеризующимися ультравысокой энергией, следит еще один наблюдатель, расположенный на западе Аргентины. Обсерватория имени Пьера Оже, располагающая непревзойденными регистрирующими мощностями, начала изучать космические лучи в самом высоком энергетическом диапазоне.

Однако признаки вселенной экстремальных энергий могут проявляться и по-другому – не в виде единичных «OMG - событий», а как серия событий с более скромными энергетическими показателями. Так, например, 20 января 1981 г., возле г. Виннипег в Канаде в течение пяти минут наблюдался кластер широкого атмосферного ливня со средней энергией, оцененной в  $3 \cdot 10^3$  ТэВ (тераэлектронвольт, Smith *et al.* 1983). По идее, такое событие должно было быть одиночным. Наблюдение было уникальным в своем роде в ходе эксперимента, который зафиксировал 150 тысяч ливней в течение 18 месяцев. В том же году группа исследователей из Ирландии сообщила о необычном одновременном повышении частоты атмосферных ливней на двух регистрирующих станциях, разделенных расстоянием в 250 км (Fegan *et al.* 1983). Событие, зафиксированное в 1975 г., длилось 20 секунд, и было единственным в своем роде в течение последующих трех лет наблюдений.

**Возможно ли объединение усилий?** Каким бы образом вселенная высоких энергий не проявлялась на Земле, ее признаки наблюдаются достаточно редко, и для такого наблюдения требуется большое количество детекторов, установленных на больших площадях, чтобы обеспечить адекватный сигнал. Обнаружение одной «OMG-частицы» требует плотных ливневых установок и/или детекторов атмосферного свечения, расположенных с частотой не менее 1 детектор/км<sup>2</sup>, как в Обсерватории имени Пьера Оже. Обнаружение явлений космических лучей, взаимосвязанных на очень больших площадях, требует еще больших пространств, что на данном этапе является экономически целесообразным. В то же время технология системы глобального позиционирования (GPS) позволяет осуществить точный отсчет времени на очень больших площадях, и, таким образом, установить несколько сетей обнаружения как одну большую

установку. Примером является крупномасштабная ливневая установка *Large Area Air Shower array* (Япония), которая начала регистрировать данные с середины 90-х годов прошлого века. Она включает в себя около 10 компактных ливневых установок и образует рассеянную сеть обнаружения с беспрецедентной площадью охвата в 30 тысяч км<sup>2</sup>.

Однако сейчас открылось новое в исследованиях космических лучей. В 1998 г. в г. Альберте (США) начал регистрацию данных первый узел рассеянной сети детекторов космических лучей на очень большой площади [1]. Сеть была создана на основе проекта, выдвинутого в 1995 году. Инновационным аспектом крупномасштабной установки с системой определения совпадений по времени, названной *ALTA*, является то, что она размещена в обычных общеобразовательных школах. Примерно в это же время вашингтонская крупномасштабная ливневая установка (*WALTA*), также с системой определения совпадений по времени, начала свои первые измерения.

Проекты *ALTA*, *CROP* и *WALTA* имеют вполне определенную задачу – наладить связь между двумя на первый взгляд не связанными, но одинаково важными целями. Первая цель это изучение вселенной экстремальных энергий через поиск временных совпадений вспышек космических лучей на больших пространствах и их источников; вторая же цель – пробудить в школьниках старших классов и учителях живой интерес к фундаментальным исследованиям. Эти «учебные» установки, имеющие серьезные исследовательские задачи, позволяют накопить уникальный академический опыт. Данная парадигма распространилась на многие другие научные центры Северной Америки. Системы обнаружения и регистрации в данном случае достаточно просты, но вполне эффективны. Они используют GPS для точного определения времени совпадения с другими узлами в сети или локальными установками на большой площади. Сегодня установки проектов *ALTA*, *CROP* и *WALTA* размещены в более 60 школах. Помимо них действуют еще три установки в составе Калифорнийской школьной обсерватории космических лучей (*CHICOS*). Установка *CHICOS* является крупнейшей наземной установкой в Северном полушарии. Ее детекторы установлены на крышах более 70 школ на площади в 400 км<sup>2</sup> в г. Лос-Анджелесе.

**Над чем работает Старый свет?** По другую сторону Атлантического океана, школы во многих европейских странах также привлекаются к изучению вселенной экстремальных энергий [2]. В 2001 году физики из Вуппертальского университета (Германия) предложили инициативу «*Sky View*» – первый европейский проект, в котором была предложена установка детекторов космических лучей в школах. Данный проект предполагает создать установку, охватывающую обширную площадь в 5000 км<sup>2</sup>, близкую по масштабам обсерватории имени Пьера Оже, с участием тысяч университетов, колледжей, школ и других учреждений в зоне Северный Рейн – Вестфалия. Примерно год спустя Европейская организация по ядерным исследованиям (ЦЕРН) также начала участие в этой области.

Также в 2002 году к европейской инициативе присоединился проект астрофизических исследований для школ (*HiSPARC*), запущенный физиками Университета г. Нейменген, Нидерланды [3]. Сейчас проект *HiSPARC* включает в себя пять региональных кластеров детекторов в городах Амстердаме, Гронингене, Лейдене, Нейменгене и Утрехте. В этом проекте принимают участие около 40 школ и их количество быстро растет. В марте 2005 года установка *HiSPARC* зарегистрировала энергетическое событие с показателями в  $8.10^{19}$  эВ в области энергетического спектра космических лучей с ультравысокими показателями. В Финляндии инициировали и развивают проект школьной физики (*School Physics Project*). Тем временем во Франции запускается проект «Школы в исследовании космических лучей» (*RELYC*). Планируется установить детекторы в более 30 местных школах. В разработке находятся проекты по установке телескопов исследования космических лучей с системой GPS в португальских школах, в Великобритании и Италии.

**Реальна ли всемирная сеть?** Большая часть крупных исследовательских групп в Канаде и США выстроили взаимное сотрудничество – Североамериканские крупномасштабные установки временного определения событий (*NALTA*), располагающая более чем 100 станциями обнаружения по всей Северной Америке. Европейские группы также развивают аналогичное сотрудничество под названием «*Eurocosmics*». Очевидно, что следующим естественным шагом станет объединение североамериканской и европейской сетей во всемирную сеть, которая может сделать значительный

вклад в понимание вселенной экстремальных энергий. Такая сеть может поддерживать и объединять усилия по всему миру, включая инициативы в развивающихся странах, где она сможет обеспечить естественную площадку для глобальной научной культуры. Целью этого сотрудничества является не просто международный, а всемирный обмен образовательными ресурсами и информацией в области исследования одного из самых загадочных явлений природы - физики космических частиц ультравысокой энергии и связанных с ними волновых процессов.

**Чем можем ответить мы?** Галактика и Солнце являются мощными источниками космических лучей и возмущенного солнечного ветра. При этом они активно воздействуют на магнитосферу Земли и ее радиационные пояса. Изучение солнечных космических лучей все более приобретает огромное научное и практическое значение, так как солнечно-земные связи оказывают влияние на климат и погоду, на здоровье людей, работающих в космосе и на Земле, а возможно, и на сейсмическую активность отдельных районов Земли [4,5]. Потoki пионов и мюонов в результате последующих взаимодействий с атмосферой Земли рождают новые каскады электронов и фотонов, которые в значительной степени влияют на напряженность электрического поля атмосферы Земли в зависимости от сезона [6,7].

В свете выше изложенной проблемы, задачей данной работы является представление разработанной и запатентованной компактной установки автоматической регистрации пионно-мюонной и электронно-фотонной компонент космических лучей в реальном масштабе времени с целью последующего распространения ее среди различных учебных заведений Республики и для решения отдельных задач астрофизики [8,9]. Дело в том, что из-за хаотичной конфигурации галактического магнитного поля космические лучи низких энергий долго блуждают по Галактике и, доходя до Земли, уже не «помнят», откуда и когда они были испущены. Однако траекторию частиц с энергией выше  $10^{19}$  эВ межзвездные магнитные поля практически не искривляют. Поэтому, регистрируя направление прихода таких частиц, можно установить положение источников космических лучей на небесной сфере и попытаться связать их с уже известными астрономическими объектами. Установка относится к экспериментальным средствам автоматической регистрации и обработки интенсивностей и вариации потока заряженных частиц в составе гигантских каскадов, порождаемых в атмосфере первичными частицами космических лучей сверхвысокой энергии, называемых широкими атмосферными ливнями (ШАЛ), в течение длительного времени.

Поэтому ключевые задачи на таких установках обычно связаны с методикой регистрации космических лучей. Отличительной особенностью данного проекта является принципиально иной подход к размещению детектирующих устройств космических лучей, что позволяет использовать их в качестве материальной базы при изучении студентами дисциплин «Физика и астрофизика космических лучей и волновые явления, связанные с ними», а также для демонстрации теоретически известных явлений физики высоких энергий и волновых процессов. Анализируя в реальном масштабе времени одновременно полученные сигналы нескольких таких систем, построенных в различных местах, можно не только выделять совпадающие по времени отклики, вызванные приходом ШАЛ, но и восстанавливать его направление. Поскольку на развитие ШАЛ оказывает влияние состояние атмосферы, информация о нем может быть соотнесена с сигналами данной системы. Сама идея дать школьникам и студентам возможность практически иметь дело с распределенной системой регистрации космических лучей позволяет максимально приблизить их к новейшим достижениям самой современной науки XXI века – Проблемы физики космоса, состояние окружающей нашу Землю среды и космического полета на другие планеты. Все данные, регистрируемые установкой, сохраняются и доступны для последующего анализа через Интернет. Для этого экспериментальная установка регистрации интенсивностей и вариации космических лучей в реальном масштабе времени оснащена ионизационными счетчиками типа СИ-5Г, соединенными с аналоговыми усилителями на транзисторах, с формирователями сигналов на элементах цифровой микросхемы, связанными через суммирующее устройство и устройство совпадений с многоканальными пересчетными модулями Advantect PCI – 1780U, соединенными с устройством накопления и обработки информации.

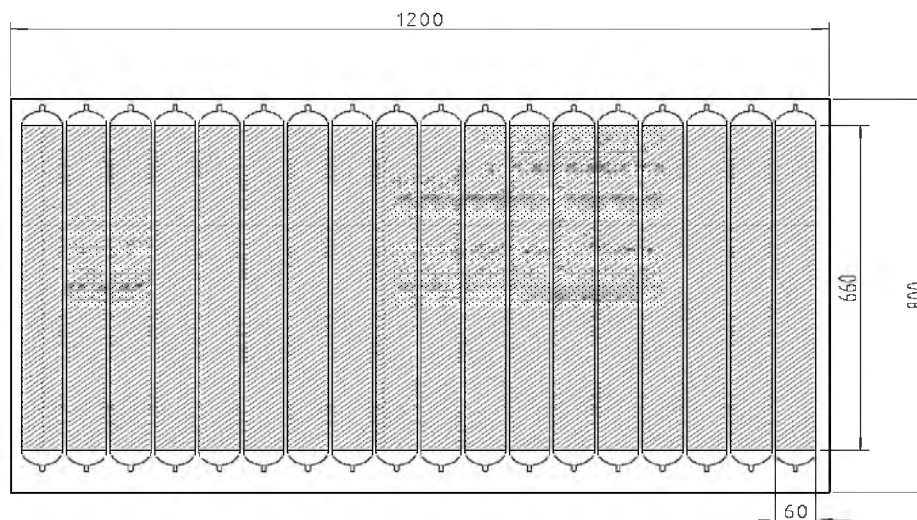


Рисунок 1 - Внутреннее устройство одного детекторного модуля со счетчиками СИ5Г

Конструктивно детектор построен из отдельных модулей, внутреннее устройство которых показано на рисунке 1. Каждый из модулей представляет собой годоскоп, в котором находятся 18 ионизационных счетчиков типа СИ5Г- 1. Детектор работает в счетном режиме и регистрирует отдельные импульсы, которые генерируются энергичными элементарными частицами при попадании внутрь чувствительной области счетчиков. Счетчик чувствителен к гамма – и рентгеновскому излучению с энергией квантов свыше 20-30 кэВ и релятивистским заряженным частицам с энергией свыше 3-4 МэВ. Длина чувствительной к прохождению частиц зоны такого счетчика составляет 660 мм, а его диаметр равен 60 мм. Таким образом, площадь чувствительной поверхности счетчика СИ5Г-1 равна  $0,12 \text{ м}^2$ . Выходные сигналы всех счетчиков одного модуля, после усиления и формирования, объединяются в логическую схему - дизъюнктор (суммирующее устройство), что позволяет рассматривать каждый годоскоп как единый детектор частиц с суммарной чувствительной площадью  $2,2 \text{ м}^2$ .

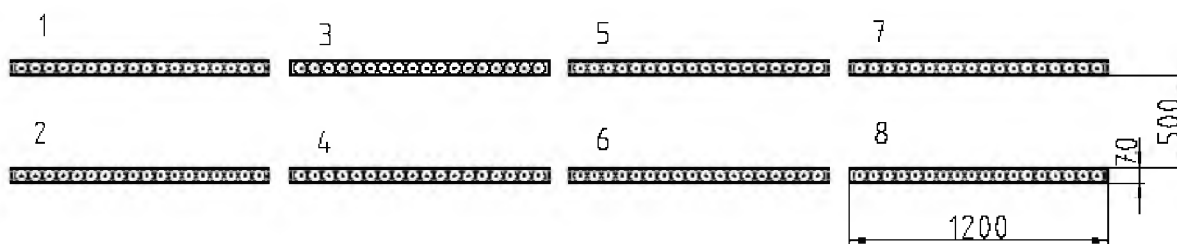


Рисунок 2 - Взаимное расположение модулей детектирования

Общее число модулей, составляющих детектор, равняется восьми (рис. 2). Модули установлены в двух горизонтальных рядах, образуя четыре пары располагающихся друг под другом годоскопов со счетчиками так, что расстояние между последовательными рядами счетчиков составляет 0,5м (рис. 2). Регистрация сигналов совпадения между различными комбинациями в верхнем и нижнем рядах модулей позволяет исследовать вариации потока частиц, движущихся под определенным углом к горизонту. Так, сигналы совпадения между импульсами от модулей, находящихся прямо друг над другом (пары 1-5, 2-6, 3-7 и 4-8) соответствуют частицам, которые летят приблизительно в вертикальном направлении. Резкое различие в эффективности регистрации гамма-излучения и заряженных релятивистских частиц, характерное для счетчиков СИ5Г, позволяет выделить сигналы от электронной компоненты космических лучей в общем потоке импульсов, которые регистрируются детектором, по сигналам совпадения между расположенными друг под другом парами модулей (рис.3).



Рисунок 3 – Внешний вид экспериментальной установки для регистрации космических лучей

В режиме работы, который используется в детекторе, ионизационные счетчики СИ5Г вырабатывают импульсные сигналы в широком диапазоне амплитуд от 0,1 В до 2-3 В. Это обуславливает необходимость стандартизации этих сигналов перед передачей их на систему регистрации. Для этой цели была разработана специальная схема формирующей ячейки. Вырабатываемые формирующими ячейками стандартные цифровые импульсы со

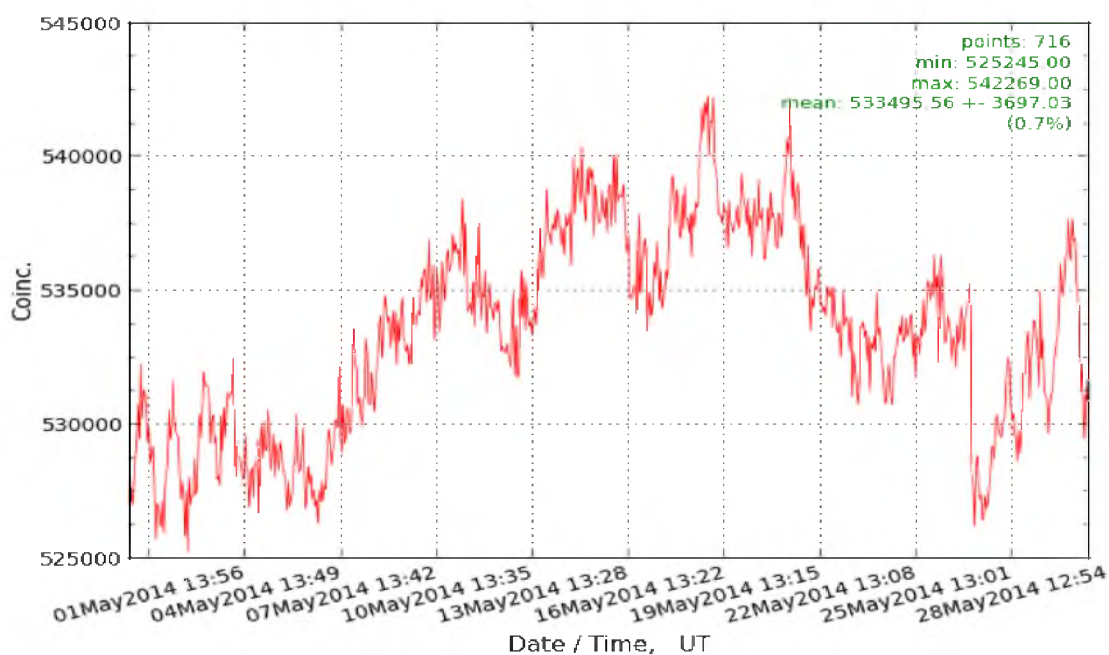


Рисунок 4 - Динамика накопления интенсивности космических лучей в течение одного месяца

счетчиков СИ5Г детекторного модуля поступают на входы суммирующего устройства – дизъюнктора. Выходные сигналы суммирующей схемы после дополнительного усиления используются для формирования сигналов совпадения.

Сигналы совпадения детекторов по модулям вырабатываются с помощью схемы, собранной на логических инверторах и конъюнкторах. Результаты обработки сигналов совпадения направ-

ляются на входы системы сбора данных детекторов, построенной на базе универсальных многоканальных пересчетных модулей Advantect PCI-1780U-6, которые устанавливаются в системном блоке стандартного персонального компьютера. Последний используется в качестве накопителя поступающей информации. Помимо суммирующей схемы, выходные сигналы формирующих ячеек модуля подключены к плате индикации работы системы.

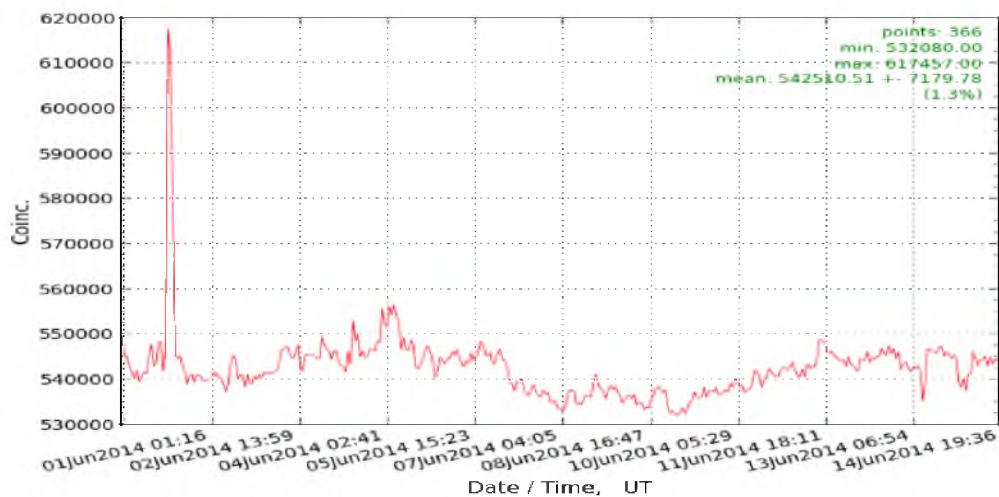


Рисунок 5 – Появление в спектре всплеска интенсивности космических лучей, связанной, вероятно, с регистрацией частицы ультравысокой энергии

Управление процессом измерения обеспечивается с помощью специальной библиотеки на языке C++. В свою очередь, на базе этой библиотеки построена программа *k11*, которая служит для непрерывного считывания количества импульсных сигналов, поступающих от отдельных модулей детектора в течение фиксированных временных интервалов (экспозиции) и записи этой информации на жесткий диск персонального компьютера. Результаты измерений интенсивности, полученные с помощью программы *k11*, автоматически заносятся в базу данных, построенную на основе системы управления базами данных (СУБД). Доступ к информации из этой базы данных возможен как по локальной сети, так и по сети Интернет посредством любого стандартного WEB – браузера. Регистрация интенсивностей компонент космических лучей осуществляется как в отдельности по модулям, так и по совпадению между ними в виде таблиц и графического материала (рис. 4). Интенсивности излучений могут претерпевать заметные изменения во времени в виде «всплесков» как следствие регистрации аномальных физических явлений (рис. 5). Во избежание возможных погрешностей, каждый раз в таких случаях необходима тщательная проверка результатов регистрации множества аналогичных систем, размещенных в различных местах, с целью установления истинной картины процесса.

**Выводы.** С учетом растущей потребности в исследованиях космических лучей и с целью привлечения к фундаментальным исследованиям большое число участников, а также распространения среди учебных заведений Республики Казахстан, разработан, изготовлен и проходит успешные испытания запатентованная экспериментальная установка для регистрации вариации и интенсивности космических лучей ультравысокой энергии в реальном масштабе времени, подготовленная к подключению к всемирной сети и имеющая высокую надежность и широкие перспективы использования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://csr.phys.ualberta.ca/nalta>.
- [2] [www.nikhef.nl/extern/eurocosmics](http://www.nikhef.nl/extern/eurocosmics).
- [3] Timmermans C. HiSPARC Collaboration 2005. 29-th Proceedings of the 29-th International Cosmic Ray Conference, Pune, India. P.104.
- [4] Жантаев Ж.Ш., Бреусов Н.Г., Мукашев К.М. и др. Мюоны в космических лучах и процессы в земной коре // Известия НАН РК, серия физ.-мат. №4 (302), 2015. С. 54-63

[5] Мукашев К.М., Чечин Л.М., Алиева М.Е. Об одном методическом аспекта категории взаимодействия в контексте темы «Космические лучи» // Журнал проблемы эволюции открытых систем. Изд. КазНУ. Том.18, вып.1. 2016. С.133-137.

[6] Мукашев К.М., Вильданова Л.И., Садьков Т.Х., Чубенко А.П. Атмосферное электричество и излучения, возникающие при грозовых явлениях. Монография – Алматы. 2012. 259 с. ISBN 978-601-232-510-2.

[7] Mukashev K.M., Chubenko A.P., Shepetov A.L. Registration of cosmic particles at the underground neutron calorimeter which is located at a height of 3340 m above sea level // Вестник КазНПУ им. Абая, сер. ф.-м. науки. 2010. №1 (29). С. 240-243.

[8] Мукашев К.М., Чубенко А.П. Экспериментальная установка для регистрации интенсивности и вариации космических лучей в реальном масштабе времени. Инновационный патент РК на изобретение. № 31382. 29-07-2016. Бюллетень №8.

[8] Мукашев К.М., Садьков Т.Х., Жуков В.В., Новолодская О.А. Прикладные исследования физики космических лучей. Монография. Ч.1. – Алматы: изд.дом КазНУ им.Аль-Фараби. 2016. 287 с. ISBN 978-601-04-2572-9.

**К.М. Мұқашев<sup>1</sup>, В.В. Казаченок<sup>2</sup>, М.Е. Алиева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Әл-Фараби ат-ы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.;

<sup>2</sup> Беларусь мемлекеттік университеті, Беларусь, Минск қ.;

<sup>3</sup> Абай ат-ы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

### **ГАРЫШТЫҚ БӨЛШЕКТЕР ТҰРҒЫСЫНАН ФИЗИКАНЫҢ ІРГЕЛІ ПРОБЛЕМАЛАРЫН ОҚЫТУДЫҢ ПАРАДИГМАСЫ ТУРАЛЫ ЖАҢА КӨЗҚАРАСТАР**

**Аннотация.** Соңғы жылдары Еуропа мен Солтүстік Америкада ғарыштық сәулелерді зерттеудің жаңа тәсілдері орын алуда. Сол үшін мейлінше кең аудандарға орналастырылған детекторлар желісі қолданылуда. Мұндай детекторлар тек зерттеу орталықтарын ғана емес, көптеген білім мекемелерін де қамтуда. Нәтижесінде маңызы ерекше бірнеше мәселелер жүзеге асырылуда. Бірінші орында энергиясы айрықша жоғары ғарыш сәулелерінің физикасын зерттеу мәселесі тұр. Келесі кезекте үлкен аймақтарда біртегізде байқалған пронестерді тіркеу арқылы ғарыштық сәулелердің табиғаты мен шығу тегін анықтау болса, үшінші орында сол арқылы орта және жоғары білім ордаларының оқушылары мен студенттерінің көңілін іргелі ғылым саласына, әсіресе ультражоғары энергиялық зарядталған бөлшектердің физикасын зерттеуге бұру. Осындай маңызы зор мәселелерді шешу үшін және Қазақстан аумағында барлық білім ордаларына тарату арқылы іргелі ғылым саласына талантты жастарды тарту мақсатымен патентпен қорғалған баламасы жоқ эксперименталдық қондырғы құрылды. Қондырғы реалды уақыт бірлігінде жұмыс істеуге және ғаламдық желілер жүйесіне қосуға арналған.

**Тірек сөздер:** ғарыш сәулелері, ультражоғары энергиялық бөлшектер, тіркеу, детекторлар, желілер, жүйелер, оқыту парадигмасы.

#### **Сведения об авторах:**

Мукашев Канат Мукашевич, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г.Алматы, моб.: 8-7013739283, e-mail: [kanat-kms@mail.ru](mailto:kanat-kms@mail.ru);

Казаченок Виктор Владимирович, доктор педагогических наук, профессор, Беларуский государственный университет, г. Минск. e-mail: [kazachenok@bsu.by](mailto:kazachenok@bsu.by);

Алиева Молдир Е. – докторант PhD, Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы. моб.: 8-7476952081, e-mail: [moldir-2008@mail.ru](mailto:moldir-2008@mail.ru).