

УДК 539.171.017

А. С. БАЙГУБЕКОВ, Н. Н. ЗАСТРОЖНОВА,
Е. Ш. ИСАЕВ, И. С. МАРТЬЯНОВ, Т. Х. САДЫКОВ

НОВАЯ КОМПЛЕКСНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ – ИОНИЗАЦИОННО-НЕЙТРОННЫЙ КАЛОРИМЕТР (ИНКА-60)

Приводится описание новой комплексной установки, сооружаемой на станции космических лучей ФТИ МОН РК на высоте 3340 м над уровнем моря – ионизационно-нейтронного калориметра площадью 60 м² (ИНКА-60). Создаваемый силами коллективов ФТИ МОН РК и ФИАН России ИНКА-60 предназначен для исследования взаимодействий частиц космического излучения в интервале энергий $E = 10^{15} - 10^{17}$ эВ.

В последние годы в Республике Казахстан наблюдается интенсификация исследований космического излучения сверхвысокой энергии. Достаточно напомнить, что в горах Заилийского Алатау функционируют две станции космических лучей – Высокогорная станция (Н=3340 м) и Промежуточная станция космических лучей (Н=1700 м) Физико-технического института МОН РК. На обеих станциях в содружестве с учеными ФИАН России ведется постоянный мониторинг космического излучения.

В рамках реализации государственной программы «Развитие космической деятельности в Республике Казахстан до 2020 года», предложенной Президентом РК Н. А. Назарбаевым коллективом ученых ФТИ МОН РК совместно с сотрудниками Тянь-Шаньской высокогорной станции космических лучей ФИАН России создается принципиально новый прибор для изучения космических лучей – ионизационно-нейтронный калориметр площадью ~ 60 м².

ИНКА-60 сооружается на Высокогорной станции космических лучей ФТИ МОН РК на высоте 3340 м над уровнем моря. Комплексная установка будет представлять собой комбинацию электронной системы для регистрации широких атмосферных ливней – ШАЛ, рентгеномульсионной камеры –РЭК и нового детектора – ионизационно-нейтронного калориметра большой площади, позволяющего корректно определить энергию первичной ливнеобразующей частицы. Сочетание в одной установке такого рода дополняющих друг друга детектирующих систем позволяет существенно увеличить информативность установки.

Создание данной установки направлено на решение фундаментальных проблем физики

космических лучей, связанных с природой и распространением первичного космического излучения (ПКИ) от его источников до уровня Земли. Немаловажным аспектом является также исследование ядерных взаимодействий космических лучей в интервале энергий $E = 10^{15} - 10^{17}$ эВ, где обнаружен ряд новых явлений, выходящих за рамки традиционных представлений о ядерно-каскадном процессе. Заметим, что до настоящего времени нет строгого доказательства существования причинно-следственных связей между наблюдаемыми аномальными явлениями и экспериментально обнаруженной еще в начале 60-х годов прошлого века нерегулярностью в энергетическом спектре ПКИ – т.н. «излом» спектра [1]. До сих пор не выяснено существует ли такая связь и является ли излом спектра следствием зафиксированных аномальных явлений или их причиной.

Здесь следует отметить, что наблюдаемые случаи аномальных явлений, обнаруженные в космических лучах (гало, кентавры, длиннопробежные лавины и т.д.) [2-4], не объясняются в рамках теории развития ядерно-каскадного процесса в атмосфере и не находят подтверждения в экспериментах на ускорителях, где не обнаружено серьезных отклонений от общепринятой Стандартной модели сильных взаимодействий. Возможная интерпретация наблюдаемых расхождений может быть связана с различными причинами. Они могут быть объяснены физикой рассматриваемых процессов – особенностями формирования и прохождения космических лучей в галактическом пространстве, с характеристиками элементарного акта взаимодействия либо с методическими особенностями проводимых экспериментов.

Таким образом, изучение процессов, лежащих в основе аномальных явлений в области энергии излома ПКИ может иметь первостепенное значение как для физики космических лучей, так и для формирования наших взглядов о строении материи и распространении потоков космического излучения в Метагалактике.

Создание ионизационно-нейтронного калориметра обеспечит решение следующих физических и методологических задач:

1. Исследование энергетического спектра и массового состава ПКИ в области энергий 10^{15} – 10^{18} эВ калориметрическим методом в комплексе с рентгеноэмульсионными камерами и годоскопической системой.

2. Исследование природы Гало.

3. Изучение энергетического спектра и анизотропии прихода первичных γ -квантов в интервале энергии 2–30 Тэв.

4. Поиск экзотических событий и частиц.

5. Поиск и отработка новых методологических решений на ИНКА в связи с переходом на качественно новый уровень энергий.

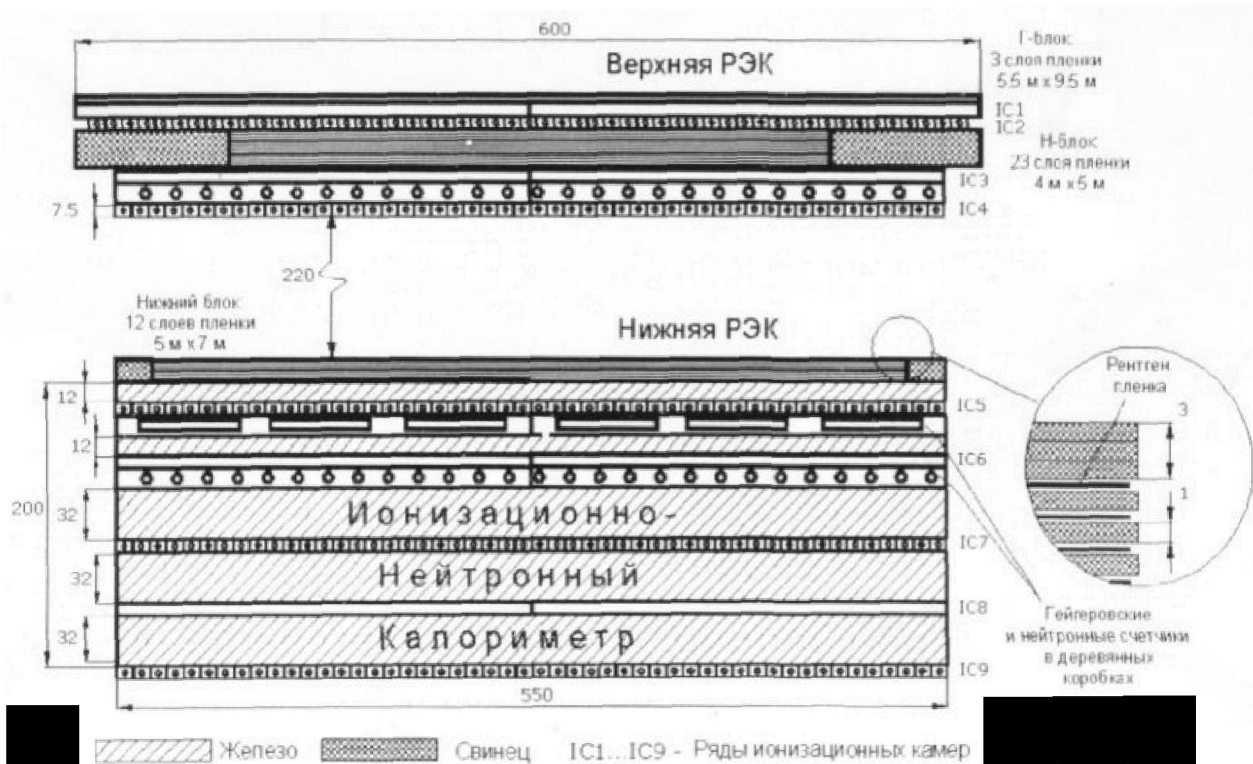
Ионизационно-нейтронный калориметр монтируется на базе установки Адрон-44 и содержит поглотитель из железа (425 т, Fe), прослоенный

ионизационными камерами и нейтронными счетчиками, рентгеноэмульсионную камеру (Гамма блок), состоящую из 16 рядов свинцового поглотителя (250 т, Pb), 16 слоев рентгеновской пленки общей площадью ~ 1000 м² и годоскопическую систему. Схема установки ИНКА-60 приведена на рисунке.

Использование методики регистрации испарительных нейтронов в тысячу раз уменьшает энергетический порог регистрации адронов и увеличивает чувствительность ионизационных детекторов.

ИНКА снабжается многоканальной электронной системой амплитудной регистрации с зарядовой чувствительностью $5 \cdot 10^{-14}$ Кул. и динамическим диапазоном $5 \cdot 10^5$, работающей в реальном времени эксперимента (on line).

Для определения энергии первичной частицы, генерирующей ШАЛ в атмосфере используется калориметрический метод, как наиболее точный и наименее зависимый от модели взаимодействия, суть которого состоит в измерении всех основных компонент ШАЛ (электронно-фотонной, адронной, мюонной и черенковского излучения). Соединение в одном приборе ионизационного калориметра и нейтронного монитора



Схематический план установки ИНКА-60

позволяет существенно расширить диапазон измеряемых энергий, улучшает точность ее определения и позволяет отделить первичные частицы электромагнитной природы от ядерных по количеству нейтронов в одиночном каскаде. Дело в том, что при исследовании энергетического спектра и анизотропии прихода первичных γ -квантов в интервале энергии больше 10^{13} эВ основной проблемой является выделение широкого атмосферного ливня от γ -квантов на фоне ШАЛ ядерного происхождения в условиях, когда фон на порядки превышает ожидаемый эффект. Указанное выделение (режекция) основано на отсутствии в электромагнитных ШАЛ мюонной и, особенно, адронной компонент. Именно для регистрации адронной компоненты с низким энергетическим порогом и используется ИНКА-60.

К настоящему времени полностью уложен каркас из железного поглотителя, монтируются ионизационные и нейтронные детекторы. В течение 2005-2006 годов проведена пробная экспозиция многослойной рентгеноэмульсионной камеры. Проводится первичная обработка полученного материала и доработка электронных узлов установки.

В перспективе данная установка войдет составной частью в создающийся трехуровневый исследовательский комплекс «ATHLET» (Almaty Three Level Experiment Technique), располагающийся на высотах 3340, 1700 и 800 м над уровнем моря. Проект «ATHLET» объединяет усилия ученых ФТИ МОН РК, Института ионосферы

МОН РК, ТШВНС ФИАН России, Каз НУ им. Аль-Фараби, Каз НПУ им.Абая и предназначен для изучения взаимодействий частиц космического излучения в области экстремальных энергий $E > 10^{18}$ эВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов Г.В., Христиансен Г.Б. // ЖТЭФ. 1958. Т. 35. С. 635.
2. Akashi M., Fujimoto Y. et al. // Proc. 12 Intern. Cosmic Ray Conf. Hobart. 1971. V. 7. P. 2775-2778.
3. Aseikin V.I., Goryacheva G., Nikolsky S.I. et al. // Proc. 14 Intern. Cosmic Ray Conf. Munchen. 1975. V. 8. P. 2960-2963.
4. Байбурина С.Г., Борисов А.С., Гусева З.Н. и др. // Известия АН СССР. Сер. физ. 1985. Т. 49, №7. С. 1285-1288.

Резюме

Теңіз деңгейінен 3340 м биіктікте ҚР БҒМ ФТИ-дың ғарыштық сәулелер станциясында құрылатын жаңа кешендік қондырғының – ауданы 60 м^2 иондаушы нейтрондық калориметрдің (ИНКА-60) сипаттамасы жүргізіледі. ҚР БҒМ ФТИ-дың және Ресей ФИАН ұжымдарының күшімен жасалынатын (ИНКА-60) қондырғысы $E = 10^{15} - 10^{17}$ эВ энергиялар аралығында ғарыш сәулелерінің бөлшектерінің әрекеттестігін зерттеуге арналған.

Summary

Here we present description of a new complex installation (INCA-60) - the ionization neutron calorimeter of the area 60 m^2 - which is erected in the cosmic ray station of the Kazakhstan Institute of Physics and Technology (KIPT) at a height of 3340 m above sea level by efforts of the KIPT and the Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences. INCA-60 is intended for investigation of interaction of cosmic particles having energies within a range from 10^{15} to 10^{17} eV.

Физико-технический институт,
г. Алматы

Поступила 10.08.07г.