

# ИЗМЕРЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЯДЕРНО-АКТИВНЫХ ЧАСТИЦ НА ВЫСОТАХ ГОР

Х. П. БАБАЯН, Н. Г. БОЯДЖЯН, Н. А. ГРИГОРОВ, Э. А. МАМИДЖАНЫН,  
В. А. СОБИНЯКОВ, В. Я. ШЕСТОПЕРОВ

В статье приведены итоги изучения абсолютного потока ядерно-активных частиц на высотах гор методом ионизационного калориметра. Получен интегральный энергетический спектр ядерно-активных частиц, идущих без воздушного сопровождения на высоте 3250 м над уровнем моря.

В течение ряда лет (1959—1965 гг.) нами изучались энергетические характеристики ядерно-активных частиц с энергией  $10^{13}$ — $10^{14}$  эв методикой регистрации ионизационных толчков. В настоящей статье приводятся некоторые из окончательных данных этих исследований.

Измерения проводились на высоте 3250 м над уровнем моря на высотной станции на горе Арагац с помощью двух установок—установки площадью  $10 \text{ м}^2$ , состоящей из шести рядов ионизационных камер и комбинированных фильтров из свинца и графита (рис. 1) и ионизационного калориметра такой же площади, состоящего из 12 рядов [ионизационных камер и фильтров из графита, свинца и железа (рис. 2).

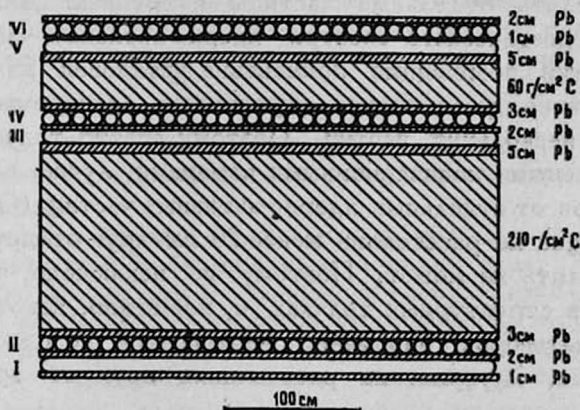


Рис. 1. Схематическое изображение первой установки.

Подробное описание применявшейся аппаратуры неоднократно приводилось в литературе [1], [2]. Отметим лишь, что верхние части обеих установок были идентичны (свинцовый фильтр,  $60 \text{ г/см}^2$  графита, 3 см свинца, ряд камер, 2 см свинца, ряд камер). Это позволяет нам суммировать экспериментальные данные по ионизационным толчкам,

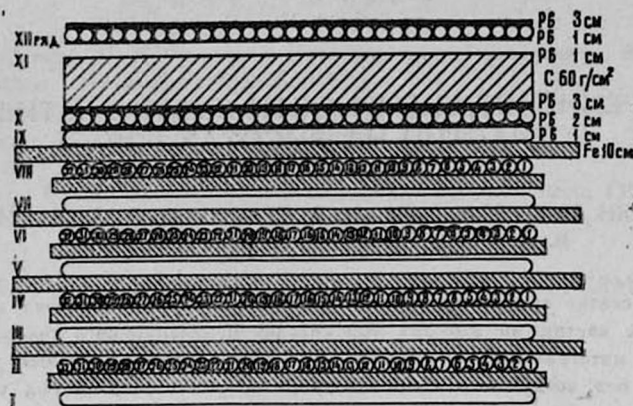


Рис. 2. Схематическое изображение второй установки.

зарегистрированным рядами ионизационных камер обоих вариантов аппаратуры.

### Результаты

В работе [1] нами было показано, что при регистрации ядерно-активных частиц ионизационной установкой с большой рабочей площадью значительная часть ионизационных толчков вызывается одновременным падением на установку нескольких частиц (группы частиц). Ввиду этого вид спектра ионизационных толчков существенно зависит от площади измеряющей аппаратуры, от ее способности пространственно разделять отдельные частицы в группах. Для правильного измерения энергетического спектра ядерно-активных частиц в области больших энергий необходимо применение установок малого размера, так как при этом уменьшается вероятность одновременного падения на установку нескольких частиц. Поэтому спектр толчков, регистрируемых отдельными ионизационными камерами, лучше всего отражает спектр толчков от отдельных ядерно-активных частиц. (Однако и здесь частицы, идущие на расстоянии менее 20 см друг от друга, установка вообще разделить не может. Поэтому не исключено, что некоторые „структуры“ в структурных толчках и, возможно, некоторые толчки, вошедшие в категорию одиночных, вызываются не одной, а несколькими частицами, идущими на расстояниях друг от друга, меньших 20—30 см).

Чтобы убедиться в том, что при толчках, вызываемых одиночной частицей, спектр толчков, измеренный отдельной камерой, совпадает со спектром толчков, в которых измеряется полное число частиц в лавине, было проделано следующее: из экспериментальных данных ионизационного калориметра были выбраны случаи падения на установку одиночных частиц и для них был построен спектр толчков во всех рядах ионизационных камер. Затем для этих же событий был

построен спектр толчков в отдельных камерах. Оба эти спектра приведены на рис. 3.

К настоящему времени обработаны все экспериментальные данные, полученные при работе установки площадью  $10 \text{ м}^2$ . Всего за 1187 часов было зарегистрировано 3194 толчка величиной  $N \geq 4,3 \cdot 10^3$  релятивистских частиц в отдельных камерах рядов, находящихся под верхним фильтром. Интегральный спектр этих толчков приведен на рис. 4. Показатель дифференциального спектра равен  $\gamma = 2,83 \pm 0,05$ .

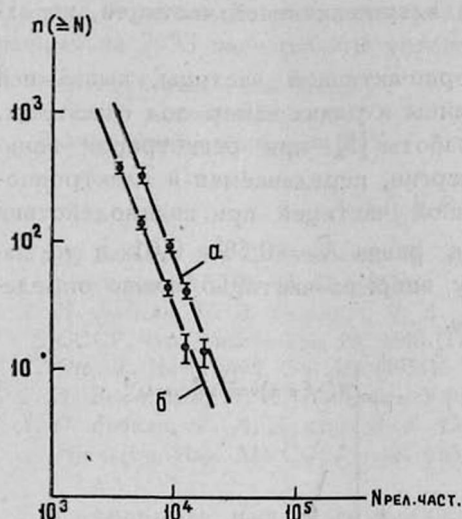


Рис. 3. Спектр одиночных толчков—а и спектр толчков в отдельных камерах установки площадью  $10 \text{ м}^2$ —б.

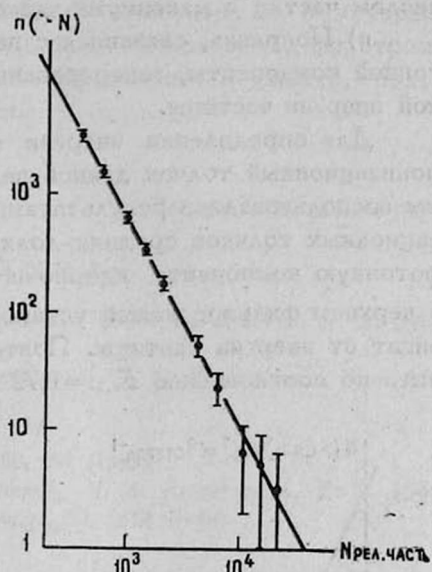


Рис. 4. Интегральный спектр толчков в отдельных камерах установки площадью  $10 \text{ м}^2$ .

Для того, чтобы перейти от полученного спектра толчков, зарегистрированных отдельными камерами, к энергетическому спектру ядерно-активных частиц, вызвавших эти толчки, были введены следующие поправки:

а) Поправка, связанная с переходом от толчка в отдельной камере, к толчку, зарегистрированному всеми камерами ряда.

Как видно из рисунка 3, ионизация в отдельной камере составляет 72% от ионизации, измеряемой на всей площади установки.

Таким образом, для перехода от спектра толчков, зарегистрированных отдельной камерой, к спектру толчков, регистрируемых всей площадью установки, достаточно увеличить ионизацию в толчке, зарегистрированном отдельной камерой, в 1,38 раза.

б) Поправка, связанная с переходом от величины ионизации, созданной ядерно-активной частицей в рядах камер под фильтром, к величине энергии электронно-фотонной компоненты, генерированной ядерно-активной частицей в верхнем фильтре установки.

Энергия электронно-фотонной компоненты, выделенная ядерно-активной частицей при взаимодействии в верхнем фильтре, опреде-

ляется по числу частиц в максимуме каскадной кривой. За число частиц в максимуме принималось большее из двух значений ионизации (выраженной в числе релятивистских частиц), зарегистрированной двумя рядами камер под фильтром.

При этом мы пользовались каскадными кривыми, рассчитанными для свинца Оттом [3], в соответствии с которыми энергия частицы, вызвавшей каскад, равна  $E_{эф.} = 10^8 N_{\text{макс.}}$ . Расчеты, проведенные Иваненко [4], дают несколько иную связь между первичной энергией и числом частиц в максимуме каскада:  $E_{эф.} = (7 \div 8) \cdot 10^7 N_{\text{макс. эв.}}$

в) Поправка, связанная с переходом от энергии электронно-фотонной компоненты, генерированной ядерно-активной частицей, к полной энергии частицы.

Для определения энергии ядерно-активной частицы, вызвавшей ионизационный толчок данной величины в рядах камер под фильтром, мы воспользовались результатами работы [5]—при регистрации ионизационных толчков средняя доля энергии, передаваемая в электронно-фотонную компоненту ядерно-активной частицей при взаимодействии в верхнем фильтре нашей установки, равна  $\bar{K}_{\pi^0} = 0,58 \pm 0,01$  и не зависит от энергии частицы. Поэтому энергию частицы можно определить по соотношению  $E_{я.а.} = 1,72 E_{эф.}$

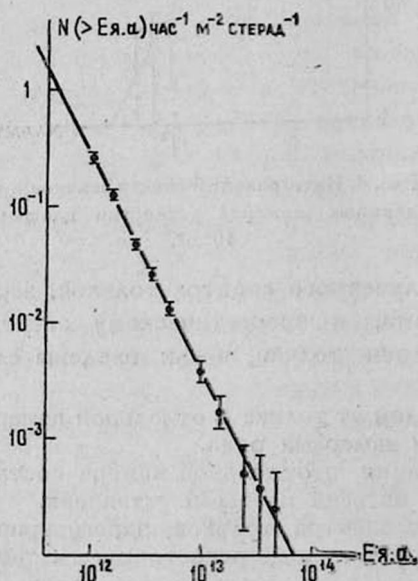


Рис. 5. Интегральный энергетический спектр ядерно-активных частиц на высоте 3250 м. По оси абсцисс—логарифм энергии, по оси ординат—интенсивность в  $\text{м}^{-2} \text{час}^{-1} \text{стерад}^{-1}$ .

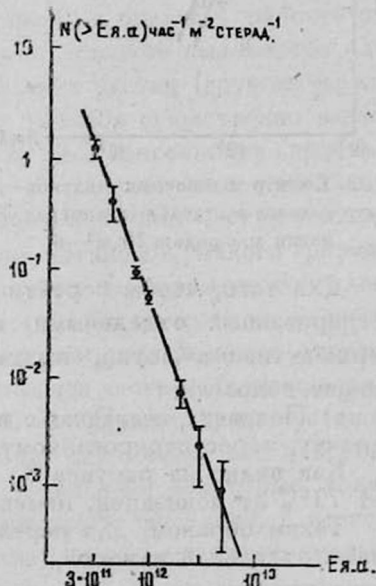


Рис. 6. Интегральный энергетический спектр одиночных ядерно-активных частиц, идущих на высоте 3250 м без воздушного сопровождения.

Исходя из указанных выше поправок, нами был получен интегральный энергетический спектр ядерно-активных частиц на высоте



3250 м (рис. 5). По оси абсцисс отложена величина логарифма энергии ядерно-активных частиц, по оси ординат — интенсивность в  $\text{м}^{-2}\text{час}^{-1}\text{стерад}^{-1}$  (чтобы выразить интенсивность в  $\text{стерад}^{-1}$ , мы приняли, что угловое распределение частиц имеет вид  $\cos^2\theta$  и не зависит от энергии частиц).

Представляет интерес также определить интенсивность ядерно-активных частиц, идущих на высотах гор без воздушного сопровождения. Для этого мы отбирали такие события по калориметру, которые не сопровождалась работой счетчиков годоскопа и в которых отсутствовала ионизация в рядах камер, расположенных над фильтром. На рис. 6 приведен этот интегральный энергетический спектр, полученный за 2993 часа работы установки.

Ереванский физический институт,  
Институт ядерной физики МГУ,  
Радиационная лаборатория ЕГУ

Поступила 26 января 1967

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Х. П. Бабалян, Н. Г. Бояджян, Н. А. Григоров, Ч. А. Третьякова, В. Я. Шестоперов, ЖЭТФ, 44, 22 (1963).
2. Х. П. Бабалян, Н. А. Григоров, Ч. А. Третьякова, В. Я. Шестоперов, Изв. АН СССР, сер. физическая, 29, 1648 (1965).
4. К. Отт, Z. Naturforsch., 9-а, 488 (1954).
4. С. З. Белецкий, И. П. Иваненко, УФН, 69, 591 (1959).
5. Х. П. Бабалян, Г. А. Дулян, В. А. Собиняков, Ч. А. Третьякова, В. Я. Шестоперов, Изв. АН СССР, сер. физическая, 30, 1614 (1966).

### ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԻՆՏԵՆՍԻՎՈՒԹՅԱՆ ՉԱՓՈՒՄԸ ԼՆՈՒՆԱՅԻՆ ԲԱՐՁՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

Խ. Պ. ԲԱԲԱՅԱՆ, Ն. Գ. ԲՈՅԱԺՅԱՆ, Ն. Լ. ԳՐԻԳՐՈՎ, Է. Ա. ՄԱՄԻԺՅԱՆԱՆ,  
Վ. ՅԱ. ՇԵՍՏՈՊԵՐՈՎ, Վ. Ա. ՍՈՐԻՆՅԱԿՈՎ

Հոդվածում բերված են լեռնային բարձրությունների վրա իոնիզացիոն կալորիմետրի միջով միջուկային ակտիվ մասնիկների բացարձակ հոսքի ուսումնասիրության արդյունքները:

Ստացված են ծովի մակերևույթից 3250 մ բարձրության վրա միջուկային ակտիվ մասնիկների ինտեգրալ էներգետիկ սպեկտրը և առանձին միջուկային ակտիվ մասնիկների ինտեգրալ էներգետիկ սպեկտրը, որոնք ընթանում են առանց օդային ուղեկցության:

### MEASUREMENT OF THE INTENSITY OF NUCLEAR-ACTIVE PARTICLES AT THE MOUNTAIN ALTITUDES

KH. P. BABAYAN, N. G. BOYADJIAN, N. L. GRIGOROV,  
E. A. MAMIDJANIAN, V. A. SABINYAKOV, V. Ya. SHESTOPEROV

The results of the investigation of the nuclear-active particles absolute flux at the mountain altitudes by the ionization calorimeter method are given. The integral energy spectrum of the nuclear-active particles as well as the integral energy spectrum of the single nuclear-active particles going without accompaniment in the air at the altitude of 3200 m above sea level are obtained.