

Н. Х. Бостанджян, Д. Т. Вардумян, Г. А. Марикян и К. А. Матевосян

### Поглощение ядерно-активной компоненты космического излучения в свинце и алюминии

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. М. Гарибяном 25/VIII 1967)

Изучение процессов ядерных взаимодействий при энергиях  $>10^{11}$  эв связано с большими трудностями. Высокоэнергичные ядерно-активные частицы в космическом излучении на высотах гор сопровождаются ливнями разных частиц (<sup>1</sup>) и только в редких случаях удается в чистом виде зарегистрировать процесс взаимодействия, при этом измерение энергии первичной частицы обычно осуществляется с большой ошибкой.

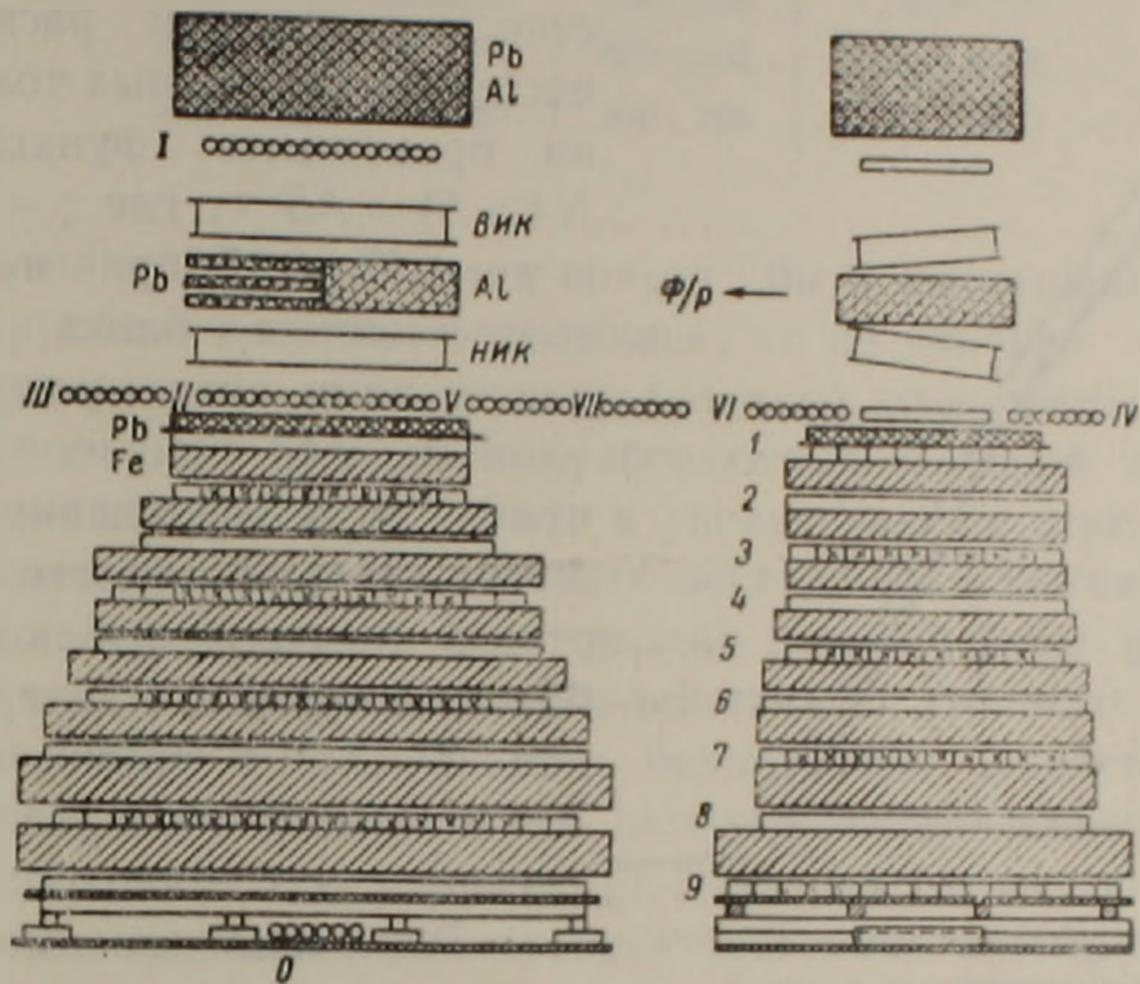
Информацию о процессах ядерных взаимодействий частиц можно получить, определив энергетический спектр ядерно-активной компоненты космического излучения на разных высотах от уровня моря (<sup>2</sup>) или под разными веществами. В этом случае эффективно применяются ионизационные калориметры разных конфигураций.

Исследования нами велись на высоте 2000 м над уровнем моря, на станции Нор-Амберд, с помощью ионизационного калориметра, над которым поочередно помещались блок свинца или блок алюминия. Измерения регулярно велись также при отсутствии этих поглотителей над установкой (фиг. 1).

Калориметр (<sup>2</sup>) содержал 9 рядов ионизационных камер, расположенных во взаимоперпендикулярных направлениях между слоями железа с общей толщиной  $810 \text{ г/см}^2$  (7,9 ядерного пробега). Над 1 рядом камер находились: свинец, толщиной  $85 \text{ г/см}^2$ , алюминий— $30 \text{ г/см}^2$  и железо— $8 \text{ г/см}^2$ , составляющие в общем  $\sim 16$  радиационных единиц пробега.

Над ионизационным калориметром были установлены 2 ряда (I и II) годоскопических счетчиков Гейгера-Мюллера. Запуск установки осуществлялся заряженными частицами, проходящими через эти ряды счетчиков и образующими в калориметре ионизационный толчок, величиной больше порогового значения  $\sim 6000$  частиц. В схему совпадений были включены ионизационные камеры рядов 2—8, отмеченные на фиг. 1 знаком „х“. Исключение крайних камер из

схемы совпадений позволяло ограничивать регистрацию толчков от частиц, идущих из боковых сторон калориметра. Вещество, находящееся выше II ряда камер, составляло 22,5 радиационных единиц пробега (кроме подвижных блоков поглотителей свинца и алюминия), чем практически полностью исключались случаи регистрации толчков от электронов, идущих из воздуха.

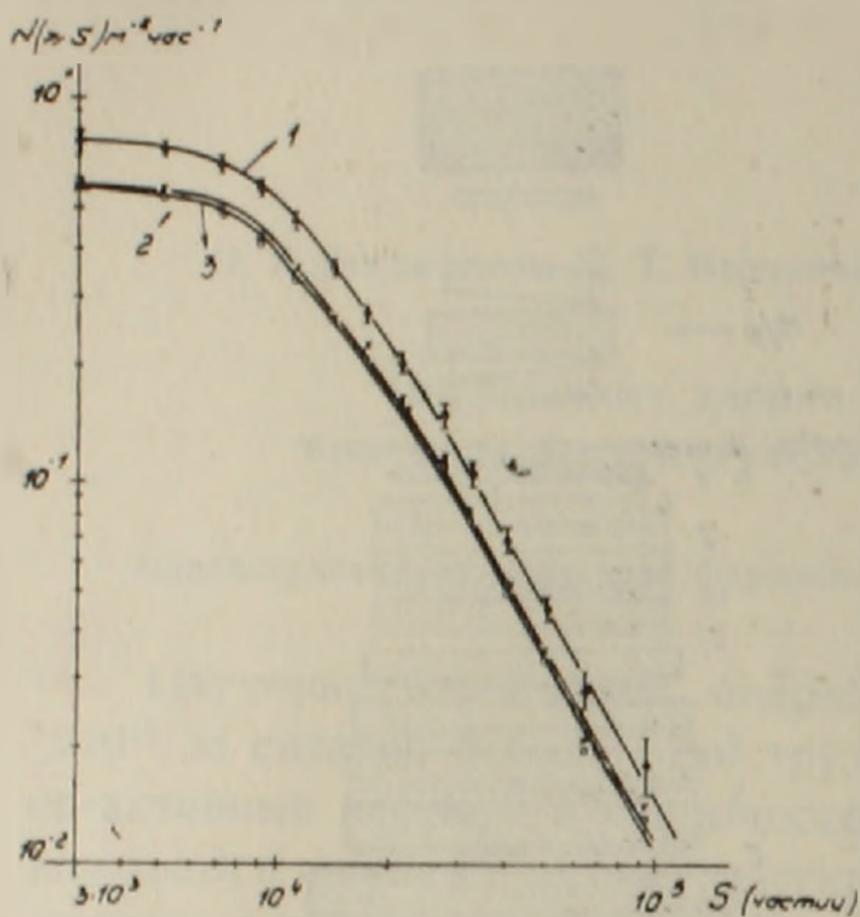


Фиг. 1. Схематическое изображение установки в двух проекциях: ВИК и НИК — искровые камеры, I—VII и 0 — ряды счетчиков Гейгера-Мюллера; 1—9 — ряды ионизационных камер калориметра, где крестом отмечены камеры, включенные в схему совпадений; ф/р — фоторегистратор искровых камер.

Импульсы от всех ионизационных камер, после усиления и формирования, шлейфовым осциллографом записывались на фотобумагу шириной 12 см. Имея экспериментальные градуировочные кривые, мы определяли количество частиц, соответствующее данной величине импульса, т. е. число частиц, проходящих через каждую камеру. Суммируя эти числа по всем камерам калориметра, определяли величину ионизационного толчка.

Интегральные распределения частот ионизационных толчков, зарегистрированных в течение 3000 часов непрерывной работы установки, представлены на фиг. 2, где по оси абсцисс отложено число частиц в толчке, а по оси ординат — число толчков за час, имеющих величину выше данного. Кривая 1 относится к позиции, когда блоки свинца и алюминия были раздвинуты. Кривые 2 и 3 относятся к позиции, когда над I рядом счетчиков находился, соответственно, блок алюминия или блок свинца. Статистические ошибки для кривых 2 и 3 такие же, какие указаны на кривой 1. Эти блоки занимали площадь  $84 \times 114 \text{ см}^2$  и полностью охватывали телесный угол, определяемый I и II рядами счетчиков и калориметром. Толщина блока алюминия

равнялась  $84,3 \text{ г/см}^2$ , а толщина свинца  $174 \text{ г/см}^2$ . Их небольшая разница (по ядерному пробегу) была учтена при построении спектра толчков под алюминием. Были учтены возможные случаи регистрации толчков от частиц, идущих мимо поглотителя над установкой (<sup>4</sup>), но вклад толчков от  $\mu$ -мезонов и электронов не был учтен.



Фиг. 2. Интегральные распределения частот ионизационных толчков.

поглотителей (свинца и алюминия) над установкой не является непосредственным спектром толчков от ядерно-активной компоненты космического излучения, так как над установкой находилось перекрытие здания лаборатории. Имея в виду, что спектры толчков под свинцом и под алюминием, имеющими значительно большую толщину, чем перекрытие, по форме совпадают со спектром, полученным при отсутствии этих поглотителей, можно утверждать, что последний повторяет форму распределения частот ионизационных толчков от ядерно-активной компоненты космического излучения. Следовательно, кривая 1 представляет интегральное энергетическое распределение ядерно-активной компоненты на высоте 2000 м над уровнем моря. Показатель функции этого распределения несколько меньше, чем получено для высоты 3200 м (<sup>7</sup>), и больше чем значение, полученное индийской группой физиков (<sup>8</sup>), но разница небольшая.

Полученные спектры мы использовали для определения пробега поглощения ядерно-активной компоненты космического излучения в алюминии и свинце. Результаты представлены в табл. 1.

Хотя ошибки измерения еще большие, замечается тенденция уменьшения отношения величины пробега поглощения в свинце к величине пробега в алюминии. Следует отметить, что отношение пробегов для ядерного взаимодействия в этих веществах при энергиях до 30 Бэв равняется 1,98.

В интервале  $2 \cdot 10^4 \div 9 \cdot 10^4$  частиц интегральные распределения частот ионизационных толчков можно представить функцией вида  $N(\geq S) = AS^{-\gamma}$ , где  $\gamma = 1,66 \pm 0,15$  и  $\gamma = 1,67 \pm 0,15$  при нахождении, соответственно, блока алюминия или свинца над установкой, и  $\gamma = 1,70 \pm 0,13$  при их отсутствии, что согласуется с данными других авторов (<sup>5, 6</sup>). В области  $2 \cdot 10^4$  частиц в спектрах наблюдается небольшой излом, а в интервале толчков  $3 \cdot 10^3 \div 10^4$  частиц они искажены влиянием „порога“ системы регистрации.

Распределение частот ионизационных толчков при отсутствии

Таблица 1

Величина толчков (частиц)	Пробег поглощения (г/см <sup>2</sup> )		L <sub>Pb</sub> /L <sub>Al</sub>
	в алюминии L <sub>Al</sub>	в свинце L <sub>Pb</sub>	
> 3000	280 ± 56	530 ± 100	1,89 ± 0,26
> 11000	270 ± 63	480 ± 102	1,78 ± 0,28
> 26000	310 ± 155	500 ± 206	1,62 ± 0,53

Учет толчков от  $\mu$ -мезонов привел бы к уменьшению ( $\sim 10\%$ ) величины пробега в свинце и алюминии, но не изменил бы их отношения. Учет толчков от электронно-фотонной компоненты может привести к небольшому уменьшению абсолютных значений пробега поглощения в свинце и алюминии и к увеличению их отношения.

Уменьшение отношения пробега поглощения в тяжелом веществе к пробегу в легком может быть связано с изменением функции зависимости сечения ядерного взаимодействия от атомного веса вещества и с изменением коэффициента неупругости с ростом энергии взаимодействующих частиц. Для окончательного выяснения этого вопроса необходимо вести разносторонние тщательные исследования.

Авторы выражают благодарность академику АН Армянской ССР А. И. Алиханяну за постоянный интерес к этой работе.

Ереванский физический институт

Ն. Խ. ԲՈՍՏԱՆՁՅԱՆ, Գ. Տ. ՎԱՐԳՈՒՄՅԱՆ, Գ. Հ. ՄԱՐԿՅԱՆ և Կ. Ա. ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ

Տիեզերական ճառագայթման միջուկա-ակտիվ բաղադրիչի կլանումը կապարում և ալյումինում

Հետազոտությունը կատարված է ծովի մակերևույթից 2000 մ բարձրության վրա գտնվող մի սարքավորման միջոցով, որն ընդգրկում է իոնացման կալորիմետր և Հեյզեր-Մյուլլերային հաշվիչների հոդոսկոպ: Կալորիմետրի վրա տեղադրելով կապարի (174 գ/սմ<sup>2</sup>) կամ ալյումինի (88,2 գ/սմ<sup>2</sup>) 114 × 84 սմ<sup>2</sup> մակերես բռնող շերտը, որոշվել է իոնային ցնցումների հաճախականության բաշխումը ըստ նրանց մեջ ընդգրկվող մասնիկների թվի: Այն որոշվել է նաև կալորիմետրի վրա հիշյալ նյութերի բացակայության դեպքում:

Իոնային ցնցումների հաճախականությունների բաշխումը ներկայացնելով  $N(>S) = AS^{-\gamma}$  ֆունկցիայի տեսքով, ցուցիչի համար ստացվել է՝  $\gamma = 1,70 \pm 0,13$  արժեքը՝ կալորիմետրի վրա նշված նյութերի բացակայության դեպքում: Սխալի սահմաններում նույն արժեքն է ստացվել նաև կապարի կամ ալյումինի առկայության դեպքում:

Որոշվել է միջուկա-ակտիվ բաղադրիչի կլանման գործակիցը կապարի և ալյումինի համար, որոնք համապատասխանաբար ստացվել են՝  $285 \pm 60$  գ/սմ<sup>2</sup> և  $500 \pm 100$  գ/սմ<sup>2</sup>, նրանց հարաբերությունը  $S > 10^4$  ցնցումների համար կազմում է  $1,78 \pm 0,28$  այն դեպքում, երբ միջուկային փոխազդեցության գործակիցների հարաբերությունը նույն նյութերի համար մինչև 30 թեվ էներգիայով մասնիկների դեպքում հավասար է 1,98:

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> Д. Т. Вардумян, Г. А. Марилян, К. А. Матевосян, Proc. of the 9th Inter. Conf. on Cosmic Rays, London, 1966. <sup>2</sup> Х. П. Бабаян, Н. Л. Григоров, Э. А. Мамиджаниян, В. А. Собиняков, В. Я. Шестоперов, Изв. АН СССР, серия физическая, 29, 1652 (1966). <sup>3</sup> Д. Т. Вардумян, Г. А. Марилян, К. А. Матевосян, А. П. Оганисян, Изв. АН АрмССР, физика, 1, 47 (1967). <sup>4</sup> Г. А. Марилян, К. А. Матевосян, ЖЭТФ, 51, 1613, 1966. <sup>5</sup> Г. Т. Зацепин, В. В. Круговых, Е. А. Мурзина, С. И. Никольский, ЖЭТФ, 34, 298, 1958. <sup>6</sup> Ю. Н. Вавилов, О. И. Довженко, Н. М. Нестерова и др. Труды ФИАН СССР, 26, 17, 1964. <sup>7</sup> Х. П. Бабаян, Н. Г. Бояджян, Н. Л. Григоров, Ч. А. Третьякова, В. Я. Шестоперов, ЖЭТФ, 44, 22, 1963. <sup>8</sup> Р. Раджаван, Б. В. Срикантиан, А. Субраманиан, С. Д. Верма, Journal of the phys. soc. of Japan, 17, 251, 1962.