

С. Н. ВЕРНОВ и А. В. МИРОНОВ

**ИЗУЧЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В СТРАТОСФЕРЕ ВБЛИЗИ
МАГНИТНОГО ЭКВАТОРА**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 28 II 1939)

Изучение зависимости интенсивности космических лучей на больших высотах от широты позволяет установить природу первичного космического излучения. С другой стороны, на основании данных о поглощении космических лучей в атмосфере на различных широтах оказывается возможным сделать заключение о законе поглощения космических частиц определенной энергии.

В связи с тем, что изучение космических лучей в стратосфере на различных широтах наиболее целесообразно производить при помощи полетов приборов на шарах-зондах, передающих свои показания по радио, нами был разработан метод, позволяющий производить подобного рода исследования⁽¹⁾.

Регистрация космических лучей производилась при помощи счетчика Гейгер-Мюллера. Разряды в счетчике усиливались усилителем и приводили в действие реле. Реле включало анодную цепь передатчика радиозонда системы проф. П. А. Молчанова. Таким образом число радиосигналов соответствовало числу разрядов в счетчике. Счет радиосигналов производился на слух несколькими наблюдателями. Помимо этого производилась звукозапись радиосигналов при помощи шоринфона.

Многократное прослушивание записей, произведенных на шоринфоне, показало удовлетворительное согласие с результатами регистрации числа радиосигналов на слух. Вследствие наличия радиопомех и изменения длины волны передатчика во время полета не представляется возможным проведение автоматической записи при помощи ондулятора.

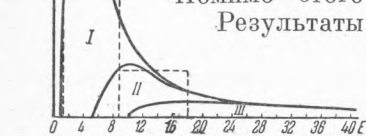
В качестве источника высокого напряжения для счетчиков применялась портативная высоковольтная батарея нормальных элементов специальной конструкции.

Для постоянства режима работы установки во время полета температура внутри установки поддерживалась постоянной с точностью до 5°. Это достигалось при помощи химического терморегулятора, в котором теплота выделялась за счет реакции между концентрированной серной кислотой и щелочью. По нашему мнению при измерениях широтного эффекта космических лучей в стратосфере при помощи приборов со счетчиками наличие точной терморегуляции необходимо для гарантирования постоянной чувствительности счетчика во время всего полета.

Помимо радиосигналов от счетчика по радио передавались также данные о высоте. Для этой цели в установке имелось 2 счетчика различных размеров. При помощи барографа производились переключения, в результате чего попеременно по радио передавались то разряды в счетчике меньших размеров, то разряды в обоих счетчиках. Таким образом периодически число радиосигналов резко изменялось (примерно в 3 раза). Эти моменты резкого изменения числа радиосигналов соответствовали переключениям барографа. Длина контактов у барографа была выбрана различной для того, чтобы иметь возможность по последовательности контактов судить о том, происходит ли подъем или спуск шара-зонда.

В 1936 г. во время Ереванской экспедиции⁽²⁾ было установлено наличие резко выраженного широтного эффекта космических лучей в стратосфере, доказывающего, что большая часть космических лучей имеет корпускулярную природу. Одновременно с этим сильное возрастание эффекта широты с высотой показывало, что космические частицы с энергией в $5 \cdot 10^9$ испытывают потери энергии, значительно превосходящие потери на ионизацию. Однако космические лучи, достигающие широты Еревана, все же испытывали весьма сильное поглощение при прохождении атмосферы в то время, как большая часть этих частиц должна обладать энергией, большей $8 \cdot 10^9$. Это могло объясняться либо наличием очень сильных потерь энергии для космических частиц большей энергии, либо наличием γ -лучей в составе космической радиации.

Для решения этого вопроса нами в 1937 и 1938 гг. были произведены исследования космических лучей в стратосфере вблизи магнитного экватора. Полеты шаров-зондов с нашими приборами производились с борта теплохода «Серго». Вследствие сильных атмосферных разрядов в районах Красного моря и Малакского пролива большинство полетов было произведено в Индийском океане. Средняя геомагнитная широта, на которой были произведены полеты, была 5° . В экваториальных районах было осуществлено 5 удачных полетов. Помимо этого 2 полета было проведено в Черном море.

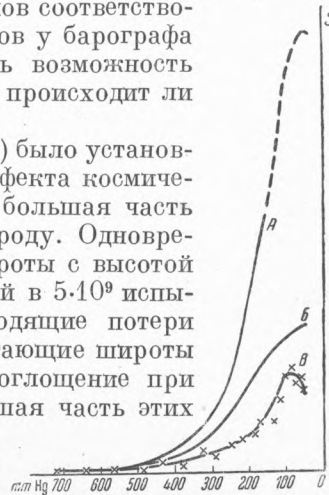


Фиг. 2.

Результаты, полученные во время полетов, представлены на фиг. 1 (кривая В). Кривые А и В дают интенсивность космических лучей для широты Ленинграда и Еревана. Сравнение кривых, дающих зависимость интенсивности космических лучей от высоты на различных широтах, показывает, что в экваториальных районах интенсивность космических лучей в 4 раза меньше, чем для больших широт. На основании полученных данных оказывается возможным оценить вид спектра космических частиц.

Площадь под кривой, показывающей зависимость интенсивности космических лучей от высоты на данной широте, дает энергию, приносимую космическими частицами.

Если сделать упрощающее предположение (впоследствии будет показано, что это упрощение не вызывает существенных ошибок), что на каждой широте магнитным полем Земли допускаются космические частицы с энергией, большей предельной (для вертикального направления) для данной широты, определяемой по теории Ламетра и Валларта, то площадь, заключенная между кривыми А и В, дает нам энергию, несомую космическими частицами с энергиями от $1.5 \cdot 10^9$ В до $9 \cdot 10^9$ В, площадь ме-



Фиг. 1.

жду B и B —энергию космических частиц $9-18 \cdot 10^9$ В и площадь под кривой C —энергию частиц с энергией, большей $18 \cdot 10^9$ В.

На фиг. 2 представлен спектр космических частиц. Площадь I и II прямоугольников соответственно равна площадям между кривыми A и B , B и B . Плавная кривая проведена таким образом, что площадь для частиц с энергией, большей $18 \cdot 10^9$ В, соответствовала площади под кривой B на фиг. 1.

В связи с тем, что на больших широтах [по данным Кармайкель и Даймонда⁽³⁾] не наблюдается широтного эффекта космических лучей в стратосфере, спектр ограничен со стороны меньших энергий.

Вследствие того, что наши измерения производились при помощи одного счетчика, регистрирующего космические лучи, достигающие счетчика по любому направлению, часть космических частиц, обладающих энергией ниже предельной для данной широты, будет достигать прибора, и в то же время известная доля частиц с энергией больше предельной будет отклонена магнитным полем. На основании теории Ламетра и Валларта можно разделить весь спектр первичных космических частиц на 3 области. Область III дает спектр частиц, падающих на границу атмосферы в экваториальных районах (5°), область II —спектр частиц, обуславливающих расхождение кривых B и B фиг. 1 и т. д.

Из фиг. 2 видно, что площади I и II областей приблизительно равны соответственно площадям I и II прямоугольников. Это показывает, что при том виде спектра, который мы имеем, вполне возможно построение этого спектра на основании упрощающего предположения о том, что на данной широте присутствуют все частицы с энергией, большей предельной для вертикального направления.

При построении спектра первичных космических частиц было сделано предположение, что в составе космической радиации нет фотонов.

Как показано в следующей статье, имеются основания считать, что доля, приходящаяся на γ -лучи в спектре первичных космических лучей, не должна быть велика.

Во время экваториальной экспедиции появилось в печати сообщение Боуэна, Милликена и Негера⁽⁴⁾ о результатах изучения широтного эффекта космических лучей в стратосфере. Полученные указанными авторами данные подтверждают наши измерения в Ереване и в основном согласуются с результатами экваториальной экспедиции.

По сравнению со спектром первичных космических частиц, найденным Боуэном, Милликеном и Негером, в получаемом по нашим данным спектре имеется преобладание мягких частиц, что может быть связано с наличием долготного эффекта космических лучей в стратосфере.

Измерения долготного эффекта на уровне моря показывают⁽⁵⁾, что на долготах, на которых производились нами измерения, интенсивность космического излучения значительно меньше, чем в американском полушарии, где частично проводились исследования Боуэна, Милликена и Негера.

В заключение выражаем благодарность акад. С. И. Вавилову за ряд ценных советов и указаний и организацию экспедиции и Н. Л. Григорову и Ж. И. Шейхзаманову за участие в работе.

Поступило
4 III 1939.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. Н. Вернов, Труды конф. по изуч. стратосферы (1935); Phys. Rev., **46**, 822 (1934); Nature, **135**, 1072 (1935). ² С. Н. Вернов, ДАН, XIV, 263 (1937).
³ Carmichael a. Dymond, Nature, **141**, 910 (1938). ⁴ Bowen, Milikan a. Neher, Phys. Rev., **52**, 80 (1937); **53**, 217, 855 (1938). ⁵ Compton, Rev. Sci. Inst., **7**, 71 (1936).