

Расщепления ядер под действием нейтронной и дейтронной бомбардировки наблюдаются с помощью радиохимических исследований и с помощью измерения многочисленных «звёзд» в камере Вильсона и в фотографической эмульсии. Предварительная оценка нейтронной энергии с помощью измерения треков протонов отдачи в камере Вильсона с магнитным полем 10 000 гаусс указывает, что распределение нейтронов по энергиям простирается примерно до 100 MeV.

Авторы сообщают, что эти и другие эксперименты будут опубликовываться по мере их завершения.

В заключение приведём таблицу, характеризующую преимущество метода модуляции частоты.

	Проект Лауренса ⁴	Данные фазотрона ¹
Высота вакуумной камеры	1 м	0,5 м
Мощность высокочастотной части	2500 kW	18 kW
Напряжение на дуантах	$1\div 2 \cdot 10^3$ kV	15 kV
Энергия дейтронов	50—100 MeV	200 MeV

М. Рабинович

ЛИТЕРАТУРА

1. W. M. Brobeck, E. O. Lawrence, Phys. Rev. 71, 449 (1947).
2. M. E. Rose, Phys. Rev. 53, 392, (1938).
3. W. B. Mann, The Cyclotron, 2-е изд. (1944).
4. P. Morrison, J. of Appl. Phys. 11, 339, 1940, УФН XXIV, 529 (1940).
5. Смит, Атомная энергия для военных целей, Гострансиздат, М. (1946).
6. В. И. Векслер, J. of Phys. 9, 153 (1945).
7. E. M. McMillan, Phys. Rev. 68, 143 (1945).
8. F. H. Schmidt, Rev. Sci. Instr. 17, 301 (1946).
9. J. R. Richardson et al. Phys. Rev. 69, 669 (1946).
10. Philip Morrison, J. of Appl. Phys. 18, 133 (1947).

НАБЛЮДЕНИЯ МЕТЕОРОВ С ПОМОЩЬЮ РАДАРОВ

В начале 30-х годов при ионосферных исследованиях и исследованиях распространения радиоволн изредка отмечались кратковременные радиоэхо. Они возникали на высоте около 100 км, т. е. в районе слоя E. Эти эхо наблюдались и днём и ночью и потому они не могли быть связаны с ультрафиолетовой радиацией Солнца. Скеллет и другие исследователи приписывали их метеорной ионизации, но это предположение долгое время оставалось недоказанным.

В ноябре 1940 г. Пирс ¹ с помощью ионосферной станции установил, что отражения возникали после пролёта ярких метеоров, наблюдавшихся визуально. В дальнейшем изучение кратковременных эхо стало проводиться с помощью радиолокационной аппаратуры. Они видны на экране катодного осциллоскопа дальности в виде «всплесков» длительностью от долей секунды до нескольких десятков секунд. Их амплитуда иногда в 10—20 раз превосходит амплитуду «шумов».

В Англии изучение кратковременных эхо проводилось Эпплтоном, Экерслеем и другими исследователями. С января 1944 г. на Исследователь-

ской станции в Слоу начались непрерывные наблюдения этих эхо с целью изучения суточной и годичной вариаций.

С октября 1944 г. Хей и Стюарт начали систематические исследования кратковременных эхо с помощью радаров, применявшихся во время войны для наблюдения за ракетами V-2. Эти радары имеют длину волны 4—5 м и пиковую мощность 1:0 kW. С их помощью наблюдается в среднем 10 эхо в час. Предварительные результаты этих исследований, подтвердивших метеорную природу эхо, были опубликованы в октябре 1946 г. 2.

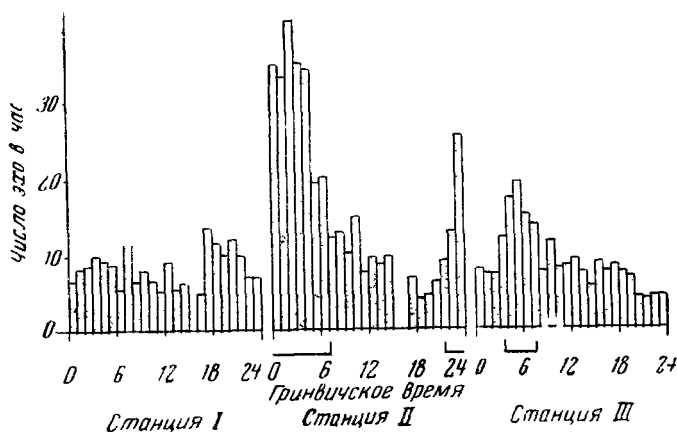


Рис. 1.

Ночные наблюдения с радиолучом, направленным вертикально вверх, показали, что все метеоры, замечавшиеся визуально вблизи зенита, сопровождались радиоотражением. Однако наблюдалось в несколько раз больше эхо, не совпадавших с видимыми метеорами и, очевидно, вызывавшихся телескопическими метеорами. При систематических ежедневных наблюдениях в течение длительных сроков часовые числа эхо дали заметные максимумы в дни активных метеорных потоков, что явилось подтверждением их метеорной природы.

Другой, гораздо более интересной проверкой метеорной гипотезы явились одновременные наблюдения метеорного потока δ Акварид на станциях с наклонными радиолучами, направленными по разным азимутам. Для каждой станции получалась своя кривая часовых чисел (рис. 1). На станции I кривая не имеет ясно выраженного максимума, а у станций II и III моменты и величина максимумов получились различными. Этот результат объясняется следующим: ионные облака, создаваемые метеорами, имеют форму длинных колонн. Естественно считать, что наилучшие условия получения эхо бывают тогда, когда колонна облучается перпендикулярно к её длине. Полагая, что это условие выполнялось в то время, когда на данной станции наблюдался максимум, можно было вычислить зону на небесной сфере, где мог находиться метеорный радиант (рис. 2). Зоны, найденные для двух станций, пересекались, и следовало ожидать, что радиант находится близ середины перекрывающейся части (R). Экваториальные координаты точки R: $\alpha = 345^\circ$, $\delta = 10^\circ$, тогда как метеорный радиант имеет координаты: $\alpha = 340^\circ$, $\delta = -17^\circ$. Направление радиолуча станции I в течение круглых суток было неблагоприятно для наблюдений метеоров потока Акварид, и потому максимум отсутствовал. Немногочисленные эхо, наблюдающиеся при любом направлении луча, обусловлены метеорным фоном.

Во время метеорного дождя Драконида в ночь с 9 на 10 октября 1946 г. в Англии были проведены наблюдения на нескольких радарных установках. Эпплтон и Нэсмит³ наблюдали на частоте 27 *мгц/сек.* Специальная антенна излучала, главным образом, вертикально вверх. Импульсы были длительностью в 15 микросек. и частотой 50 в сек. Лента фотобумаги равномерно двигалась перед экраном катодного осциллоскопа перпендикулярно к развёртке дальностей и на ней регистрировалась дальность и длительность эхо (рис. 3). Наблюдения позволили построить кривую численности метеоров во время дождя Драконид.

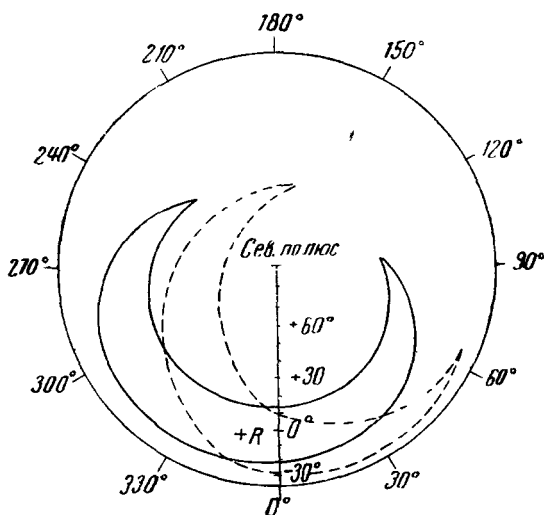


Рис. 2.

На заседании Royal Astronomical Society 13 декабря 1946 г. д-р А. Ловел и Хей доложили о результатах своих наблюдений⁴. А. Ловел проводил наблюдения на частоте 72 *мгц/сек.* Передатчик излучал в секунду 150 импульсов длительностью в 8 микросек. с пиковой мощностью 150 kW. Специальный приёмник давал легко различимый сигнал при проходящей мощности в 10^{-14} W. Радиолуч мог быть повернут в любом направлении. Эхо наблюдались визуально на экране катодного осциллоскопа. Во время максимума метеорного дождя был занят кинофильм.

С антенной, направленной под углом 90° к радианту, было проведено непрерывное наблюдение в течение 71 часа с 8 до 11/X. Весь период активности потока был заключён между 0 ч. 00 м. и 6 ч. 00 м. 10/X. В начале этого интервала число кратковременных эхо составляло 0,03 в минуту (нормальная частота для данной установки в период отсутствия метеорных потоков). Число эхо быстро возрастало и в 8 ч. 40 м. достигало 168 в минуту (увеличение в 5000 раз). Пик активности был чрезвычайно коротким — через пять минут число эхо упало до 50 в минуту.

Теория, разрабатываемая Херлофсоном (Herlofson), показала, что для радиолуча, направленного под прямым углом к метеорному следу, сила полученного эхо даётся формулой

$$\varepsilon = 8,88 \cdot 10^{-28} \frac{\sigma^2 \lambda^2}{R^3} P_0 G \text{ ватт},$$

где α — число электронов, созданных метеором на 1 см пути, R — дальность эхо в см, P_0 — пиковая мощность передатчика в ваттах, λ — длина волны в см, G — коэффициент направленности приемной и передающей антенн. По кинофильму, снятому в период максимума, были измерены α и R и по ним вычислено α . При данной скорости α пропорционально размерам метеора.

В начале действия потока метеора было отмечено 21 совпадение с визуально наблюдавшимися метеорами. Из эхо, длившихся более 0,5 сек., 50% совпадали с видимыми метеорами. (Такой же результат был получен ранее для Персеид.)

Доклад Хей был посвящён определению скоростей метеоров. Усовершенствование аппаратуры, в частности улучшение фоторегистрации, позволило изучать тонкую структуру эхо. Разрешающая способность была уве-

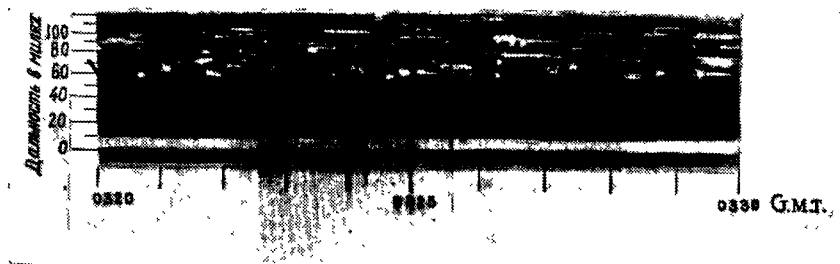


Рис. 3.

личина путём развёртки полосы дальностей от 80 до 115 км на всю ширину катодной трубки.

На ленте сперва получается слабый след, связанный с приближающимся метеором и обусловленный ионизацией в непосредственном соседстве с ним самим. Затем приходит главное эхо от ионизованной колонны на минимальном расстоянии. У начального слабого следа получается изменение дальности со временем, соответствующее телу, движущемуся прямолинейно с постоянной скоростью. Последняя может быть найдена путём промеров 3 точек на каждом следе. Это было сделано для 22 метеоров, и средняя скорость получилась 22,9 км/сек с дисперсией 1,3 км/сек. Скорость вне атмосферы, вычисленная из астрономических данных, — 23,7 км/сек. Некоторые следы показывают торможение к концу пути.

Присутствовавший на заседании Э. Эпплтон выразил свой восторг от работы Хей и назвал её «делающей эпоху». Далее он сказал:

«Когда война в Европе окончилась, в нашей стране было много радарных установок и штатов операторов, для которых больше не оказалось работы. Меня спросили, не могу ли я указать, чем их стоит занять, и я предложил наблюдать спорадические метеоры. В результате мы имеем огромное количество материалов со всей страны с круглосуточными наблюдениями в течение целого года. Это — уникальный материал и притом такой, который едва ли будет когда-либо повторён, если учесть количество затраченных людских сил.

Мы ещё не имеем результатов этой работы, но Несмит и я, при наших исследованиях ионосферы, пришли к заключению, что ночная ионизация поддерживается спорадическими метеорами».

Эпплтон отметил, что радионаблюдения показали заметный максимум метеоров в полдень и сезонный максимум летом. Возможно, это связано с тем, что при наличии ионизации, созданной солнечным излучением, более слабые метеоры начинают давать радиоэхо.

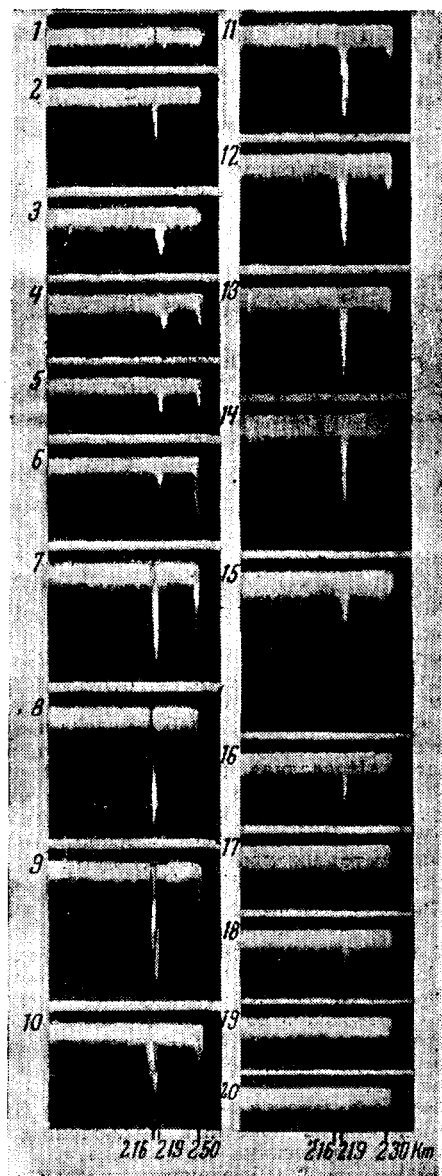


Рис. 4.

Ловел и Хей отметили, что хотя наблюдения не анализировались с точки зрения атмосферных ветров, но скорости дрейфа до 200 км/час , отмеченные визуальными наблюдателями метеоров, несомненно существуют. Одно эхо длительностью в 95 сек. дало скорость дрейфа 600 км/час .

В США наблюдения метеоров с помощью радаров проводились в значительно меньшем масштабе, чем в Англии. При участии Обсерватории Принстонского университета во время метеорного дождя Драконид были проведены наблюдения на 21 военной радарной установке⁵. Применялись волны от 3 м до 3 см, но положительные результаты были получены только на 3-метровых волнах (радар типа SCR-270). Частоты микроволновых радаров превосходят критические частоты ионных облаков, создаваемых метеорами.

Наблюдения велись на осциллооскопе дальностей. В течение 23 минут проводилась киносъемка изображения на экране с частотой 1 кадр в секунду. Несколько десятков отражений длились более 1 сек. (до 27 сек.) и потому они вышли на ряде кадров (рис. 4). Согласно предварительному анализу, эффективная площадь следов достаточной длительности доставляет от 50 до 4000 м^2 .

Изложенные выше результаты показывают, как велики наблюдательные возможности, которые открывает перед исследователями метеоров, применение радиолокационной аппаратуры.

Б. Ю. Левин

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. A. Pierce, Phys. Rev. 59, 625 — 626 (1941).
 2. Y. S. Hey and G. S. Stewart, Nature 158, 481 — 482 (1946).
 3. E. Appleton and R. Naismith, Nature 158, 936 — 937 (1946).
 4. The Observatory 67, 3 — 8 (1947).
 5. J. Q. Stewart, M. Ference, J. J. Slattery, H. A. Zahl Sky and Telescope, VI, 3 — 5 (1947).
-