

В. В. ВИТКЕВИЧ

МОНОХРОМАТИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР ПИЧКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА

(Представлено академиком М. А. Леонтовичем 12 XI 1954)

1. Наблюдения за радиоизлучением Солнца, проведенные рядом авторов за границей, а так же в Крымской научной станции Физического института Академии наук СССР в течение ряда последних лет Б. М. Чихачевым и автором настоящей статьи, показали, что наличие пятен заметно повышает интенсивность радиоизлучения Солнца в диапазоне метровых волн. Это увеличение интенсивности имеет две составляющих: одну сравнительно медленно меняющуюся во времени, и вторую — в виде отдельных кратковременных (длительностью порядка секунды и менее) выбросов небольшой амплитуды (10—100% от интенсивности радиоизлучения спокойного Солнца) — „пичков“.

В настоящей работе сообщаются предварительные данные о ширине полосы спектра отдельных пичков радиоизлучения Солнца, полученные посредством одновременного приема радиоизлучения „пичков“ на двух близких волнах.

2. Повидимому, в наиболее чистом виде пичковая составляющая радиоизлучения Солнца проявляется при излучении, связанном с пятнами малых площадей, когда общий подъем интенсивности мал и пичковая составляющая видна наиболее отчетливо. Именно такой случай излучения был использован для изучения этого вопроса.

Наблюдения производились следующим образом. К антенне, имеющей 96 полуволновых вибраторов с рефлектором, параллельно подключались два радиоприемника, настроенных на близкие частоты, отличающиеся на 4 Мгц. Ввиду того что антенна имела полосу пропускания 4—5 Мгц, радиоизлучение принималось уверенно на двух приемниках. На выходе каждого из приемников производилась регистрация интенсивностей радиоизлучения Солнца на двух волнах. Сравнивались интенсивности одновременно появившихся пичков на двух частотах.

Была проведена обработка двух групп пичков. В первую группу были включены все пички (их было взято 86), отчетливо получающиеся на записи. Вторая группа включала в себя только пички сравнительно большой амплитуды (с интенсивностью более чем 50% от среднего значения уровня пичков), которых для обработки было

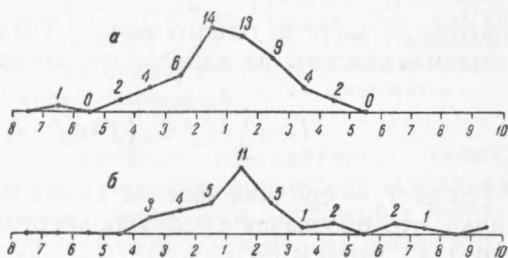


Рис. 1. Экспериментальные кривые распределения отношения интенсивностей $\alpha = I_1/I_2$ пичков. a — все пички: $\alpha \geq 10$ соответствует число пичков $n_1 = 12$, а $\alpha \leq 1/10$ соответствует $n_2 = 23$; b — пички большой амплитуды: $n_1 = 18$, $n_2 = 34$

взято 90. На основании измерения интенсивностей пиков и их отношения строилась кривая распределения.

На рис. 1 показаны экспериментально полученные кривые, соответственно, для первой и для второй группы пиков. По оси абсцисс

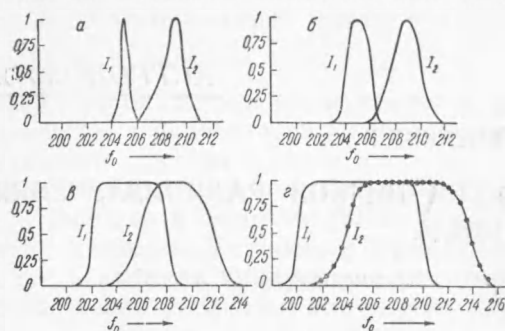


Рис. 2. Расчетные кривые $I_1(f_0, \Delta f)$, $I_2(f_0, \Delta f)$ для различных эффективных полос пика Δf . а — $\Delta f = 2$ МГц; б — $\Delta f = 4$ МГц; в — $\Delta f = 6$ МГц; г — $\Delta f = 10$ МГц

плотность энергии одного пика. Тогда полная энергия I_1 и I_2 , воспринимаемая каждым из каналов от данного пика, определится так:

$$I_1 = \int I(f) F_1(f) df; \quad I_2 = \int I(f) F_2(f) df. \quad (1)$$

Если f_0 — средняя частота пика, Δf — эффективная ширина полосы пика, то, обозначая среднюю энергию пика в пределах полосы Δf через f_0 , найдем:

$$I_1(f_0, \Delta f) = I_0 \int_{f_0 - \Delta f/2}^{f_0 + \Delta f/2} F_1(f) df; \quad I_2(f_0, \Delta f) = I_0 \int_{f_0 - \Delta f/2}^{f_0 + \Delta f/2} F_2(f) df. \quad (2)$$

Если $\Delta f \rightarrow 0$, то $I_1(f_0, \Delta f)$ приближается к функции $F_1(f_0)$. С увеличением Δf функция $I_1(f_0, \Delta f)$ становится, очевидно, более „расплывчатой“, менее „острой“, чем функция $F_1(f)$.

Для нашего случая кривые $I_1(f)$ и $I_2(f)$ для различных эффективных ширин спектра пика Δf приведены на рис. 2.

Вероятность того, что отношение I_1/I_2 равно некоторой величине, будет зависеть от эффективной ширины спектра пика Δf . Если теперь считать, что вполне естественно, что для рассматриваемых пределов частот порядка нескольких мегагерц средняя частота спектра пика равновероятна для всех частот, то можно построить расчетные кривые распределения величины $\alpha = I_1/I_2$ для различных эффективных ширин полос пика. Они приведены на рис. 3, где, как и ранее, по оси абсцисс влево отложено α , вправо $1/\alpha$, а по оси ординат — вероятность

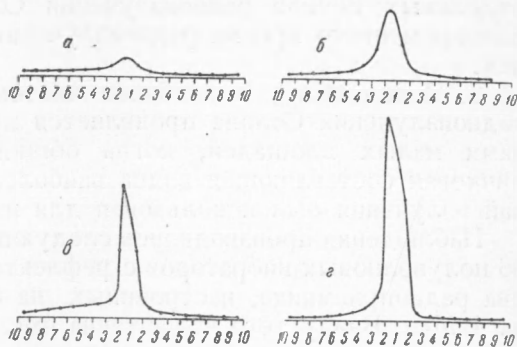


Рис. 3. Теоретические кривые распределения отношения I_1/I_2 для различных эффективных ширин полос пика. а — $\Delta f = 2$ МГц; б — $\Delta f = 4$ МГц; в — $\Delta f = 6$ МГц; г — $\Delta f = 10$ МГц

того, что это отношение заключено между соседними целыми числами. Как видно, чем шире полоса пичка, тем более острый характер приобретает кривая. Некоторая несимметрия кривых объясняется различиями в ширине полос обоих каналов.

4. Сравним теоретические и экспериментальные кривые. Возьмем отношение числа случаев, соответствующих величинам α , заключенным в пределах 10 и $1/10$, к числу случаев, соответствующих значениям α вне этих пределов; это отношение обозначим β . На основании графиков рис. 3 можно получить расчетную кривую зависимости β от Δf , представленную на рис. 4.

Легко рассчитать на основании данных рис. 1 значения β для результатов обработки наблюдений: для первой группы $\beta = 0,64$, а для второй группы $\beta = 1,56$, откуда получаем эффективные полосы пиков радиоизлучения, равные, соответственно, 6 и 12,3 МГц*.

Таким образом, большие пички имеют более широкую полосу. Если взять отношение $\Delta f/f_0$ и определить относительную среднюю ширину полосы пиков радиоизлучения, то для двух групп оно равно, соответственно, $2,9 \cdot 10^{-2}$ и $5,4 \cdot 10^{-2}$, что соответствует значениям $Q = f_0/\Delta f$, равным 35 и 18.

Таковы предварительные средние значения, характеризующие спектр радиоизлучения пиковой составляющей Солнца.

Как видно, полосы, в пределах которых генерируются пички, весьма узкие. Отдельные пички имеют монохроматический характер излучения. Этот вывод дает исходные данные для построения теории спорадического радиоизлучения Солнца. Кратковременность жизни этих образований на различных волнах указывает на неустойчивый, динамический характер механизма спорадического радиоизлучения типа пиков.

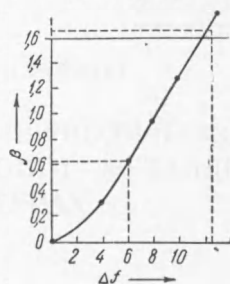


Рис. 4. Зависимость отношения числа пиков со значениями $10 > \alpha > 1/10$ к числу пиков для других значений α в зависимости от ширины полосы пичка

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступило
4 XI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ E. Blum, Ann. Univ. Paris, **23**, № 1, 136 (1953).

* Как нам стало известно после выполнения настоящей работы, краткое сообщение о проведении, повидимому, аналогичной работы опубликовано Блюмом (¹).