

Член-корреспондент АН СССР В. С. ТРОИЦКИЙ,  
Л. Н. БОНДАРЬ, А. М. СТАРОДУБЦЕВ, М. Р. ЗЕЛИНСКАЯ,  
К. М. СТРЕЖНЕВА, М. С. КИТАЙ

## НОВЫЙ ТИП РАДИОШУМОВ. СПОРАДИЧЕСКОЕ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ ОКОЛОЗЕМНОЙ СРЕДЫ НА САНТИМЕТРОВЫХ И ДЕЦИМЕТРОВЫХ ВОЛНАХ

1. Спорадическое радиоизлучение может быть следствием взрывных процессов в нашей Галактике, результатом деятельности внеземных цивилизаций или других неизвестных еще причин; в литературе также обсуждался вопрос о возможности существования импульсов радиоизлучения, которые сопровождают обнаруженные Вебером всплески гравитационных волн, идущих из Галактики (<sup>1</sup>).

Целью нашей работы был поиск и исследование спорадических электромагнитных колебаний. Были организованы специальные наблюдения в 1970 и 1971 гг. на волнах 3—50 см. Для отделения сигналов, приходящих из космического пространства, от сигналов, обусловленных технической деятельностью или атмосферным электричеством, были выполнены одновременные наблюдения в пунктах, далеко отстоящих по широте и долготе. Анализ всплесков, совпадающих во времени, позволил исключить всплески местного, случайного характера.

2. Не останавливаясь на методике наблюдений спорадического радиоизлучения (см. (<sup>2</sup>)), заметим, что первые же наблюдения обнаружили существование нового явления — радиошумов различного характера, не связанных ни с атмосферным электричеством, ни с индустриальными помехами. Все наблюдаемые нами явления можно разбить на три типа:

1) Одиночные всплески радиоизлучения длительностью до десятков и сотен секунд на фоне шумов аппаратуры.

2) Шумовая буря различной силы от небольшого повышения флуктуаций на выходе до серии беспорядочно возникающих импульсов при общем значительном повышении флуктуаций.

3) Сравнительно длительные изменения среднего уровня излучения, не сопровождаемые изменением уровня флуктуаций на выходе.

Почти все наблюдаемые явления относились к первому типу (всплески), существенно реже наблюдается шумовая буря и еще реже изменения третьего типа.

Заметим, что по данным службы радиоизлучения Солнца наблюдавшиеся нами всплески и шумовые бури с интенсивностью 100—200° К не могут быть объяснены солнечным спорадическим радиоизлучением.

За время с 1.IX 1970 г. по октябрь 1971 г. наблюдалось около 4500 всплесков на волне  $\lambda$  50 см и примерно 1000 всплесков на других длинах волн. Шумовые бури длительностью более 1 часа имели место в 20 случаях. Среди всех всплесков на волне  $\lambda$  50 см наблюдалось около 250 двойных и 130 тройных совпадений. Этот материал использовался для определения статистических свойств всплесков, шумовых бурь и их природы. К одновременным (совпадающим) всплескам мы относили всплески, перекрывающиеся хотя бы частично во времени, включая предельный случай «касания» всплесков, причем они имели различную длительность и интенсивность. На рис. 1 приведены кривые распределения всплесков  $N_i$  по длительности  $\tau$  и интенсивности  $T_a$  на различных длинах волн и в различных

пунктах. Интенсивность всплеска мы характеризовали эффективной температурой антенны  $T_a$ . Средняя по всей небесной полусфере яркостная температура всплеска будет больше в  $1/\eta=1,4$  раза, где  $\eta$  — к.п.д. антенны,  $\eta=0,7$ .

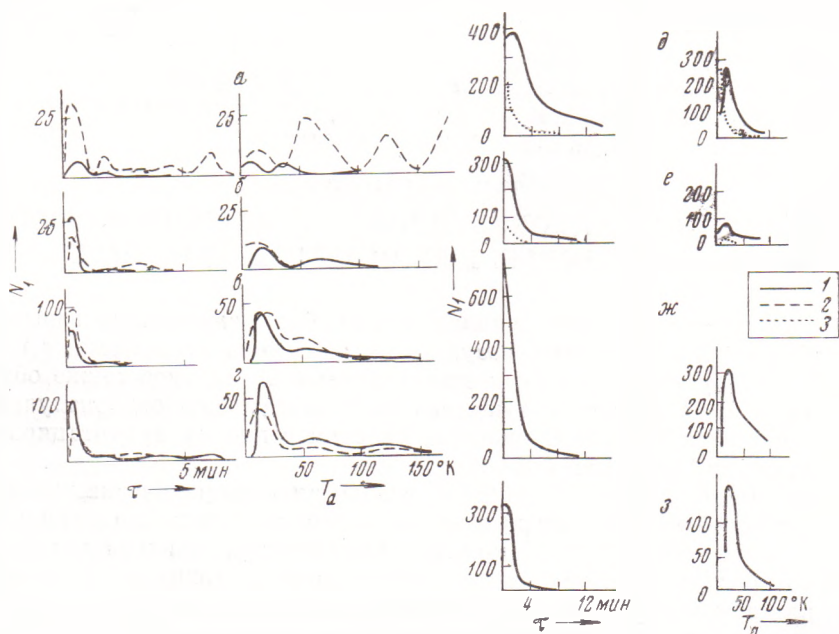


Рис. 1. Распределение по длительности и интенсивности общего числа всплесков  $N_i$  в различных пунктах: а—г — октябрь 1971 г., длина волны, см: а—3, б—8, в—28, г—52; 1 — Горький, 2 — Крым. д—з — сентябрь — октябрь 1970 г., длина волны, см: 1 — 50, 2 — 32, 3 — 16; д — Пустыни, е — Кара-Даг, ж — Уссурийск, з — Тулома

Из рис. 1 видно, что средняя интенсивность всплесков по яркостной температуре небесной полусферы составляет  $40-50^\circ \text{K}$ , что дает поток излучения  $(3-5) \cdot 10^{-21} \text{ Вт}(\text{м}^2 \cdot \text{Гц})$ , а средняя продолжительность равна

$(0,5-4,5)$  мин. в дециметровом и сантиметровом диапазоне длин волн независимо от места наблюдений. Продолжительность всплесков зависит от эпохи, тогда как у средней интенсивности всплесков этой зависимости не обнаружено. Закон распределения всплесков практически одинаков в различных пунктах наблюдений и на различных волнах. Среднемасштабная плотность всплесков увеличивается пропорционально длине волны во всем интервале длин волн 3—50 см.

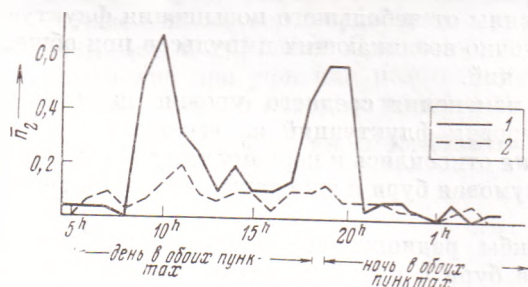


Рис. 2. Средний за период IX—XI 1970 г. суточный ход фактического и вероятного числа плотности совпадающих всплесков  $\bar{n}_2$  для Пустыни и Крыма на волне  $\lambda$  50 см. 1 — фактическое, 2 — случайное число совпадений

Анализ данных показал, что излучение всплесков не поляризовано, ширина их спектра составляет около  $0,2-1$  ГГц. Плотность всплесков зависит от времени суток, значительно увеличиваясь в дневное время. Число двойных совпадающих всплесков на волне  $\lambda$  50 см составляет около 6% общего числа всплесков в каждом пункте, а число тройных — 3%.

Особенностью обнаруженного спорадического радиоизлучения является то, что число всплесков днем в 3—5 раз больше, чем ночью. С другой стороны, днем число совпадений в 5—7 раз больше, чем число случайных, что указывает на связь всплесков радиоизлучения с различными проявлениями солнечной активности. Обнаружен также утренний и вечерний максимум плотности суточного хода совпадающих в разных пунктах всплесков радиоизлучения, аналогичный максимумам в суточном ходе магнитных возмущений (3).

Увеличение числа всплесков днем и повышение плотности двойных совпадающих всплесков для двух пар пунктов наблюдений по сравнению с расчетным числом ожидаемых случайных совпадений в светлое время дня иллюстрирует приведенная на рис. 2 зависимость суточного хода экспериментального и вероятного числа плотности совпадающих всплесков.

Обнаруженный вид радиопшумов целесообразно в дальнейшем называть спорадическим радиоизлучением фона, чтобы отличать его от понятия спорадическое радиоизлучение Солнца.

3. Для сравнения вариаций характеристик всплесков с вариациями различных показателей солнечной активности и анализа корреляционных связей между полярными сияниями и общей продолжительностью всплесков радиоизлучения были построены зависимости средней за месяц плотности одиночных всплесков радиоизлучения фона для Горького и Крыма  $\bar{n}_1(t)$  и плотности совпадающих между этими пунктами всплесков  $\bar{n}_2(t)$  за период с марта 1970 г. по октябрь 1971 г. Для этого же периода построены функции средних за месяц площадей солнечных пятен  $S_P(t)$  и хромосферных вспышек  $S_F(t)$ . Функции  $S_P(t)$  и  $S_F(t)$ , как и следовало ожидать, оказались убывающими в соответствии с уменьшением солнечной ак-

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между средне-  
месячным числом всплесков радиоизлучения  
фона и индексов солнечной активности  
за период март 1970 — октябрь 1971 гг.

	$\bar{n}_1$		$\bar{n}_2$
	Горький	Крым	
$S_P$	0,7	0,74	0,74
$S_F$	0,4	0,6	0,85

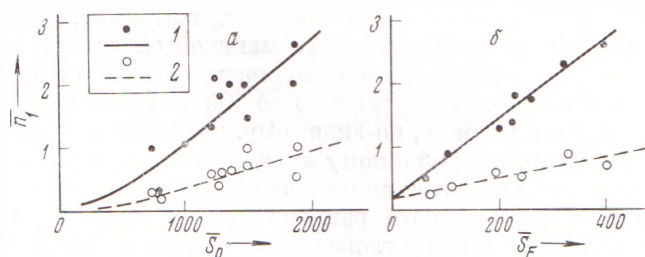


Рис. 3. Зависимость плотности одиночных всплесков в двух пунктах на волне  $\lambda$  50 см от среднемесячной площади пятен (а) и хромосферных вспышек (б).  $\bar{n}_1$  — среднемесячная плотность одиночных всплесков фона,  $S_P$  — площадь пятен в миллионных долях площади солнечной полусферы (среднее за месяц),  $S_F$  — площадь хромосферных вспышек в миллионных долях площади диска Солнца (среднее за месяц). 1 — Горький, 2 — Крым

тивности в эти годы. В той же степени оказались убывающими и функции  $\bar{n}_1(t)$  и  $\bar{n}_2(t)$ .

Из обоих рядов данных получены коэффициенты корреляции одиночных и совпадающих всплесков с площадью солнечных пятен  $S_P$  и площадью хромосферных вспышек  $S_F$ , которые приведены в табл. 1. Для наглядности на рис. 3 приведены полученные на основе этих данных средние кривые



зависимости плотности одиночных всплесков от площадей пятен и хромосферных вспышек.

Более регулярную связь имеет плотность одиночных всплесков  $\bar{n}_1$  с площадью хромосферных вспышек.

4. Проведенная экспериментальная работа и анализ корреляционных связей позволяет сделать вывод, что подавляющее большинство наблюдавшихся нами всплесков радиоизлучения фона и шумовые бури на сантиметровых и дециметровых волнах вызываются спорадическим радиоизлучением, генерируемом в околоземном пространстве, а не промышленными помехами. Всплески радиоизлучения фона носят глобальный характер и проявляются одновременно на больших пространствах. Глобальные явления спорадического радиоизлучения фона имеют место в основном в дневное время, достигая максимума в утренне-вечерние часы. Существование их показывает, что явления генерации могут протекать или на больших высотах порядка нескольких тысяч километров (высота одновременной видимости Горького и Уссурийска), или на высотах десятков или сотен километров, когда область генерации захватывает большие пространства. Несовпадение детальной структуры всплесков также говорит о больших масштабах и угловых размерах области, ответственной за генерацию радиоизлучения.

Что касается природы обнаруженного излучения, то, по-видимому, это излучение является тормозным, так как, вероятно, вызвано потоками заряженных частиц, тормозящихся в достаточно плотной среде, например в верхней атмосфере. Такими частицами могут быть потоки электронов, поступающих из поясов радиации в процессе так называемого «высыпания» в приполярной области, а также потоки частиц, возникающие при мощной солнечной хромосферной вспышке и воздействующие на Землю. По-видимому, можно полагать, что наблюдаемые всплески радиоизлучения фона вызываются кратковременными прорывами — импульсным высыпанием заряженных частиц из поясов радиации в нижние слои ионосферы. Хорошо известно, что высыпание электронов из поясов радиации объясняет возникновение полярных сияний.

Имеет место удивительное подобие наблюдаемых нами типов спорадических радиоизлучений фона с типами собственных радиоизлучений полярных сияний на более длинных волнах (см., например, <sup>(1)</sup>).

Отметим, что при наблюдениях в Мурманской области во время полярных сияний отмечается значительное увеличение всплесков на фоне общего повышения яркостной температуры неба до 100° K на волне  $\lambda = 50$  см.

Наблюдаемое нами явление, по-видимому, представляет собой радиосияние, близкое по природе к полярному сиянию, но в отличие от последнего имеющее место на всех широтах вплоть до экватора.

Исследование спорадического радиоизлучения фона позволит глубже понять солнечно-земные связи и глобальные геофизические явления. Исследование спорадического радиоизлучения фона может быть новым методом изучения геомагнитных явлений, полярных сияний и сложных динамических процессов в ионосфере Земли.

Научно-исследовательский  
радиофизический институт  
Горький

Поступило  
13 IV 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> W. N. Charmon, J. V. Jelley, J. H. Frum, Nature, 228, № 5269, 346 (1970).  
<sup>2</sup> Л. Н. Бондарь, В. С. Троицкий и др. Радиофизика, 16, № 3 (1973). <sup>3</sup> С. А. Исаев, Морфология полярных сияний, «Наука», 1968. <sup>4</sup> Н. К. Осипов, А. И. Божков, Геомагнетизм и аэрномия, 11, № 6, (1971).