

ПОИСКИ ГРАВИТАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВНЕЗЕМНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В. Б. Брагинский, А. Б. Манукин, Е. И. Попов,
В. Н. Руденко, А. А. Хорев

1. В этой работе представлены результаты первой серии измерений на двух гравитационных антеннах с целью обнаружения на фоне броуновских колебаний одновременных откликов, вызванных гравитационным излучением от внеземных источников. Антенны, имевшие параметры антенн Дж. Вебера [1] ($m = 1,3 \cdot 10^6$ г, $f_{\text{квадр}} = 1640$ гц, $Q = 10^5$, время релаксации $\tau^* = 20$ сек) были помещены в вакуумные камеры ($p < 1 \cdot 10^{-4}$ тор), удаленные друг относительно друга на расстояние 20 км. Антисейсмическая изоляция антенн была такой же как и в работах [1]. В отличие от работ [1] для измерения малых квадратных колебаний антенн были использованы модуляционные емкостные датчики смещений, в [1] пьезодатчики, регистрировали напряжения. Емкостный датчик преобразовывал амплитуду колебаний $\sim 4,5 \cdot 10^{-14}$ см (это соответствует $\sigma_{\text{броун}}$ – среднеквадратичной амплитуде броуновских колебаний) в радиочастотный сигнал с амплитудой $\approx 4 \cdot 10^{-7}$ в. Подробно устройство датчика и система абсолют-

ной пондеромоторной калибровки антенны описана в [2]. Отметим, что в опытах Дж. Вебера броуновским флуктуациям соответствовал уровень сигнала на пьезодатчиках $\sim 5 \cdot 10^{-10}$ в [1]. Амплитуда колебаний с осциллографа записывалась на фотопленку (скорость протяжки 0,6 мм/сек, диаметр пятна луча меньше 0,2 мм), что позволяло, без использования электронной схемы совпадений, различать на фотопленке изменение амплитуды колебаний с временем разрешения не хуже 0,3 сек. Регистрирующая аппаратура каждой из антенн была расположена рядом с антенной, в отличие от работ [1]. Синхронизация записей производилась с помощью радиосигналов точного времени и хронометров, в промежутках между часовыми метками радиосигналов.

II. Обработка 20-ти суток одновременных записей дала следующие результаты:

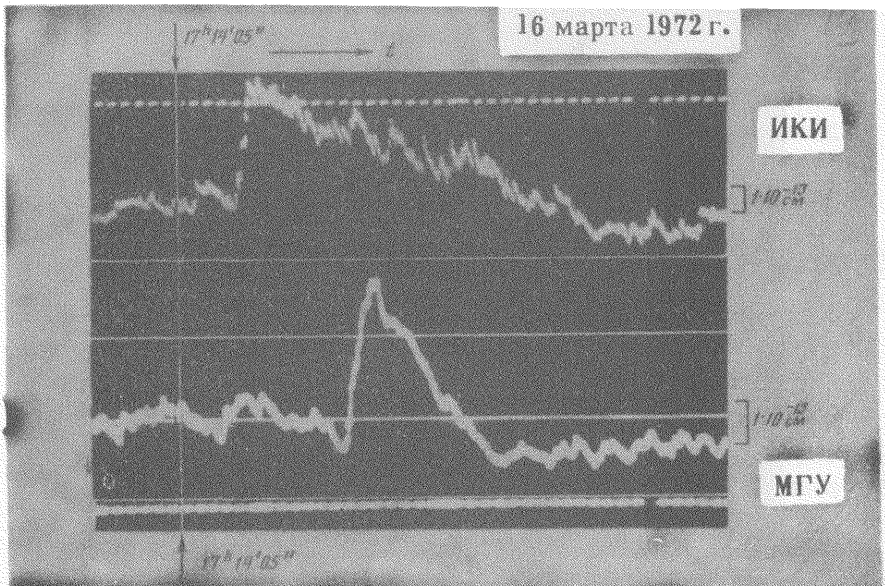
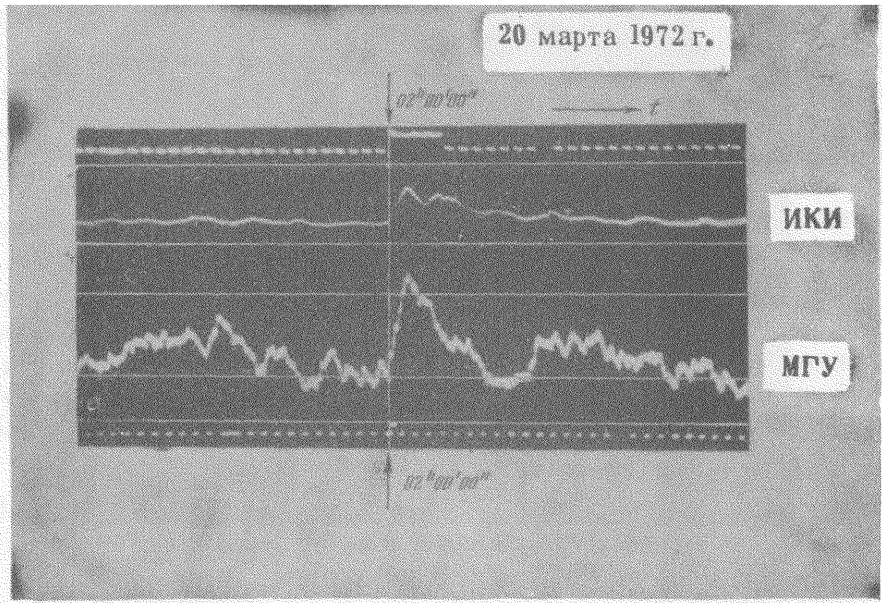
1. Чувствительность датчика позволила измерять изменения амплитуды колебаний квадрупольной моды антенны за время $\hat{t} = 2$ сек, равные $2 \cdot 10^{-14}$ см, что соответствует среднеквадратичному флуктуационному уходу амплитуды броуновских колебаний $\delta x_0 = \sigma_{\text{броун}} \sqrt{\frac{2\hat{t}}{\tau^*}} \approx \frac{\sigma_{\text{броун}}}{2}$

(см. подробнее [3]). Для длительных участков записей (порядка $300 \tau^*$) проверялась справедливость двух гипотез: а – соответствует ли измеренное абсолютное среднеквадратичное значение амплитуды колебаний вычисленному $\sigma_{\text{броун}}$, б – является ли распределение амплитуды колебаний релеевским с предвычисленной по известным $f_{\text{квадруп}}$, m и T дисперсией. Не было обнаружено статистически значимого расхождения между экспериментальными результатами и предсказаниями соответствующими этим гипотезам (применялись F критерии и $K(\lambda)$ критерий).

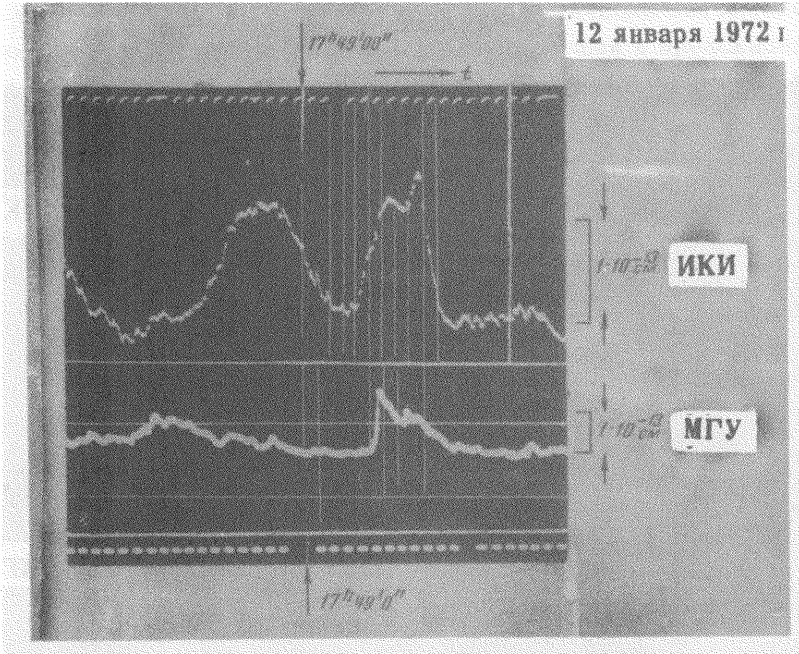
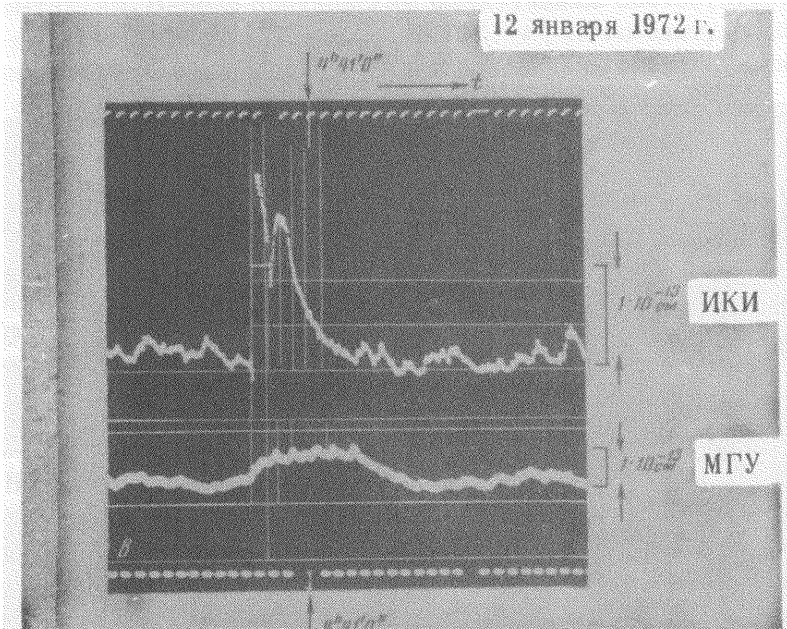
2. Обнаружено появление в обеих антеннах относительно редких всплесков колебаний явно нетеплового происхождения (превышающих по частоте статистические предсказания). Статистика этих всплесков характеризуется следующими данными: а) резкое изменение амплитуды δx_0 на величину $3\sigma_{\text{броун}}$ за время $\hat{t} = 2$ сек происходят в среднем 100 раз в сутки, на величину $5\sigma_{\text{броун}}$ – 20 раз в сутки; б) превышение уровня $3\sigma_{\text{броун}}$ (с длительностью фронта от 0 до 20 сек) происходит в среднем 100 раз в сутки, уровня $5\sigma_{\text{броун}}$ – 40 раз в сутки; статистически ожидаемое число превышений уровня $3\sigma_{\text{броун}}$ – 100 раз в сутки, а $5\sigma_{\text{броун}}$ – 1 раз в 10 суток.

3. Применяя различные способы обработки фотозаписей (включая метод использованный Дж. Вебером [1], по сличению фотозаписей, но без применения порогового электронного устройства) нам не удалось обнаружить совпадающих всплесков с точностью 0,5 сек.

Было отмечено около 30 подозрительных мест, соответствующих появлению всплесков ($\delta x_0 > 2\sigma_{\text{броун}}$) с временным запаздыванием в пределах ~ 10 сек; причем несколько случаев удовлетворяли "совпадению с точностью до 1 сек". Однако сильно различная структура всплесков (форма, длительности фронта) не позволяет нам рассматривать эти случаи как реакцию на воздействие одного и того же источника (см. рис. 1). Разница в наклоне фронтов превышала допустимые доверительные границы.



a – Имитация гравитационного воздействия: отклик на одновременное искусственное возбуждение антенн коротким резонансным импульсом с длительностью ~ 1 сек; *б* – всплески с подобной крутизной фронта, но со сдвигом $\sim (7 - 8)$ сек



а, з – совпадающие с точностью до 1 сек всплески, но **значимо** различные по форме и крутизне фронта. Масштаб на рисунке определен по электростатической калибровке; различие в вертикальном масштабе на пленках ИКИ и МГУ связано с различием коэффициентов усиления электронной аппаратуры; одна временная метка соответствует 1 сек .

Отметим, что в работах [1] наблюдались в первых сериях 1+2 совпадения в неделю, а в последних 1+2 в день, с точностью 0,2 сек величина всплесков была равна или превышала уровень $3\sigma_{\text{броун}}$. Если считать, что длительность ожидаемых всплесков гравитационного излучения около 2 сек, то можно было бы обнаружить плотность потока $1 \cdot 10^7 \text{ эрг/сек} \cdot \text{см}^2$, если всплески более длительные: 5+10 сек, то обнаруживаемая плотность потока равна соответственно $(5+2) \cdot 10^6 \text{ эрг/сек} \cdot \text{см}^2$. Нетрудно оценить, что достигнутый уровень чувствительности на 1,5 порядка хуже, чем потенциальная чувствительность антенн с такими $f_{\text{квадр}}$, Q и m (см. подробнее [3]). Это вызвано с одной стороны относительно большим уровнем нетепловых всплесков и недостаточным разрешением малых смещений из-за шума электроники ($\delta x_0 = 2 \cdot 10^{-14} \text{ см}$).

Уменьшение числа совпадений при внесении задержки в один из каналов и анизотропия распределения совпадений в звездном времени являются существенным аргументом в пользу коррелированных всплесков в экспериментах Вебера. Отсутствие совпадающих всплесков над уровнем $3\sigma_{\text{броун}}$ в нашей схеме опыта не противоречит астрофизическим оценкам [7].

Авторы пользуются случаем выразить свою признательность Я.Б.Зельдовичу, Г.И.Петрову, М.А.Садовскому, Б.Т.Воробьеву, В.Н.Мартынову за ценные дискуссии и помощь в работе.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
30 июня 1972 г.

Институт космических исследований
Академии наук СССР

Литература

- [1] J. Weber. Phys. Rev. Lett., 22, 1320, 1969; 24, 276, 1970; 25, 180, 1970; Nuovo Cimento Letters, 4, 653, 1970.
- [2] В.Б.Брагинский, В.П.Митрофанов, В.Н.Руденко, А.А.Хорев. ПТЭ, №4, 245, 1971.
- [3] В.Б.Брагинский, В.Н.Руденко. УФН, 100, 395, 1970; В.Б.Брагинский. Физические эксперименты с пробными телами, М., Изд. Наука 1970.
- [4] М.Е.Герценштейн. Письма в ЖЭТФ, 14, 611, 1971.
- [5] Р.А.Адамянц, А.Д.Алексеев, Н.И.Колосницын. Письма в ЖЭТФ, 15, 277, 1972.
- [6] И.И.Калинников, С.М.Колесников. Астрономический циркуляр №619, 1971.
- [7] В.Б.Брагинский, Я.Б.Зельдович, В.Н.Руденко. Письма в ЖЭТФ, 10, 437, 1969.