

Е. М. ЛИНЬКОВ

О ПЛАНЕТАРНОМ ХАРАКТЕРЕ ЯВЛЕНИЯ, ВЫЗЫВАЮЩЕГО ДРЕЙФ НУЛЯ СЕЙСМОМЕТРОВ

(Представлено академиком М. А. Садовским 15 IV 1970)

Как известно, дрейф нуля сейсмометров, особенно его переменная часть, является основным препятствием при создании высокочувствительных длиннопериодных приборов. Поэтому изучение причин дрейфа может оказаться полезным для дальнейшего совершенствования длиннопериодных сейсмометров и, кроме того, может иметь самостоятельное значение в связи с явлениями, вызывающими смещение нуля-punkта приборов.

Первые опыты по исследованию возможных причин дрейфа нуля сейсмометров были начаты на кафедре физики Земли Ленинградского университета во второй половине 1965 г. и затем продолжены в 1968 г. Была осу-

ществлена непрерывная регистрация дрейфа нуля сейсмометра СВКД, снабженного магнетронным преобразователем⁽¹⁾. Прибор имел схему термокомпенсации на терморезисторах, исключающую возможность дрейфа за счет изменения температуры окружающего воздуха.

Оказалось, что кривые дрейфа нуля представляют собой нерегулярные колебания с периодами от нескольких суток до месяца и более и амплитудой (в смещениях центра качаний маятника), достигающей величины равной 200—300 μ при периоде собственных колебаний маятника 8 сек. На рис. 1 показаны спектры кривых дрейфа за периоды с 1 VII 1965 г. по 17 I 1966 г. (1) и с 24 I по 15 VI 1968 г. Видно, что спектры практически совпадают, что говорит о стационарности в спектральном смысле явления, вызывающего дрейф нуля сейсмометров.

Рис. 1. Спектры кривых дрейфа нуля сейсмометра с 1 VII 1965 г. по 17 I 1966 г. (1) и с 24 I по 15 VI 1968 г. (2)

Для выяснения возможной связи дрейфа с гидрометеорологическими явлениями был проведен корреляционный анализ между кривой дрейфа за первую половину 1968 г. с кривыми изменения давления p и уровня воды в Неве h (табл. 1). Видно, что максимальные значения корреляционных функций $r_p(\tau)$ и $r_h(\tau)$, характеризующих связь дрейфа с p и h , малы. Однако они указывают на запаздывание кривых p и h , равное 4 суткам, что исключает возможность объяснения дрейфа нуля сейсмометра гидрометеорологическими явлениями.

Таким образом, на основании постоянства спектрального состава кривых дрейфа нуля во времени и отсутствия связи с местными гидрометеорологическими явлениями можно сделать вывод о планетарном характере причины, вызывающей смещение нуля-punkта прибора. Это подтверждают результаты сопоставления кривых дрейфа нуля сейсмометра (Ленинград) и гравиметра (ст. Талгар, Алма-Ата), сглаженных по методу усреднения за пробный период, равный 8 суткам (рис. 2). Количественная оценка сопоставимости кривых дрейфа проведена методом корреляционного анализа (табл. 1). Максимальное значение корреляционной функции $r_p(\tau) =$

$\approx 0,75$ указывает на достаточно сильную связь между кривыми дрейфа нуля сейсмометра и гравиметра.

Вместе с тем, амплитуды дрейфа нуля, а, следовательно (при пересчете), ускорений, настолько большие (особенно по сейсмометрическим данным (рис. 2)), что их невозможно объяснить смещениями почвы или изменениями силы тяжести за счет миграции вещества в недрах Земли. Поэтому удовлетворительное объяснение экспериментальных данных может быть

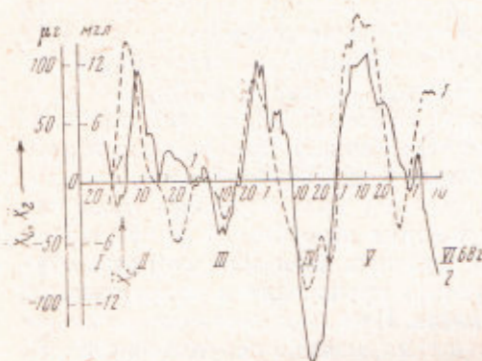


Рис. 2. Кривые дрейфа нуля сейсмометра (кривая 1 — Ленинград) и гравиметра (кривая 2 — ст. Толгар, Алма-Ата)

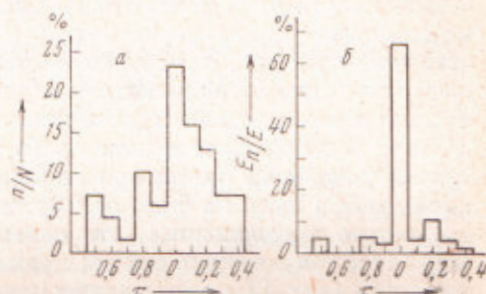


Рис. 3. Гистограммы, иллюстрирующие связь сейсмической активности с кривой дрейфа нуля: а — с относительным числом землетрясений, б — с относительной энергией землетрясений

получено только в предположении о существовании перемещений Земли. Тогда кривую дрейфа нуля можно толковать как запись ускорений при возмущениях орбиты Земли.

В предположении о существовании перемещений Земли можно ожидать определенной связи этого явления с сейсмической активностью. Физический смысл этой связи очевиден и состоит в том, что в моменты времени, близкие к моментам экстремальных значений ускорений (дрейфа) в теле

Таблица 1

τ , сутки	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
r_p				0,05	0,04	-0,02	-0,06
r_h				0,10	0,00	-0,07	-0,05
r_r	0,66	0,70	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75
r_w	0,50	0,55	0,59	0,62	0,62	0,60	0,56
r_L	0,42	0,49	0,55	0,58	0,60	0,59	0,56
r_{kp}		0,33	0,40	0,46	0,52	0,57	0,61
τ , сутки	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
r_p	-0,01	0,08	0,14	0,15	0,13	0,10	0,07
r_h	-0,02	0,06	0,17	0,20	0,17	0,13	0,09
r_r	0,72	0,68	0,65				
r_w	0,51	0,46					
r_L	0,52	0,46					
r_{kp}	0,62	0,62	0,59	0,56	0,51		

Земли возникнут дополнительные максимальные напряжения, которые могут оказаться причиной (в смысле спускового механизма) проявления сейсмической активности. Такая связь действительно существует и была обнаружена при сопоставлении сейсмической активности с кривой дрейфа нуля с 24 I 1968 г. по 31 III 1969 г.

В качестве характеристик сейсмической активности использовались число N и энергия E землетрясений с магнитудой $M \geq 6,3$, при которых выделилось в указанный срок около 99% всей сейсмической энергии. В каче-

стве параметра кривой дрейфа нуля сейсмометра использовались относительные времена: $\tau = (t_{00} - t_0) / (t_{00} - t_{01})$, где t_{00} — время экстремума, опережающего момент возникновения землетрясения, t_{01} — время запаздывающего экстремума, t_0 — время в очаге. Эти времена характеризуют близость момента землетрясения к опережающему его экстремуму кривой ускорений Земли.

Гистограммы, показывающие распределение относительного числа землетрясений n/N (n — число землетрясений за $\tau = 0,1$) и относительных энергий E_n/E (E_n — энергия землетрясений, выделившаяся за $\tau = 0,1$) в зависимости от τ , показаны на рис. 3. Для построения гистограмм было использовано 62 землетрясения из (3). На рис. 3 видно, что 70% сильнейших землетрясений с энергией, составляющей более 90% от всей выделившейся, группируются в экстремальных точках кривой дрейфа нуля и происходят с запаздыванием, не превышающим 0,4т. Таким образом, этот результат подтверждает возможность толкования кривой дрейфа нуля как кривой ускорений Земли при ее перемещениях на орбите. Так как на записи дрейфа нуля не было обнаружено суточных волн заметной амплитуды, можно предположить, что перемещения происходят в направлениях, близких к направлению оси вращения Земли. При этом положительным ускорениям (рис. 2) соответствуют перемещения Земли в направлении S—N.

Если допустить, что факт существования перемещений Земли на орбите установлен, то следует прийти к выводу о возможной связи их с солнечной активностью (как с источником энергии) и магнитной активностью, отражающей геоэффективность солнечной активности. На возможность такой связи указывает спектральный состав кривых дрейфа нуля сейсмометров. Действительно, в спектрах на рис. 1 достаточно хорошо выделяются периоды, равные 25 и 32 суткам, которые совпадают с периодами обращения Солнца на экваторе и на полюсах. В табл. 1 приведены значения корреляционных функций, характеризующих связь кривой дрейфа нуля с индексами солнечной и магнитной активностей. В качестве индексов солнечной активности были использованы числа Вольфа, физический смысл которых состоит в том, что они учитывают роль групп по сравнению с количеством отдельных пятен, и числа L , подчеркивающие важную роль пятен, расположенных ближе к центру солнечного диска:

$$L = \sum_{i=1}^{i=g} 1 / \left(\frac{r_i}{R} \right)^2 \cdot f_i,$$

где r_i/R — расстояние группы пятен от центра видимого солнечного диска, выраженное в долях радиуса Солнца, g — число групп, f — число пятен в группе. Необходимые данные были взяты из (4). В качестве характеристики магнитной активности был использован k_p -индекс из (5). Соответствующие корреляционные функции имеют обозначения: $r_w(\tau)$, $r_L(\tau)$ и $r_{k_p}(\tau)$. Как видно из табл. 1, коэффициенты корреляции равны 0,6—0,62 и являются достаточно значимыми для того, чтобы предположить наличие связи между явлениями. При этом ход солнечной активности опережает ход кривой дрейфа на двое суток, а ход магнитной активности практически синхронен с дрейфом нуля. Это, по-видимому, говорит о том, что возбуждение колебаний Земли происходит при подходе вспышечного излучения к магнитосфере Земли, так как время пробега частиц от Солнца до Земли колеблется в пределах 1,5—2 суток.

В заключение выражаю благодарность чл.-корр. АН СССР Н. Н. Парийскому за обсуждение работы и предоставление гравиметрических данных.

Ленинградский государственный университет
им. А. А. Жданова

Поступило
31 III 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Е. М. Линьков, Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 9, 1357 (1963). ² А. Граф, Гравиметр., М., 1961. ³ Оперативный сейсмический бюллетень, М., №№ 1—36, 1968, №№ 1—9, 1969. ⁴ Солнечные данные, Л., №№ 1—6, 1968. ⁵ J. Virginia Lincoln, J. Geophys. Res., 73, № 11—24 (1968).