

УДК 550.34 + 622.235

ПЕРИОДИЧНОСТИ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

© 2004 г. А. А. Спивак, С. Б. Кишкина, Д. Н. Локтев, В. М. Овчинников

Представлено академиком В.В. Адушкиным 30.01.2004 г.

Поступило 03.02.2004 г.

1. Временные вариации параметров микро-сейсмического фона являются одним из наиболее важных факторов диагностики состояния локальных участков земной коры, а также определения механизмов и направленности геодинамических процессов [1–4].

В настоящей работе представлены результаты анализа цифровой регистрации микро-сейсмического фона на геофизической станции “Михнево” (МНВ) Института динамики геосфер РАН, выполненной в течение 1978–2003 гг. Получено, что временные вариации амплитуды микро-сейсмического фона характеризуются ярко выраженной периодичностью и квазициклическостью. В диапазоне частот 0.1–10 Гц выделены периодичности 1, 2.8, 8.5 года и 30.5 сут. Высокочастотная составляющая микро-сейсмического фона (0.5–40 Гц) характеризуется периодичностью 1 год, 30.5 и 4.9 сут, а также наличием циклов длительностью около 3 мес., в течение которых вариация амплитуды изменяется в диапазоне 25–380 нм/с. Суточные вариации амплитуды характеризуются средней периодичностью 24 ч. Наряду с вариациями амплитуды фоновых микроколебаний зарегистрированы временные вариации амплитуд и частот квазигармонических составляющих [4].

2. В начале наблюдений для регистрации микро-сейсмических колебаний (Н.К.Плескач) использовались сейсмические каналы, включающие сейсмоприемники СКМ, СМ-3КВ и цифровую станцию ПРС-М (ОКБ ИФЗ АН СССР). В последние годы в качестве сейсмоприемников использовались СМ-3КВ-Э и STS-2 в режиме велосиметров. Регистрацию проводили с использованием программируемых регистрирующих комплексов QUANTERA Q-380 и REFTEK 72A-08, а также сборки АЦП-Notebook [5, 6]. Сравнительные испытания используемых сейсмических каналов показали идентичность результатов регистрации [7].

При обработке результатов цифровой регистрации использовались стандартные программы

SUDS. Для выявления периодичностей микро-сейсмического процесса привлекали подходы, предложенные в [1, 8].

3. Периодичности временных вариаций амплитуды микро-сейсмического фона на временных интервалах более 1 мес наиболее отчетливо проявляются в диапазоне частот 0.1–10 Гц (рис. 1) и практически не меняются в течение всего периода наблюдений (отмечена лишь тенденция к увеличению амплитуды фона в весенне-летний период). В этом частотном диапазоне выделяются несколько главных периодичностей. Наибольшими вариациями характеризуются периодичности 1 год и 30.5 сут. Вариация амплитуды фона с периодичностью 1 год достигает 250 нм/с.

Как видно из рис. 1, вариация амплитуды микро-сейсмического фона с периодичностью 30.5 сут заметно выше в осенне-зимний период, когда она может достигать 150 нм/с. В весенне-летний период вариация составляет 5–40 нм/с.

4. Вариации амплитуды высокочастотной составляющей микро-сейсмических колебаний (0.5–40 Гц) проявляются более сложным образом. Наряду с периодичностью 1 год, 30.5 и 4.9 сут указанные вариации характеризуются циклическими изменениями амплитуды (рис. 2). Длительность одного цикла, который характеризуется последовательным уменьшением и увеличением амплитуды микро-сейсмического фона, составляет около 3 мес. При этом следует отметить, что периодичность и квазициклическость временных вариаций амплитуды высокочастотных микро-сейсмических колебаний не связаны с вариациями атмосферного давления и уровнем подземных вод.

Суточные вариации амплитуды высокочастотных составляющих микро-сейсмического фона на станции МНВ в среднем характеризуются периодичностью ~24 ч (рис. 3). При этом максимальные значения амплитуд микро-сейсмического фона приходятся примерно на 10–11 ч, минимумы приурочены к 3–4 ч местного времени.

5. Характер временных изменений спектральных характеристик микро-сейсмического фона свидетельствует о значительных вариациях амплитуды спектральной мощности микро-сейсмиче-

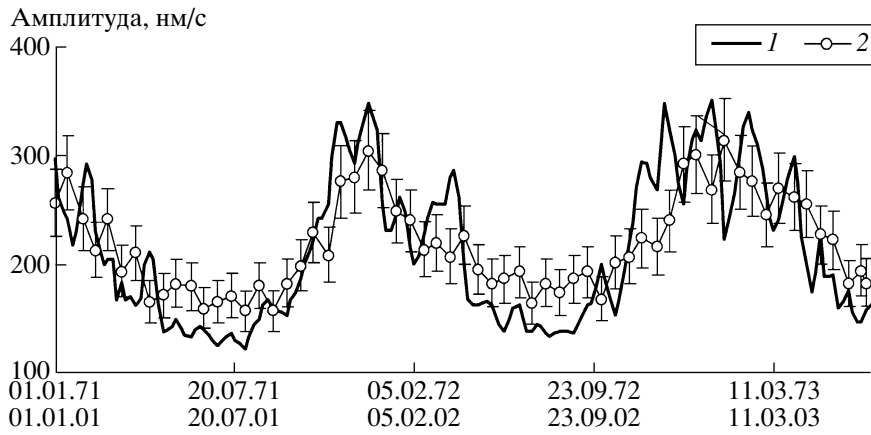


Рис. 1. Сезонные вариации амплитуды микросейсмического фона (вертикальная компонента) в частотном диапазоне 0.1–10 Гц; 1 – 1971–1993 гг. (Н.К. Плескач); 2 – 2001–2003 гг.

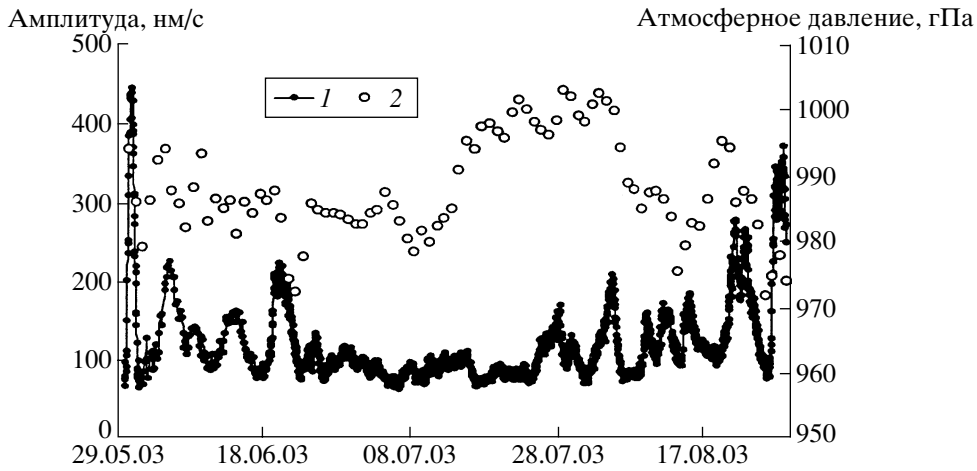


Рис. 2. Временные вариации амплитуды микросейсмического фона в диапазоне 0.5–40 Гц (вертикальная компонента) на станции MNV (1); 2 – атмосферное давление.

ских колебаний на частотах свыше 5 Гц (в качестве примера на рис. 4 приведены спектральные плотности мощности (СПМ) микросейсмических колебаний, полученных в разное время).

Анализ вариаций СПМ микросейсмического фона (анализировали значения СПМ на частоте 9 Гц) показал наличие периодичностей 7 мес. и ~19 лет. Это близко к периодичностям вариаций среднего за сутки значения вертикальной составляющей приливной силы [10, 11]. В меньшей степени выражены периодичности ~7 и ~14 сут.

Наблюдаются также временные вариации СПМ квазигармонических колебаний, которые проявляются на спектрах в виде пиков с частотами $f_i = 3.18, 4.5, 6.3, 8.3, 10, 12.5, 14.5$ и 16.6 Гц [4, 9]. Периодичности вариаций амплитуд квазигармонических колебаний практически совпадают с вариациями амплитуды микросейсмического фона. При этом отмечаются большие вариации относительных амплитуд СПМ квазигармонических ко-

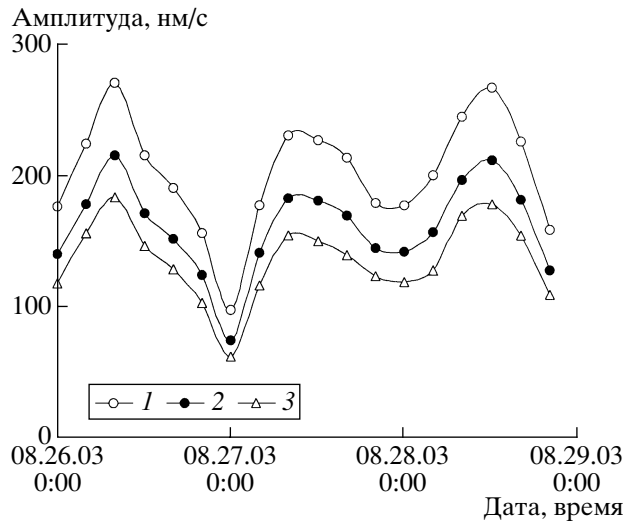


Рис. 3. Суточные вариации средневладратической (1), средней (2) и медианы (3) абсолютных значений амплитуды микросейсмического фона (вертикальная компонента) в диапазоне 0.5–10 Гц.

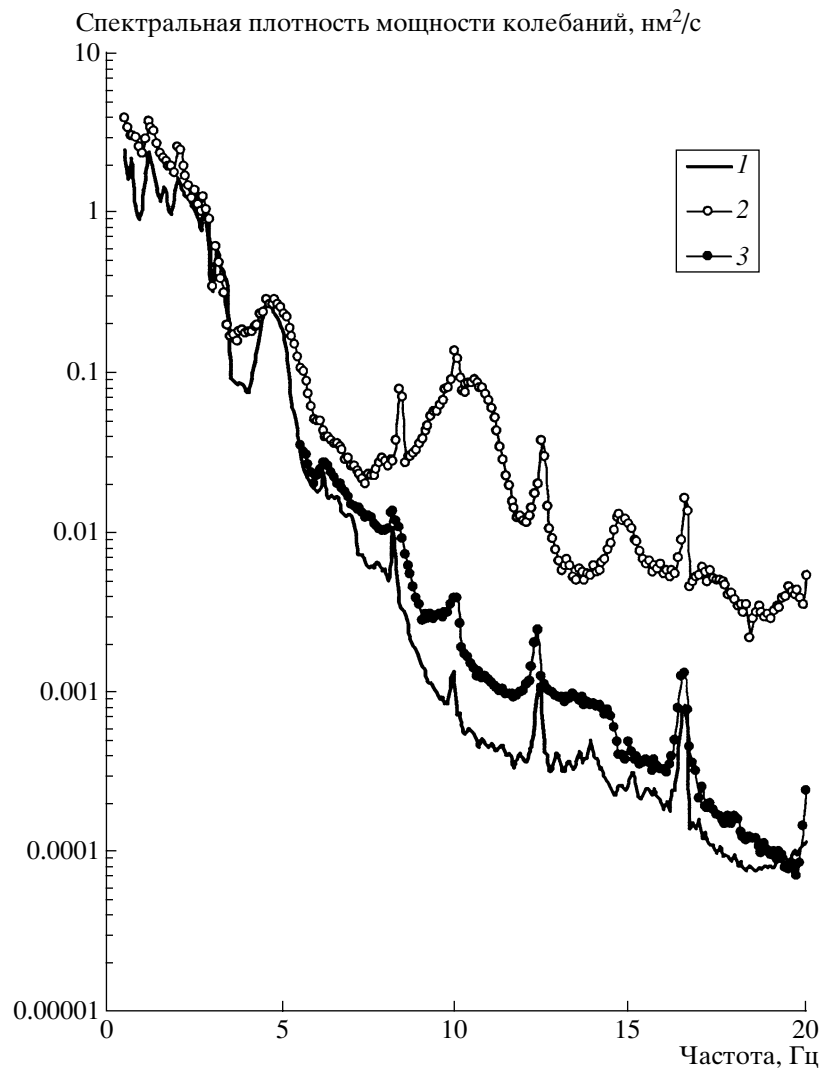


Рис. 4. Спектральная плотность мощности микросейсмических колебаний на станции МНУ; 1 – 04.07.92; 2 – 12.08.92; 3 – 26.12.89.

лебаний резонансного типа ($f_i = 8.3, 14.5$ Гц) по сравнению с квазигармоническими колебаниями техногенного происхождения ($f_i = 12.5, 16.5, 24.5$ Гц) [3, 4] (под относительной амплитудой СПМ в данном случае понимается отношение СПМ на частоте f_i к фоновым значениям). Следует отметить, что вариации значений f_i не связаны с вариациями амплитудных и спектральных характеристик микросейсмического фона и определяются интервалами изменения, характерными для квазигармонических колебаний техногенного и резонансного типов [4] (соответственно 0.05 и 0.2 Гц).

б. Выделенные периодичности микросейсмических колебаний представляют собой важную характеристику постоянно протекающих геодинамических процессов. Особый интерес вызывает корреляция наблюдаемых периодичностей микросейсмического процесса с периодичностями слабых по амплиту-

де земных приливов в результате воздействия Луны и Солнца, роль которых в формировании структуры Земли и характера диссипативных процессов в недрах нашей планеты может быть существенной [4, 11, 12].

Работа выполнена при поддержке гранта НШ–567.2003.5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас временных вариаций природных процессов. Т. 1. Порядок и хаос в литосфере и других сферах. М.: ОИФЗ РАН, 1994. 176 с.
2. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 3. Природные и социальные сферы как части окружающей среды и как объект воздействия. М.: Янус-К, 2002. 672 с.
3. Спивак А.А. // ДАН. 1998. Т. 363. № 2. С. 246–249.

4. Кишикина С.Б., Спивак А.А. // ДАН. 2003. Т. 392. № 4. С. 543–545.
5. Локтев Д.Н. Нестационарные процессы в верхних и нижних оболочках Земли. Сб. науч. тр. ИГГ РАН. М., 2002. С. 596–604.
6. Спивак А.А., Кожухов С.А., Локтев Д.Н. и др. В сб.: Геофизические процессы в нижних и верхних оболочках Земли. М.: ИДГ РАН, 2003. С. 254–265.
7. Локтев Д.Н., Павлов Д.В. Геофизические процессы в нижних и верхних оболочках Земли. М.: ИДГ РАН, 2003. С. 272–280.
8. Любушин А.А., мл., Писаренко В.Ф., Ружич В.В., Буддо В.Ю. // Вулканология и сейсмология. 1998. № 1. С. 62–76.
9. Плескач Н.К. // ДАН. 1977. Т. 232. № 3. С. 558–561.
10. Мельхиор П. Земные приливы. М.: Мир, 1968. 482 с.
11. Авсюк Ю.Н. Приливные силы и природные процессы. М.: ОИФЗ РАН, 1996. 188 с.
12. Авсюк Ю.Н., Худзинский Л.Л., Суворова И.И. // Вычисл. сейсмология. 2002. В. 33. С. 311–336.