УДК 550.34

РЕГИСТРАЦИЯ УСКОРЕНИЯ КАНАЛОМ СМЕЩЕНИЯ МАСС СЕЙСМОМЕТРА ЗТВ

Ю. В. Шевченко

Камчатский филиал Геофизической службы РАН 683006 Петропавловск Камчатский, бульвар Пийпа, 9

E-mail: klb@emsd.ru

Рассматривается возможность использования записей смещения масс сейсмометра CMG-ЗТВ (GURALP) для анализа низкочастотных движений грунта. Показано, что записи каналов смещения масс пригодны для исследования сигналов до частот в сотые доли миллигерц. Можно надеется, что данные каналов смещения масс будут полезны при наблюдении за сравнительно медленно меняющимися процессами, например, за наклонами и изменением силы тяжести на активных вулканических постройках, связанных с внедрением магмы.

Ключевые слова: сейсмометр ЗТВ, каналы смещения масс

© Шевченко Ю. В., 2019

PACS 43.40.Ph

REGISTRATION OF ACCELERATION BY MASS DISPLACEMENT CHANNEL FOR SEISMOMETER ЗТВ

Yu., V. Shevchenko

Kamchatka Branch of the Geophysical Survey RAS 683006 Petropavlovsk Kamchatsky, Piip Boulevard, 9

E-mail: klb@emsd.ru

The possibility of using CMG-ЗТВ (GURALP) seismometer mass displacement records for the analysis of low-frequency soil movements is being considered. It is shown that recordings of mass displacement channels are suitable for studying signals up to frequencies in hundredths of millihertz. It is hoped that the data of the mass displacement channels will be useful in observing relatively slowly changing processes, for example, slopes and changes in gravity on active volcanic structures associated with the introduction of magma.

Key words: ЗТВ seismometer, mass displacement channels

© Shevchenko Yu., V., 2019

Введение

В настоящее время на шести сейсмических станциях Камчатской региональной сети установлены сейсмометры CMG-3ТВ (GURALP) [1]. Основные каналы этих датчиков позволяют регистрировать скорость смещения грунта в полосе частот 0.083-40 Гц. На станции «Институт» (IVS), помимо основных каналов, ведется регистрация сигналов смещения масс датчиков, соответствующих ускорению движения грунта. В представленной работе рассматривается возможность использования записей смещения масс для анализа низкочастотных движений грунта.

Использованные данные

В работе использованы записи сейсмометра CMG-3ТВ, установленного на станции IVS в скважине на глубине 25 метров. В качестве примера для демонстрации возможности использования записей смещения масс для анализа низкочастотных движений грунта выбран участок длительностью одна неделя, на котором имеется запись сигнала от землетрясения на северном побережье Чили (01.04.2014, 23:46:47, $M_w = 8.1$, $\phi = -19.619^\circ$, $\lambda = -70.788^\circ$, $h = 17$ км, здесь ϕ, λ, h – широта, долгота и глубина землетрясения, M_w – магнитуда из каталога NEIC). Присутствие на выбранном участке записи землетрясения позволяет сравнить волновые формы ускорения на основных каналах прибора и каналов смещения масс. Для обработки сейсмограмм применялась программа «DIMAS» [2].

Результаты обработки

Обработка состоит в устранении дрейфа нулевой линии и частотной фильтрации записей смещения масс маятников. Дрейф нулевой линии может быть связан с медленным изменением температуры датчика, изменением атмосферного давления, сезонными вариациями уровня грунтовых вод. На Рис. 1а показаны исходные записи каналов смещения масс длительностью одна неделя. Стрелкой отмечено землетрясение 01.04.2014 г. На рис. 1б эти же записи после устранения дрейфа (полином первой степени) и низкочастотной фильтрации (НЧ) с частоты 0.01 Гц (фильтр Баттерворта 4 порядка). Соответствующий расчетный морской прилив в г. Петропавловск-Камчатский показан на рис. 1в [3].

Смещение массы маятника можно рассматривать как суммарная реакция на изменение силы тяжести и наклон грунта, связанные с солнечно-лунным приливом, и ускорения, соответствующего собственным колебаниям земли. Отличие формы записи на вертикальной компоненте от формы записи на горизонтальных компонентах можно объяснить разной чувствительностью к этим факторам. Маятник вертикальной ориентации, как и морской прилив, более чувствителен к изменению силы тяжести, а смещения масс горизонтальных каналов прибора обусловлены в основном наклонами. Поэтому при сохранении суточной и полусуточной периодичности, записи смещения масс горизонтальных компонент отличаются от записей вертикального канала.

На рис. 2 показан спектр мощности для вертикальной компоненты записи смещения масс, соответствующий рис. 1б.

Рис. 1. а - исходная запись каналов смещения масс, б - запись каналов смещения масс после устранения дрейфа и НЧ фильтрации с частоты 0.01 Гц, в - расчетный морской прилив в г. Петропавловск-Камчатский

Низкочастотные гармоники спектра, например, 25.5, 12.3 часа, можно связать с солнечно-лунными приливами. Гармоники с периодами менее часа можно соотнести с собственными колебаниями земли [4].

Рис. 2. Спектр ускорения для вертикальной компоненты смещения масс (см. рис. 1б) после устранения дрейфа нуля и НЧ фильтрации с частоты 0.01 Гц. Стрелками указаны периоды колебаний, соответствующие экстремумам спектра

На рис. 3. представлены записи ускорения при землетрясении 01.04.2014 г. основными каналами прибора и каналами смещения масс после фильтрации в полосе 0.0001-0.01 Гц.

Рис. 3. Записи ускорения при землетрясении каналами смещения масс (верхние три трассы) и основными каналами после фильтрации в полосе 0.0001-0.01 Гц для землетрясения 01.04.2014 г.

По форме записи основных каналов и каналов смещения масс близки, но по амплитуде отличаются на 5-20 %. Можно также заметить запаздывание записей каналов смещения масс на 20-30 сек относительно записей основных каналов сей-

смометра, связанное вероятно с задержкой при фильтрации, реализованной в схеме прибора.

Заключение

На примерах показана возможность использования записей смещения масс сейсмометра ЗТВ для исследования сигналов с частотой в сотые доли миллигерца. Можно надеется, что данные каналов смещения масс будут полезны при наблюдении за сравнительно медленно меняющимися процессами, например, за наклонами и изменением силы тяжести на активных вулканических постройках, связанных с внедрением магмы.

Список литературы/References

- [1] Wielandt E., *Seismic sensors and their calibration in New Manual of Seismological Observatory Practices*, GeoForschungsZentrum, Potsdam, 2002.
- [2] Дрознин Д. В., Дрознина С. Я., “Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS”, *Сейсмические приборы*, **46**:3 (2010). [Droznin D. V., Droznina S. Ya., “Interaktivnaya programma obrabotki seysmicheskikh signalov DIMAS”, *Seysmicheskiye pribory*, **46**:3 (2010), (in Russian)].
- [3] Шулейкин В. В., *Физика моря*, Наука, М., 1968. [Shuleikin V. V., *Fizika morya*, Nauka, Moskva, 1968].
- [4] Милюков В. К., Виноградов М. П., Миронов А. П., Мясников А. В., Перелыгин Н. А., “Собственные колебания земли, возбужденные тремя крупнейшими землетрясениями последнего десятилетия, по деформационным наблюдениям”, *Физика земли*, 2015, № 2, 21-36. [Milyukov V. K., Vinogradov M. P., Mironov A. P., Myasnikov A. V., Perelygin N. A., “Sobstvennyye kolebaniya zemli, vzbuzhdennyye tremya krupneyshimi zemletryaseniymi poslednego desyatiletiya, po deformatsionnym nablyudeniya”, *Fizika zemli*, 2015, № 2, 21-36, (in Russian)].

Список литературы (ГОСТ)

- [1] Wielandt E. Seismic sensors and their calibration in New Manual of Seismological Observatory Practices. 2002. 1-467. GeoForschungsZentrum Potsdam.
- [2] Дрознин Д. В., Дрознина С. Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // Сейсмические приборы. 2010. Т. 46. № 3.
- [3] Шулейкин В. В. Физика моря. М.: Наука. 1968.
- [4] Милюков В. К., Виноградов М. П., Миронов А. П., Мясников А. В., Перелыгин Н. А. Собственные колебания земли, возбужденные тремя крупнейшими землетрясениями последнего десятилетия, по деформационным наблюдениям // Физика земли. 2015. № 2. С. 21-36.

Для цитирования: Шевченко Ю. В. Регистрация ускорения каналом смещения масс сейсмометра ЗТВ // *Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки*. 2019. Т. 29. № 4. С. 218-222. DOI: 10.26117/2079-6641-2019-29-4-218-222

For citation: Shevchenko Yu., V. Registration of acceleration by mass displacement channel for seismometer ЗТВ, *Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki*. 2019, **29**: 4, 218-222. DOI: 10.26117/2079-6641-2019-29-4-218-222