

УДК 550.34

DOI: 10.23671/VNC.2015.2.55271

О СПЕКТРАХ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТОВ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

© 2015 Э.Г. Геодакян, к.ф.-м.н., С.М. Оганесян, д.ф.-м.н., проф.,
С.Н. Саргсян, Дж.К. Карапетян, к.г.-м.н.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова
НАН РА, 3115, г. Гюмри, ул. В. Сарксяна, 5, e-mail: iges@sci.am

Изучение спектральных и динамических параметров очагов землетрясений по данным инженерных макросейсмических и инструментальных наблюдений необходимо для решения многих задач фундаментальной и прикладной сейсмологии. Это – задачи физики очага, процессов подготовки сильных землетрясений, задачи сейсмического районирования, микрорайонирования, расчета сейсмических воздействий, геофизической защиты территории и т. д.

Ключевые слова: колебания грунтов, спектральные и динамические параметры очагов, сейсмический эффект.

Учитывая, что характер движений, записываемых на сейсмограмме, определяется как средой на пути распространения сейсмических волн, так и источником, необходим комплексный анализ записи, который позволил бы получить дополнительную информацию об очаге землетрясения, лучше понять механизм источника.

На современном этапе развития инженерно-сейсмологических исследований однозначно установлено, что сейсмический эффект на поверхности Земли зависит от ряда основных факторов, связанных с очагом землетрясения, физико-механическими свойствами среды распространения сейсмических волн и геолого-геофизическими условиями грунтовых пород в пунктах регистрации [Бондырев, Заалишвили, 2005; Геодакян и др., 2013; Заалишвили и др., 2010; Карапетян, 2012; Штейнберг и др., 1993].

Для получения и анализа указанных данных необходимо развивать и совершенствовать инструментальный мониторинг территории и формирование соответствующей базы данных сильных движений [Заалишвили и др., 2011; 2012], а также поверхностные и глубинные исследования с помощью современных подходов и оборудования [Милуков и др., 2013; Рогожин и др., 2013].

Основными характеристиками очага принято считать магнитуду, географические координаты эпицентра, время в очаге землетрясения, параметры механизма очага, а также амплитудно-частотный спектр сейсмического излучения и его продолжительность. В качестве динамических параметров очага принимается величина скалярного сейсмического момента – M_0 , длина – (L) и ширина – (W) разрыва, сброшенное в очаге напряжение – $\Delta\sigma$, кажущееся напряжение – $\eta\sigma$, величина радиального коэффициента трения – σ_r , дислокация – u .

Для решения выше перечисленных фундаментальных и прикладных задач важным этапом исследований является количественное определение значений

амплитудно-частотного состава сейсмических излучений, как в очаге землетрясения, так и сейсмических воздействий (ускорений) грунта в ближней зоне землетрясения.

С нашей стороны была поставлена задача исследовать спектральный состав сейсмических сигналов, излучаемых из очагов афтершоков Спитакского разрушительного землетрясения 7 декабря 1988 года и спектральный состав сейсмических воздействий (ускорений) на грунтах в ближней зоне и с их помощью определить ряд динамических параметров очагов афтершоков.

Для решения поставленной задачи в качестве исходных данных были использованы цифровые записи сети из 8-ми временных автономных станций (акселерографов), установленных американскими сейсмологами (таблица 1) в эпицентральной зоне Спитакского землетрясения за период с 1990-2002 гг. Более того, географическое расположение этих станций относительно очага позволяет применить две модификации спектрального анализа колебаний, так называемые частотно-пространственные (Ч. П.) и частотно-азимутальные (Ч. А.) методы, которые дают возможность исследовать спектральный состав колебаний грунта, их пространственную локализацию и азимутальную направленность [Молотков, Серова, 1986].

В работе были использованы цифровые записи 16-ти землетрясений, зарегистрированных на 8-ми станциях, расположение которых приведено на рис. 1.

Основываясь на цифровых записях указанных землетрясений, на первом этапе были построены амплитудно-частотные спектры и с их помощью оценены динамические параметры очагов афтершоков.

Для определения этих параметров использовались количественные связи, установленные между теоретическими моделями источников и основными характеристиками соответствующих спектров [Аптекман и др., 1989].

В качестве примера приводятся количественные значения динамических параметров (таблица 2) землетрясения 16.12.1990 г $M=5,2$.

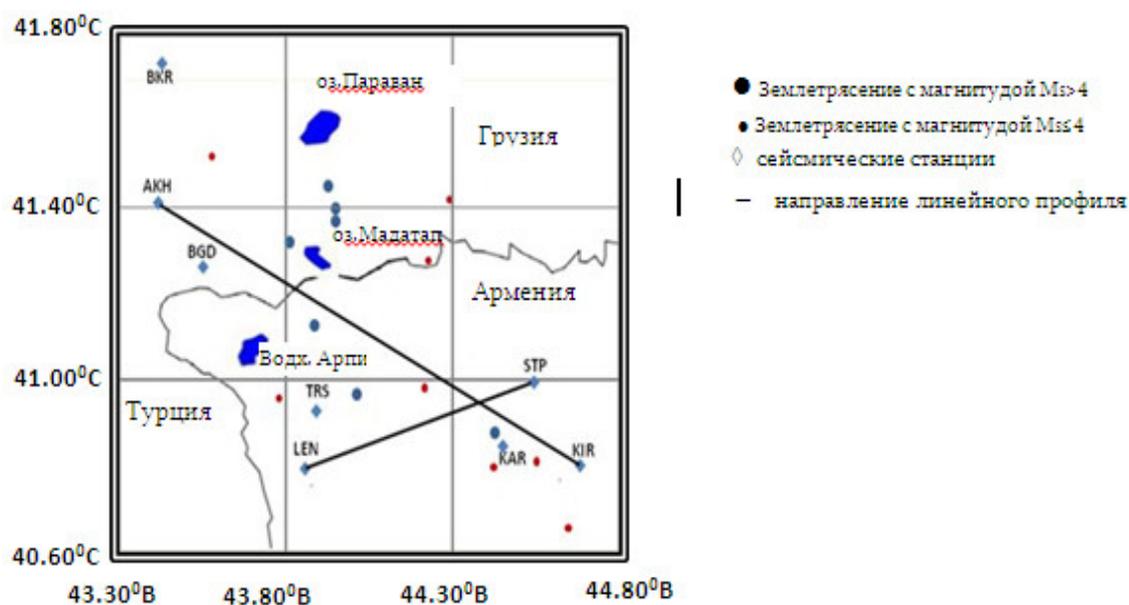


Рис. 1. Карта расположения акселерографов и эпицентров афтершоков

Таблица 1

Цифровые записи сети акселерографов

Код	станция	Сейсмические станции			Время открытия
		Пространственные координаты		высота	
		φ_0N	λ_0E	H (м)	
KIR	Кировакан	40,804	44,506	1380	01.06.1990
KAR	Карадзор	40,848	44,32	1590	01.06.1990
STP	Степанаван	40,997	44,396	1450	01.06.1990
LEN	Ленинакан	40,796	43,847	1640	01.06.1990
TRS	Торос	40,928	43,873	1870	01.06.1990
BGD	Богдановка	41,265	43,6	2000	01.06.1990
AKH	Ахалкалак	41,41	43,493	1700	01.06.1990
BKR	Бакуриани	41,734	43,502	1807	01.06.1990

Таблица 2

Динамические параметры очага землетрясения 16.12.90, 15:45, $\varphi=41,32^0$,
 $\lambda=43,32^0$, M=5,2, K=13,4, H=4

Станция	Угловая частота	Спектральная плотность	Длина разрыва	Ширина разрыва	Скаляр. сейсм. момент	Сброш. напряж.	Кажущ. напряжение.	Подвижка по разрыву	Радиальный коэффициент трения
	f_0 Гц	$S0 * g, \text{ см/сек}^2$	L, км	W, км	$M_0, \text{ Нм}$	$\Delta\sigma, \text{ Па}$	$\eta\sigma, \text{ Па}$	u, м	$\sigma_r, \text{ Па}$
BGD	0,2	0,1	5,1	1,7	$2,34 \cdot 10^{17}$	$2,22 \cdot 10^5$	$5,1 \cdot 10^5$	0,08	$3,99 \cdot 10^5$
AKH	0,22	0,06	4,7	1,56	$2,525 \cdot 10^{17}$	$2,73 \cdot 10^5$	$5,3 \cdot 10^5$	0,1	$3,93 \cdot 10^5$
TOR	0,2	0,3	5,2	1,7	$1,6 \cdot 10^{17}$	$1,4 \cdot 10^5$	$7,4 \cdot 10^5$	0,05	$6,7 \cdot 10^5$
LEN	0,25	0,05	4,2	1,4	$3,29 \cdot 10^{17}$	$5,59 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^5$	0,18	$0,805 \cdot 10^5$
BKR	0,25	0,04	4,1	1,36	$2,69 \cdot 10^{17}$	$4,91 \cdot 10^5$	$4,4 \cdot 10^5$	0,16	$1,945 \cdot 10^5$
STP	0,22	0,04	4,8	1,6	$3,05 \cdot 10^{17}$	$3,47 \cdot 10^5$	$3,9 \cdot 10^5$	0,13	$2,165 \cdot 10^5$
KAR	0,23	0,04	4,5	1,5	$3,3 \cdot 10^{17}$	$4,56 \cdot 10^5$	$3,9 \cdot 10^5$	0,16	$1,32 \cdot 10^5$
KIR	0,23	0,03	4,5	1,5	$3,18 \cdot 10^{17}$	$4,3 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^5$	0,15	$1,55 \cdot 10^5$

Работа выполнена в рамках тематического финансирования по проекту 13-1E201 Государственного Комитета по науке МОН РА.

Литература

1. Аптекман Ж.Я., Белавина Ю.Ф., Захарова А.И., Зобин В.М., Коган С.Я., Корчагина О.А., Москвина А.Г., Поликарпова Л.А., Чепкунас Л.С. Спектры Р-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Переход от стационарного спектра к очаговому и расчет динамических параметров очагов. // Вулканология и сейсмология. М.: Наука 1989, С. 66-79.
2. Бондырев И.В., Заалишвили В.Б. Современные геодинамические процессы Казбеги-Кельского района Центрального Кавказа // Геофизический центр экспери-

ментальной диагностики ВНИЦ РАН и РСО-А, Институт географии им. В. Багратиони АН Грузии. – Тбилиси, 2005, 154 с.

3. Геодакян Э.Г., Оганесян С.М., Карапетян Дж.К. Об основных направлениях исследований аномальных проявлений сейсмических воздействий в очаговой и ближней зонах сильных землетрясений // Труды I международной конференции молодых ученых, посвященная 70-летию основания НАН РА. Современные задачи геофизики, инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства, Изд. “Гитутюн”, НАН РА, 2013, С 321-326.

4. Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Бурдзиева О.Г. Определение сейсмического воздействия на основе конкретной инженерно-сейсмологической ситуации района // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2010. № 1. С. 35-39.

5. Заалишвили В.Б., Певнев А.К., Рогожин Е.А. О геодезическом мониторинге для прогноза землетрясений на Северном Кавказе (на примере Владикавказского прогнозного полигона). // Геология и геофизика Юга России. 2011. №2. С. 33-40.

6. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Шемпелев А.Г. Мониторинг опасных геологических процессов в зоне предполагаемого Ардонского разлома и на участке трассы газопровода от сел. Дзуарикау до границы РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2012. №4. С. 25-32.

7. Карапетян Дж.К. Сопоставительный анализ расчетных кривых коэффициента динамичности β (Т,n), полученных различными методами // Вопросы инженерной сейсмологии. ISSN 0132-2826. 2012, Т.39. №3. стр. 33-40.

8. Милюков В.К., Юшкин В.Д., Миронов А.П., Заалишвили В.Б., Кануков А.С., Дзеранов Б.В. Мониторинг приращений силы тяжести на опорных гравиметрических пунктах Северного Кавказа высокоточными относительными гравиметрами // Геология и геофизика Юга России. 2013. №2. С. 39-45.

9. Молотков С.Г., Серова О.А. Исследования частотно-пространственных и частотно-азимутальных полей колебаний грунта в ближней зоне землетрясений // Детальные инженерно-сейсмологические исследования. М.: Наука, 1986. Вопросы инженерной сейсмологии; вып. 27, С. 74-82

10. Рогожин Е.А., Горбатиков А.В., Заалишвили В.Б., Степанова М.Ю., Харазова Ю.В., Андреева Н.В., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Дзедобоев Б.А., Габарев А.Ф. Новые представления о глубинном строении осетинского сектора Большого Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2013. №4. С. 3-7.

11. Штейнберг В.В., Сакс М.В., Аптикаев Ф.Ф., Алказ В.Г., Гусев А.А., Ерохин Л.Ю., Заградник И., Кендзера А.В., Коган Л.А., Лутиков А.И., Попова Е.В., Раутиан Т.Г., Чернов Ю.К. Методы оценки сейсмических воздействий (пособия) // Вопросы инженерной сейсмологии. М.: Наука, 1993, вып. 34. с. 95

DOI: 10.23671/VNC.2015.2.55271

ABOUT SOIL SEISMIC VIBRATIONS SPECTRA IN EARTHQUAKE NEAR ZONE

© 2015 E.G. Geodakyan, Sc. Candidate (Phys.-Math.), S.M. Oganesyanyan, Sc. Doctor (Phys.-Math.), prof., S.N. Sargsyan, J.K. Karapetyan, Sc. Candidate (Geol.-Min.)

Institute of geophysics and engineering seismology after A. Nazarov of NAS RA, 3115,
Gyumri, V. Sarkisyan street, 5, e-mail: iges@sci.am

Study of spectral and dynamic parameters of earthquake sources with the help of the data of engineering macroseismic and instrumental observations is necessary for many fundamental and applied seismology problems solving. These are the problems of earthquake source physics, processes of strong earthquakes origination, problems of seismic zoning, microzonation, seismic impacts calculation, geophysical protection of territory etc.

Key words: soil vibrations, spectral and dynamic parameters of earthquake sources, seismic effect.