

ЭФФЕКТ ЛОКАЛЬНЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ (SITE EFFECT) И УСИЛЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ТЕСТОВОМ ПОЛИГОНЕ (ШАМИРАМСКОЕ ПЛАТО, АРМЕНИЯ)

© 2010г. Р.Р. Дургарян, М.Р. Геворгян, С.Г. Бабаян,
М.А. Симонян, М.А. Аванесян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: raffie_d@yahoo.com
Поступила в редакцию 29 10 2010 г.*

Впервые на территории Армении, для оценки локального эффекта грунтовых условий, были определены амплитудно-частотные характеристики грунтов на основе анализа микросейсм по методу Накамуры (H/V) путем расчета отношений спектров горизонтальных и вертикальных составляющих микросейсм.

Геологические и топографические условия местности

Тестовый полигон расположен в 28 км к западу от Еревана, в северо-западной части Араратской котловины в пределах Шамирамского вулканического плато. С инженерно-геологической и геотехнической точки зрения полигон представляет собой плато, основанием которого служат следующие типы грунтов: насыпной грунт, серые суглинки с обломками базальтов, трещиноватые базальты с глыбовой отдельностью, светло-серые базальты (плотные и пористые).

Полевые измерения

Исходя из геологического разреза исследуемой площадки, были выбраны 3 участка для проведения измерений микросейсм. Схема расположения точек измерений приведена на рис. 1. Измерения были осуществлены с помощью сейсмической станции RAS-24 и трехкомпонентным сейсмическим датчиком СК-1П (частота собственных колебаний 1 Гц).

Первая точка измерений находится в шахте, глубиной 9.4 м, на базальтах (принимаемых за эталонный грунт), вторая точка измерений расположена рядом с буровой скважиной, на искусственном насыпном грунте, третья точка измерений была установлена в вырытом котловане, глубиной более 3-х метров, на суглинистых грунтах.

Основные параметры измерений:

Продолжительность записи 40 мин.

Частота измерения 250 Гц.

Такая система измерений позволяет провести дальнейшую обработку данных как с учетом требований **SESAME European research project 2004** (SESAME 2004), накладываемых стандартной методикой

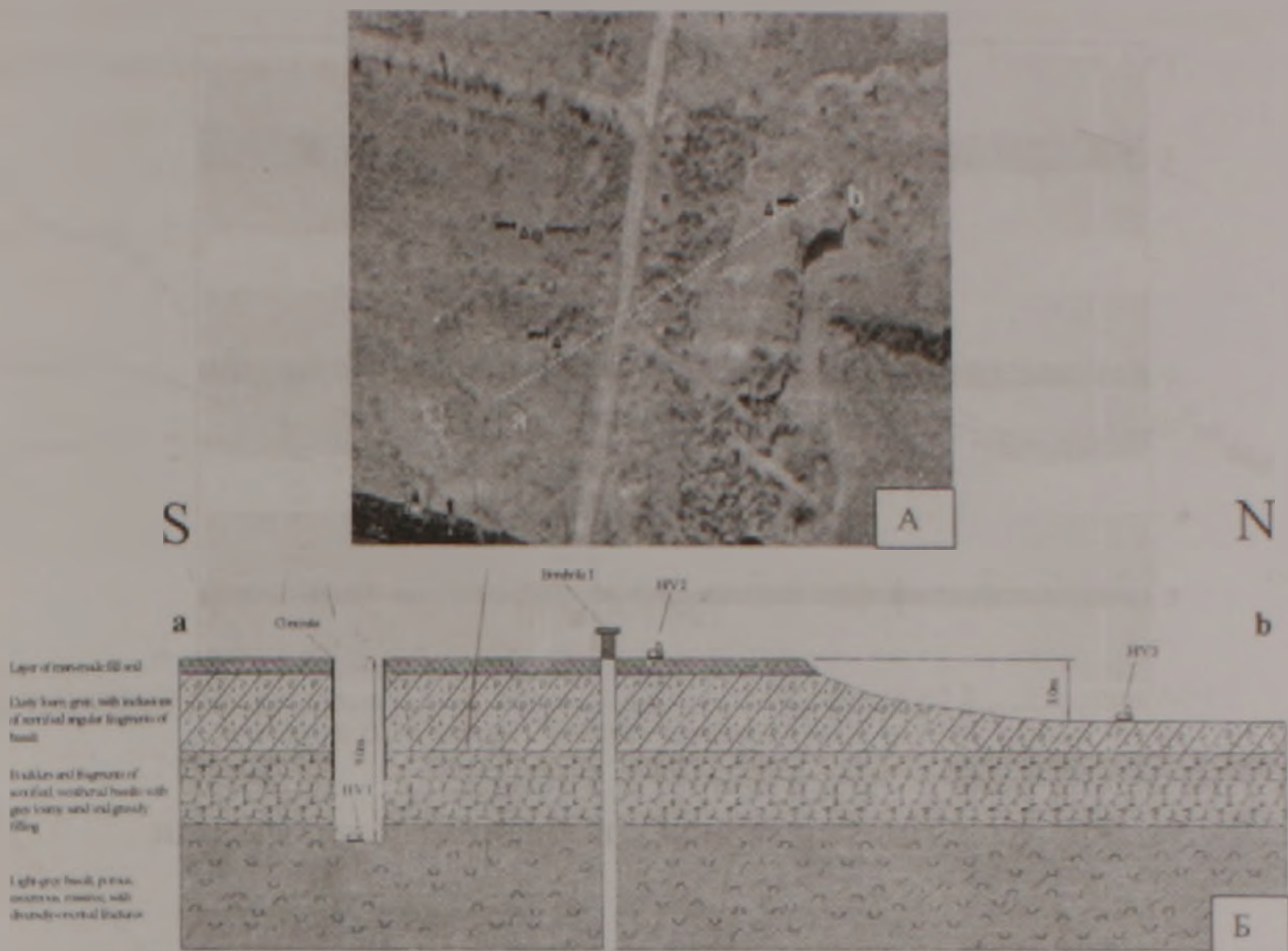


Рис. 1. Схема расположения точек измерений Н/В (А) и схематический инженерно-геологический разрез участка (Б)

оценки приращений усилений (необходимость синхронных измерений на эталонных и исследуемых грунтах), так и без их учета, рассматривая все наблюдения как независимые.

Обработка данных

Для обработки и интерпретации данных была использована программа Geopsy 2.6.3 (sesagra 2.0.5). Данная программа состоит из четырех основных модулей: модуля просмотра, модуля выборки окон, модуля обработки и модуля показа.

Необходимые для обработки данных параметры приведены в таблице.

Модули	Параметры
Модуль выборки окон	автоматический
Длина окна	30 сек.
Число выбранных окон	>70
Тип сглаживания	Konno & Ohmachi
Постоянная сглаживания	40.00
Горизонтальные компоненты	среднеквадратичные
Частота выборки	0.3-20.0Гц
Шаг частоты выборки (Log)	Число выборок 2000

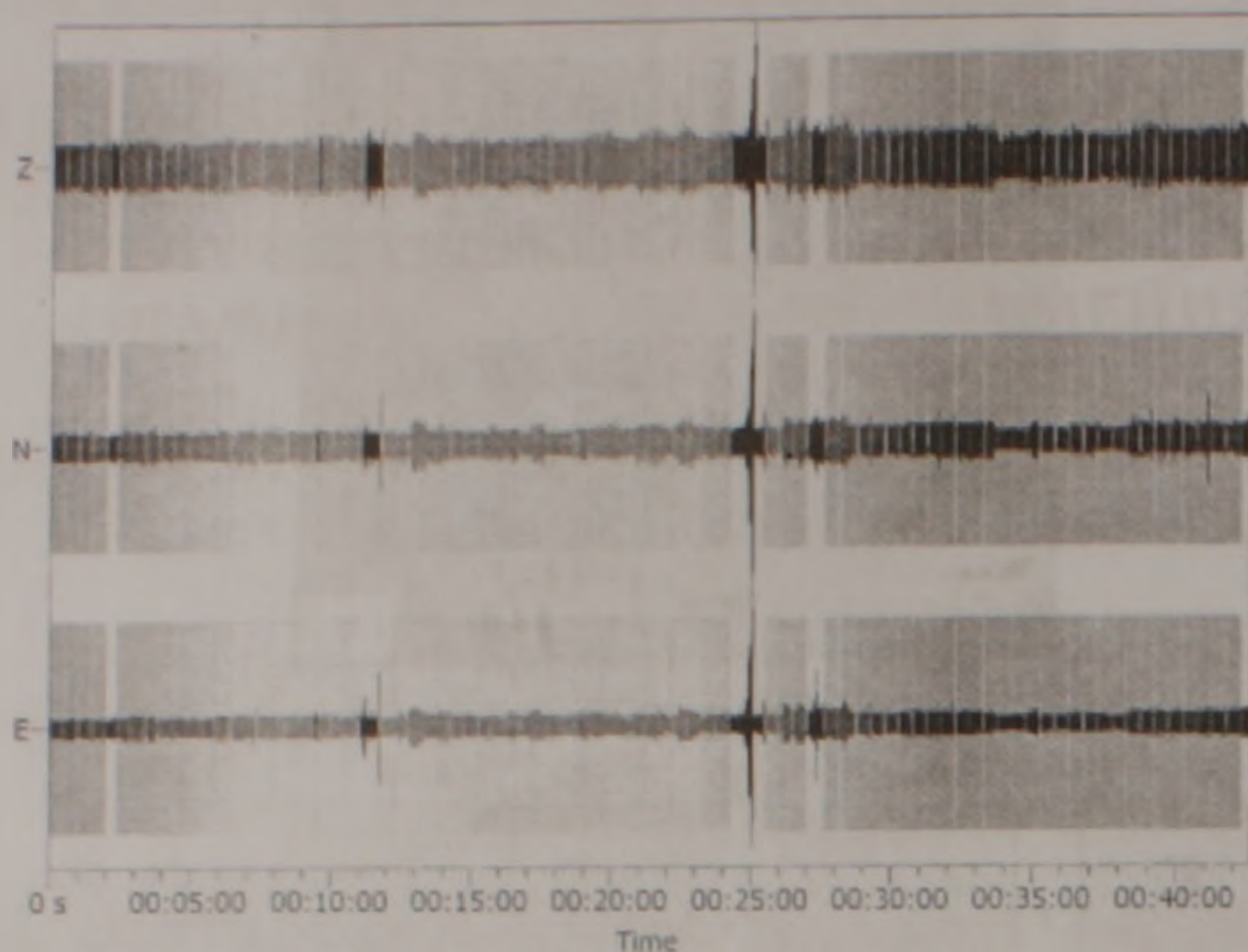


Рис. 2. Пример записи с выбранными сегментами

На рис. 2 приведены записи микросейсм с выделенными сегментами. Выборка сегментов производится с помощью модуля выборки окон, который может работать в автоматическом или ручном режиме.

Вычисление и анализ H/V спектральных соотношений

Главные функциональные возможности и модули обработок перечислены далее (Chatelain et al., 2000; Konno and Ohmachi, 1998):

- ◆ FFT спектр (Спектр Фурье)
- ◆ Сглаживание методикой Konno & Ohmachi
- ◆ Объединение двух горизонтальных компонент
- ◆ Спектральные соотношения H/V для каждого сегмента записи
- ◆ Среднеарифметические соотношения H/V
- ◆ Ожидаемые стандартные отклонения спектральных соотношений

При помощи главного модуля обработки выполняется расчет H/V спектральных соотношений (рис. 3).

Как видно из рис. 3, в частотном диапазоне от 1 до 10 Гц явно выраженных усилений не наблюдается. Это характерно для участков с большими средними скоростями поперечных волн ($V_{cp} > 800$ м/с), что соответствует скальным грунтам.

Форма кривых ближе к 1 Гц не представляет интереса, т.к. она отображает диапазон частот собственных колебаний датчика.

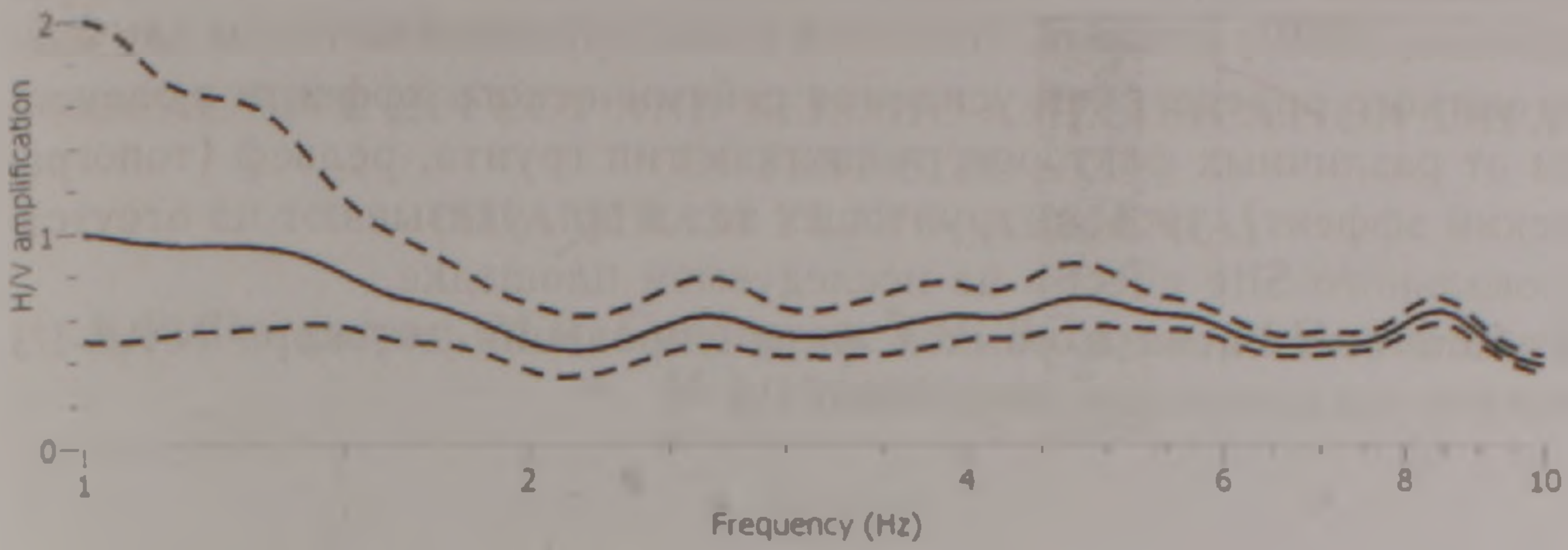
Обсуждение результатов

В мировой практике необходимость проведения исследований для определения локального эффекта (Site effect) возникает лишь в случае отсутствия кондиционных инженерно-геологических, геотехнических

Участок 1, H/V спектральные соотношения

Частота $f_0 = 4.7$

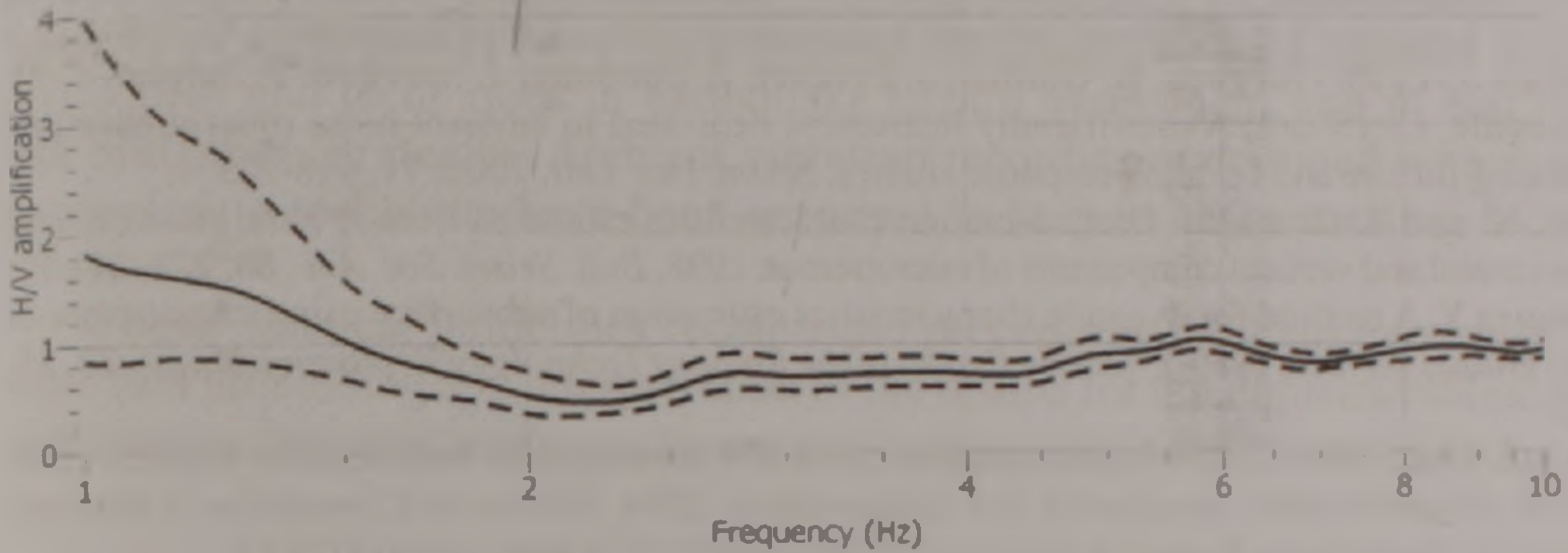
Усиление $A_0 < 1$



Участок 2, H/V спектральные соотношения

Частота $f_0 = 5.8$

Усиление $A_0 = 1$



Участок 3, H/V спектральные соотношения

Частота $f_0 = 5.0$

Усиление $A_0 > 1$

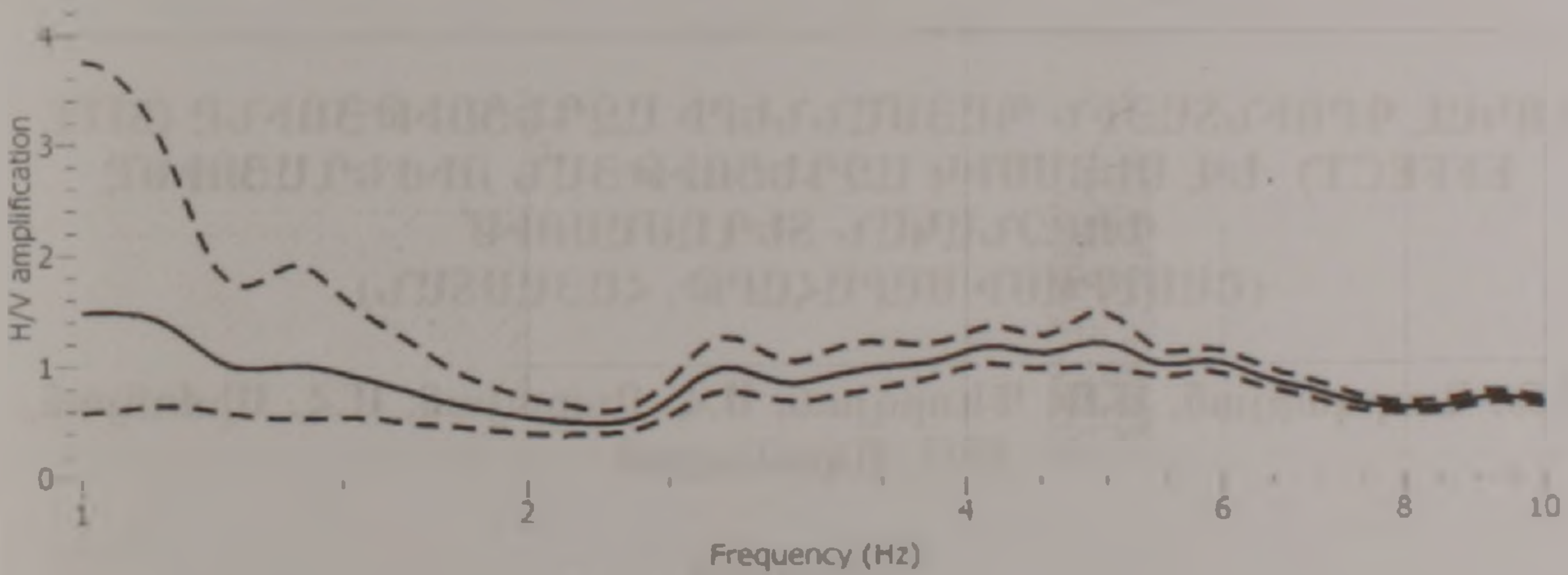


Рис.3. Изображения H/V соотношений и основных пиков на исследуемом участке

данных и физико-механических характеристик грунтов. До того, как приступить к H/V измерениям на местности нами были детально изучены имеющиеся данные по геотехническому разрезу и характеристикам грунтов на площадке.

Однако, для более объективной оценки сейсмических характеристик грунтов и тестировки выбранной методики мы провели более полный комплекс геолого-геофизических и геотехнических исследований.

Основные выводы

Результаты спектрального анализа соотношений горизонтальной и вертикальной компонент записей микросейсм H/V «методом Накамура» (Nakamura, 1989), который считается доминирующим методом для наиболее четкого определения усиления сейсмического эффекта в зависимости от различных факторов, таких как тип грунта, рельеф (топографический эффект), уровень грунтовых вод и др., указывают на отсутствие локального Site effect-а на исследуемой площадке.

Работа выполнена в рамках финансирования договора N AS-1/3 Института геологических наук НАН РА.

ЛИТЕРАТУРА

- Chatelain J.-L., Ph Guéguen, B. Guillier, J. Fréchet, F. Bondoux, J. Sarrault, P. Sulpice, J.-M. Neuville, CityShark: A user-friendly instrument dedicated to ambient noise (microtremor) recording for site and building response studies, *Seism. Res. Lett.*, 2000, 71, 698-703.
- Konno, K. and T. Ohmachi. Ground-motion characteristics estimated from spectral ratio between horizontal and vertical components of microtremor. 1998, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 88, 228-241.575
- Nakamura Y. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. 1989, *Quarterly Report of the Railway Technology Research Institute*, 30, 25-30.
- SESAME Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements, processing and interpretation. 2004, *European Commission – Research General Directorate Project No EVG1-CT-2000-00026 SESAME*, report D23.12.

Рецензент С. Н. Назаретян

ԼՈԿԱԼ ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ (SITE EFFECT) ԵՎ ՍԵՅՍՄԻԿ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՈՒԺԵՂԱՑՈՒՄԸ ՓՈՐՉՆԱԿԱՆ ՏԵՂԱՄԱՍՈՒՄ (ՇԱՄԻՐԱՄԻ ՍԱՐԱՀԱՐԹ, ՀԱՅԱՍՏԱՆ)

Բ.Ռ. Գուրգարյան, Մ.Ռ. Գևորգյան, Ս.Հ. Բաբայան, Մ.Հ. Սիմոնյան, Մ.Ա. Ավանեսյան

Ամփոփում

Ավերիչ երկրաշարժերի հետևանքների բազմաթիվ օրինակներ ցույց են տալիս երկրաշարժի վտանգի գնահատման և այդ վտանգի նվազեցման ռազմավարության կարևորությունը: Երկրաշարժավտանգ գոտիներում սեյսմիկ վտանգի օբյեկտիվ գնահատման տեսակետից շատ կարևոր է գրունտային պայմանների լոկալ էֆեկտի (Site effect) ուսումնասիրումը:

Առաջին անգամ Հայաստանի տարածքում, լոկալ էֆեկտի գնահատման համար կիրառվել է Նակամուտայի (H/V) մեթոդը, միկրոսեյսմիկ տատանումների գրանցումների հիման վրա: Մեթոդի հիմքում ընկած է գրանցված միկրոսեյսմների հորիզոնական և ուղղահայաց բաղադրիչների

սպեկտրների հարաբերության վերլուծությունը, գրունտների սեփական տատանումների գերակշռող պարբերությունները որոշելու նպատակով:

**LOCAL SITE EFFECT AND SEISMIC AMPLIFICATION IMPACT
IN TEST SITE
(SHAMIRAM PLATO, ARMENIA)**

**R.R. Durgaryan, M.R. Gevorgyan, S.H. Babayan, M.H. Simonyan,
M.A. Avanesyan**

Abstract

Site effects associated with local geological conditions constitute an important part of any seismic hazard assessment. Many examples of catastrophic consequences of earthquakes have demonstrated the importance of reliable analyses procedures and techniques in earthquake hazard assessment and in earthquake risk mitigation strategies. Ambient vibration recordings combined with the H/V spectral ratio technique have been proposed to help in characterising local site effects.

These practical guidelines recommend procedures for field experiment design, data processing and interpretation of the results for the implementation of the H/V spectral ratio technique using ambient vibrations (Nakamura 1989).