

Акустическая система для цифровой регистрации динамических экзогенных процессов

З.Т. Челидзе, А. Гогнашвили, Н.Д. Варамашвили

В последнее время все большее развитие получают бесконтактные методы регистрации таких динамических экзогенных процессов, как сели, лахары, лавины и т.д. Используются сейсмометры, пьезоэлектрические сенсоры, магнитоэлектрические датчики и акустические (микрофонные) сенсоры. Из них наилучшее соотношение сигнала S к шуму D получено для акустических датчиков.

Как известно, сели генерируют вибрацию почвы в диапазоне низких частот (0 –100Гц). Согласно [1], максимум в спектре мощности отмечается в районе 40 Гц.

Учитывая результаты практических [1-3] наблюдений акустической эмиссии (АЭ) при катастрофических селях, в отделе экспериментальной геофизики Института геофизики ГАН, был проведен анализ основных требований технического задания, проведена разработка и сборка экспериментальных образцов акустических сенсоров, а также фильтров и малозумящих усилителей (МЗУ) для регистрации шумов, возникающих при прохождении селей – Рис.1.

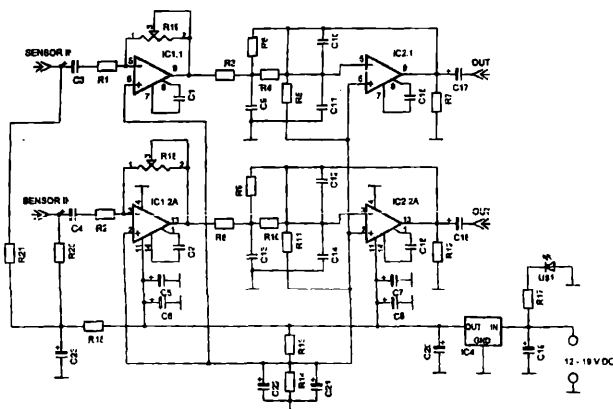


Рис.1 Схема акустической системы для регистрации экзогенных динамических процессов

Главные требования к системе были следующими: минимальная потребляемая мощность, автономность, максимально линейная амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) датчиков и усилителей в полосе частот наблюдаемых сигналов, максимальное отношение сигнал/шум для достижения большей чувствительности и достоверности информации. Следовательно, в роли датчиков были применены конденсаторные микрофоны, обладающие высокой линейностью АЧХ в диапазоне частот $10 \div 1000$ Гц.

Микрофонные головки устанавливались непосредственно на плате первичного малошумящего усилителя (МШУ) в герметичном кожухе датчика (трубчатый металлический кожух длиной $\sim 60 \div 70$ см и внешним диаметром $\sim 3,5 \div 4$ см).

Демпфирование самих стенок металлического кожуха происходит за счет плотного прилегания грунта. Питание МШУ осуществляется через герметичный коннектор по сигнальному коаксиальному кабелю. (Используется стабилизированное напряжение 9в, ток, потребляемый двумя датчиками не более 10 ма).

Применение МШУ в непосредственной близости с датчиками дает возможность использовать сигнальные кабели большей длины, без риска ухудшить отношение сигнал/шум всей системы, дополнительно предоставляя возможность выбрать большие расстояния между точками установки двух датчиков (до $150 \div 200$ м).

Фильтры служат для выделения полезного спектра частот и уменьшения возможных помех, вызванных длиной сигнального кабеля. После обработки входными МШУ и фильтрами сигналы усиливаются масштабными усилителями, которые позволяют выставить выходные уровни системы в соответствии с требованиями регистрирующего устройства.

Вся система питается от батарей 12 в, потребляя не более $40 \div 45$ мА.

Полевые испытания

Во время эксперимента микрофонные датчики устанавливались в двух ямах на глубине 0,7 метров, в наклонном положении. Расстояние между датчиками ~ 5 метров. Акустический сигнал инициировался с помощью груза массой ~ 7 кг, который бросали с высоты $\sim 1,2$ метров, примерно на равном удалении от датчиков. На рис.2 показаны записи датчиков и моменты инициирования акустического сигнала. Моменты соответствуют следующим удалениям:

- 1) пробная запись 001 – 2,5м от датчика
- 2) пробная запись 002 – 0,5м
- 3) пробная запись 003 – 4м
- 4) пробная запись 004 – 9м

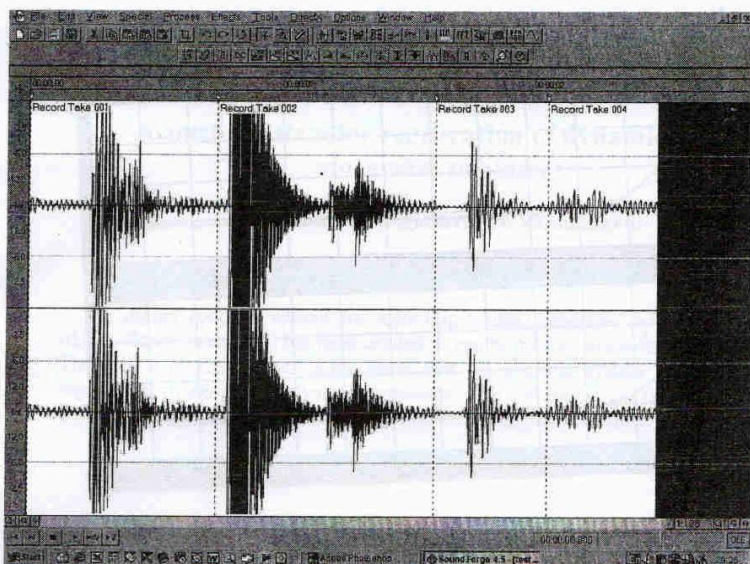


Рис.2. Запись акустического сигнала с датчиков в программе Sound Forge и точки иницирования акустического сигнала

Регистрация и обработка сигнала проводилась на компьютере, с помощью специальной программы Sound Forge. Акустический сигнал сильно затухал в зависимости от расстояния. Зависимость амплитуды от расстояния показана на рис.3. Можно сказать, что зависимость амплитуды от расстояния имеет экспоненциальный характер.

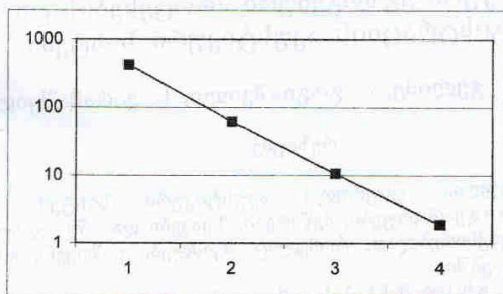


Рис.3. Зависимость амплитуды сигнала от расстояния

На рис.4 показан частотный спектр мощности акустического сигнала для третьей точки иницирования.

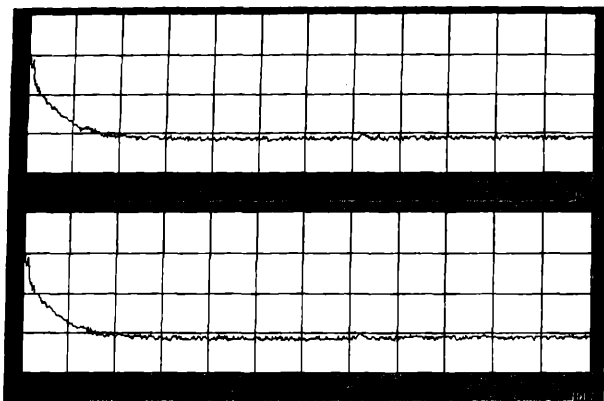


Рис.4 Частотный спектр мощности акустического сигнала

ЛИТЕРАТУРА

1. M.Itakura, N.Fujii, T. Savada. Basic characteristics of ground vibration sensors for the detection of debris flow. Phys.Chem.Earth (B), 25, 717-720, 2000
2. F.Lavigne et al. Instrumental lahar monitoring at Merapi Volcano. Jour.of Volcanology and Geotherm. Res., 100, 457-478, 2000
3. M.Metri et al. Debris flow monitoring in the Acquabona Watershed on the Dolomites. Phys. Chem. Earth (B), 25, 707-715, 2000
4. L.Marchi, M.Arattano, A.Deganutti. Ten years of debris-flow monitoring in the Moscardo Torrent. Geomorphology, 46, 1-17, 2002.

დინამიკური ეგზოგენური პროცესების ციფრული რეგისტრაციის აკუსტიკური სისტემა

ზ. ჭელიძე, ა. გოგიაშვილი, ნ. ვარამაშვილი

რეზიუმე

დამზადებულია ციფრული აკუსტიკური სისტემა მასების გადანაცვლებით (ღვარცოფები, მეწყრები, ზეგებები და ა.შ) გამოწვეული ხმაურის დასაფიქსირებლად, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას განგაშის სისტემებში

საველე ექსპერიმენტების შედეგები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ წარმოდგენილი აკუსტიკური აპარატურა გამოსადეგია ეგზოგენური დინამიკური პროცესების რეგისტრაციისათვის. ენერჯის

მცირე მოხმარება იძლევა, დიდი ხნის განმავლობაში, საველე პირობებში რეგისტრაციის საშუალებას.

Acoustic system for registration of dynamic mass-movement processes

Z. Tchelidze, A. Gogiashvili, N. Varamashvili

Abstract

The digital acoustic system for recording noises, generated by mass-movement (debris-flows, landslides) has been created. It can be used as an alarm system.

The results of field experiments show that the acoustic system can be used for registration of exogenous dynamic processes. The consumption of energy is small that allows registration in field conditions over a long period of time.