

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ ДЛЯ ЗАДАЧ ОБНАРУЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

*Вистезенко Е. В., Мовчанюк А. В., к.т.н. доцент; Бойко Р. Д.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»,
г. Киев, Украина.*

Сейсмические датчики используются для обнаружения сейсмических колебаний, распространяющихся в грунте. Детектирование сейсмических колебаний применяется для решения большого количества задач от георазведки, промышленного мониторинга до применения в охране периметра. В данном докладе будет рассмотрена задача обнаружения человека с помощью возбуждаемых им при ходьбе сейсмических колебаний.

Любое ударное воздействие на грунт является источником сейсмических колебаний. В толще земли возникает целый набор волн, общепринятой является классификация волн на основе направления колебаний частиц по отношению к направлению распространения волнового фронта. Согласно данной классификации выделяют: продольные, поперечные, волны Рэлея, волны Лява.

Продольные и поперечные волны слабо затухают с глубиной что обуславливает их равномерное распространение в трех координатах. Амплитуда данных типов волн с расстоянием от источника уменьшается по закону $1/r$. В то время как поверхностные волны Рэлея и Лява затухают с глубиной, что приводит к их распространению только вблизи поверхности. Для поверхностных волн амплитуда с расстоянием уменьшается по закону $1/r^{0.5}$ [1].

Не менее важной особенностью является распределение энергии в разных типах волн. Волны Рэлея переносят 67% энергии удара, поперечные волны 26% а продольные 7% [2].

Волны Рэлея представляет из себя волну с эллиптической поляризацией с преобладающей вертикальной компонентой. Для задачи регистрации шагов человека наиболее информативной является вертикальная составляющая волны Рэлея.

Для регистрации шагов человека был выбран индуктивный датчик скорости (велосиметр) с вертикальной ориентацией. Датчик GS-ONE фирмы Geospace Technology обладает наивысшей чувствительностью в своем классе, 85 В/м/с, и резонансной частотой 10 Гц. Конструктивно датчик представляет из себя две последовательно соединенные катушки, намотанные в противоположном направлении на подпружиненном каркасе, помещенном в постоянное магнитное поле корпуса датчика. При смещении корпуса относительно катушки, в ней, согласно закону Фарадея, возникает ЭДС пропорциональная скорости изменения магнитного поля. Встречное включение

катушек необхідно для мінімізації впливу наведеної помехи.

Для створення експериментального стенда був зібраний усилитель на базі операційного усилителя LMV 321 з коефіцієнтом посилення 60 дБ. Для запису сигналу використовувалась плата АЦП ADS-1220, і штатне програмне забезпечення від виробника плати АЦП.

Для перевірки робоспособності концепції був вироблений полевий виїзд, в рамках якого записані сигнали кроків людини і зібрані дані для подальшої класифікації і обробки.

На рис.1 приведена типовая форма сигналу кроку людини, після фільтрації, записаного з допомогою експериментального стенда.

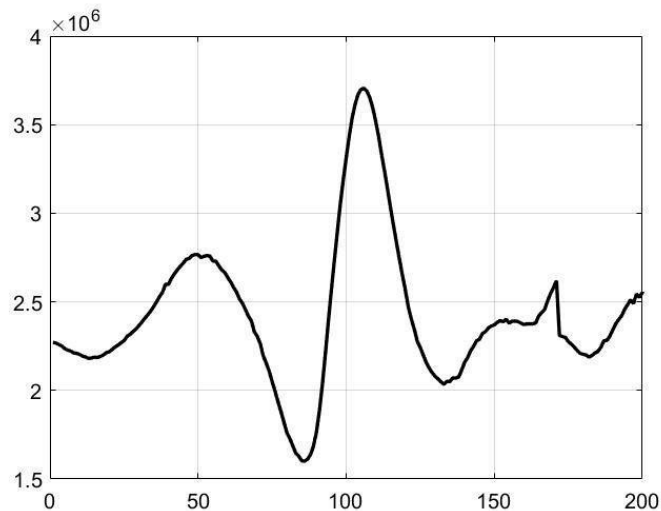


Рисунок 1. Типовая форма сигнала шага человека.

На рис.2 представлена оригінальна запис кроків людини на відстані 30 метрів від датчика без фільтрації. Як видно з зображення, шумова складова в записаному сигналі достатньо сильна що виводить строгиє вимоги до системі фільтрації.

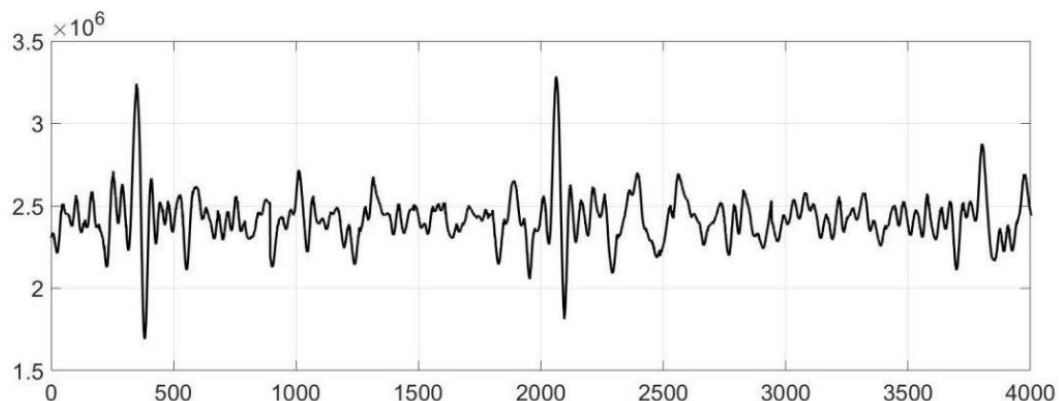


Рисунок 2. Оригінальная запись шагов человека на расстоянии 30 метров от датчика без фильтрации

Також слід зауважити, що з збільшенням відстані до джерела сигналу співвідношення сигнал шум буде падати.

По результатам замеров были сделаны следующие выводы:

- основная энергия шага человека сосредоточена в диапазоне частот 25 – 40 Гц, что полностью соответствует данным приведенным в [3].
- в данной конфигурации чувствительность системы позволяет достичь дальности обнаружения в 90 м.
- большая зашумленность и низкие частоты сигнала требуют применения фильтров больших порядков.
- исходя из характера сигнала наиболее перспективной выглядит статистические методы обработки

Перечень ссылок

1. George P. Succi, Gervasio Prado, Robert Gampert, Torstein K. Pedersen, Hardave Dhaliwal, "Problems in seismic detection and tracking", Proc. SPIE 4040, Unattended Ground Sensor Technologies and Applications II, (21 July 2000)

2. H. Miller, G. F. and Pursey, "On the partition of energy between elastic waves in a semi-infinite solid," in Proc. Royal Society London, Series A, vol. 233, 1955, pp. 55–69.

3. Gerard E. Sleaf, Mark D. Ladd, Timothy S. McDonald, and Gregory J. Elbring Sandia "Acoustic and seismic modalities for unattended ground sensors" Proc. SPIE 3713, Unattended Ground Sensor Technologies and Applications, (30 July 1999)

Анотація

Розглянуто типи сейсмічних коливань та особливості їх поширення. Описано датчик та експериментальний стенд. Представлено висновки зроблені на основі експериментальних даних.

Ключові слова: сейсмічні коливання, індуктивний датчик, хвилі Релея

Abstract

The types of seismic oscillations and peculiarities of their distribution are considered. A pilot and an experimental stand are described. Presented conclusions based on experimental data .

Keywords: seismic oscillations, inductive sensor, Rayleigh wave

Аннотация

Рассмотрены типы сейсмических колебаний и особенности их распространения. Описаны датчик и экспериментальный стенд. Представлены выводы сделаны на основе экспериментально данных ..

Ключевые слова: сейсмические колебания, индуктивный датчик, волны Рэлея