

УДК 534.836.2

Бубнов Евгений Яковлевич¹, доцент кафедры физики, канд. тех. наук, доцент
e-mail: kaf_phys@vsuwt.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

ПРЕЛОМЛЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН, СОЗДАВАЕМЫХ ГРОВОЗЫМИ ПРОЦЕССАМИ, В ТВЕРДУЮ СРЕДУ

Аннотация. В докладе проведены экспериментальные исследования преломления широкополосных акустических волн, вызванных грозовым источником в твердую среду. Исследуются особенности резонансного частотнопреобразования амплитудного спектра сейсмического сигнала по сравнению с исходным акустическим спектром сигналов грозы.

Ключевые слова: гроза, преломление акустических волн в грунт, частотная характеристика преломления, резонансный характер преломления.

Настоящая работа представляет собой продолжением работы [1], в которой исследуются особенности трансформации акустических волн, создаваемых летательными аппаратами, в сейсмические сигналы.

Гроза, как природное явление, является мощным излучателем акустических возмущений в широком диапазоне частот, который может быть использован как попутный источник в геофизических приложениях.

Актуальность настоящих экспериментальных исследований объясняется сложностью проведения теоретических расчетов в задачах проникновения акустических волн в слоистые твердые среды [2-4]. Практический аспект исследований состоит в использовании такого уникального по своим физическим характеристикам звукового источника для экспресс-анализа характеристик твердой среды.

Переменные поля давления регистрировались конденсаторным микрофоном в диапазоне частот 10 Гц– 20 кГц, сейсмические сигналы принимались датчиком скорости смещения грунта в диапазоне частот 10 - 500 Гц и записывались на магнитную ленту. После аналого-цифрового преобразования обработка сигналов выполнялась на персональном компьютере.

В качестве примера на рис. 1 приведены осциллограммы акустического (кривая 1) и сейсмического (кривая 2) сигналов, вызванных грозовым разрядом.

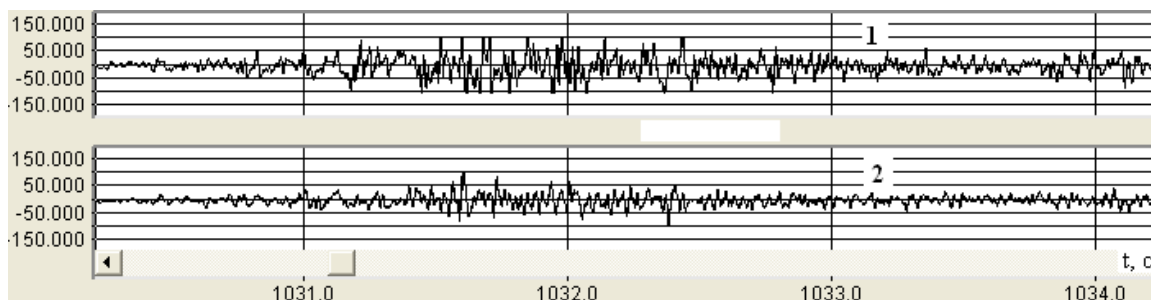


Рисунок 1 – Осциллограммы акустического (кривая 1) и сейсмического (кривая 2) сигналов вызванных грозовым процессом

Сравнение осциллограмм показывает их качественное отличие по форме, которое может быть связано с зависимостью амплитуд акустической волны от угла падения в грунт, а также особенностей строения твердой среды. Для выяснения конкретных причин различия на рис. 2 представлены спектры акустических и сейсмических сигналов грозы в полосе частот 1-100 Гц.

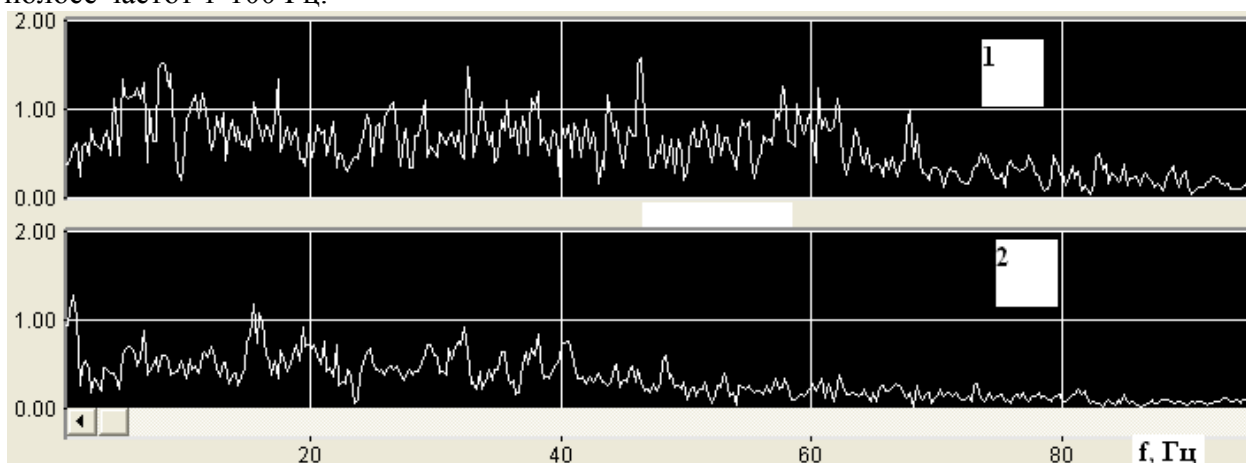


Рисунок 2 – Амплитудные спектры акустического (кривая 1) и сейсмического сигналов (кривая 2), вызванных грозовым источником. Полоса частот 3-100 Гц

Исходный амплитудный спектр звука является сплошным со слабым характером неравномерности по частоте, а для спектра сейсмического сигнала (кривая 2) наблюдается более резкий спад спектральных амплитуд по мере увеличения частоты.

Для устранения неравномерного характера спектра акустического сигнала проведем нормировку спектра сейсмического сигнала, разделив его спектральные амплитуды на спектр звукового сигнала. Результат такого преобразования в полосе частот 3-50 Гц приведен на рис. 3.

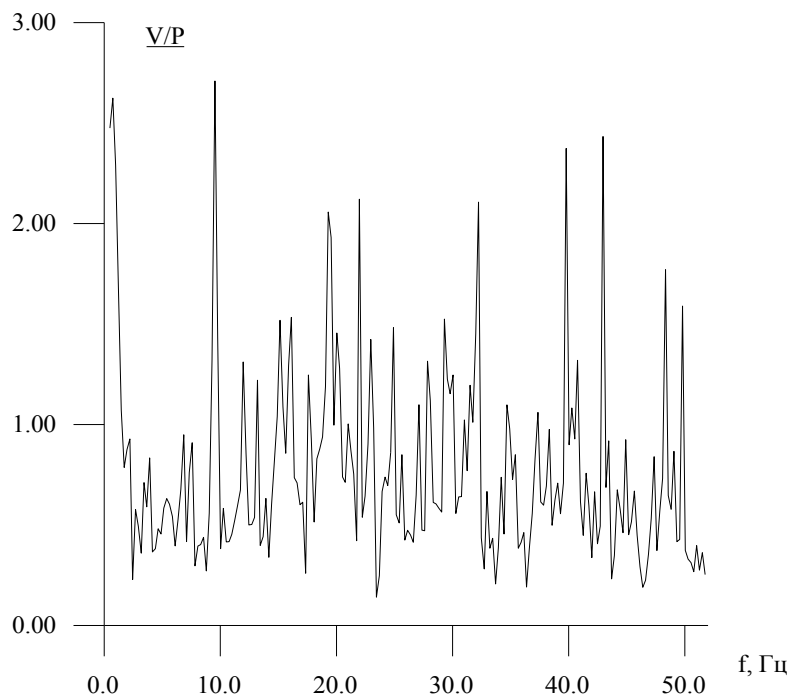


Рисунок 3 – Отношение амплитудного спектра сейсмического сигнала к амплитудному спектру акустического сигнала для грозового процесса в полосе частот 3-50 Гц

Анализ нормированного спектра сейсмического сигнала показывает появление больших по амплитуде спектральных дискрет на частотах 0,7 Гц, 9,5 Гц, а также меньших по амплитуде пиков на частотах 19,3 Гц 22 Гц, 32 Гц. Одним из возможных объяснений

такому различию является влияние слоистости грунта, которая приводит к появлению резонансных структур в твердой среде и соответственно подчеркиванию определенных спектральных компонент в вибрационном сигнале.

Таким образом, в работе проведены экспериментальные измерения трансформации широкополосных акустических сигналов, вызванных грозowymi процессами в сейсмические сигналы в зависимости от угла падения звуковой волны. Получено аномальное увеличение спектральных амплитуд сейсмического сигнала по сравнению со спектром исходного акустического сигнала, которое можно объяснить резонансным действием слоистой твердой среды. Указанное явление можно использовать для экспресс-анализа приповерхностной структуры грунта в геофизических приложениях.

Список литературы

- [1] Особенности трансформации широкополосных акустических волн в сейсмические волны Бубнов Е. Я. Труды 22 Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2020» Н.Новгород: изд-во ФБГОУ ВО «ВГУВТ», 2020. - вып. 9– режим доступа: <http://вф-река-море.рф/>
- [2] Люкэ Е.И. Экспериментальное изучение зависимости энергии волны Релея от мощности и высоты взрыва в воздухе /Е.И. Люкэ // Физика Земли М.: - 1967- № 2. – С. 32 – 40.
- [3] Бреховских А.М. Волны в слоистых средах: учеб. пособие / А.М. Бреховских. – Издательство АН СССР, 1957. – 502 с.
- [4] Исакович М.А. Общая акустика : учеб. пособие / М.А. Исакович. – М.: Издательство Наука, 1973. – 496 с.

REFRACTION OF ACOUSTIC WAVES GENERATED BY THUNDERSTORM PROCESSES INTO A SOLID MEDIUM

Evgeny Ya. Bubnov

Abstract. The report conducted experimental studies of the refraction of broadband acoustic waves caused by a thunderstorm source into a solid medium. The features of the resonant frequency conversion of the amplitude spectrum of a seismic signal in comparison with the initial acoustic spectrum of thunderstorm signals are investigated.

keywords: thunderstorm, refraction of acoustic waves into the ground, frequency response of refraction, resonant nature of refraction

