

Акусто-электромагнитная эмиссия литосферы

УВАРОВ В.Н., ИСАЕВ А.Ю., ПУХОВ В.М., САННИКОВ Д.В., МЕЛЬНИКОВ А.Н.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,
Россия

Аннотация

С целью обнаружения связи между геоакустической эмиссией литосферы и ее деформационно-электромагнитным изучением в сентябре 2011 г была проведена синхронная регистрация акустической эмиссии и электромагнитного поля на наблюдательной станции ИКИР ДВО РАН р. Карымшина, имеющей достаточно низкий уровень техногенных помех и высокий уровень микросейсмической активности.

Анализ полученных данных показал наличие связи акустического и электромагнитного излучения, регистрируемого с помощью квадрупольного и дипольного датчиков вертикальной магнитной компоненты поля с помощью метода, основанного на подсчете частоты встречаемости временных интервалов между выбросами амплитуд акустического и электромагнитного сигналов.

Отчетливую связь акустической эмиссии с помощью формализма кросскорреляции не удалось из-за сильного различия структуры сигналов в акустическом и электромагнитных каналах.

Введение

Поскольку силы механического взаимодействия на микроскопическом уровне сводятся к электромагнитным взаимодействиям, любая деформация приводит к появлению как механических, так и электромагнитных возмущений.

Физика акусто-электромагнитных проявлений процессов деформации твердого тела на микроскопическом уровне исследована в ряде работ как экспериментально, так и теоретически [1 - 4]. Геофизические наблюдения этих явлений, касающиеся либо акустического, либо электромагнитного проявлений также хорошо известны [5 -9].

Следует отметить, что, несмотря на единство физики возникновения акустических и электромагнитных возмущений, структуры акустического и электромагнитного проявления этих возмущений существенно различаются даже в случае лабораторного эксперимента, где максимально ослаблены все возможные мешающие обстоятельства [4]. Поэтому следует ожидать, что выявление взаимосвязи акустических и электромагнитных проявлений природных процессов при наземных наблюдениях достаточно сложная задача. К числу наиболее существенных помеховых факторов следует отметить чрезвычайно неблагоприятное влияние естественного электромагнитного излучения грозового и магнитосферного происхождения, превосходящего по предварительным оценкам излучение литосферного происхождения не менее чем на два порядка [10].

Постановка задачи

Основная задача, на решение которой был направлен эксперимент, заключалась в следующем

1. Обнаружить акусто-электромагнитное проявление постоянно протекающих под влиянием тектонических сил деформационных процессов литосферы.

2. Выяснить, какого рода электромагнитный датчик наиболее чувствителен к деформационно-тектоническим процессам.

Описание эксперимента

С этой целью было решено провести исследование акусто-электромагнитных проявлений в зоне повышенного уровня микросейсмичности. Для этого на наблюдательной станции ИКИР ДВО РАН на р. Карымшина был проведен полевой эксперимент по синхронной регистрации электромагнитного и акустического полей с использованием нескольких видов датчиков, в качестве которых использовались:

- квадрупольная магнитная антенна из двух соединенных последовательно магнитных рамок. В дальнейшем для канала регистрации данных квадрупольной антенны используется обозначение Q-канал.

- три взаимно перпендикулярно ориентированные рамочные магнитные антенны. Плоскость одной из рамок расположена горизонтально, а плоскости вертикальных рамок ориентированы по странам света. Далее для обозначения этих каналов регистрации использовались обозначения Z-канал, WE-канал и NS-канал соответственно.

- электрическая штыревая вертикально стоящая антенна. Для обозначения этих данных использовалось обозначение E-канал.

- акустический датчик, регистрирующий колебания грунта. Для минимизации акустического сопротивления с геологической средой этот датчик выполнен из гидрофона, помещенного в наполненный водой полиэтиленовый пленочный мешок, расположенный яме. Для обозначения данных этого датчика использовалось обозначение A-канал. Для снижения уровня помеховых наводок каскады предварительного усиления были установлены в непосредственной близости от антенн. Сигналы после предварительного усиления на регистрирующее устройство передавались по экранированным витым парам. Эксперимент проводился в условиях устойчивой погоды и состоял из двух сеансов непрерывной синхронной регистрации данных с этих датчиков. Каждый сеанс продолжался несколько больше суток. Общее время наблюдения – 49 часов. Частота дискретизации – 44100 Гц. Расстояние между пунктом регистрации и датчиками до акустического датчика – 20 м, до Q- и Z- датчиков – 35 м, до WE-, NS- и E- датчиков – 180 м.

Кросскорреляция

Классическим аппаратом математической обработки для выявления связей между процессами является формализм кросскорреляционной функции.

Следует ожидать, что в усредненной кросскорреляционной функции акустического и электромагнитного канала проявится наличие статистической связи между акустическим и электромагнитными каналами. Однако этого не наблюдалось. Поэтому, казалось бы, можно сделать вывод об отсутствии взаимосвязи акустического и электромагнитных каналов. Однако более тщательный анализ позволил обнаружить наличие такой связи.

Анализ волновых форм

Поскольку использование стандартного аппарата корреляционного анализа оказалось неэффективным, было решено исследовать взаимосвязь акустического и электромагнитных каналов ограничиваясь только для достаточно ярких акустических событий.

Более детальный анализ волновых форм, проведенный для окрестностей экстремальных событий акустического канала показал, что в этих областях наблюдается согласованный ход сигналов акустического и квадрупольного каналов. На наиболее интересные