

Электромагнитная и акустическая эмиссия перед землетрясением на Камчатке

Дружин Г. И., Марапулец Ю. В., Чернева Н. В., Исаев А. Ю.,
Институт космических исследований и распространения радиоволн (ИКИР) ДВО
РАН с. Паратунка, Камчатский край
e-mail: drug@ikir.ru marpl@ikir.ru nina@ikir.ru usn-kam@mail.ru aleksandra@ikir.ru

Введение. В природных условиях перед землетрясениями [1] наблюдались лишь отдельные случаи регистрации аномалий в акустическом и электромагнитном поле. В лабораторных экспериментах при деформационных нагрузках горных пород одновременно регистрировались акустические и электромагнитные излучения [2].

С целью обнаружения излучений электромагнитных и акустических полей, предполагающих общую деформационную природу их возникновения, на полуострове Камчатка были проведены одновременные наблюдения указанных полей.

ОНЧ излучения. В стационарном экспедиционном пункте “Карымшина” ($\varphi=52.82^{\circ}$ N, $\lambda=158.13^{\circ}$ E) проводилась регистрация электромагнитных излучений в диапазоне очень низких частот (ОНЧ) с применением многоканального ОНЧ-регистратора. Прием сигналов осуществлялся с двух вертикально расположенных магнитных рамок и одной вертикальной электрической антенны. Чувствительность по магнитной составляющей была не хуже $2 \cdot 10^{-7}$ нТ/Гц^{1/2}, по электрической – $6 \cdot 10^{-8}$ В/(м·Гц^{1/2}).

Ранее исследования показали, что источником естественных электромагнитных излучений на северо-востоке России в шумовой составляющей принимаемого ОНЧ излучения в основном являются мировые очаги гроз [3], расположенные в приэкваториальной области Земли.

Акустическая эмиссия. На станции “Микижа” ($\varphi=52.99^{\circ}$ N, $\lambda=158.23^{\circ}$ E), расположенной в 20 км от станции “Карымшина”, осуществлялся прием акустической эмиссии. Регистрация проводилась с помощью пьезокерамического приемника (гидрофона), установленного на дне озера “Микижа”. Чувствительностью гидрофона составляла первые сотни мВ/Па.

Было установлено, что рост акустической эмиссии в диапазоне от сотен Гц до первых десятков кГц обусловлен усилением деформирования пород и связан с подготовкой землетрясений [4].

Аномальные излучения. Анализ данных показал, что 1 сентября 2013 г. между 04:00 и 09:00 UT, практически одновременно в электромагнитном и акустическом полях появились всплески излучений (рис. 1, внизу), не наблюдающиеся в этот период суток в другие дни.

С целью выяснения возможных причин появления аномалий было проведено сравнение пеленгационных ОНЧ данных, полученных на станции “Паратунка” ($\varphi=52.97^{\circ}$ N, $\lambda=158.25^{\circ}$ E) о грозовой активности, с данными мировой сети по определению месторасположения гроз World Wide Lightning Location Network (WWLLN) [<http://wwlln.com>]. Данными оперативного каталога землетрясений Камчатского филиала Геофизической службы РАН [<http://www.emsd.ru>] также рассматривались.

Анализ показал, что на станции “Паратунка” в пеленгационных данных также имеется “аномальный” период в виде повышенного уровня излучения, который совпадает по времени с приведенным на рис. 1. аномальным излучением, зарегистрированным на станции “Карымшина”. Месторасположения гроз для этого случая определили по данным мировой сети WWLLN [<http://wwlln.com>], с 31 августа 2013 г. по 2 сентября.

Грозовая активность развивалась следующим образом: 31 августа она была достаточно высокой, 1 сентября (в период наблюдения аномалий) грозы практически не наблюдались,

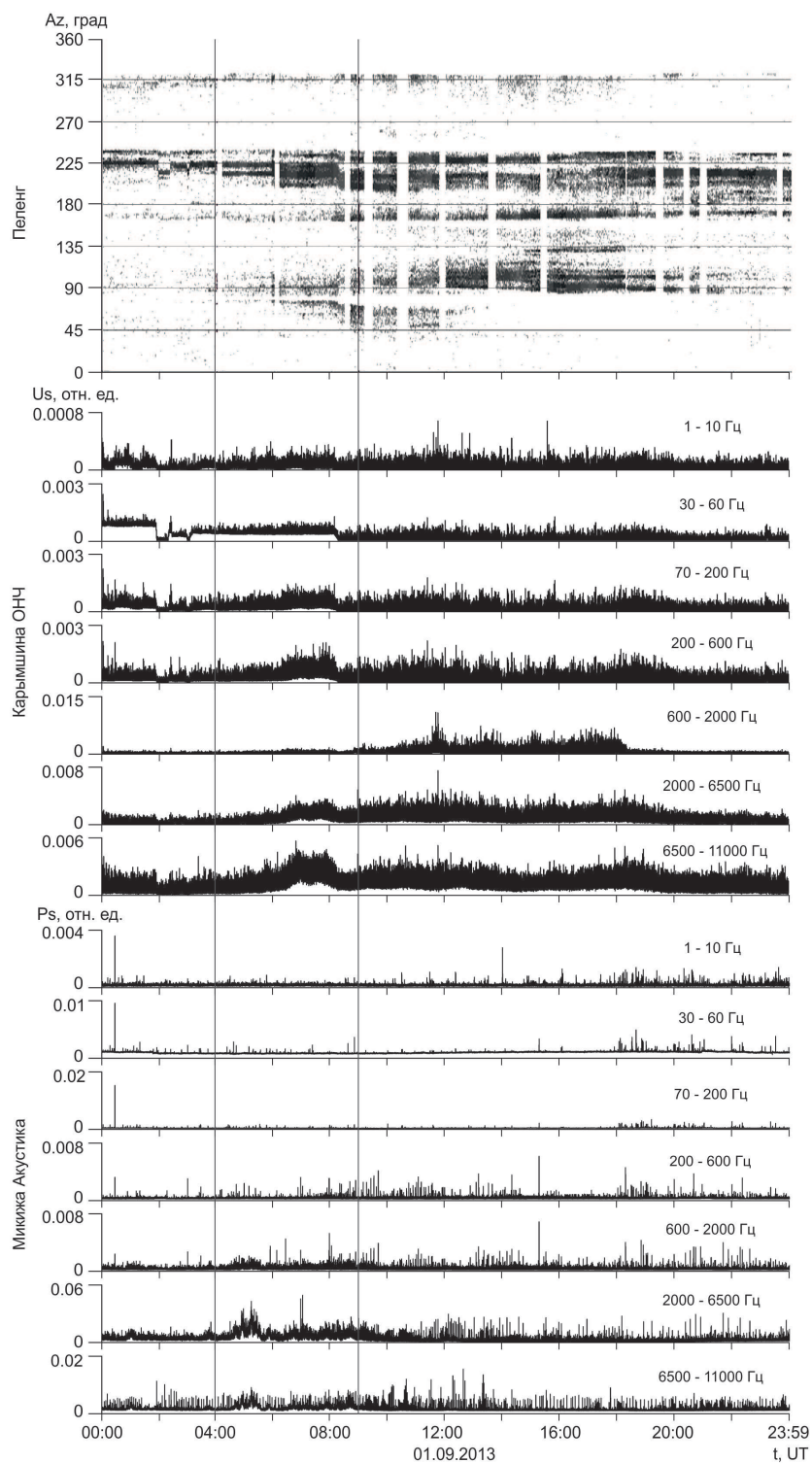


Рис. 1. Акустические (Микижа) и электромагнитные (“Карымшина”) излучения 1 сентября 2013 г. В верхней части – азимутальное распределение количества грозовых разрядов A_Z (точки) в течение суток. Азимут отсчитывается по часовой стрелке от направления на север. В нижней части – вариации ОНЧ-излучения U_S и акустической эмиссии P_S в семи частотных поддиапазонах. Между вертикальными линиями выделена область излучений с 4:00 до 9:00 UT.

а 2 сентября они появились снова. Возможной причиной появления аномалии явилось проявление местных источников излучения.

Данные оперативного каталога землетрясений показали, что 2 сентября 2013 г. в 8 ч 19 мин UT, на эпицентральной дистанции 140 км от станции “Карымшина” произошло сейсмическое событие с $M_{LH}=5.1$. Это землетрясение случилось примерно через сутки после появившейся аномалии. Магнитуда землетрясения определялась по формуле С.А.Федотова [6], исходя из энергетического класса К. Это было единственное землетрясение с $M_{LH} \geq 5$, произошедшее в первую половину сентября в юго-восточной части Камчатки.

Кроме приведенного выше, одновременные излучения в акустическом и в электромагнитном полях перед землетрясениями на Камчатке наблюдались еще в ряде случаев. В 2013 г. на гипоцентральной дистанции до 200 км от станции “Карымшина” произошло всего 11 землетрясений с $M_{LH} \geq 5$. Аномалии проявились также перед землетрясениями 9 марта в 8 ч 19 мин UT ($M_{LH}=6$), 3 мая в 6 ч 10 мин UT ($M_{LH}=5.6$), 28 мая в 16 ч 25 мин UT ($M_{LH}=5.4$), 15 июля в 14 ч 43 мин UT ($M_{LH}=5.6$), 28 июля в 7 ч 21 мин UT ($M_{LH}=5.3$) и 21 сентября в 6 ч 58 мин UT ($M_{LH}=5.4$). Появление аномалий регистрировались в 63.6% от всех случаев в 2013 г.

Причины появления аномалий. Рассмотрим вероятные причины появления аномалий в акустических и электромагнитных полях:

1. Появился удаленный грозовой источник (не связанный с землетрясениями), излучения.. от которого пришли с юго-западного направления, что привело к повышению амплитуды ОНЧ сигнала. Но в этом случае непонятна причина возникновения аномалий акустической эмиссии.

1. Из-за деформационных процессов изменились условия распространения сигналов, что привело к усилению принятых от гроз излучений. Это может произойти, поскольку вблизи разломов земной коры наблюдалось существенное повышение импульсного потока электромагнитного поля [7].
2. Появился близко расположенный источник электромагнитного излучения за счет деформаций в земной коре. Этот вариант предпочтительней, потому излучения в одновременно наблюдались как в акустическом, так и в электромагнитном полях. В записи электромагнитного поля подобные всплески ранее наблюдались перед сейсмическими событиями [8].

Заключение. Таким образом, в акустической эмиссии и электромагнитном поле в августе – сентябре 2013 г. в диапазоне частот от 0.1 Гц до 11 кГц были зарегистрированы всплески излучений, которые появились примерно за сутки до землетрясения с $M_{LH}=5.1$. Подобные всплески обычно не наблюдались в этот период времени суток. Вероятной причиной возникновения аномальных излучений являются деформационные процессы в земной коре при подготовке землетрясения.

Литература

1. Гаврилов В.А. Физические причины суточных вариаций уровня геоакустической эмиссии // Доклады АН. 2007. Т. 414. № 3. С. 389-392.
2. Y. Mori, Y. Obata and J. Sikula. Acoustic and electromagnetic emission from crack criteid in rock sample under deformation // Acoustic Emission. 2009. Vol. 27. P. 157- 166.
3. Дружин Г.И., Шапаев В.И. Роль мировой грозовой активности в формировании амплитуды регулярного шумового фона // Геомагнетизм и аэрономия. 1988. Т. 28. № 1. С.81-86.

4. Долгих Г.И., Купцов А.В., Ларионов И.А., Марапулец Ю.В., Швец В.А., Шевцов Б.М., Широков О.Н., Чупин В.А., Яковенко С.В. Деформационные и акустические предвестники землетрясений // Доклады АН. 2007. Т. 413. № 1. С. 96-100.
5. Марапулец Ю.В., Шевцов Б.М., Ларионов И.А., Мищенко М.А., Щербина А.О., Солдчук А.А. Отклик геоакустической эмиссии на активизацию деформационных процессов при подготовке землетрясений // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31. № 6. С. 59-67.
6. Федотов С.А. Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука, 1972. 116 с.
7. Сейсмоионосферные и сейсмoeлектромагнитные процессы в Байкальской рифтовой зоне // Э.Л.Афраймович и др.; Отв.ред. Г.А. Жеребцов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 304 с.
8. Дружин Г.И. Опыт прогноза камчатских землетрясений на основе наблюдений за электромагнитным ОНЧ излучением // Вулканология и сейсмология. 2002. № 6. С. 51-62.