

УДК 550.3

ОНЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ФОН В СЕЙСМОАКТИВНОЙ БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЕ

Нагуслаева И.Б., Башкуев Ю.Б.

Институт физического материаловедения СО РАН, Улан-Удэ, e-mail: idam@mail.ru

Анализ многолетних непрерывных наблюдений показал, что суточные вариации ОНЧ электромагнитного фона в сейсмоактивной Байкальской рифтовой зоне имеют устойчивые суточный и сезонный ходы. Установлено, что за несколько суток до близкого сильного землетрясения происходит резкое либо увеличение, либо уменьшение интенсивности ОНЧ электромагнитного потока в зависимости от места расположения очага землетрясения (на суше или в акватории озера Байкал). После землетрясения интенсивность ОНЧ электромагнитного потока выходит на обычный «фоновый» уровень.

Ключевые слова: естественное электромагнитное поле Земли, ОНЧ-диапазон, землетрясение

VLF ELECTROMAGNETIC BACKGROUND IN SEISMIC BAIKAL RIFT ZONE

Naguslaeva I.B., Bashkuev Y.B.

*Institute of Physical Materials Science of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science,
Ulan-Ude, e-mail: idam@mail.ru*

Analysis of long-term continuous observations showed that the diurnal variations of VLF electromagnetic background in a seismically active zone of the Baikal Rift have strong diurnal and seasonal pace. It has been established that a few days prior to a strong earthquake there is either a sharp increase or a sharp decrease the intensity of the VLF electromagnetic stream depending on the location of the earthquake focus (on land or in the Lake Baikal water area). After the earthquake, the intensity of the VLF electromagnetic stream enters the normal «background» levels.

Keywords: natural electromagnetic field of Earth, VLF range, earthquake

Поиски предвестников землетрясений в электромагнитных полях, в том числе ОНЧ диапазона, проводились в различных регионах Земли и опубликованы в многочисленных оригинальных работах [9]. Несмотря на многообразие подходов и методов анализа, основным признаком готовящегося землетрясения является увеличение потока атмосфериков. Цель данной работы – исследование ОНЧ-электромагнитного фона в сейсмоактивной Байкальской рифтовой зоне для выделения эффектов перед близкими и сильными землетрясениями.

Методика регистрации и обработка данных

Непрерывная регистрация естественного ОНЧ электромагнитного фона в сейсмоактивной Байкальской рифтовой зоне проводится в автоматическом режиме в пригороде Улан-Удэ на стационаре «Верхняя Березовка» (51,87°с.ш., 107,65°в.д.). Комплекс аппаратуры представляет собой многоканальный геофизический регистратор МГР-01, разработанный и изготовленный в ИМКЭС СО РАН (г. Томск). Структурная схема и принцип действия МГР-01 приведены в ранее опубликованных работах [1–4]. Наибольший интерес, на наш взгляд, представляет магнитная компонента естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ), принимаемая в двух вза-

имно-ортогональных направлениях приема («север-юг» и «запад-восток») на частоте 14,5 кГц. Результаты анализа многолетних наблюдений (с 31 марта 2008 г. по сегодняшний день) показали, что интенсивность суточных вариаций ОНЧ импульсного потока меняется не только в течение суток, но и от месяца к месяцу в течение года в довольно широких пределах. На рис. 1 в качестве примера приведены усредненные на месячном интервале суточные вариации ОНЧ импульсного потока ЕИЭМПЗ по направлениям приема «север-юг» и «запад-восток» за 2015 год (по техническим причинам данные за август 2015 г. отсутствуют). Из рисунка видно, что изменения импульсного потока ЕИЭМПЗ по обоим направлениям приема в зависимости от времени суток и сезона года имеют свои особенности. Так в летнее время (май – август) наблюдается устойчивый суточный ход с максимумом в 7 – 10 UT, что соответствует 15–18 часам местного времени, достигающий в июле в среднем 20000 импульсов в час по каналу «запад-восток». В переходный осенний период – сентябрь – октябрь этот максимум интенсивности уменьшается в 10 и более раз и начиная с 12 UT появляется второй небольшой максимум. В зимнее время (декабрь, январь, февраль) в 4 – 10 UT наблюдается минимум интенсивности ЕИЭМПЗ (до 100 импульсов в час), а в 14–22 UT –

максимум в среднем до 420 импульсов в час по каналу «запад-восток». В переходный весенний период усредненные суточные вариации интенсивности ЕИЭМПЗ аналогичны осенним [5]. При этом показателен тот факт, что интенсивность ОНЧ импульсного потока по одинаковым месяцам из года в год имеет сходные суточные вариации. Межгодовые коэффициенты корреляции по обоим направлениям приема изменяются в пределах 0,75 – 0,99. Анализ результатов наблюдений по компонентам «север-юг» и «запад-восток» показывает преимущественное направление прихода импульсного потока ЕИЭМПЗ с направления «запад-восток» во все сезоны года. Этот результат подтверждает выводы работы [6].

Байкальская рифтовая зона (БРЗ), в пределах которой располагается пункт наблюдения «Верхняя Березовка», является одним из наиболее сейсмически активных регионов России: за месяц здесь регистрируются в среднем 700–800 землетрясений [7]. Однако значительные события в Байкальской рифтовой зоне наблюдаются редко. Для установления корреляции между сейсмическим и электромагнитным процессами нами проводится совместная обработка вариаций электромагнитного поля по данным геофизического регистратора МГР-01 и сейсмических событий, каталог которых (время, координаты и сила – энергетический класс) представлен Институтом земной коры СО РАН на сайте [7]. 27 августа

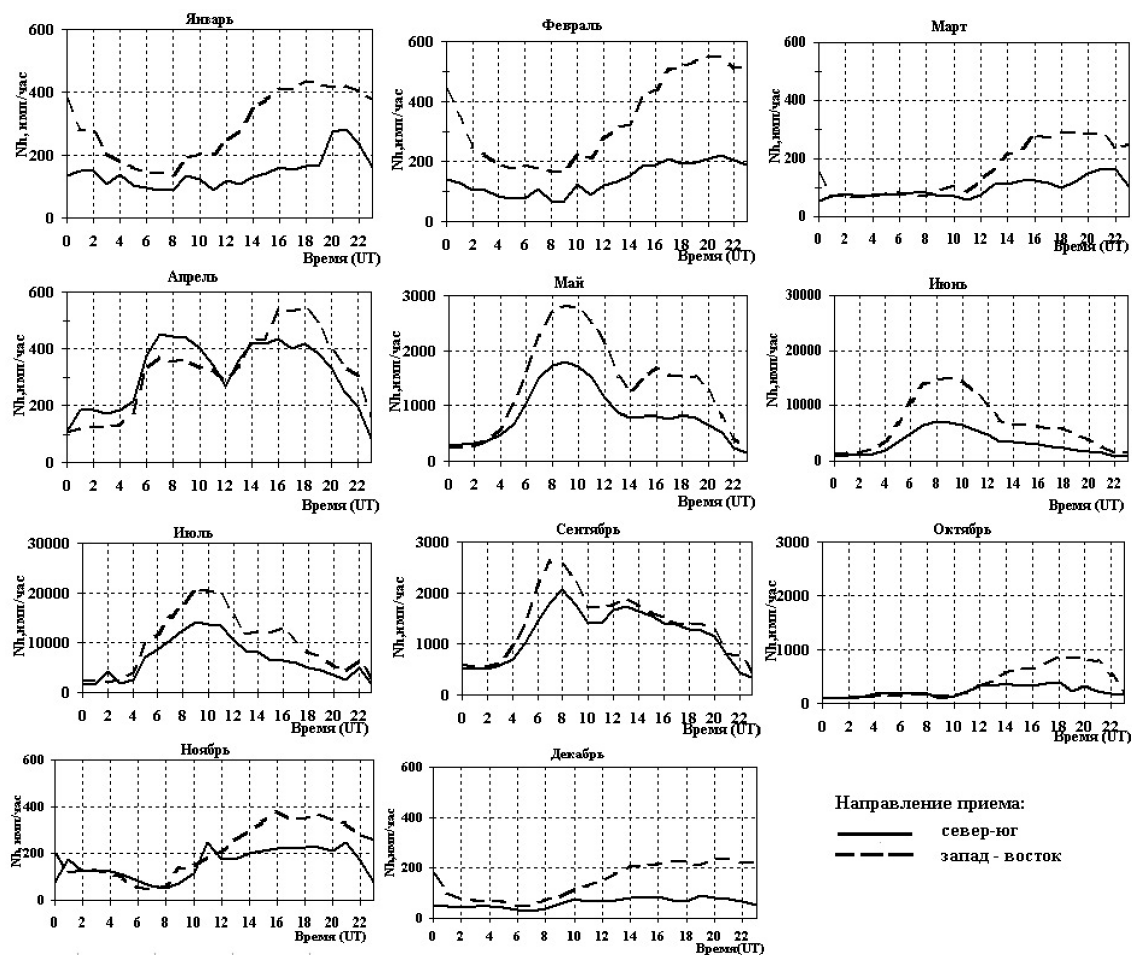


Рис. 1. Усредненные на месячном интервале суточные вариации ОНЧ импульсного потока ЕИЭМПЗ за январь – декабрь 2015 г.

2008 г. в 1 ч 35 мин UT произошло разрушительное Култукское землетрясение энергетического класса $K = 15,7$ вблизи регистрирующей установки (горизонтальное расстояние 239 км до пункта наблюдения «Верхняя Березовка»). Очаг землетрясения расположен в акватории озера Байкал: $51^{\circ}37' N$, $104^{\circ}12' E$; глубина гипоцентра – 17 км (рис. 2 – метка 1).

На рис. 3 показан график изменения ОНЧ импульсного потока ЕИЭМПЗ в течение нескольких суток в окрестности времени землетрясения. Видно, что понижение уровня ОНЧ импульсного потока по обоим направлениям приема «север-юг» и «запад-восток» началось за 7 дней до землетрясения 20 августа и продолжалось четверо суток до 25 августа 2008 года.



Рис. 2. Фрагмент карты Байкальского региона [8]: Метка 1: $51^{\circ}37' N$, $104^{\circ}12' E$; $K = 15,7$. Метка 2: $52^{\circ}52' N$, $108^{\circ}31' E$; $K = 14,5$; Метка 3: $52^{\circ}51' N$, $107^{\circ}36' E$; $K = 13$

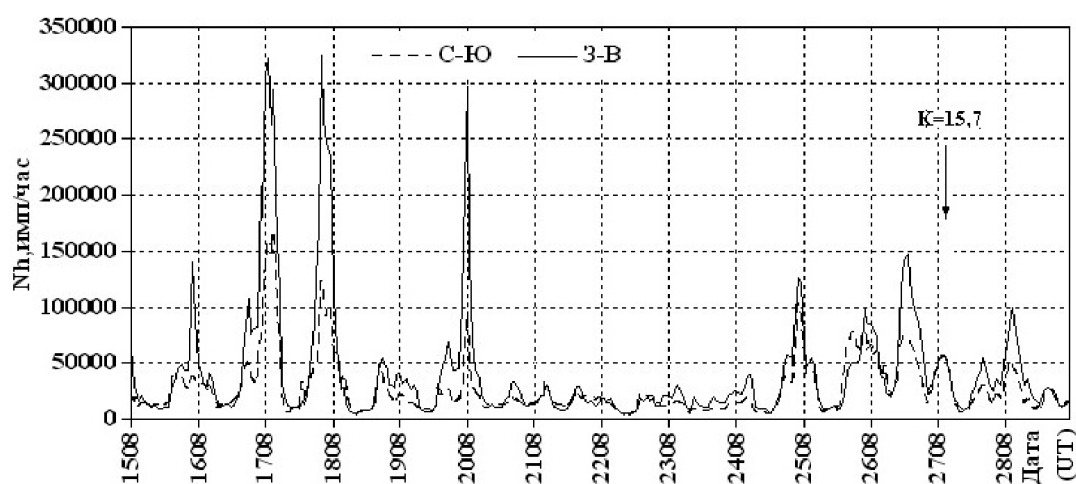


Рис. 3. Изменения интенсивности импульсного потока магнитной компоненты ЕИЭМПЗ перед землетрясением 27 августа 2008 г. Стрелкой показан момент землетрясения

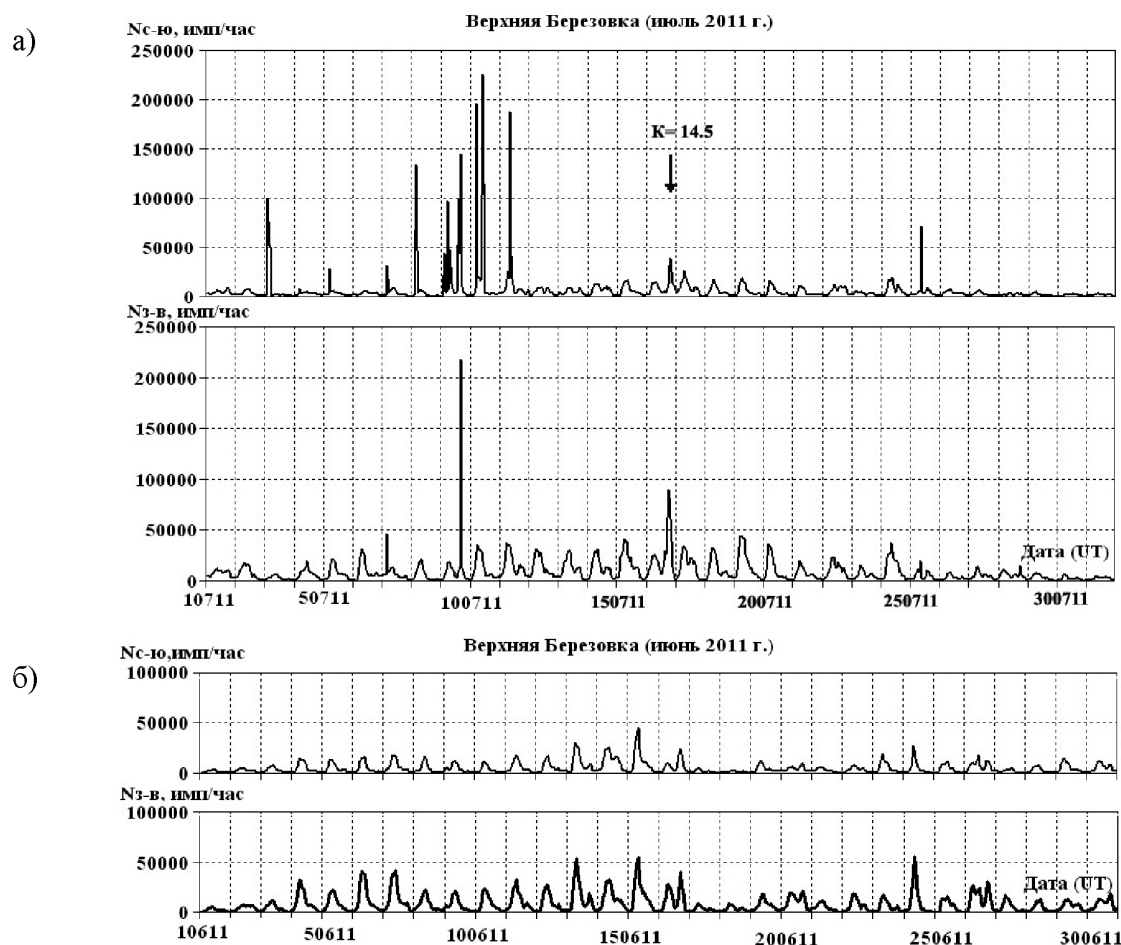


Рис. 4. Результаты регистрации магнитной составляющей ОНЧ-импульсного потока на частоте 14,5 кГц в п. н. «Верхняя Березовка»:
а – в июле 2011 г., б – в июне 2011 г.

16 июля 2011 г. в 18 час 30 мин UT произошло Туркинское землетрясение энергетического класса $K = 14,5$. Очаг землетрясения расположен на суше: $52^{\circ}52' N$, $108^{\circ}31' E$ на расстоянии 133 км от пункта наблюдения «Верхняя Березовка» (рис. 2 – метка 2). В период подготовки Туркинского землетрясения отмечено, напротив, резкое увеличение ОНЧ-импульсного потока с 3 по 11 июля преимущественно по компоненте «север-юг» (рис. 4а), достигающее 100000 импульсов в час и более. В июне 2011 г. такого явления отмечено не было (рис. 4б). Момент землетрясения сопровождается существенным повышением уровня ОНЧ-импульсного потока (стрелка на рис. 4а).

3 февраля 2016 г. в 18 час 27 мин 52 с UT произошло сильное землетрясение энергетического класса $K = 13$ в районе поселка Гремячинск. Эпицентр землетрясения находился в акватории озера Байкал ($52^{\circ}51' N$, $107^{\circ}36' E$), расстояние 114 км до пункта наблюдения «Верхняя Березовка» (рис. 2 – метка 3). За четверо суток до землетрясения произошло резкое снижение интенсивности магнитной компоненты по обоим направлениям приема «север-юг» и «запад-восток» (рис. 5). После землетрясения интенсивность магнитной компоненты ЕИЭМПЗ постепенно вышла на обычный «фоновый» уровень.

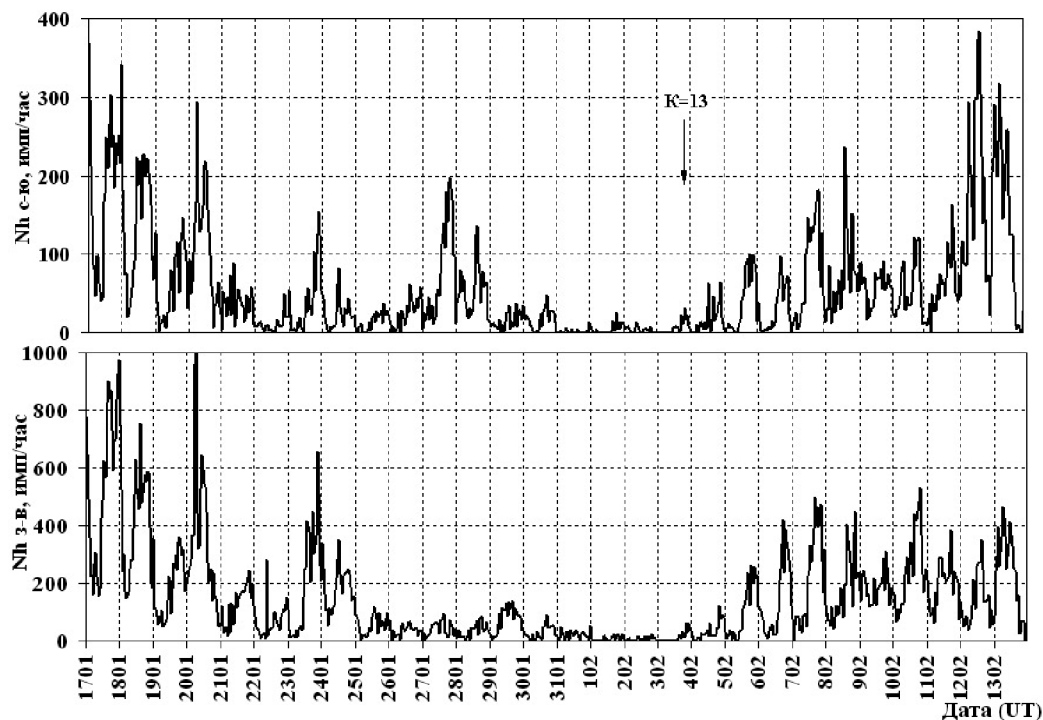


Рис. 5. Изменения интенсивности импульсного потока магнитной компоненты ЕЭМПЗ перед землетрясением 3 февраля 2016 г. Стрелкой показан момент землетрясения

Выводы

Приведенные в статье результаты многолетней регистрации ОНЧ электромагнитного фона в Байкальской рифтовой зоне показали, что суточные вариации ОНЧ-импульсного потока ЕИЭМПЗ имеют устойчивые суточный и сезонный ходы, что свидетельствует об едином механизме формирования ЕИЭМПЗ. При совместной обработке вариаций естественного электромагнитного поля и сейсмических событий обнаружено, что при подготовке близких и сильных землетрясений происходят изменения интенсивности ОНЧ-импульсного потока естественного электромагнитного поля Земли в любое время года. Причем, за несколько суток до землетрясения, эпицентр которых расположен в акватории озера Байкал, происходит резкое снижение интенсивности магнитной компоненты ЕИЭМПЗ по обоим направлениям приема «север-юг» и «запад-восток» почти до момента землетрясения. После землетрясения интенсивность ЕИЭМПЗ выходит на обычный «фоновый» уровень. В момент землетрясения заметных изменений интенсивности не наблюдается. При подготовке близкого и сильного землетрясения, эпицентр которого расположен в толще земли на суше, за несколько суток до землетрясения происходит увеличение интенсивности магнитной компоненты ЕИЭМПЗ. В момент землетря-

сения также происходит резкое увеличение интенсивности ОНЧ-импульсного потока по обоим направлениям приема.

Работа выполнена по госбюджетному проекту ИФМ СО РАН.

Список литературы

1. Малышков Ю.П., Нагуслаева И.Б., Башкуев Ю.Б. Многоканальный геофизический регистратор МГР-01 и некоторые результаты его применения в Байкальском регионе // Вестник Международной Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, т.13. №3 (приложение). – СПб., 2008. – С. 197–200.
2. Нагуслаева И.Б., Башкуев Ю.Б., Дембелов М.Г., Хаптанов В.Б. Пространственно-временные и частотные характеристики ОНЧ импульсного потока в Байкальской Сибири // Известия ВУЗов. Физика. – 2013. – Т. 56. № 10/3. – С. 30–32.
3. Нагуслаева И.Б., Башкуев Ю.Б. Электромагнитная диагностика неоднородных сред сейсмоактивной области. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co, Saarbrücken, Germany, 2012. – 132 с.
4. Сейсмоионосферные и сейсмоэлектромагнитные процессы в Байкальской рифтовой зоне / Э.Л. Афраймович [и др.]; отв.ред. Г.А. Жеребцов; Рос. акад. Наук, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики, Ин-т земной коры, Ин-т физического материаловедения. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2012. 304 с. – (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 35).
5. Нагуслаева И.Б., Башкуев Ю.Б., Дембелов М.Г. Сезонные и пространственные изменения суточных вариаций ОНЧ импульсного потока естественного электромагнитного поля, регистрируемые на средних широтах // Геомагнетизм и аэрономия. – 2016. – т. 56, № 3. – С. 380–385.
6. Козлов В.И., Муллаяров В.А. Грозовая активность в Якутии. – Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2004. 104 с.
7. <http://www.seis.bykl.ru/> (дата обращения 4 февраля 2016 г.)
8. <https://earth.google.com/> (дата обращения 1 марта 2016 г.)
9. Molchanov O.A., Hayakawa M. Seismo Electromagnetics and Related Phenomena: History and latest results // TERRAPUB, Tokyo, Japan, 2008. 189 p.