

References

1. Alpatov V. V., Kunitsyn V. E. et al. Geliogeofizicheskie issledovaniya, 2012, vol. 2, pp. 60–71.
2. Kunitsyn V. E., Tereshchenko E. D., Andreeva E. S. Radiotomografija ionosfery. Moscow, Fizmatlit, 2007. 336 p.
3. Trusov S. V., Romanov A. A., Adjalova A. V. et al. Sovr. problem dist. zond. Zemli iz kosmosa, 2011, vol. 8, no. 4, pp. 142–148.
4. Trusov S. V., Romanov A. A., Novikov A. V., Romanov A. A. Sovr. problem dist. zond. Zemli iz kosmosa. No. 6, vol. II, 2009, pp. 317–323.
5. Romanov A. A., Trusov S. V., Novikov A. V et al. Voprosy elektromehaniki, 2009, vol. 111, no. 4, pp. 37–42.

© Романов А. А., Трусов С. В., Романов А. А., Барабошкин О. И., Бобровский С. А., 2013

УДК 621.396.2.029.5

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ОНЧ-ИМПУЛЬСНОГО ПОТОКА В БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ СИСТЕМЕ*

И. Б. Нагуслаева, Ю. Б. Башкуев, В. Б. Хаптанов, М. Г. Дембелов

Институт физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук
Россия, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6. E-mail: idam@mail.ru

Рассмотрены пространственно-временные и частотные характеристики ОНЧ-импульсного потока естественного электромагнитного поля Земли (ЕЭМПЗ) в Байкальской рифтовой системе на частотах 2, 7 и 14,5 кГц. Отмечен высокий уровень пространственной корреляции естественного электромагнитного поля.

Ключевые слова: естественное электромагнитное поле, ОНЧ-импульсный поток.

SPACE-TIME VARIATIONS OF INTENSITY OF VLF-PULSE STREAM IN THE BAIKAL RIFT SYSTEM

I. B. Naguslaeva, Yu. B. Bashkuev, V. B. Khaptanov, M. G. Dembelov

Institute of Physical Materials Science of the Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
6 Sakhjanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia. E-mail: idam@mail.ru

The article considers the space-time and frequency characteristics of the VLF-pulse stream of the natural electromagnetic field of the Earth in the Baikal rift system on frequencies 2, 7 and 14,5 kHz., along with the revealed high level of space-time correlation of the natural electromagnetic field.

Keywords: natural electromagnetic field, VLF-pulse stream.

В последнее время возрос интерес к проблемам электромагнитного окружения Земли. Электромагнитное поле является важнейшим фактором окружающей среды, тесно взаимосвязанным с другими составляющими природного комплекса планеты и воздействующим на жизнедеятельность человека. Наряду с традиционными проявлениями грозового электричества (выведение из строя систем электронного обеспечения, воздействие на авиацию, пожароопасность) и совершенствованием методов их контроля, все большее внимание привлекают проблемы электромагнитного загрязнения и его воздействия на экосистемы и человека.

Цель работы – провести сравнительный анализ характеристик ОНЧ-импульсного потока в различных пунктах юга Сибири, разнесенных в пространстве до 300 км. Измерения ОНЧ-импульсного потока магнитной компоненты ЕЭМПЗ проведены в Восточных Саянах (пункты наблюдений (ПН) «Толтой», «Торь»),

на берегу средней части озера Байкал (пункт наблюдения «Горячинск») и на стационаре «Верхняя Березовка» вблизи г. Улан-Удэ с помощью многоканальных геофизических регистраторов МГР-01М и МГР-01 [1]. Следует отметить, что при проведении одновременных измерений работа всех каналов регистраторов синхронизировалась, параметры усилительных трактов каналов и режимы регистрации на одинаковых частотах были идентичны. Измерения в ПН «Толтой» проведены с 18 по 22 июля 2011 г. на частотах 2,7 и 14,5 кГц с помощью МГР-01М. Установлен высокий уровень ОНЧ-импульсного потока на частоте 14,5 кГц в ПН «Толтой» относительно базовой станции «Верхняя Березовка», где с 2008 г. непрерывно работает регистратор МГР-01 на частоте 14,5 кГц (рис. 1, а). Так, в минимуме ОНЧ-импульсного потока на частоте 14,5 кГц по направлению приема «север–юг» с 7 до 8 ч утра 19 июля 2011 г. в ПН «Толтой» зарегистри-

* Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН № 11 «Литосферно-ионосферные взаимодействия в Байкальской рифтовой системе» и гранта РФФИ №12-02-98002 с использованием стационаров «Верхняя Березовка» и «Горячинск».

ровано 2 444 разряда, а на станции «Верхняя Березовка» – 891 разряд, т. е. ОНЧ-импульсный поток в ПН «Толтой» выше почти в 3 раза. В максимуме ОНЧ-импульсного потока 20 июля 2011 г. в период с 16 до 17 ч местного времени в ПН «Толтой» по каналу «север–юг» зарегистрировано 145 749 разрядов, а на станции «Верхняя Березовка» – 11 175 разрядов, то есть отношение числа импульсов составляло ~ 13. При этом коэффициент взаимной корреляции равен 0,78. Почти такой же коэффициент корреляции был зарегистрирован в июле 2010 г. при одновременных измерениях с помощью МГР-01 в ПН «Торы» (обсерватории ИСЗФ СО РАН) и на станции «Верхняя Березовка» (рис. 1, б). Так, в период с 2 до 3 ч ночи 3 июля по каналу «запад–восток» в «Торах» зарегистрировано 335 780 разрядов, а на станции «Верхняя Березовка» – 13 827 разрядов, т. е. ОНЧ-импульсный поток в «Торах» был выше в 24 раза. По каналу «север–юг» это отношение составляло 15,9. В минимуме ОНЧ-импульсного потока в 10 ч утра 5 июля для канала «запад–восток» отношение составляло 17,9, а по каналу «север–юг» – 8. При этом коэффициент взаимной корреляции по каналам «север–юг» был равен 0,8, по каналам «запад–восток» – 0,88. Следует также отметить заметное превышение компоненты «запад–восток» (вдоль Тункинской впадины) над компонентой «север–юг» (поперек Тункинской впадины).

Причиной существенного превышения ОНЧ-импульсного потока могут быть значительные различия в орграфии мест расположения пунктов наблюдения – наличие альпийского рельефа местности в Восточных Саянах и, как следствие, существенно большая электризация приземной атмосферы при турбулентных движениях воздушных потоков в гористой местности.

Отмечен также высокий уровень корреляции магнитной компоненты ЕЭМПЗ по направлению приема «север–юг» на разных частотах (рис. 2, а, б). Так, коэффициент межчастотной корреляции на частотах 2 и 7 кГц составляет для ПН «Толтой» 0,85, а для ПН «Горячинск» – 0,73; на частотах 7 и 14,5 кГц –

0,97 и 0,95, на частотах 2 и 14,5 кГц – 0,86 и 0,9 соответственно. Высокий уровень корреляции магнитной компоненты на разных частотах свидетельствует о том, что основной вклад в аддитивную смесь «атмосферички – литосферички – излучения ионосферы и магнитосферы – техногенные излучения» на входе регистраторов излучений вносят атмосферички, генерируемые молниевыми разрядами. Высокая степень пространственной и частотной корреляции, в целом, говорит о едином локальном механизме формирования естественного импульсного электромагнитного поля Земли.

С 3 декабря 2010 г. регистратор МГР-01М располагался в здании ИФМ СО РАН (г. Улан-Удэ) и круглосуточно регистрировал аддитивную смесь естественного и антропогенного источников электромагнитного шума, принимаемого на рамочную антенну, ориентированную плоскостью рамки по направлению «север–юг» (рис. 3).

Источниками антропогенного электромагнитного поля в городе являются линии электропередач (ЛЭП) с частотой 50 Гц и их высшие гармоники; электрифицированные железные дороги с питающим напряжением 27,5 кВ; трамвайные электрические цепи; системы сотовой связи и радиотелевизионные передающие центры; компьютерные сети; промышленные предприятия и мощные энергетические установки; другое технологическое оборудование, потребляющее электрическую энергию [2].

Анализ результатов наглядно показывает динамику суточного, недельного и месячного уровня ОНЧ импульсного потока. Отмечен «воскресный» эффект, заключающийся в том, что в субботу, воскресенье и праздничные дни уровень ОНЧ поля уменьшается на 5–6 порядков относительно рабочих дней. Сравнение соотношения естественного и техногенного уровней ОНЧ полей проведено по данным измерений на стационаре «Верхняя Березовка». Соотношение естественного (примерно до 400 импульсов в час) и антропогенного (примерно до 2 500 000 импульсов в час) наглядно свидетельствует о сильном техногенном электромагнитном загрязнении территории г. Улан-Удэ.

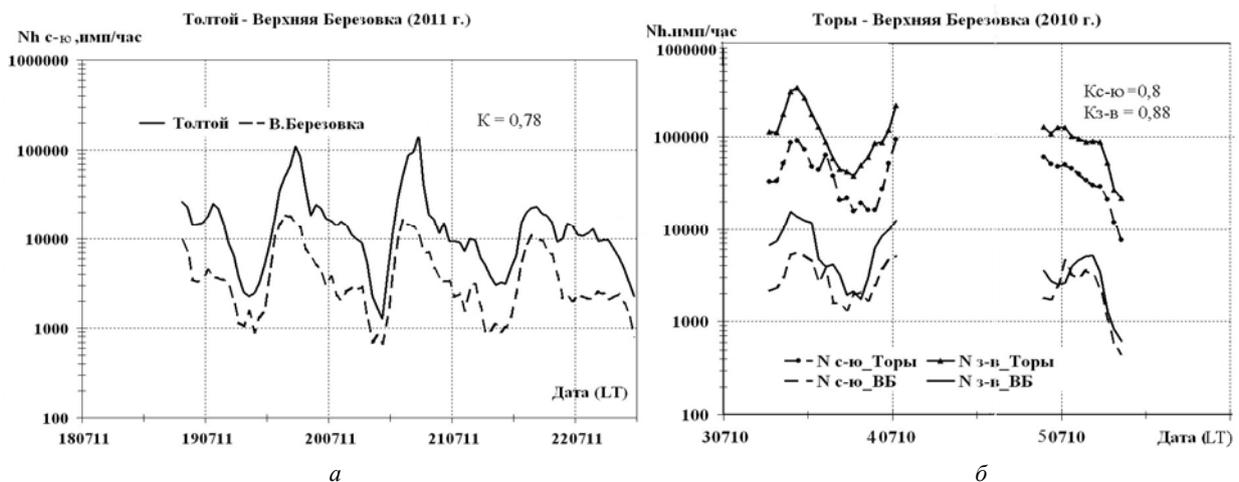


Рис. 1. Результаты регистрации магнитной составляющей ОНЧ-импульсного потока на частоте 14,5 кГц в пунктах наблюдения:
 а – «Толтой» и «Верхняя Березовка» 18–22 июля 2011 г.;
 б – «Торы» и «Верхняя Березовка» 3–7 июля 2010 г.

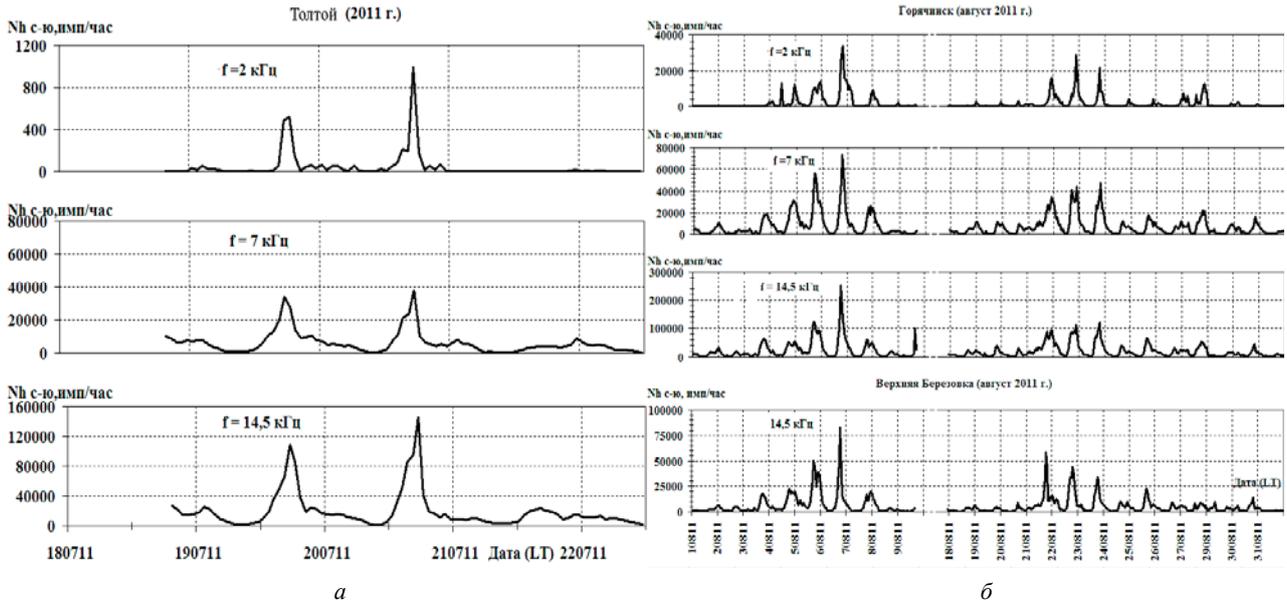


Рис. 2. Результаты регистрации магнитной составляющей ОНЧ-импульсного потока на частотах 2, 7 и 14,5 кГц: *a* – в ПН «Голтой» 18–22 июля 2011 г.; *б* – в ПН «Горячинск» и «Верхняя Березовка» в августе 2011 г.

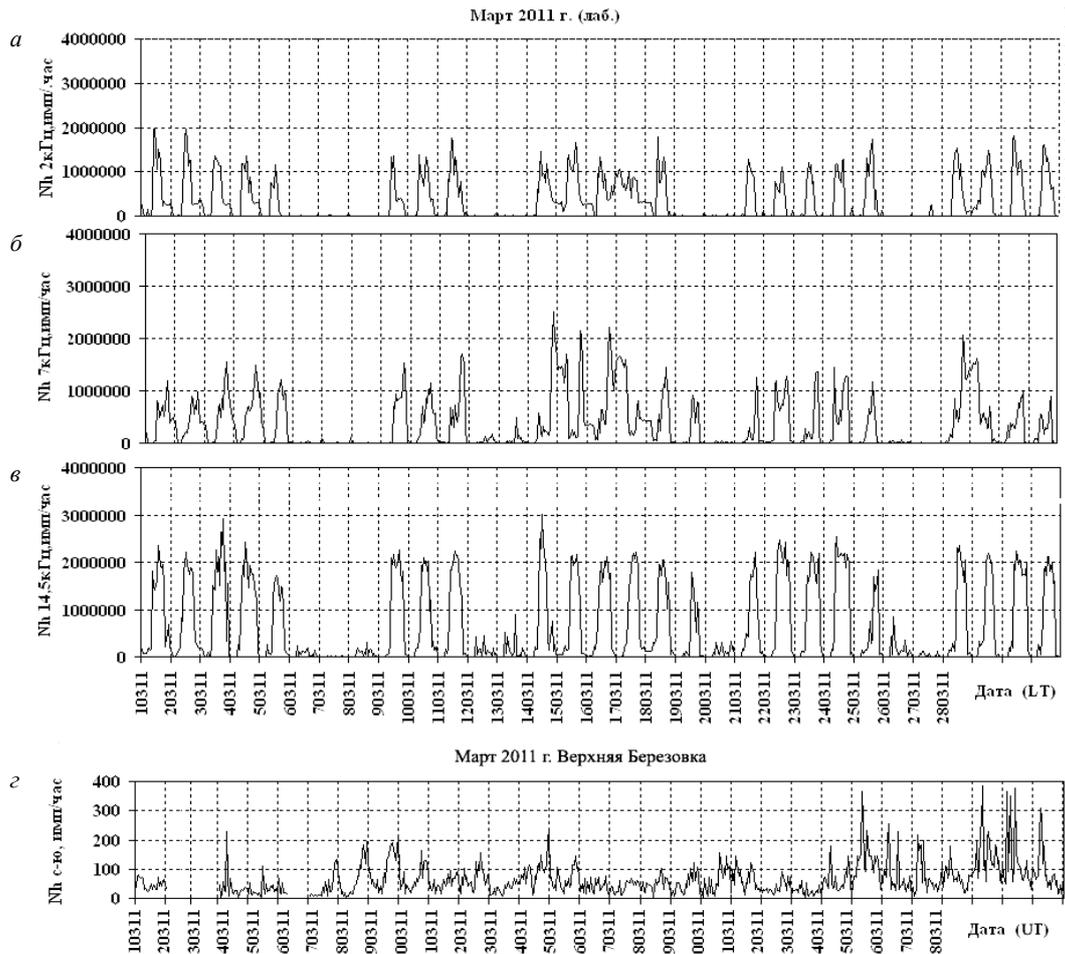


Рис. 3. Суточные вариации аддитивной смеси естественного и антропогенного электромагнитного излучения на частотах 2; 7; 14,5 кГц (здание ИФМ СО РАН) (*a–в*); суточный ход БИЭМПЗ на частоте 14,5 кГц (Верхняя Березовка) (*z*)

Полученные экспериментальные результаты требуют дальнейшей физической интерпретации и теоретического объяснения с позиций развития новых тенденций в оценке механизмов и энергетики классического атмосферного электричества. Необходимо также выяснить принципиальную роль тонкой структуры распределения поля и заряда грозных облаков, электрогазодинамической турбулентности и вклада энергичных частиц.

Библиографические ссылки

1. Сейсмоионосферные и сейсмoeлектромагнитные процессы в Байкальской рифтовой зоне / Э. Л. Афраимович [и др.]; отв. ред. Г.А. Жеребцов. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2012.

2. Аполлонский С. М., Малаян К. Р. Электромагнитная экология человека. СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2008.

References

1. Seismoionosfernye i seismoelektromagnitnye processy v Baikal'skoi riftovoi zone. (Seismoionosfernye seismoelektromagnitnye and processes in the Baikal Rift Zone). Afraimovich E. L. [i dr.]; отв. red. G.A. Zherebtsov; Ros. akad. Nauk, Sib. otd-nie, In-t solnechno-zemnoi fiziki, In-t zemnoi kory, In-t fizicheskogo materialovedeniya. Novosibirsk, Izd-vo SO RAN, 2012. 304 p. (Integratsionnye proekty SO RAN; vol. 35)

2. Apollonskii S. M., Malayan K. R. Elektromagnitnaya ekologiya cheloveka (Electromagnetic human ecology). St. Petersburg, Izd-vo Politehnicheskogo universiteta, 2008, 556 p.

© Нагуслева И. Б., Башкуев Ю. Б., Хаптанов В. Б., Дембелов М. Г., 2013

УДК 621.391.81+550.83

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ОСАДОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГОРНЫХ ПОРОД ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЕЛЕНГИ*

Ю. Б. Башкуев, В. Б. Хаптанов, М. Г. Дембелов, В. Р. Адвокатов, Д. Г. Буянова

Институт физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук
Россия, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6. E-mail: buddich@mail.ru

Рассмотрены результаты подповерхностного радиозондирования осадочных комплексов горных пород в дельте р. Селенги. Определены электрофизические свойства и строение слоисто-неоднородных горных пород по данным наземных радиоволновых измерений в ОНЧ–НЧ-диапазонах. Предложена комплексная методика обследования приповерхностных слоев горных пород методами радиоимпедансного и вертикального электрического зондирования.

Ключевые слова: радиоимпедансное зондирование, осадочные комплексы, дельта Селенги.

GEO-ELECTRIC CROSS-SECTION OF THE SEDIMENTARY ROCKS OF THE DELTA OF THE RIVER SELENGA

Yu. B. Bashkuev, V. B. Khaptanov, M. G. Dembelov, V. R. Advokatov, D. G. Buyanova

Institute of Physical Materials Science of Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
6 Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia. E-mail: buddich@mail.ru

The results of subsurface radio sounding of the sedimentary rocks complexes in the delta of the river selenga are considered in the article. Electro-physical properties and the structure of the stratified-inhomogeneous rocks according to the surface-wave measurements in vlf-lf bands are identified. Integrated survey methodology of near surface layers of rocks by radioimpedance and vertical electric sounding methods is proposed.

Keywords: radioimpedance sounding, sedimentary complexes, delta of the river selenga.

Методом радиоимпедансного зондирования детально исследованы осадочные комплексы горных пород дельты р. Селенги. Геоэлектрический разрез на профиле «Ранжурово-3» длиной 140 м в зоне развития эоловых песков вблизи отметки высоты 468,7 м представлен на рис. 1. Верхний слой сухих песков характеризуется наибольшим удельным сопротивлением в разрезе $\rho_1 = (440 \pm 40)$ Ом · м, при толщине $h_1 = (17 \pm 3)$ м.

Второй слой с параметрами $\rho_2 = (190 \pm 40)$ ом·м, $h_2 = (50 \pm 6)$ м сложен увлажненными гравийно-галечниковыми отложениями с песчаным заполнителем. Третий слой с $\rho_3 = (50 \pm 30)$ ом·м представлен обводненными суглинками и песками с содержанием галечникового материала. Границы геоэлектрических слоев хорошо коррелируют с формой рельефа профиля эолового образования.

* Доклад подготовлен при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 12-02-98002, № 12-02-98007 и Интеграционного проекта СО РАН № 11.