

Наблюдения обратного сейсмоэлектрического эффекта II рода при электрозондированиях в районе Центрально-Сахалинского разлома

^{1*} Богомолов Леонид Михайлович, <https://orcid.org/0000-0002-9124-9797>, bleom@mail.ru

^{2,1} Костылев Дмитрий Викторович, <https://orcid.org/0000-0002-8150-9575>, d.kostylev@imgg.ru

¹ Костылева Наталья Владимировна, <https://orcid.org/0000-0002-3126-5138>, n.kostyleva@imgg.ru

¹ Гуляков Сергей Александрович, <https://orcid.org/0009-0001-7924-6972>, gulyakov_97@mail.ru

¹ Дудченко Илья Павлович, <https://orcid.org/0000-0002-4967-7405>, ilpadu@mail.ru

¹ Каменев Павел Александрович, <https://orcid.org/0000-0002-9934-5855>, kamepav@mail.ru

¹ Стовбун Николай Сергеевич, <https://orcid.org/0009-0004-1927-798X>, nikolay19972016@gmail.com

¹ *Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия*

² *Сахалинский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», Южно-Сахалинск, Россия*

[Резюме PDF RUS](#) [Abstract PDF ENG](#) [Полный текст PDF RUS](#) [PDF ENG](#)

Резюме. Представлены результаты экспериментов по электрозондированию приповерхностного слоя земной коры в разломной зоне с регистрацией сейсмоакустических и сейсмических шумов в ближней зоне у источника (возбуждающего диполя). Эксперименты проведены в 2021–2022 гг. в южной части Центрально-Сахалинского разлома с использованием разработанного в ИМГиГ ДВО РАН источника электрических импульсов, мощностью до 3 кВт. Цель была исследовать сейсмоакустические проявления реакции среды на зондирование импульсами тока силой 5–13 А. Генераторное устройство обеспечивало силу тока в диполе существенно выше ее характерных значений в случае зондирования при электроразведке методами сопротивлений, а также при обычной сейсмоэлектроразведке. При этом диапазон токовых амплитуд был намного меньше, чем в случае глубинных зондирований с использованием геофизических МГД-генераторов или сверхмощных электроимпульсных устройств. До настоящего времени обратный сейсмоэлектрический эффект оставался практически неисследованным при токах в «промежуточном» диапазоне ~10 А и при масштабах порядка нескольких сотен метров. Наличие или отсутствие реакции среды на электрозондирования устанавливалось по записям молекулярно-электронных приборов (производитель ООО «R-sensors», Россия): широкополосного сейсмометра СМЕ-6111 и гидрофона, установленных на расстоянии около 50 м от одного из полюсов возбуждающего электрического диполя. Обнаружено возрастание среднего уровня сейсмоакустического шума при электрозондированиях, что по существу является разновидностью обратного сейсмоэлектрического эффекта II рода (возбуждение упругих волн при прохождении электрического тока в двухфазной среде). Подобное проявление реакции среды в ближней зоне около одного из электродов диполя на пропускание импульсов тока ранее не отмечалось. При этом прирост уровня шума происходит практически без задержек после начала электрозондирований, что находится в соответствии с ранее полученными результатами об откликах сейсмоакустической эмиссии на мощные импульсы тока, которые применялись для глубинных зондирований в Северном Тянь-Шане.

Ключевые слова:

электрозондирование, сейсмический шум, сейсмоакустическая реакция среды, сейсмоэлектрический эффект

Для цитирования: Богомолов Л.М., Костылев Д.В., Костылева Н.В., Гуляков С.А., Дудченко И.П., Каменев П.А., Стовбун Н.С. Наблюдения обратного сейсмоэлектрического эффекта II рода при электрозондированиях в районе Центрально-Сахалинского разлома. *Геосистемы переходных зон*, 2023, т. 7, № 2, с. 115–131. <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.2.115-131>; <https://www.elibrary.ru/bogdqg>

For citation: Bogomolov L.M., Kostylev D.V., Kostyleva N.V., Gulyakov S.A., Dudchenko I.P., Kamenev P.A., Stovbun N.S. Observations of the inverse seismoelectric effect of the second kind during electrical sounding in the Central Sakhalin fault zone. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2023, vol. 7, no. 2, 14 p. (In Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.2.115-131>; <http://journal.imgg.ru/web/full/f-e2023-2-1.pdf>

Список литературы

1. Чердынцев С.Н. **2022**. Сейсмоэлектрический эффект – основа нового геофизического метода исследований нефтяных скважин – сейсмоэлектрического каротажа. *Успехи современного естествознания*, 11: 143–150. <https://doi.org/10.17513/use.37942>
2. Иванов А.Г. **1940**. Сейсмоэлектрический эффект первого рода в приэлектродных областях. *Доклады АН СССР*, 68: 53–56.
3. Иванов А.Г. **1940**. Сейсмоэлектрический эффект 2 рода. *Известия АН СССР. Серия географическая и геофизическая*, 5: 699–727.
4. Френкель Я.И. **1944**. К теории сейсмических и сейсмоэлектрических явлений во влажной почве. *Известия АН СССР. Серия географическая и геофизическая*, 8(4): 134–149.
5. Biot M.A. **1956**. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid. I. Low-frequency range. *Journal of the Acoustical Society of America*, 28(2): 168–178. <https://doi.org/10.1121/1.1908239>
6. Pride S.R. **1994**. Governing equations for the coupled electromagnetics and acoustics of porous media. *Physical Review B*, 50(21): 15678–15696. <https://doi.org/10.1103/physrevb.50.15678>
7. Haartsen M.W., Pride S.R. **1996**. Electro seismic waves from point sources in layered media. *J. of Geophysical Research: Solid Earth*, 102(B11): 24745–24769. <https://doi.org/10.1029/97jb02936>
8. Светов Б.С. **2008**. *Основы геоэлектрики*. Л.: Изд-во ЛКИ, 656 с.
9. Адушкин В.В., Спивак А.А. **2014**. *Физические поля в приповерхностной геофизике*. М.: ГЕОС, 360 с.
10. Адушкин В.В., Овчинников В.М., Санина И.А., Ризниченко О.Ю. **2016**. «Михнево»: от сейсмостанции № 1 до современной геофизической обсерватории. *Физика Земли*, 1: 108–120.
11. Спивак А.А., Кишкина С.Б. **2004**. Исследование микросейсмического фона с целью определения активных тектонических структур и геодинамических характеристик среды. *Физика Земли*, 7: 35–49.
12. Тарасов Н.Т. **1997**. Изменение сейсмичности коры при электрическом воздействии. *Доклады АН*, 353(4): 542–545.
13. Тарасов Н.Т., Тарасова Н.В., Авагимов А.А., Зейгарник В.А. **1999**. Воздействие мощных электромагнитных импульсов на сейсмичность Средней Азии и Казахстана. *Вулканология и сейсмология*, 4-5: 152–160.
14. Авагимов А.А., Зейгарник В.А., Файнберг Э.Б. **2005**. О пространственно-временной структуре сейсмичности, вызванной электромагнитным воздействием. *Физика Земли*, 6: 55–65.
15. Смирнов В.Б., Завьялов А.Д. **2012**. К вопросу о сейсмическом отклике на электромагнитное зондирование литосферы Земли. *Физика Земли*, 7: 63–88.
16. Сычев В.Н., Богомолов Л.М., Рыбин А.К., Сычева Н.А. **2010**. Влияние электромагнитных зондирований земной коры на сейсмический режим территории Бишкекского геодинамического полигона. В кн.: Адушкин В.В., Кочарян Г.Г. (ред.) *Триггерные эффекты в геосистемах*: материалы всерос. семинара-совещ. М.: ГЕОС, с. 316–325.
17. Соболев Г.А., Пономарев А.В. **2003**. *Физика землетрясений и предвестники*. М.: Наука, 270 с.
18. Bogomolov L.M., Il'ichev P.V., Sychev V.N., Zakupin A.S., Novikov V.A., Okunev V.I. **2004**. Acoustic emission response of rocks to electric power action as seismic-electric effect manifestation. *Annals of Geophysics*, 47(1): 65–72. <https://doi.org/10.4401/ag-3259>
19. Светов Б.С. **2000**. К теоретическому обоснованию сейсмоэлектрического метода геофизической разведки. *Геофизика*, 1: 28–39.
20. Кормильцев В.В. **1980**. *Переходные процессы при вызванной поляризации*. М.: Наука, 112 с.
21. Светов Б.С., Агеев В.В., Каринский С.Д., Агеева О.А. **2013**. Самосогласованная задача вызванной поляризации электрокинетического происхождения. *Физика Земли*, 6: 91–98.
22. Дудченко И.П., Костылев Д.В., Гуляков С.А., Стовбун Н.С. **2021**. Геофизический генератор импульсных напряжений для сейсмоэлектрической разведки недр. *Геосистемы переходных зон*, 5(1): 46–54. doi:10.30730/gtr.2021.5.1.046-054
23. Kostylev D.V., Bogomolov L.M., Boginskaya N.V. **2019**. About seismic observations on Sakhalin with the use of molecular-electronic seismic sensors of new type. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012009. doi:10.1088/1755-1315/324/1/012009
24. Костылев Д.В., Богинская Н.В. **2020**. Сейсмоакустические наблюдения с применением молекулярно-электронных гидрофонов на Сахалине и южных Курильских островах (о. Кунашир). *Геосистемы переходных зон*, 4(4): 486–499. doi:10.30730/gtr.2020.4.4.486-499
25. Рождественский В.С., Сапрыгин С.М. **1999**. Структурные взаимоотношения неогеновых и четвертичных образований, активные разломы и сейсмичность на Южном Сахалине. *Тихоокеанская геология*, 6: 59–70.
26. RU 2021666241. **2021**. *SpectrumSeism*: Свид-во о государственной регистрации программы для ЭВМ. Авторы: Селезнев В.С., Лисейкин А.В., Севостьянов Д.Б., Брыксин А.А. № 2021665611; заявл. 11.10.2021, опубл. 11.10.2021.
27. Закупин А.С., Богомолов Л.М., Мубассарова В.А., Ильичев П.В. **2014**. Сейсмоакустические проявления воздействий мощных импульсов тока по данным скважинных измерений на Бишкекском геодинамическом полигоне. *Физика Земли*, 5: 105–120. doi:10.7868/S000233371404019X
28. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. **1982**. *Планирование эксперимента*. Минск: Изд-во БГУ. 302 с.
29. Колесников В.П. **1984**. *Основы интерпретации электрических зондирований*. М.: Наука, 400 с.
30. Russell R.D., Butler K.E., Kerc A.W., Maxwell M. **1997**. Seismoelectric exploration. *The Leading Edge*, 16(11): 1611–1615. <https://doi.org/10.1190/1.1437536>
31. Potylitsyn V., Kudinov D., Alekseev D., Kokhonkova E., Kurkov S., Egorov I., Pliss A. **2021**. Study of the seismoelectric effect of the second kind using molecular sensors. *Sensors*, 21: 2301–2316. <https://doi.org/10.3390/s21072301>
32. Sorokin V., Yaschenko A., Mushkarev G., Novikov V. **2023**. Telluric currents generated by solar flare radiation: Physical model and numerical estimations. *Atmosphere*, 14: 458–477. <https://doi.org/10.3390/atmos14030458>
33. Новиков В.А., Сорокин В.М., Яценко А.К., Мушкарев Г.Ю. **2023**. Физическая модель и численные оценки теллурических токов, генерируемых рентгеновским излучением солнечной вспышки. *Динамические процессы в геосферах*, 15(1): 23–44. doi:10.26006/29490995_2023_15_1_23
34. Сычева Н.А. **2022**. Солнечные вспышки, сильные магнитные бури и вариации уровня сейсмического шума на территории Северного Тянь-Шаня. *Геофизические процессы и биосфера*, 21(4): 93–109. doi:10.21455/GPB2022.4-7
35. Адушкин В.В., Локтев Д.Н., Спивак А.А. **2008**. Влияние барических возмущений атмосферы на микросейсмические процессы в земной коре. *Физика Земли*, 6: 77–85. <https://doi.org/10.1134/s1069351308060086>