

Применение RGB-синтеза для комплексной интерпретации данных геофизических методов при изучении территорий, загрязненных нефтепродуктами

Мингалева Татьяна Андреевна¹, <https://orcid.org/0000-0002-6867-1981>, tatiana.mingaleva@bk.ru

Шакуро Сергей Владимирович², s.shakuro@gmail.com

Сенчина Наталия Петровна¹, <https://orcid.org/0000-0001-5458-648X>, n_senchina@inbox.ru

Егоров Алексей Сергеевич¹, <https://orcid.org/0000-0002-3501-9145>, egorov_as@pers.spmi.ru

¹ Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

² ООО «ФРОНТ Геология», Нижний Новгород, Россия

Резюме [PDF RUS](#)

Abstract [PDF ENG](#)

Полный текст [PDF RUS](#)

Резюме. На загрязненных нефтепродуктами участках сведения о геологическом строении, а также о степени загрязнения и геометрических параметрах поллютанта необходимы для оценки рисков, планирования работ по извлечению нефтепродуктов и рекультивации территории. Для решения подобных задач активно используются геофизические методы. В работе рассматривается участок с загрязненными нефтепродуктами грунтами, расположенный на берегу р. Волга. Целью работ является оконтуривание площади распространения нефтепродуктов. Для достижения поставленной цели выполнен комплекс методов малоглубинной геофизики (электроразведка, сейсморазведка) и газогеохимия. В качестве одного из способов интерпретации данных продемонстрированы результаты нового подхода к характеристике загрязненных участков путем RGB-синтеза данных. Способ основан на обобщении имеющихся материалов путем оптического смешивания данных трех пространственно-распределенных характеристик, представленных в виде трех каналов – красный, зеленый, синий – с целью локализации линз гравитационно-подвижных и иммобилизованных нефтепродуктов. По результатам качественной интерпретации геофизической информации авторами построена схема с предполагаемым контуром распространения нефтепродуктов на изучаемой территории. Предложенный метод может использоваться для задач оконтуривания разливов нефтепродуктов при достаточном количестве информации, полученной геофизическим или другими методами (не менее 3), на этапе определения площади распространения загрязнения для участков. Этот подход может ускорить процесс интерпретации, так как такое наложение карт задает цветовым распределением различные петрофизические характеристики грунтов для выбранного глубинного уровня, а также облегчает задачу определения координат при соотнесении различных аномалий, выявленных разными методами.

Ключевые слова

RGB-синтез, малоглубинная геофизика, нефтепродукты, многопризнаковая классификация, комплексная интерпретация

Для цитирования: Мингалева Т.А., Шакуро С.В., Сенчина Н.П., Егоров А.С. Применение RGB-синтеза для комплексной интерпретации данных геофизических методов при изучении территорий, загрязненных нефтепродуктами. *Геосистемы переходных зон*, 2023, т. 7, № 1, с. 75–85. <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.1.075-085>; <https://www.elibrary.ru/gytyub>

For citation: Mingaleva T.A., Shakuro S.V., Senchina N.P., Egorov A.S. Application of RGB-synthesis for complex interpretation of geophysical data in the study of areas contaminated by oil products. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2023, vol. 7, no. 1, pp. 75–85. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.1.075-085>, <https://www.elibrary.ru/gytyub>

Список литературы

1. Титов К.В., Ильин Ю.Т., Коносавский П.К., Муслимов А.В., Рыбальченко О.В., Орлова О.Г., Мено А. **2012**. Изменение физических свойств загрязненного нефтепродуктами песка при бактериальном воздействии. *Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология*, 5: 455–469.
2. Abdel Aal G.Z., Slater L.D., Atekwana E.A. **2006**. Induced-polarization measurements on unconsolidated sediments from a site of active hydrocarbon biodegradation. *Geophysics*, 71: H13–H24. <https://doi.org/10.1190/1.2187760>
3. Atekwana E.A., Atekwana Eliot A., Werkema D.D., Allen J.P., Smart L.A., Duris J.W., Cassidy D.P., Sauck W.A., Rossbach S. **2004**. Evidence for microbial enhanced electrical conductivity in hydrocarbon-contaminated sediments. *Geophysical Research Letters*, 31: L23501.1–L23501.4. <https://doi.org/10.1029/2004gl021359>

4. Personna Yv.R., Ntarlagiannis D., Slater L., Yee N., O'Brien M., Hubbard S. **2008**. Spectral induced polarization and electrochemical potential monitoring of microbially mediated iron sulfide transformations. *J. of Geophysical Research*, 113(2): C02020.1–C02020.13. <https://doi.org/10.1029/2007jg000614>
5. Lelièvre P.G., Farquharson C.G. **2016**. Integrated imaging for mineral exploration. In: *Integrated imaging of the Earth: Theory and applications*, p. 61–95. (Wiley Online Library, Geophysical Monograph Series). <https://doi.org/10.1002/9781118929063.ch8>
6. Atekwana E.A., Atekwana Eliot A. **2010**. Geophysical signatures of microbial activity at hydrocarbon contaminated sites: A review. *Surveys in Geophysics*, 31: 247–283. <https://doi.org/10.1007/s10712-009-9089-8>
7. Sauck W.A. **2000**. A model for the resistivity structure of LNAPL plumes and their environs in sandy sediments. *J. of Applied Geophysics*, 44(2–3): 151–165. [https://doi.org/10.1016/S0926-9851\(99\)00021-X](https://doi.org/10.1016/S0926-9851(99)00021-X)
8. Garg S., Newell C.J., Kulkarni P.R., King D.C., Adamson D.T., Renno M.I., Sale T. **2017**. Overview of natural source zone depletion: Processes, controlling factors, and composition change. *Groundwater Monitoring and Remediation*, 37(3). <https://doi.org/10.1111/gwmr.12219>
9. Спичак В.В., Безрук И.А., Гойдина А.Г. **2015**. Построение трехмерных кластерных петрофизических моделей геологической среды по совокупности геофизических данных, измеренных на опорных профилях. *Разведка и охрана земных недр*, 4: 41–45.
10. Castro D., Branco R.M.G. **2003**. 4-D ground penetrating radar monitoring of a hydrocarbon leakage site in Fortaleza (Brazil) during its remediation process: A case history. *J. of Applied Geophysics*, 54(1): 127–144. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2003.08.021>
11. Orozco A.F., Ciampi P., Katona T., Censini M., Papini M.P., Deidda G.P., Cassiani G. **2021**. Delineation of hydrocarbon contaminants with multi-frequency complex conductivity imaging. *Science of the Total Environment*, 768: 144997. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.144997>
12. Orozco A.F., Micić V., Bücken M., Gallistl J., Hofmann Th., Nguyen F. **2019**. Complex-conductivity monitoring to delineate aquifer pore clogging during nanoparticles injection. *Geophysical Journal International*, 218(3): 1838–1852. <https://doi.org/10.1093/gji/ggz255>
13. Golizdra G.Y. **1980**. Statement of the problem of comprehensive interpretation of gravity fields and seismic observations. *Izv., Physics of the Solid Earth*, 16: 535–539.
14. Haber E., Oldenburg D. **1997**. Joint inversion: a structural approach. *Inverse Problems*, 13(1): 63–77. <https://doi.org/10.1088/0266-5611/13/1/006>
15. Hu W., Abubakar A., Habashy T.M. **2009**. Joint electromagnetic and seismic inversion using structural constraints. *Geophysics*, 74(6): R99–R109. <https://doi.org/10.1190/1.3246586>
16. Данильев С.М., Данильева Н.А., Исакова Е.П., Ашкар Г.Х. **2020**. Исследование трещиноватости на месторождении облицовочного камня с привлечением метода георадиолокации. *Известия ТПУ*, 9: 140–145.
17. Glazunov V.V., Shtengel V.G., Nedyalkov V.S., Efimova N.N., Danilev S.M. **2018**. Combined investigation by thermal imaging and georadar scanning for voids detection under reinforced concrete slabs of fastening soil slopes of hydraulic structures. In: *Engineering and Mining Geophysics*, 2018: 1–11. (European Association of Geoscientists & Engineers: Conf. paper). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201800474>
18. Miller A.A., Gorelik G.D., Budanov L.M. **2019**. Substantiation of the optimal GIS complex for the allocation of water-containing reservoirs on the example of the analysis of well logging results in the Leningrad region. In: *Engineering and Mining Geophysics*, 2019: 1–8. (European Association of Geoscientists & Engineers: Conf. paper). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201901693>
19. Danileva N., Danilev S., Bolshakova N. **2020**. Isolation of brine aquifers in carbonate rocks of above-salt sediments by a limited set of geophysical studies of wells. In: *Engineering and Mining Geophysics, Saint Petersburg*, 2020: 1–5. (European Association of Geoscientists & Engineers: Conf. paper). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202053066>
20. Мовчан И.Б., Шайгаллямова З.И., Яковлева А.А. **2022**. Выявление факторов структурного контроля коренных золоторудных проявлений методом беспилотной аэромагниторазведки на примере Нерюнгринского района Якутии. *Записки Горного института*, 254: 217–233. <https://doi.org/10.31897/PMI.2022.23>
21. Abubakar A., Gao G., Habashy T.M., Liu J. **2012**. Joint inversion approaches for geophysical electromagnetic and elastic full-waveform data. *Inverse Problems*, 28(5): 055016. <https://doi.org/10.1088/0266-5611/28/5/055016>
22. Colombo D., De Stefano M. **2007**. Geophysical modeling via simultaneous joint inversion of seismic, gravity, and electromagnetic data: Application to prestack depth imaging. *The Leading Edge*, 26: 326–331. <https://doi.org/10.1190/1.2715057>
23. Moorkamp M., Jones A.G., Fishwick S. **2010**. Joint inversion of receiver functions, surface wave dispersion, and magnetotelluric data. *J. Geophysical Research: Solid Earth*, 115(B4). <https://doi.org/10.1029/2009jb006369>
24. Спичак В.В. **2009**. Современные подходы к комплексной инверсии геофизических данных. *Геофизика*, 5: 10–19.
25. Спичак В.В., Безрук И.А., Попова И.В. **2008**. Построение глубинных кластерных петрофизических разрезов по геофизическим данным и прогноз нефтегазоносности территорий. *Геофизика*, 5: 43–45.
26. Agostinetti N.P., Bodin Th. **2018**. Flexible coupling in joint inversions: A Bayesian structure decoupling algorithm. *J. Geophysical Research: Solid Earth*, 123: 8798–8826. <https://doi.org/10.1029/2018JB016079>
27. Di Giuseppe M.G., Troiano A., Patella D., Piochi M., Carlino S. **2018**. A geophysical k-means cluster analysis of the Solfatara-Pisciarelli volcano-geothermal system, Campi Flegrei (Naples, Italy). *J. of Applied Geophysics*, 156: 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2017.06.001>
28. Yu Siwei, Ma Jianwei. **2020**. Data-driven geophysics: from dictionary learning to deep learning. *ArXiv abs/2007.06183*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2007.06183>
29. Bedrosian P.A., Maercklin N., Weckmann U., Bartov Y., Ryberg T., Ritter O. **2007**. Lithology-derived structure classification from the joint interpretation of magnetotelluric and seismic models. *Geophysical Journal International*, 170(2): 737–748. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2007.03440.x>
30. Akhmetshin E.M., Kolpak E.P., Sulimova E.A., Kireev V.S., Samarina E.A., Solodilova N.Z. **2017**. Clustering as a criterion for the success of modern industrial enterprises. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15(23): 221–231.

31. Никитин А.А., Булычев А.А. **2015**. *Комплексный анализ и комплексная интерпретация геофизических полей*: учеб. пособие. М.: ВНИИГеосистем, 94 с.
32. Kotyrba B., Schmidt V. **2014**. Combination of seismic and resistivity tomography for the detection of abandoned mine workings in Münster/Westfalen, Germany: Improved data interpretation by cluster analysis. *Near Surface Geophysics*, 12(3): 415–426. <https://doi.org/10.3997/1873-0604.2013056>
33. *RGB-синтез для комплексной интерпретации данных сейсмических методов*: Свид-во о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616804 РФ. **2021**. Авт.: Григорьев Г.К., Мингалева Т.А., Сенчина Н.П. Заявл. 23.04.2021; № 2021615994; опубл. 27.04.2021, Бюл. № 5.
34. *Цифровые каталоги геологических карт*. СПб., Всерос. науч.-исслед. геол. ин-т им. А.П. Карпинского. URL: https://vsegei.ru/ru/info/catalog_ggk/ (дата обращения 21.09.2022).