



## Method to form a geophysical signals catalog based on geoacoustic emission signals

*Yu. I. Senkevich*

*O. O. Lukovenkova*

*A. A. Solodchuk*

*Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation,*

*FEB RAS, Paratunka, Kamchatka Region, Russia*

### Abstract

The article is devoted to a new approach to the systematization of geophysical signals. The system approach is described. It includes stages of detection, analysis, object and structural description, classification of pulses. A method based on the adaptive threshold calculation is proposed for pulse detection in geoacoustic emission signals. The threshold value is calculated using the signal standard deviation and automatically recalculated for each considered part of the signal. The authors propose to analyze the detected pulses using sparse approximation methods. The article describes the main idea of the adaptive matching pursuit. This method allows to decompose the pulse into the basis functions of the combined Gauss–Berlage dictionary with minimum spatial and temporal costs and with the required accuracy of the constructed approximations. Obtained sparse representations are described under the objective approach as combination of informative features identified during the analysis, for example, the number of functions in the decomposition, parameters of functions, etc. The authors propose a classification of the geoacoustic emission pulses obtained from the results of real signals analysis. Four classes of geoacoustic pulses are defined. The object description of geoacoustic emission pulses is supplemented by an original structural description based on the relations of pulse local extremums. That makes it possible to significantly reduce the variety of pulse shapes for their further identification. The results obtained during the application of the described system approach to the analysis of geoacoustic signals are summarized in the Geophysical Signals Catalog.

### Keywords

geophysical signals catalog, systematization of geophysical signals,  
object description of pulses, definition of informative features,  
system approach

**Для цитирования:** Сенкевич Ю.И., Луковенкова О.О., Солдчук А.А. Методика формирования Реестра геофизических сигналов на примере сигналов геоакустической эмиссии. *Геосистемы переходных зон*. 2018. Т. 2, № 4. С. 409–418. doi: 10.30730/2541-8912.2018.2.4.409-418

**For citation:** Senkevich Yu.I., Lukovenkova O.O., Solodchuk A.A. Method to form a geophysical signals catalog based on geoacoustic emission signals. *Geosystems of Transition Zones*, 2018, vol. 2, N 4, p. 409–418. (In Russ.). doi: 10.30730/2541-8912.2018.2.4.409-418

### References

1. Афанасьева А.А., Луковенкова О.О., Марапулец Ю.В., Тристанов А.Б. Применение разреженной аппроксимации и методов кластеризации для описания структуры временных рядов акустической эмиссии // *Цифровая обработка сигналов*. 2013. № 2. С. 30–34.
2. Кузнецов Ю.В., Баев А.Б., Бехтин М.А., Сергеев А.А. Корреляционный метод обнаружения информационных составляющих побочных электромагнитных излучений технических средств // *Технология ЭМС*. 2009. № 2 (29). С. 2–13.
3. Купцов А.В., Ларионов И.А., Шевцов Б.М. Особенности геоакустической эмиссии при подготовке камчатских землетрясений // *Вулканология и сейсмология*. 2005. № 5. С. 45–59.

4. Ларионов И.А., Щербина А.О., Мищенко М.А. Отклик геоакустической эмиссии на процесс подготовки землетрясений в разных пунктах наблюдений // *Вестн. КРАУНЦ. Серия Науки о Земле*. 2005. № 2 (6). С. 108–115.
5. Луковенкова О.О., Тристанов А.Б. Адаптивный алгоритм согласованного преследования с уточнением на смешанных словарях в анализе сигналов геоакустической эмиссии // *Цифровая обработка сигналов*. 2014. № 2. С. 54–57.
6. Луковенкова О.О., Тристанов А.Б. *Программа для визуализации результатов разреженной аппроксимации сигналов геоакустической эмиссии MP Complex ver 1.0*: свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2015617250. 29.09.2015.
7. Марапупец Ю.В., Луковенкова О.О., Тристанов А.Б., Ким А.А. *Методы регистрации и частотно-временного анализа сигналов геоакустической эмиссии*. Владивосток: Дальнаука, 2017. 148 с.
8. Марапупец Ю.В., Шевцов Б.М. *Мезомасштабная акустическая эмиссия*. Владивосток: Дальнаука, 2012. 126 с.
9. Мищенко М.А. Статистический анализ возмущений геоакустической эмиссии, предшествующих сильным землетрясениям на Камчатке // *Вестн. КРАУНЦ. Физ.-мат. науки*. 2011. № 1 (2). С. 56–64.
10. Пулинец С.А., Узунов Д.П., Карелин А.В., Давиденко Д.В. Физические основы генерации краткосрочных предвестников землетрясений. Комплексная модель геофизических процессов в системе литосфера–атмосфера–ионосфера–магнитосфера, инициируемых ионизацией // *Геомагнетизм и аэрономия*. 2015. Т. 55. № 4. С. 1–19. <https://doi.org/10.7868/S0016794015040136> [Pulinets S.A., Ouzounov D.P., Karelin A.V., Davidenko D.V. Physical bases of the generation of short-term earthquake precursors: A complex model of ionization-induced geophysical processes in the lithosphere-atmosphere-ionosphere-magnetosphere system. *Geomagnetism and Aeronomy*, 2015, 55(4): 521-538. <https://doi.org/10.1134/s0016793215040131>]
11. Рабинович Е.В., Ганчин К.С., Пупышев И.М., Шефель Г.С. Модель сейсмического импульса, возникающего при гидравлическом разрыве пласта // *Математические структуры и моделирование*. 2014. № 4 (32). С. 105–111.
12. Рябова С.А., Спивак А.А. Возмущение сейсмического фона геомагнитными импульсами // *Геофизические исследования*. 2017. Т. 18. № 2. С. 65–76. <https://doi.org/10.21455/gr2017.2-4>
13. Тристанов А.Б., Луковенкова О.О., Поляков Р.К. Модель временного ряда для задач анализа темпоральных объектов // *Морские интеллектуальные технологии*. 2016. Т. 2. № 4 (34). С. 46–50.
14. Уваров В.Н. Методы выделения электромагнитных сигналов литосферного происхождения // *Вестн. КРАУНЦ. Физ.-мат. науки*. 2016. № 3 (14). С. 91–97. <https://doi.org/10.18454/2079-6641-2016-14-3-91-97>
15. Christine E. *Estimation of soil properties using waveforms of seismic surface waves: patent US8892410B2*. 18.11.2014.
16. Filonenko S., Nimchenko T., Kosmach A. Model of acoustic emission signal at the prevailing mechanism of composite material mechanical destruction // *Aviation*. 2010. N 14 (4). P. 95–103. <https://doi.org/10.3846/aviation.2010.15>
17. Gregori G.P., Poscolieri M., Paparo G., De Simone S., Rafanelli C., Ventrice G. «Storms of crustal stress» and AE earthquake precursors // *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2010. N 10 (2). P. 319–337. <https://doi.org/10.5194/nhess-10-319-2010>
18. Kim A.A., Lukovenkova O.O., Marapulets Yu.V., Tristanov A.B. Parallel computations for real time implementation of adaptive sparse approximation methods // *2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), 24–26 May 2017*. IEEE, 2017. <https://doi.org/10.1109/SCM.2017.7970567>
19. Mallat S., Zhang Z. Matching pursuits with time-frequency dictionaries // *IEEE Transactions on Signal Processing*. 1993. Vol. 41, N 12. P. 3397–3415. <https://doi.org/10.1109/78.258082>
20. Marapulets Yu., Solodchuk A., Shcherbina A. Changes of geoacoustic emission directivity at «Mikizha» site associated with earthquakes in Kamchatka // *E3S Web of Conferences*. 2016. Vol. 11, 00014. 5 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20161100014>
21. Mishchenko M. Statistics of occurrence of pre-seismic anomalies in geoacoustic emission and in atmospheric field // *E3S Web of Conferences*. 2016. Vol. 11, 00015. 4 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20161100015>
22. Senkevich Yu.I., Duke V.A., Mishchenko M.A., Solodchuk A.A. Information approach to the analysis of acoustic and electromagnetic signals // *E3S Web of Conferences*. 2017. Vol. 20, 02012. 9 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172002012>
23. Tristanov A.B., Marapulets Yu.V., Lukovenkova O.O., Kim A.A. A new approach to study of geoacoustic emission signals // *Pattern Recognition and Image Analysis*. 2016. Vol. 26, N 1. P. 34–44. <https://doi.org/10.1134/S1054661816010259>