

УДК 550.34

## ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ТРИГГЕРНОЙ АКТИВНОСТИ СЕЙСМИЧНОСТИ И СЕЙСМИЧЕСКОГО ШУМА

© 2015 г. Е.А. Колосова, А.А. Лукк, О.А. Серова, А.Я. Сидорин

*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*

Рассматриваются возможные механизмы влияния внешних воздействий на сейсмичность и сейсмический шум. Приводятся примеры наблюдения согласованных вариаций сейсмичности и сейсмического шума с вариациями других природных и техногенных геофизических полей. Триггерный эффект сейсмических и микросейсмических колебаний понимается как изменения во времени процесса скачкообразной пластической деформации напряжённого сейсмогенного объёма под воздействием любой внешней причины в условиях неустойчивого равновесия структурированного иерархической системой трещин деформируемого объёма.

**Ключевые слова:** триггерный эффект, сейсмический шум, микроземлетрясения, сейсмоакустическая эмиссия, приливные деформации.

### Литература

- Адушкин В.В.* Сейсмичность взрывных работ на территории Европейской части России // Физика Земли. 2013. № 2. С.110–130.
- Адушкин В.В., Локтев Д.Н., Спивак А.А.* Влияние барических возмущений атмосферы на микросейсмические процессы в земной коре // Физика Земли. 2008. № 6. С.77–85.
- Адушкин В.В., Спивак А.А.* Афтершоки подземных взрывов. М.: ИГД АН СССР, 1991. 34 с.
- Адушкин В.В., Кочарян Г.Г., Санина И.А.* О вкладе взрывных работ в развитие сейсмодеформационных процессов в регионе // Докл. РАН. 2011. Т. 441, № 1. С.92–94.
- Ананко М.Ю., Смирнов В.Б.* Генерация высокочастотного сейсмического шума поверхностным ветровым воздействием // Вулканология и сейсмология. 1994. № 4/5. С.205–214.
- Архипова Е.В., Жигалин А.Д., Морозова Л.И., Николаев А.В.* Ванское землетрясение 23.10.2011 г.: естественные и техногенные причины // Докл. РАН. 2012. Т. 446, № 4. С.438–441.
- Бугаев Е.Г., Спивак А.А., Соловьёв С.П.* Перспективы использования геофизических полей при выборе площадки и обосновании стабильности геодинамических и сейсмических условий при эксплуатации АС // Ядерная и радиационная безопасность. 2013. Т. 70, № 4. С.10–17.
- Вигнер Е.* Этюды о симметрии. М.: Мир, 1971. 320 с.
- Гаврилов В.А., Морозова Ю.В., Сторчеус А.В.* Вариации уровня геоакустической эмиссии в глубокой скважине Г-1 (Камчатка) и их связь с сейсмической активностью // Вулканология и сейсмология. 2006. № 1. С.52–67.
- Гордеев Е.И., Салтыков В.А., Сеницын В.И., Чебров В.Н.* Воздействие прогрева земной поверхности на высокочастотный сейсмический шум // Докл. АН СССР. 1991. Т. 316, № 1. С.85–88.
- Гуфельд И.Л., Гаврилов В.А., Корольков А.В., Новоселов О.Н.* Эндогенная активность Земли и декомпрессионная модель сейсмического шума // Докл. РАН. 2008. Т. 423, № 6. С.811–814.
- Дещеревская Е.В., Сидорин А.Я.* Некоторые результаты изучения суточной периодичности землетрясений Гармского полигона // Сейсмические приборы. 2004. Т. 40. С.57–70.
- Еременко А.А., Еременко В.А., Скляр Н.И., Матвеев И.Ф., Шинеев О.В.* Влияние промышленных взрывов на распределение сейсмических и динамических явлений в массиве горных пород // Горный журнал. 2002. № 1. С.40–43.
- Еременко В.А., Еременко А.А., Рашиева С.В., Турунтаев С.Б.* Влияние взрывов на техногенную сейсмичность в районе Таштагольского месторождения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2009. № 5. С.66–74.

- Журавлёв В.И., Лукк А.А.* Полуденная активизация сейсмичности в Турции и ряде других регионов мира // Геофизические исследования. 2011. Т. 12, № 4. С.31–57.
- Журавлёв В.И., Лукк А.А.* Особенности суточной периодичности слабых землетрясений Ирана // Физика Земли. 2012. № 1. С.63–81.
- Кочарян Г.Г.* Дистанционное инициирование динамических событий // Триггерные эффекты в геосистемах / Ред. В.В. Адушкин и Г.Г. Кочарян. М.: ГЕОС, 2010. С.18–30.
- Кочарян Г.Г., Костюченко В.Н., Павлов Д.В.* Инициирование деформационных процессов в земной коре слабыми возмущениями // Физическая мезомеханика. 2004. Т. 7, № 1. С.5–22.
- Мирзоев К.М., Негматуллаев С.Х.* Влияние механических вибраций на сейсмичность // Докл. АН СССР. 1990. Т. 313, № 1. С.78–83.
- Мирзоев К.М., Виноградов С.Д., Рузибаев З.Р.* Влияние микросейсм и вибраций на акустическую эмиссию // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1991. № 12. С.69–72.
- Мирзоев К.М., Николаев А.В., Лукк А.А., Децеровский А.В., Мирзоев В.К.* Скачкообразность пластических деформаций и возможности управляемого снятия накопленных напряжений // Геофизические исследования. 2015. Т.16, № 3. С.12–30.
- Николаев А.В.* Инициирование землетрясений подземными ядерными взрывами // Вестн. АН СССР. 1993. Т. 36, № 2. С.113–116.
- Николаев А.В.* Бомбардировки отзовутся землетрясениями // Независимая газета. 2003а. 24 марта.
- Николаев А.В.* Приказы Буша – на шкале Рихтера // Российская газета. 2003б. 2 апреля.
- Николаев А.В., Верецагина Г.М.* Об инициировании землетрясений землетрясениями // Докл. АН СССР. 1991а. Т. 318, № 2. С.320–324.
- Николаев А.В., Верецагина Г.М.* Об инициировании землетрясений подземными ядерными взрывами // Докл. АН СССР. 1991б. Т. 319, № 2. С.333–336.
- Рулев Б.Г.* Годовая периодичность в эмиссии микроземлетрясений и неравномерность вращения Земли // Землетрясения и процессы их подготовки. М.: Наука, 1991. С.127–139.
- Садовский М.А., Мирзоев К.М., Негматуллаев С.Х., Саломов Н.Г.* Влияние механических микроколебаний на характер пластических деформаций материалов // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1981. № 6. С.32–42.
- Сидорин А.Я.* Влияние Солнца на сейсмичность и сейсмический шум // Сейсмические приборы. Т. 40. 2004. С.71–80.
- Сидорин А.Я.* Сопоставление свойств суточной периодичности сейсмического шума, землетрясений и нагрузки промышленной электрической сети // Вопросы инженерной сейсмологии. 2010. Т. 37, № 4. С.66–88.
- Сидорин А.Я.* Причина необычной суточной периодичности сейсмических событий // Вопросы инженерной сейсмологии. 2011. Т. 38, № 2. С.55–70.
- Сидорин А.Я.* Поиск техногенных эффектов в каталоге землетрясений Гармского полигона // Геофизические процессы и биосфера. 2015. Т. 14, № 1. С.80–94.
- Тарасов Н.Т., Тарасова Н.В.* Влияние ядерных взрывов на сейсмический режим // Докл. РАН. 1995. Т. 343, № 4. С.543–546.
- Anderson J.G., Brune J.N., Louie J., Zeng Y., Savage M., Yu G., Chen Q., DePolo D.* Seismicity in the Western Great Basin apparently triggered by Landers, California, Earthquake, 28 June 1992 // Bull. Seismol. Soc. Amer. 1994. V. 84. P.863–891.
- Duma G.* Earthquake activity controlled by the regular induced telluric currents / International Workshop on Seismo Electromagnetics IWSE-2005, Tokyo, Japan, March 15-17, 2005. University of Electro-Communications, Proceedings, 2005. P.40–43.
- Gomberg J., Reasenber P.A., Bodin P., Harris R.A.* Earthquake triggering by seismic waves following the Landers and Hector Mine earthquakes // Nature. 2001. V. 411. P.462–466.
- Gulia L.* Detection of quarry and mine blast contamination in European regional catalogues // Natural Hazards. 2010. V. 53, N 2. P.229–249.
- Kilb D., Gomberg J., Bodin P.* Triggering of earthquake aftershocks by dynamic stresses // Nature. 2000. V. 408. P.570–574.
- Kiszely M.M.* Statistical analysis of earthquakes and quarry blasts in the Carpathian Basin – new problems and facilities // Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. 2010. V. 5, N 2. P.101–110.

- Marzocchi W., Vilardo G., Hill D.P., Riccardi G.P., Ricco C.* Common features and peculiarities of the seismic activity at Phlegraean Fields, Long Valley, and Vesuvius // *Bull. Seismol. Soc. Amer.* 2001. V. 91. P.191–205.
- Metivier L., Viron O., Conrad C.P., Renault S., Diament M., Patau G.* Evidence of earthquake triggering by the solid earth tides // *Earth Planet. Sci. Lett.* 2009. V. 278. P.370–375.
- Mtiller T., Zirn W.* Observation of gravity changes during the passage of cold fronts // *J. Geophys.* 1983. V. 53. P.155–160.
- Sorrells G. G., McDonald J.A., Der Z.A., Hen E.* Earth motion caused by local atmospheric pressure changes // *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 1971. V. 26. P.83–98.
- Tanaka S., Ohtake M., Sato H.* Evidence for tidal triggering of earthquakes as revealed from statistical analysis of global data // *J. Geophys. Res.* 2002. V.107, B10. 2211.