

ТЕХНОГЕННАЯ СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВИЗАЦИЯ НА ЮГЕ КУЗБАССА (П. МАЛИНОВКА)

Алексей Александрович Еманов

Алтае-Саянский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по науке; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, старший научный сотрудник, тел. (383)330-52-66, e-mail: alex@gs.sbras.ru

Александр Федорович Еманов

Алтае-Саянский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, доктор технических наук, директор; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, старший преподаватель, тел. (383)330-12-61, e-mail: emanov@gs.sbras.ru

Александр Владимирович Фатеев

Алтае-Саянский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, научный сотрудник; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, ведущий инженер, e-mail: fateev@gs.sbras.ru

Екатерина Викторовна Лескова

Алтае-Саянский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, старший научный сотрудник, e-mail: katya@gs.sbras.ru

Система мониторинга наведенной сейсмичности Кузбасса в последнем квартале 2016 года начала фиксировать усиливающуюся сейсмическую активность в районе Калтанского разреза, где произошла серия сейсмических событий, ощутимых в городах и поселках Кузбасса. В дополнение к сети мониторинга была развернута временная сеть станций, которая позволила значительно повысить точность и представительность регистрации техногенных землетрясений. Установлено существование ярко выраженной сейсмической активизации около открытых горных выработок. Наиболее сильные землетрясения происходят вне разреза на границе отвала. Внутри активизированной области зафиксирована локальная активизация из техногенных землетрясений малых энергий, соответствующая подземной горной выработке.

Ключевые слова: наведённая сейсмичность, Кузбасс, землетрясения, промышленные взрывы.

INDUCED SEISMICITY ON THE SOUTH KUZBASS, MALINOVKA VILLAGE

Aleksey A. Emanov

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Ph. D., Deputy Research Director; Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Senior Researcher, tel. (383)330-52-66, e-mail: alex@gs.sbras.ru

Aleksandr F. Emanov

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, D. Sc., Director; Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, 2 Pirogova St., Senior Lecturer, tel. (383)330-12-61, e-mail: emanov@gs.sbras.ru

Aleksander V. Fateev

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Researcher; Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Senior Engineer, e-mail: fateev@gs.sbras.ru

Ekaterina V. Leskova

Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Ph. D., Lead Researcher; Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Senior Researcher, e-mail: katya@gs.sbras.ru

System of induced seismicity monitoring in Kuzbass began to record the increasing seismic activity in Kaltan quarry area in the last quarter of 2016. There was a series of seismic events noticeable in cities and towns of Kuzbass. In addition to the monitoring network was deployed a temporary network of stations, which has significantly improve the accuracy and representativeness of the registration of man-made earthquakes. The essential seismic activation around the open mine workings was found. The strongest earthquakes occur is cut at the boundary of the hear. Inside the activated area fixed local activation of the low-energy man-made earthquakes corresponding to underground mining.

Key words: induced seismicity, Kuzbass, coal mining.

Добыча угля в Кузбассе создает сильнейшее техногенное воздействие на земную кору, и в ответ мы получаем масштабный процесс развития наведенной сейсмичности в этом регионе [1, 3, 5]. Для данной территории сеть стационарных сейсмологических станций существенно увеличена. Вместо одной сейсмологической станции на территории Кемеровской области работает полтора десятка станций, передающих информацию в автоматическом режиме в реальном времени в центр сбора и обработки сейсмологических данных в Новосибирске [2, 4].

В данной работе под «сейсмической активизацией» подразумевается увеличение количества сейсмических событий (землетрясений, техногенных землетрясений, горных ударов и др.) в некоторой ограниченной области. При использовании все более чувствительной аппаратуры обнаруживаются сейсмические активизации на уровне все более низких энергий, что, собственно, и является основной целью мониторинга наведенной сейсмичности на территории Кузбасса. Точнее, целью мониторинга является обнаружение новых очагов сейсмичности, установление связи их с промышленной деятельностью человека и оповещение руководства промышленных предприятий и Администрации для своевременного принятия мер по уменьшению рисков для населения.

Сформированная система сейсмологического мониторинга наведенной сейсмичности в Кузбассе позволяет обнаруживать возникновение сейсмических активизаций и увязывать их с горнодобывающими предприятиями фак-

тически в режиме реального времени (с задержкой в 1–2 минуты, необходимых для обработки). Для более углубленного понимания физики процессов около активизированных горных выработок разворачиваются дополнительные временные станции. Примеры таких исследований известны около г. Полысаево в 2007–2009 гг. [3] и крупнейшей активизации вблизи открытой выработки, выполненной в районе Бачатского разреза в 2013–2016 гг. [5].

Система мониторинга наведенной сейсмичности Кузбасса в последнем квартале 2016 года начала фиксировать усиливающуюся сейсмическую активность в районе Калтанского разреза, находящегося на юге Кемеровской области (рис. 1), где произошла серия сейсмических событий, ощутимых в городах и поселках Кузбасса. В районе вновь возникшей сейсмической активизации была выставлена сеть из пяти временных сейсмологических станций для более точного и представительного по набору энергий исследования (рис. 1).

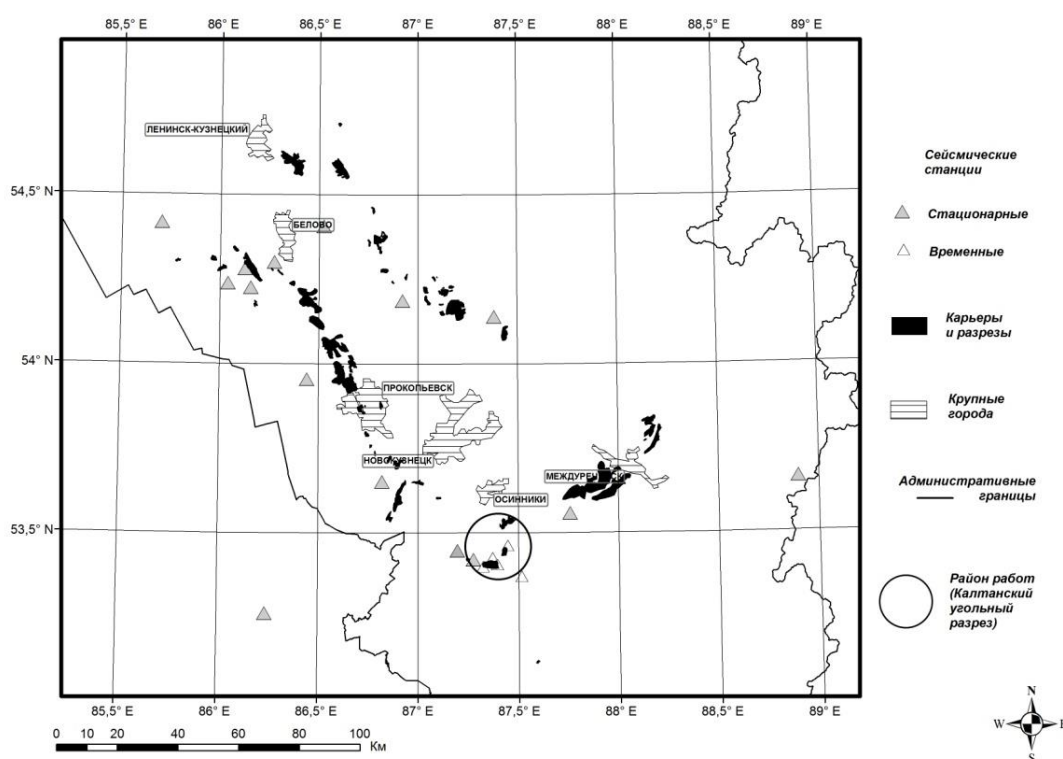


Рис. 1. Карьеры и разрезы Кузбасса

Для получения высокоточных сведений о техногенных землетрясениях требуется, во-первых, увеличенное количество станций в активизированной области, во-вторых, применение современных методов локации событий, ориентированных на плотные сети, в-третьих, надежные скоростные модели земной коры в районе исследований. Результаты, полученные в районе Калтанского разреза, включают в себя все три направления исследований.

На текущий момент получены и обработаны данные одного месяца наблюдений с временной сетью (декабрь 2016 года). Точность определения положе-

ния гипоцентров внутри сети составила от сотен метров до 2 км (в среднем около 1 км) как по координатам, так и по глубине.

Калтанский угольный разрез ведет добычу угля на двух полях, Осинниковском и Калтанском, являющихся, по сути, двумя близ расположенными самостоятельными разрезами. Добыча угля ведется с 1957 года. Среднегодовой объем добычи составляет около 3,5 млн тонн угля. В этом же районе ведется подземная добыча угля шахтой «Алардинская». Среднегодовой объем добычи – около 3,6 млн тонн угля.

На рис. 2 представлена карта сейсмических событий в районе Калтанского угольного разреза. Информация о промышленных взрывах представлена администрацией угольной компании и проверялась по наличию звуковой волны на сейсмограммах. Кроме промышленных взрывов, зарегистрированы техногенные землетрясения, составляющие две активизации разного энергетического уровня.

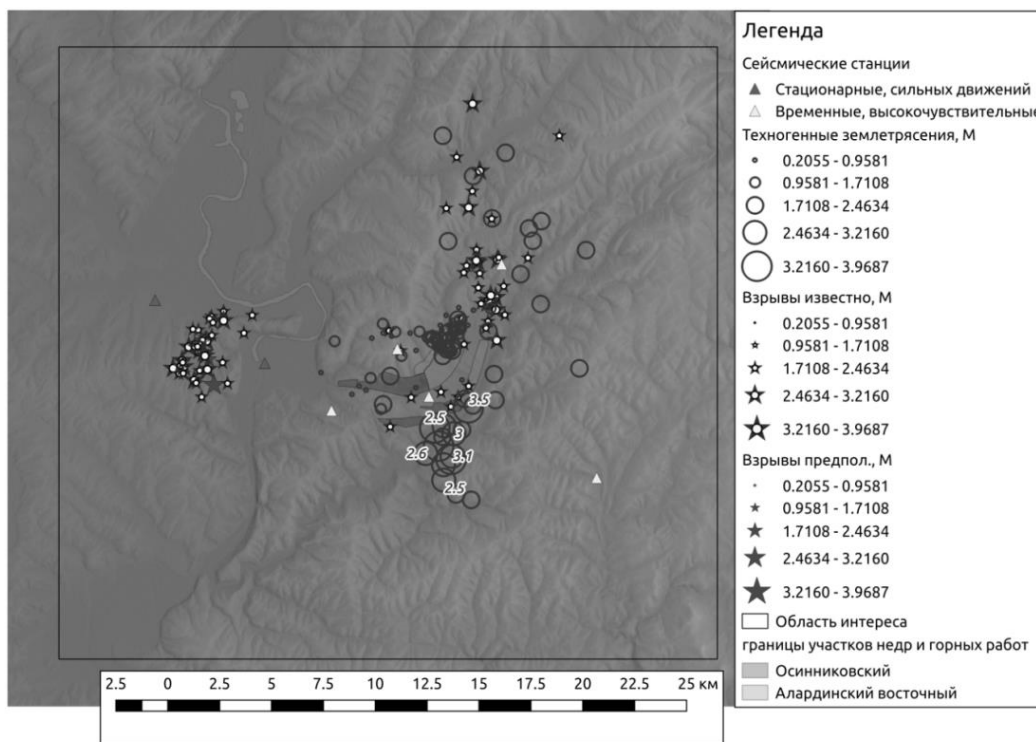


Рис. 2. Карта эпицентров сейсмических событий в районе разреза Калтанский с 1 октября по 31 декабря 2016 года

Одна сейсмическая активизация связана с открытыми горными работами. Активизирована площадь, охватывающая оба поля Калтанского угольного разреза с наиболее сильной сейсмической активностью около Осинниковского поля. Цифры около кружков стоят только для событий с магнитудой 2.5 и выше. Именно эти землетрясения вызвали ощутимые сотрясения на значительной площади. Крупнейшие события происходили в одной локальной зоне отвало-

образования Осинниковского поля. Отвалы являются искусственно созданными грунтовыми массивами, оказывающими локальное и сильное воздействие на земную кору. Ответная на воздействие активизация с учетом малых глубин очагов (первые километры) и приуроченности к району может интерпретироваться как наведенная сейсмичность.

Вторая сейсмическая активизация состоит из землетрясений с магнитудами менее двух. Все землетрясения данной активизации сосредоточены на локальном участке, соответствующем подземной добыче угля шахтой «Алардинская» (рис. 2). Фактически внутри техногенной сейсмической активизации одного типа существует сейсмическая активизация другого типа.

На рис. 3 представлено развитие сейсмического процесса во времени. Представлены результаты обработки стационарной системы мониторинга (первые два месяца) и дополненной временными станциями (с 1 декабря 2016 года). Сейсмичность, вызванная подземной добычей угля, фиксируется только при дополнении сети временными станциями. Следует отметить, что сейсмичность, вызванная открытыми горными работами, не имеет землетрясений с магнитудами менее двух, а около подземных выработок не фиксируются землетрясения с локальными магнитудами более двух.

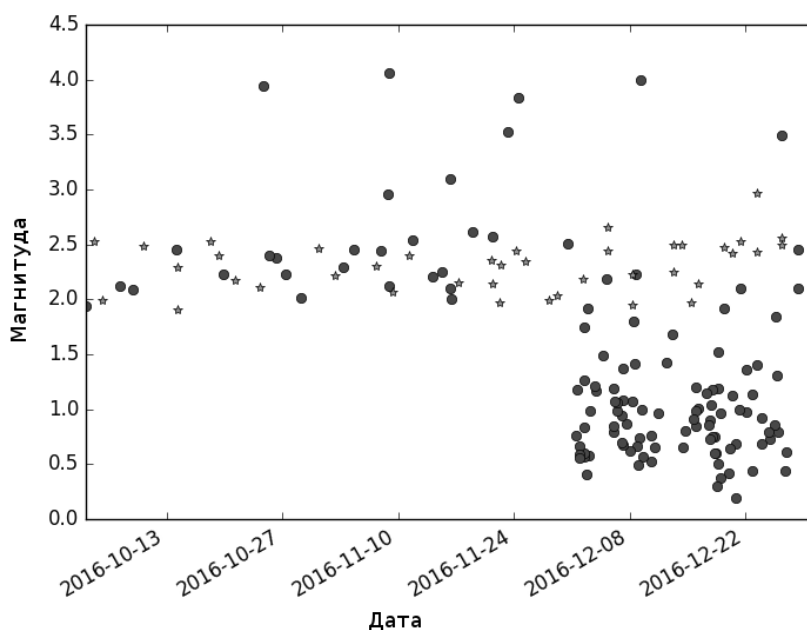


Рис. 3. Развитие сейсмического процесса во времени:
звездочки – промышленные взрывы, кружки – техногенные землетрясения

Таким образом, системой мониторинга наведенной сейсмичности Кузбасса обнаружена новая техногенная активизация в районе пос. Малиновка. Временной сетью станций выявлены две сейсмические активизации: слабые события в районе шахты «Алардинская» и более сильные в районе отвалообразования Осинниковского поля Калтанского угольного разреза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адушкин В. В. Триггерная сейсмичность Кузбасса // Триггерные эффекты в геосистемах. – М.: ГЕОС, 2015. – С. 8–28
2. Основы системы сейсмологического мониторинга Кузбасса / Еманов А. Ф., Еманов А. А., Фатеев А. В. и др. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 249–254.
3. Сейсмические активизации при разработке угля в Кузбассе / А. Ф. Еманов, А. А. Еманов, Е. В. Лескова и др. // Физическая мезомеханика. – 2009. – Т. 12, № 1. – С. 37–43.
4. Система мониторинга наведённой сейсмичности Кузбасса и триггерные эффекты в развитии сейсмического процесса / А. Ф. Еманов, А. А. Еманов, А. В. Фатеев и др. // Триггерные эффекты в геосистемах. – М.: ГЕОС, 2015. – С. 190–199.
5. Техногенное Бачатское землетрясение 18.06.2013 г. в Кузбассе – сильнейшее в мире при добыче твёрдых полезных ископаемых / А. Ф. Еманов, А. А. Еманов, А. В. Фатеев, Е. В. Лескова // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2016. – Т. 43, № 4. – С. 34–60.

© А. А. Еманов, А. Ф. Еманов, А. В. Фатеев, Е. В. Лескова, 2017