**СЕЙСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИЮ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**SEISMIC MONITORING OF TECHNOGENIC IMPACT ON THE TERRITORY OF WESTERN SIBERIA**

**Еманов Александр Федорович**

 доктор технических наук, директор, Алтае-Саянский филиал Федерального Исследовательского Центра “Единая Геофизическая служба” РАН, тел. +7 (383)333-27-08, e-mail: emanov@gs.nsc.ru;

**Еманов Алексей Александрович**

кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по науке, Алтае-Саянский филиал Федерального Исследовательского Центра “Единая Геофизическая служба” РАН; старший научный сотрудник, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, тел. +7 (383)330-52-66, e-mail: alex@gs.nsc.ru.

**Alexander F. Emanov**

doctor of technical sciences, branch director, Altay-Sayan branch of Federal Research Center “United Geophysical Survey RAS”, tel. +7 (383) 333-27-08, e-mail: emanov@gs.nsc.ru;

**Aleksey A. Emanov**

candidate of geologo-mineralogical sciences, deputy director for research, Altay-Sayan branch of Federal Research Center “United Geophysical Survey RAS”; Senior Researcher, A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, tel. +7 (383) 330-52-66, e-mail: alex@gs.nsc.ru.

**Аннотация.** Сеть из 57 сейсмологических станций в Западной Сибири, оснащённая как велосиметрами, так и акселерометрами, стала основой для изучения не только природной сейсмичности территории, но и позволяет контролировать техногенную сейсмичность и сейсмическое воздействие промышленных взрывов на территорию, и уровень шумов природного и техногенного происхождения. На основе использования данных регистрации промышленных взрывов сетью сейсмологических станций и информации о параметрах взрывов, получаемых от горных предприятий, создана система, позволяющая контролировать эффективность короткозамедленного взрывания в снижении сейсмического воздействия на недра. Экспериментально показано, что нередко взрывы с меньшим общим зарядом взрываются с большим сейсмическим эффектом, чем взрывы с самыми большими зарядами. Вскрыты причины такого результата и создана система, контролирующая ошибки при ведении взрывных работ на разрезах. Сейсмологические данные позволяют контролировать техногенное воздействие от взрывов на города и посёлки и дают информацию для его уменьшения за счёт исправления ошибок в схемах короткозамедленного взрывания. Доказано, что разрезы с наиболее сильными по магнитуде промышленными взрывами не являются разрезами с наиболее сильной наведённой сейсмичностью. Предлагается совместная система мониторинга геосреды и зданий.

**Annotation.** A network of 57 seismological stations in Western Siberia, equipped with both velocimeters and accelerometers, became the basis for studying not only the natural seismicity of the territory, but also allows you to control the technogenic seismicity and seismic effects of industrial explosions on the territory, and the level of noise of natural and technogenic origin. Based on the use of data from the recording of industrial explosions by a network of seismological stations and information on the parameters of explosions received from mining companies, a system has been created that allows monitoring the effectiveness of short-delay blasting in reducing seismic effects on the subsoil. It was experimentally shown that often explosions with a smaller total charge explode with a greater seismic effect than explosions with the highest charges. The reasons for this result have been revealed and a system has been created that controls errors in blasting in cuts. Seismological data allows you

to control the technogenic impact of explosions on cities and towns and provide information to reduce it by correcting errors in the schemes of short-delay blasting. It is proved that the cuts with the largest magnitude industrial explosions are not the cuts with the strongest induced seismicity. A joint monitoring system of geo-environment and buildings is proposed.

**Ключевые слова:** Западная Сибирь, сейсмологический мониторинг, оценка сейсмического воздействия, промышленные взрывы, наведенная сейсмичность.

**Keywords:** Western Siberia, seismological monitoring, assessment of seismic effect, industrial explosions, induced seismicity.

**DOI 10.37153/2686-0045-2019-13-75-77**

Сейсмологическая сеть регистрирует в Западной Сибири около четырёх тысяч землетрясений в год и около десяти тысяч промышленных взрывов. Вопрос о сейсмологическом контроле за сейсмическим воздействием на недра рассматривался неоднократно. Промышленным взрывам характерны магнитуды 1÷4. Сейсмические воздействия от промышленных взрывов оказывают воздействие на состояние недр и на здания в городах и посёлках. Наиболее сильные промышленные взрывы производятся около г. Абакан, а наибольшее число промышленных взрывов в Кузбассе (90%). Добыча полезных ископаемых в регионе ведётся в больших масштабах (уголь, железная руда, полиметаллы, нефть и газ и др.) Как ответ воздействия на недра около открытых и подземных горных выработок формируется наведённая сейсмичность. Около угольных шахт активизируется среда от положения забоя до глубины 1÷ 1.5 км. Активизация смещается вместе c продвижением забоя. В районе открытых горных выработок активизируются недра под разрезом и в районе отвалов. Глубина землетрясений от первых сотен метров до 4-5 км. Техногенные землетрясения имеют магнитуды до 2-х и представляют опасность для зданий на подработанных территориях. Техногенные землетрясения около открытых горных выработок часто достигают магнитуды 4 с рекордным случаем 6.1 (Бачатское техногенное землетрясение). Такие события приводят к разрушениям в ближайших населённых пунктах и ощутимы на территории всего Кузбасса и соседних областей. Сейсмологическая сеть позволяет контролировать все промышленные взрывы в регионе. Наибольшее количество промышленных взрывов в Кузбассе в угольных предприятиях, наиболее сильные по сейсмическому эффекту взрывы в Хакассии на угольных предприятиях, около г.Новосибирск фиксируются взрывы с магнитудами преимущественно два и связаны они с угольным разрезам и карьерам по добыче негорючих полезных ископаемых. Район г. Рубцовск также отмечается промышленными взрывами в районе добычи полиметаллических руд. В Республике Тува промышленные взрывы проводятся на угольных месторождениях Шагонара и Усть-Элегеста (около г. Кызыл), а также на месторождениях добывающих полиметаллы (Тоджинский район). В районе г. Красноярск также отмечаются взрывы с большими магнитудами. Особый интерес вызывает возникшая в последнее десятилетие наведённая сейсмичность в Горловском месторождении угля в 30 км от г. Новосибирск. Колыванское техногенное землетрясение с М=4.3 является крупнейшим в Новосибирской области землетрясением с начала 20 века и сейсмический режим очага существенно отличается от сейсмического режима активизаций в Кузбассе. Экспериментально показано, что нередко взрывы с меньшим общим зарядом взрываются с большим сейсмическим эффектом, чем взрывы с самыми большими зарядами. Создана система, контролирующая ошибки при ведении взрывных работ на разрезах. Сейсмологические данные позволяют контролировать техногенное воздействие от взрывов на города и посёлки и дают информацию для его уменьшения за счёт исправления ошибок в схемах короткозамедленного взрывания. Доказано, что

разрезы с наиболее сильными по магнитуде промышленными взрывами не являются разрезами с наиболее сильной наведённой сейсмичностью. В формировании наведённой сейсмичности значимую роль играет изменение рельефа местности при добыче полезных ископаемых и перемещение масс грунтов. На некоторых зданиях стоят акселерометры позволяющие делать заключение о сейсмическом воздействии взрывов и землетрясений на них. Полученные результаты говорят о перспективности развития совместной системы мониторинга геосреды и зданий.