

Бачатский и Краснобродский угольные разрезы (Кузбасс)

¹А.Ф. Еманов, ^{1,2}А.А. Еманов, ^{1,2}А.В. Фатеев, ¹Е.В. Шевкунова,
¹И.А. Антонов, ¹Д.Г. Корабельщиков

¹АСФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Новосибирск; ²ИНГТ СО РАН, г. Новосибирск

Алтае-Саянским филиалом (АСФ) ФИЦ ЕГС РАН продолжены сейсмологические наблюдения в эпицентральной области Бачатского землетрясения (18.06.2013 г., $ML=6.1$) с привлечением сети временных станций. Техногенную сейсмичность разреза контролировали четыре стационарные станции [1] и три временные станции (табл. III.8), а также система станций с совместной обработкой сейсмических событий, расположенная на добывающих предприятиях Кузбасса. Сейсмичность Краснобродского угольного разреза дополнительно контролировалась четырьмя временными станциями (табл. III.9).

Таблица III.8. Сведения о сейсмических станциях временной локальной сети АСФ ФИЦ ЕГС РАН в районе Бачатского угольного разреза в 2019 г.

Код станции	Координаты и высота над уровнем моря			Период работы
	φ , °N	λ , °E	h , м	
VJR1*	54.238	86.040	363	с 01.12.2014 г.
VJR2*	54.281	86.127	301	с 27.11.2014 г.
VJR3*	54.225	86.156	226	с 05.12.2014 г.
VJR4*	54.301	86.275	221	с 03.12.2014 г.
VJ591	54.293	86,170	279	с 25.04.2017 г.
VJ592	54.307	86.151	274	с 08.11.2017 г.
VJ593	54.259	86.195	259	с 30.06.2015 г.

Примечание – * – станции с передачей данных в режиме, близком к реальному времени.

Таблица III.9. Сведения о сейсмических станциях временной локальной сети АСФ ФИЦ ЕГС РАН в районе Краснобродского угольного разреза в 2019 г.

Код станции	Координаты и высота над уровнем моря			Период работы	
	φ , °N	λ , °E	h , м	начало	конец
KRBR1	54.188	86.387	393	2018 г.	14.03.2019 г.
KRBR2	54.150	86.448	225	2018 г.	20.06.2019 г.
KRBR3	54.169	86.551	103	2018 г.	–
KRBR4	54.099	86.386	316	2018 г.	–

Примечание – * – станции с передачей данных в режиме, близком к реальному времени.

На рис. III.23 приведена карта эпицентров землетрясений за 2019 г. с размещением сейсмических станций в районе угольных разрезов «Бачатский» и «Краснобродский».

По данным сводной обработки, в районе Бачатского и Краснобродского угольных разрезов за период 01.01.–31.12.2019 г. зарегистрировано 153 землетрясения в энергетическом диапазоне $0.7 \leq M \leq 3.9$ ($0 \leq ML \leq 4.1$). Каталог их параметров приведен в [2], распределение по магнитуде ML показано в табл. III.10. Кроме того, в каталоге [2] опубликованы параметры 1504 взрывов с $M \geq 1.6$ ($ML \geq 1.1$), зарегистрированных в этом районе, все они продублированы в основном каталоге Алтае-Саянского региона [3] и включены в каталог взрывов [4, 5]. В печатный вариант каталога включены параметры 37 событий с $2.1 \leq M \leq 2.9$ [6], т.к. все землетрясения с $M \geq 3.0$ опубликованы в печатном варианте основного каталога Алтае-Саянского региона [7].

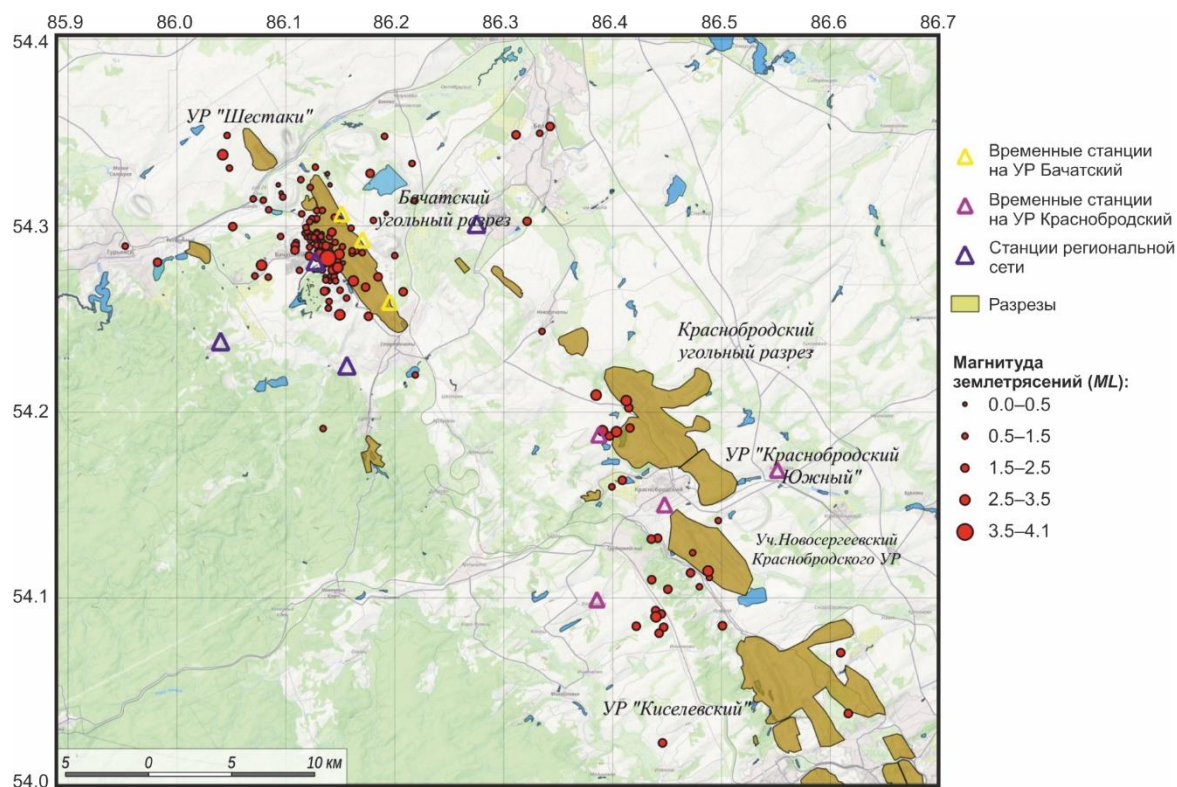


Рис. III.23. Карта эпицентров техногенных землетрясений в районе разрезов «Бачатский» и «Краснодарский» в 2019 г.

Таблица III.10. Распределение количества землетрясений в районе Бачатского и Краснодарского разрезов по магнитудам ML

Магнитуда ML	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	Всего
Количество землетрясений	8	50	35	19	22	14	4	0	1	153

Статистика по землетрясениям, которая приведена в табл. III.10, отражает преимущественно полную картину по землетрясениям с $ML \geq 1.5$. Полный материал по количеству более мелких землетрясений еще предстоит собрать на основании данных временной сети.

Исследования в районе Бачатского разреза временными сетями станций проводились эпизодически еще до Бачатского землетрясения 2013 г. [8–11]. С момента Бачатского землетрясения были установлены дополнительные стационарные станции и постоянно выполнялись наблюдения временными станциями [11–14]. Блочное строение Кузнецкой впадины и структура месторождений [15–17] привели к размещению горных предприятий вблизи бортов впадины. Разрез «Бачатский» и открытые горные выработки Краснодарского угольного разреза вытягиваются практически в одну линейную зону. Поэтому есть смысл контролировать данные разрезы как единое техногенное воздействие на недра Кузнецкой впадины. Сформированная для этой части впадины сеть станций дополняет возможности изучения сейсмичности в целом для разрезов вместе.

Бачатский угольный разрез – один из крупнейших в Кузбассе с объемом добычи угля более 12 млн. т в год, и именно поэтому он является регулярным техногенным воздействием на недра впадины. Важным является вопрос о взаимном влиянии на геосреду близко расположенных разрезов. В данном случае мы пытаемся анализировать, как развивается наведенная сейсмичность около работающих разрезов, и накапливаем факты о пространственных изменениях наведенной сейсмичности и взаимосвязях в ее развитии с пространственным влиянием горных выработок.

Техногенные землетрясения происходят около разрезов «Шестаки», «Бачатский», «Краснобродский» и «Киселёвский». Все разрезы перечислены в порядке расположения с северо-запада на юго-восток. В 2019 г. наиболее сильное проявление наведенной сейсмичности зафиксировано около Бачатского угольного разреза в эпицентральной зоне одноименного землетрясения. Именно здесь пространственно сгруппированная сейсмичность охватывает юго-западный борт разреза и имеет разреженный ареол событий вокруг этой зоны, охватывая близко расположенный разрез «Шестаки». Наведенная сейсмичность в районе разреза «Краснобродский» (Краснобродское и Новосергеевское поля) в 2019 г. характеризуется невысокой активностью и пространственно не увязана с сейсмичностью других разрезов. К разрезу «Киселёвский» приурочено несколько техногенных землетрясений за год.

По данным экспериментов 2019 г. утверждать о взаимосвязанности наведенной сейсмичности для группы рассмотренных разрезов в целом нет оснований. Можно лишь предполагать о протекании связанного процесса для пары разрезов «Бачатский» и «Шестаки» и для пары полей Краснодарского разреза. Следует отметить, что выводы на интервале времени один год не являются окончательными.

На рис. III.24 можно видеть, как развивается сейсмичность в районе Бачатского разреза во времени. Сейсмический процесс не затухает со временем. Он не стационарен во времени. С 2017 г. наблюдалось увеличение числа землетрясений с магнитудами менее единицы, и в течение всего 2018 г. число этих землетрясений остается стабильно большим. Наиболее крупное землетрясение в 2018 г. имело магнитуду $ML=3.7$, а в начале 2019 г. произошло землетрясение с $ML=4.1$. В этот период получены данные о новом кратковременном периоде усиления сейсмической активности с последующим спадом к концу 2019 года.

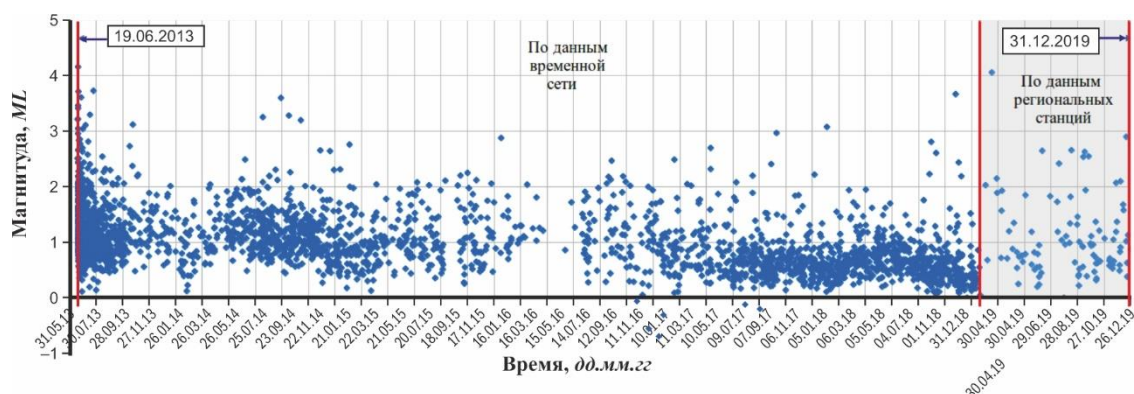


Рис. III.24. Диаграмма распределения землетрясений в районе Бачатского разреза в плоскости «время–магнитуда» за период с июня 2013 г. по 31 декабря 2019 г. (по данным локальной сети – до 30 января 2019 г.)

Вопросом геомеханической природы Бачатского землетрясения занимаются многие исследователи [9–11, 14, 18, 19], а также выполняются работы для обоснования наведенной сейсмичности Кузбасса в целом [14, 20, 21]. Для всех исследований важны высокоточные эксперименты с временными сетями станций в районе близких разрезов с сейсмической активностью.

Выводы

Наведенная сейсмичность для линейно вытянутой группы разрезов «Шестаки», «Бачатский», «Краснобродский» и «Киселёвский» в 2019 г. не образует единого процесса. Можно лишь предполагать взаимосвязь в развитии сейсмичности между разрезами «Бачатский» и «Шестаки» и взаимосвязь между Краснодарским и Новосергеевским полями Краснодарского разреза.

Около Бачатского угольного разреза пространственно сгруппированная сейсмичность охватывает юго-западный борт разреза и имеет разреженный ареол событий вокруг этой зоны, охватывая близко расположенный разрез «Шестаки».

На стыке 2018–2019 гг. для Бачатского угольного разреза зафиксирован новый максимум сейсмической активности с ее ослаблением к концу 2019 года. Нестационарность во времени наведенной сейсмичности, выявленная ранее [11], продолжает оставаться характерной чертой сейсмического процесса в условиях постоянного техногенного воздействия.

Литература

1. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г., Дураченко А.А., Корабельщиков Д.Г., Гладышев Е.А. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Алтай и Саяны // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 37–44.
2. Part_IV-2019. 16_Kuzbass_2019.xls // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – Приложение на CD-ROM.
3. Part_IV-2019. 04_Altai-and-Sayan Mountains_2019.xls // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – Приложение на CD-ROM.
4. Part_V-2019. Catalogs_explosions_2019.xls // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – Приложение на CD-ROM.
5. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 183–194.
6. Подкорытова В.Г. (отв. сост.); Денисенко Г.А., Еманов А.А., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шаталова А.О., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Район разрезов «Бачатский» и «Краснобродский», Кузбасс // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 181.
7. Подкорытова В.Г. (отв. сост.); Денисенко Г.А., Еманов А.А., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шаталова А.О., Шевелева С.С., Шевкунова Е.В. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Алтай и Саяны // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 144–146.
8. Опарин В.Н., Журавков М.А., Потапов В.П., Каленицкий А.А., Еманов А.А., Еманов А.Ф. и др. Геомеханические поля и процессы: экспериментально-аналитические исследования формирования и развития очаговых зон катастрофических событий в горнотехнических и природных системах: т. 1 / Отв. ред. Н.Н. Мельников. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2018. – 549 с.
9. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г. Результаты детального сейсмического мониторинга. Техногенная сейсмичность разрезов Кузбасса (Бачатские землетрясения 2012–2013 гг.) // Землетрясения России в 2012 году. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 104–108.
10. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г. Техногенная сейсмичность разрезов Кузбасса (Бачатское землетрясение 18 июня 2013 г.) // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2014. – № 2. – С. 41–46.
11. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Техногенное Бачатское землетрясение 18.06.2013 г. ($M_L=6.1$) в Кузбассе – сильнейшее в мире при добыче твердых полезных ископаемых // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2016. – Т. 43, № 4. – С. 34–60.
12. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Шевкунова Е.В. Результаты детального сейсмического мониторинга. Эпицентральная область Бачатского землетрясения 18.06.2013 г. с $M=5.1$ (Кузбасс) // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 108–110.
13. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В. Результаты детального сейсмического мониторинга. Эпицентральная область техногенного Бачатского землетрясения 18.06.2013 г. с $M=5.1$ (Кузбасс) // Землетрясения России в 2016 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 114–116.

14. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В. Бачатское техногенное землетрясение 18 июня 2013 г. с $M_L=6.1$, $I_0=7$ (Кузбасс) // Российский сейсмологический журнал. – 2020. – Т. 2, № 1. – С. 48–61.
15. Новиков И.С., Черкас О.В., Мамедов Г.М., Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю., Наставко В.Г. Основные черты новейшей блоковой делимости Кузбасса // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 3. – С. 424–437.
16. Овсяченко А.Н., Рогожин Е.А., Новиков С.С., Мараханов А.В., Ларьков А.С., Акбиев Р.Т., Могушков И.П. Палеогеологические и тектонические исследования сейсмоопасных территорий юга Кузбасса // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2010. – № 6. – С. 35–45.
17. Угольная база России. Т. 2. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири / Ред. В.Ф. Череповский. – М.: Геоинформцентр, 2003. – 602 с.
18. Батугин А.С. Бачатское техногенное землетрясение как разрядка предельного напряженного состояния участка земной коры // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. – № S49. – С. 487–495.
19. Кочарян Г.Г., Будков А.М., Кишкина С.Б. и др. О генезисе Бачатского землетрясения 2013 года // Геодинамика и тектонофизика. – 2019. – Т. 10, № 3. – С. 741–759.
20. Адушкин В.В. Тектонические землетрясения техногенного происхождения // Физика Земли. – 2016. – № 2. – С. 8–28.
21. Овсяченко А.Н., Андреева Н.В., Рогожин Е.А., Ларьков А.С. Природа массового разрывообразования при сейсмической активизации в Кузбассе // Триггерные эффекты в геосистемах. Материалы IV Всероссийской конференции с международным участием / Под ред. В.В. Адушкина и Г.Г. Кочаряна. – 2017. – С. 310–318.