

III.2.3. Техногенная сейсмичность разрезов Кузбасса (Бачатские землетрясения 2012–2013 гг.)

*А.Ф. Еманов, А.А. Еманов, А.В. Фатеев,
Е.В. Лескова, Е.В. Шевкунова, В.Г. Подкорытова*

Основанием для начала исследований существования наведенной сейсмичности в районе разреза «Бачатский» послужило сейсмическое событие с $M=3.6$ ($M_C=3.7$, $ML=4.3$), произошедшее 9 февраля 2012 г. в 13^h24^m (в 20^h24^m местного времени) с координатами эпицентра, попадающими на борт этого разреза. Данное событие вызвало ощутимые колебания в большинстве городов Кемеровской области, вызвало сильный общественный резонанс и расследование властей и сотрудников МЧС на предмет взрывной природы этого события. Взрывы в карьерах запрещено производить в ночное время, а по местному времени данное событие произошло в запрещенное для взрывов время. Наличие мощных поверхностных волн свидетельствует об источнике волн вблизи дневной поверхности. При всем этом руководство угольного разреза «Бачатский» категорически отказывалось от того, что был произведен взрыв. Большая энергия данного события не характерна для промышленных взрывов данного разреза. Вопрос о природе источника в разрезе «Бачатский» остался нерешенным. Если это не взрыв, то есть основание полагать, что около разреза протекает опасный сейсмотектонический процесс.

Для выяснения природы сейсмического события в районе разреза «Бачатский» была установлена сеть временных станций на период 1 марта – 15 мая 2012 г. (табл. III.5).

**Таблица III.5. Сведения о станциях временной сети
АСФ ГС СО РАН в районе разреза «Бачатский» в 2012 г.**

№	Код станции	Координаты и высота над уровнем моря			Период работы	
		φ, °N	λ, °E	h, м	начало	конец
1	BJ561	54.2978	86.1588	288	01.03.2012	15.05.2012
2	BJ562	54.2890	86.1265	304	01.03.2012	14.05.2012
3	BJ563	54.2713	86.1570	265	01.03.2012	15.05.2012
4	BJ564	54.2559	86.1742	288	01.03.2012	15.05.2012
5	BJ565	54.2851	86.1731	257	02.03.2012	15.05.2012
6	BJ566	54.2631	86.1957	260	02.03.2012	15.05.2012
7	BJ567	54.3124	86.1158	240	02.03.2012	15.05.2012
8	BJ568	54.2509	86.2066	225	02.03.2012	15.05.2012
9	BJ569	54.2742	86.1012	300	05.03.2012	14.05.2012
10	BJ570	54.2407	86.1995	221	05.03.2012	15.05.2012
11	BJ571	54.2931	86.1154	274	05.03.2012	14.05.2012
12	BJ572	54.3066	86.2309	212	06.03.2012	15.05.2012
13	BJ573	54.3013	86.2759	230	06.03.2012	15.05.2012
14	BJ574	54.2360	86.0321	349	06.03.2012	15.05.2012
15	BJ575	54.3639	86.1853	204	06.03.2012	14.05.2012

№	Код станции	Координаты и высота над уровнем моря			Период работы	
		φ, °N	λ, °E	h, м	начало	конец
16	BJ576	54.3141	86.0795	210	06.03.2012	14.05.2012
17	BJ577	54.2745	86.0555	323	20.03.2012	14.05.2012
18	BJ578	54.2975	86.0173	220	20.03.2012	15.05.2012
19	BJ579	54.2364	86.1806	250	21.03.2012	15.05.2012
20	BJ580	54.2602	86.3416	256	21.03.2012	15.05.2012
21	BJ581	54.3115	86.3344	217	21.03.2012	15.05.2012
22	BJ582	54.2612	85.8381	263	21.03.2012	14.05.2012
23	BJ583	54.2682	85.9779	244	21.03.2012	14.05.2012
24	BJ584	54.3002	85.9714	233	22.03.2012	15.05.2012
25	BJ585	54.3247	85.9584	233	22.03.2012	15.05.2012

Обработка полученных сейсмограмм проводилась в два этапа:

1) определение энергетических характеристик и положения эпицентра с помощью программы LocSat [Bratt, Bache, 1988] в рамках глобальной скоростной модели IASPEI91 [Kennet, 1991];

2) применение пакета программ HYPOINVERSE 2002 [Klein, 2002] с использованием локальной скоростной модели с целью уточнения положения гипоцентра. Программа применялась только к событиям, зарегистрированным в центре сети станций, а, точнее, лоцированным в районе разреза «Бачатский» и северо-западной окраины Гурьевского рудника (в каталоге такие события имеют среднеквадратическую невязку по времени).

Каталог сейсмических событий за период со 2 марта по 14 мая 2012 г. (раздел IV на CD-ROM), составленный по результатам работы временной сети станций (табл. III.5), содержит параметры 48 землетрясений с $M=(-0.8)-2.3$ ($ML=0.4-3.3$), 37 взрывов в районе разреза «Бачатский», 32 «возможно взрыв» в районе разреза «Шестаки» и девять «возможно взрыв», произошедших в районе Гурьевского рудника, с $M=0-2.7$ ($ML=1.0-3.3$).

На рис. III.22 представлена карта эпицентров событий, зарегистрированных в период работы временной сети станций. Наибольшее количество сейсмических событий совпадает с разрезами «Бачатский» и «Шестаки». Именно эти события будут анализироваться в данной работе. Немало событий зарегистрировано в районе разреза «Краснобродский», но сеть станций удалена от него, и нет достаточной точности и дополнительной информации для исследования факта существования наведенной сейсмичности в окрестности этого разреза. На карте видна почти линейная цепь сейсмических событий северо-западнее городов Салаир и Гурьевск. Сейсмические события не увязываются с горнодобывающими предприятиями. Наблюдаются землетрясения малых энергий, указывающие на существование природной сейсмичности, и, соответственно, указывающих на существование напряженного состояния в осадках Кузнецкой впадины.

На рис. III.23 даны распределения событий по часам суток, зарегистрированных временной сетью станций. Независимо от конкретного дня события были отнесены к времени суток. Данные диаграммы показывают, что основная масса сейсмических событий происходит с 12^h00^m до 19^h00^m по местному времени. Именно в это время производятся массовые взрывы, но в то же время сейсмические события около разрезов фиксируются круглосуточно. В ночное время их количество существенно меньше, но, поскольку взрывные работы в эти часы не ведутся, это могут быть только землетрясения.

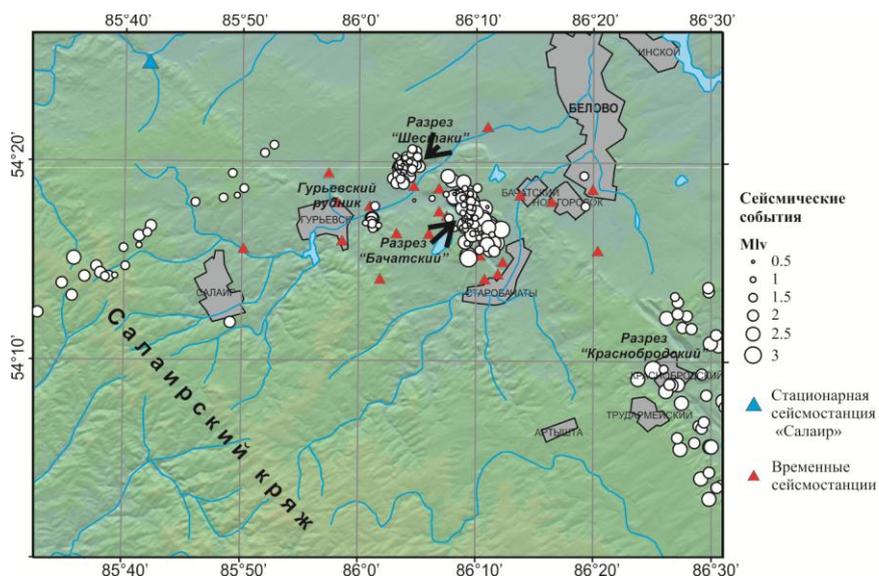


Рис. III.22. Карта эпицентров зарегистрированных сейсмических событий за период 2 марта – 14 мая 2012 г.

На рис. III.23 б каждое событие в плоскости энергия–время суток обозначено точкой. Видно, что не только количество событий меняется в дневные часы, но и их энергия повышается. Сейсмическая энергия большинства взрывов Кузбасса соответствует интервалу магнитуд 1–4, что и наблюдается для интервала времени от часа дня до семи вечера.

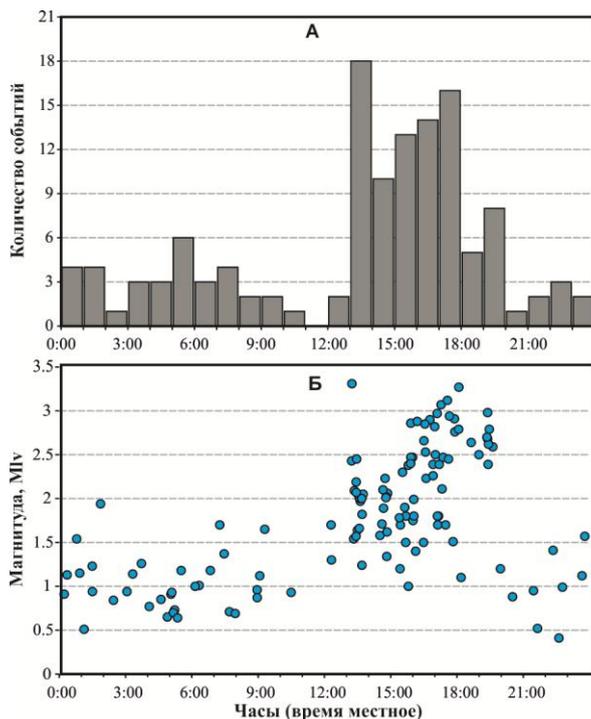


Рис. III.23. Количество событий в зависимости от времени суток (а) и их развертка по энергии (б) за период 2 марта – 14 мая 2012 г.

По разрезу «Бачатский» была получена информация о времени, координатах и параметрах короткозамедленного взрывания, что позволило выделить из общего числа зарегистрированных событий промышленные взрывы. На рис. III.24 представлены две карты, одна из них – с эпицентрами промышленных взрывов, а другая – с эпицентрами землетрясений. Наведенная сейсмичность обнаружена в окрестности карьеров «Бачатский» и «Шестаки».

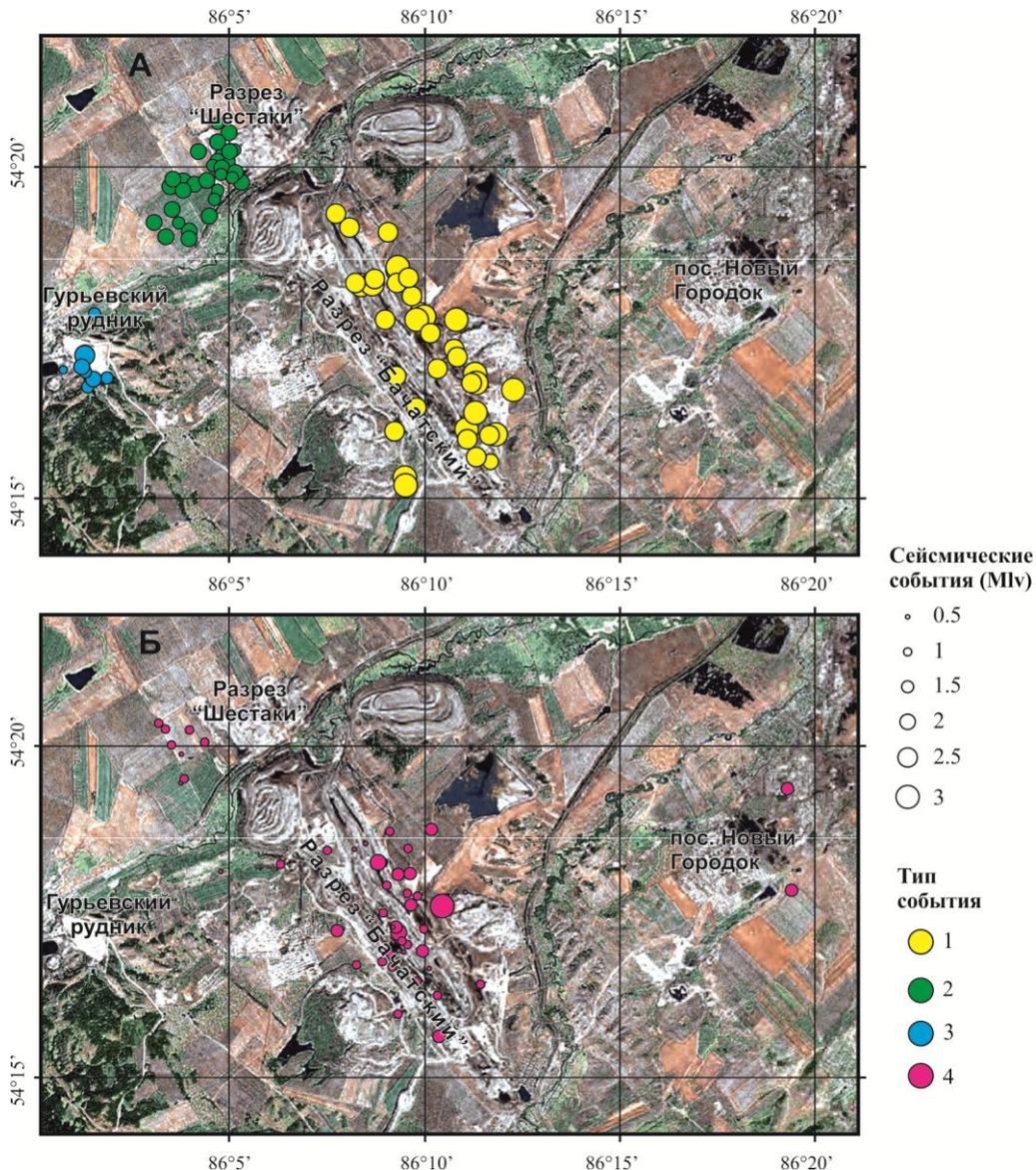


Рис. III.24. Карта сейсмических событий.

Типы событий: 1 – подтвержденные взрывы на разрезе «Бачатский», 2 – предполагаемый взрыв в районе разреза «Шестаки», 3 – предполагаемый взрыв на Гурьевском руднике, 4 – землетрясения

В первой половине 2013 г. в районе разреза «Бачатский» происходили ощутимые землетрясения, наиболее сильное из которых имело $ML=3.9$ (4 мая 2013 г. в 17^h30^m) и создало ощутимые колебания в городах и поселках центральной части Кузбасса.

18 июня 2013 г. в 23^h02^m (19 июня в 06^h02^m местного времени) произошло Бачатское землетрясение (54.29°N, 86.17°E, $h=4$ км, $ML=6.1$, $m_b=5.5$, $m_B=5.9$), получившее свое название от карьера, к борту которого приурочен эпицентр. На рис. III.25 представлена карта с координатами эпицентра и результатами макросейсмического обследования территории. В ближайших к эпицентру поселках сотрясаемость достигла 7 баллов, были разрушения зданий. В 5-балльную зону попали некоторые города Кузбасса, а ощущалось землетрясение и за пределами Кемеровской области.

Временная сеть станций, установленная в первый же день после главного события в окрестности разреза «Бачатский», позволила зарегистрировать мощный афтершоковый процесс (рис. III.26). Наиболее сильные афтершоки имели локальную магнитуду $ML>4$. В первые дни после главного события происходило 30–50 землетрясений ежедневно, а через несколько месяцев уровень активности снизился до десятка землетрясений в день.

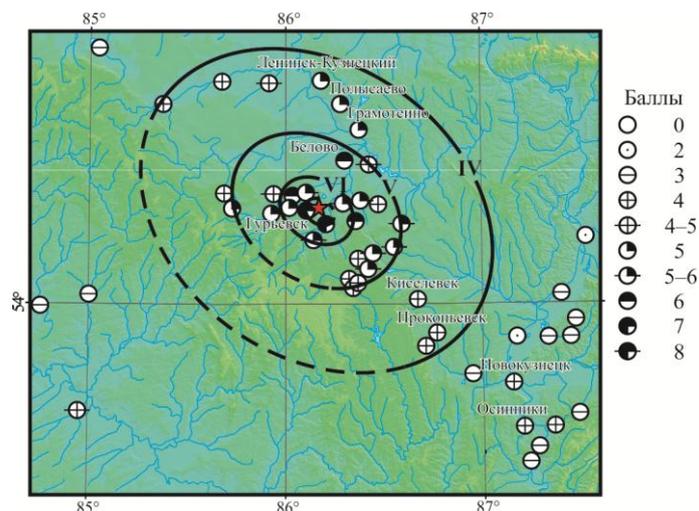


Рис. III.25. Карта изосейст Бачатского землетрясения 18 июня 2013 г.

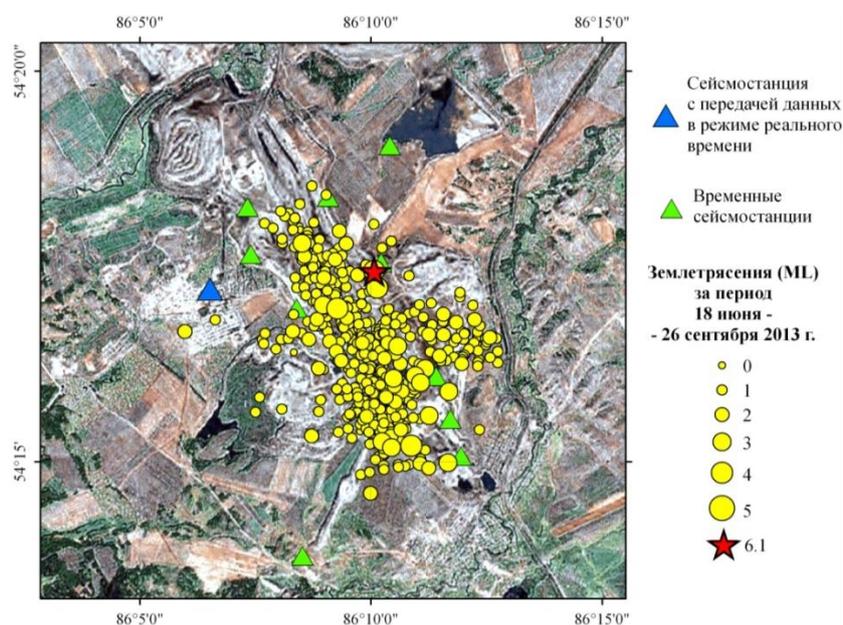


Рис. III.26. Эпицентр Бачатского землетрясения 2013 г., сеть временных станций и афтершоки за период 18 июня – 26 сентября 2013 г.

Кузнецкая котловина по геотектоническим представлениям является напряженным блоком, более прочным, чем горные хребты, окружающие впадину. Для котловины, как и для всех структур Алтае-Саянской горной области, характерно развитие сейсмического процесса в горном обрамлении впадин. За счет мощного техногенного воздействия на земную кору в районе разреза «Бачатский» создана ослабленная зона, в которой инициируется процесс наведенной сейсмичности.

Выводы

В Кузбассе впервые изучена наведенная сейсмичность в окрестности открытой горной выработки, представляющая из себя землетрясения на глубинах до четырех километров под разрезом «Бачатский» в виде непрерывно протекающего процесса с событиями малых энергий и кратковременных мощных активизаций (три за последние два года).

Бачатское землетрясение 18 июня 2013 г. ($t_0=23:02:09$, $\varphi=54.29^\circ\text{N}$, $\lambda=86.16^\circ\text{E}$, $h=4$ км, $MLh=6.1$, $mb=5.5$, $mB=5.9$) – крупнейшее техногенное землетрясение в истории Земли – сопровождалось мощным афтершоковым процессом.