

III.2.2. Наведенная сейсмичность в районе г. Полысаево (Кузбасс)

*А.Ф. Еманов, А.А. Еманов, Е.В. Лескова, А.В. Фатеев,
А.А. Демидова, Ю.В. Кузнецова, А.Ю. Семин,
У.И. Ворона, А.В. Рубцова*

Сейсмическая активизация в районе г. Полысаево Кемеровской области с использованием локальных сетей сейсмических станций впервые изучалась в 2007 году [Еманов и др., 2009]. Отсутствие достаточно плотной сети стационарных станций в данном районе компенсировалось разворачиванием временных сетей станций. В 2007 г. временные сети в данном районе устанавливались дважды. Первый эксперимент длился с 13 августа по 11 сентября 2007 года. На площади размером 10×14 км была установлена 21 цифровая сейсмическая станция. Второй эксперимент был проведен с 1 ноября 2007 г. по 31 января 2008 г. Практически на той же площади было установлено 36 цифровых сейсмических станций. Большое количество станций устанавливалось с целью получения высокоточных данных о сейсмических событиях в данном районе. Прежде всего преследовались цели высокоточного определения глубин событий, построения механизмов очагов и томографического исследования скоростного строения.

Данная работа посвящена третьему эксперименту в районе г. Полысаево. Практически в той же области было установлено 19 цифровых станций на период с 3 июня по 3 июля 2008 года (табл. III.8).

Таблица III.8. Сведения о сейсмических станциях локальной сети, установленных в ходе третьего эксперимента в районе г. Полысаево

Код станции	Координаты и высота над уровнем моря			Период работы	
	φ, °N	λ, °E	h, м	с	по
PL181	54.57382	86.2543	213	03.06.2008	17.06.2008
PL183	54.57934	86.26264	209	03.06.2008	16.06.2008
PL184	54.57511	86.26834	244	03.06.2008	03.07.2008
PL186	54.59951	86.28371	250	03.06.2008	17.06.2008
PL187	54.59537	86.27400	265	11.06.2008	03.07.2008
PL188	54.59996	86.23793	195	03.06.2008	02.07.2008
PL189	54.52724	86.29109	194	04.06.2008	16.06.2008
PL194	54.57754	86.25253	193	03.06.2008	16.06.2008
PL195	54.56851	86.25934	241	03.06.2008	17.06.2008
PL197	54.56026	86.15559	213	03.06.2008	03.07.2008
PL201	54.54647	86.28574	241	04.06.2008	03.07.2008
PL202	54.56359	86.24436	176	03.06.2008	03.07.2008
PL203	54.57842	86.24612	193	04.06.2008	03.07.2008
PL204	54.58403	86.2401	191	03.06.2008	25.06.2008
PL208	54.57428	86.21835	165	03.06.2008	03.07.2008
PL210	54.58205	86.24195	190	03.06.2008	15.06.2008
PL213	54.58272	86.24641	209	03.06.2008	16.06.2008
PL214	54.58163	86.25686	208	03.06.2008	03.07.2008
PL220	54.57247	86.26565	245	03.06.2008	16.06.2008

По результатам двух предыдущих экспериментов было установлено:

– в данном районе обнаружено два типа сейсмических активизаций: активизации, напрямую связанные с добычей угля лавами (изучено три таких активизации), и активизации, не имеющие прямой связи с лавами (одна);

– активизация, не увязанная с лавами, представляет из себя роевую сейсмичность, приуроченную к участку диаметром в первые единицы км. Сейсмические события происходят на глубинах 1–5 км. В активизированной зоне происходит от нескольких единиц до нескольких десятков землетрясений в день;

– для активизаций, связанных с Толмачевской, Бреевской и Надбайкаимской лавами, обнаружено, что сейсмический процесс перемещается в пространстве вместе с забоем, основная масса событий происходит под выработкой, достигая максимальных глубин на километр ниже выработки. События – преимущественно взбросы. Максимальная интенсивность процесса – до двух с половиной десятков землетрясений в день.

Основной целью третьего эксперимента с локальной сетью в районе г. Полысаево является изучение пространственно-временных отличий в протекании сейсмических процессов в этой зоне. С этой целью на рис. III.20–III.22 для сравнения приведены карты гипоцентров всех трех экспериментов.

Первый эксперимент (лето 2007 г.), представленный на рис. III.20, демонстрирует существование наведенной сейсмичности в окрестности двух лав: Толмачевской и Бреевской. Два облака эпицентров, в центре каждого из которых находится работающий забой, свидетельствуют о существовании наведенной сейсмичности, напрямую увязывающейся с процессом добычи угля лавами.

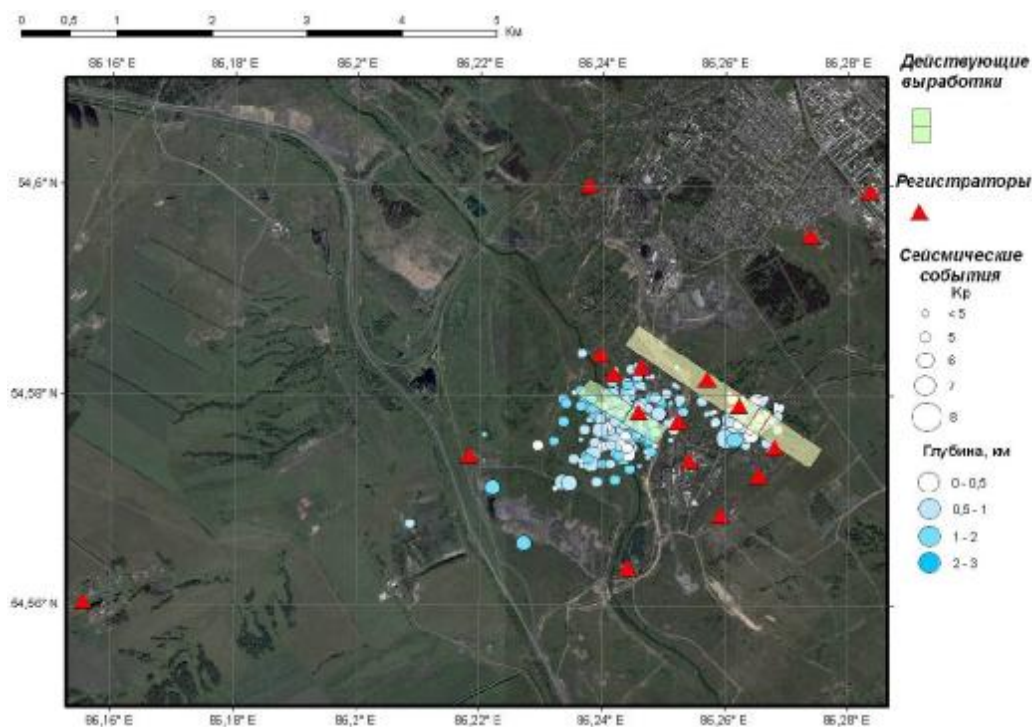


Рис. III.20. Карта гипоцентров событий в районе г. Полысаево за период август – сентябрь 2007 г.

Второй эксперимент (зима 2007/2008 гг.) позволил обнаружить четыре активизированные области (рис. III.21). Уверенно фиксируется пространственное смещение уже известных нам активизаций в районе Толмачевской и Бреевской лав вместе с забоем. Также обнаружены новые активизированные области: одна из них увязывается с Надбайкаимской лавой, вторая не имеет привязки к добыче угля лавами. В этой зоне происходят землетрясения большей энергии и на больших глубинах (максимум событий на глубинах 2–3 км).

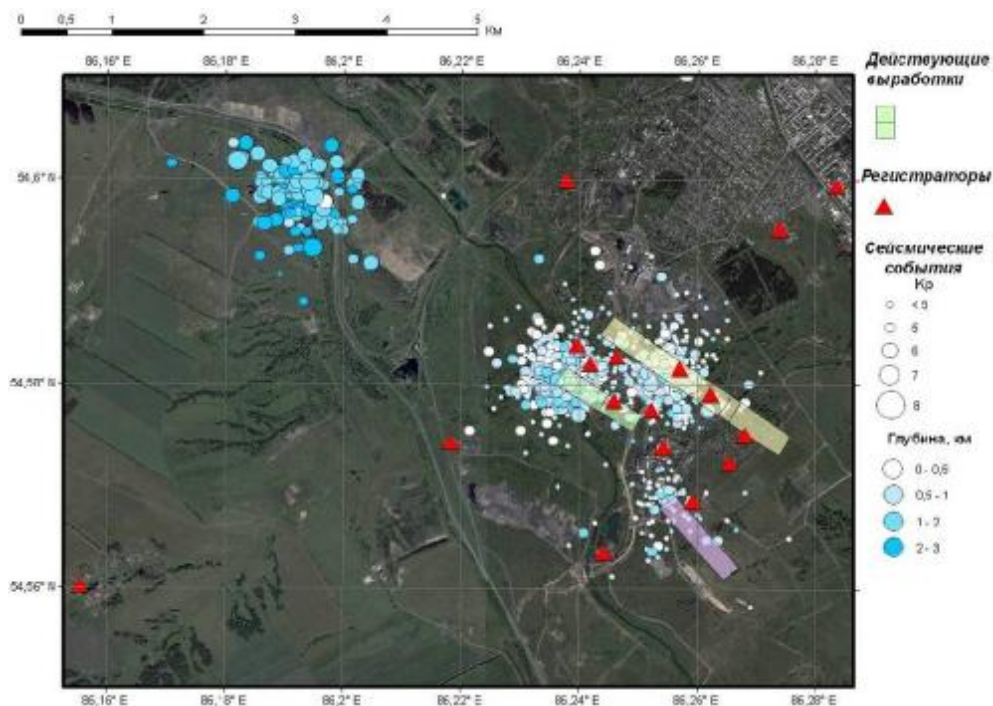


Рис. III.21. Карта гипоцентров событий в районе г. Полысаево за период ноябрь 2007 г. – январь 2008 г.

На рис. III.22 представлена карта гипоцентров для третьего эксперимента (лето 2008 г.). В разделе V на CD-ROM представлен каталог, включающий параметры 357 сейсмических событий с $M \geq -2.2$ ($K_r \geq 0$) за период с 3 июня по 2 июля 2008 года. В печатном варианте каталога (раздел V.18) опубликованы параметры 113 землетрясений с $M \geq 0.7$. В районе Надбайкаимской выработки сейсмический процесс затих. Это связано с тем, что выработка, не начав свой производственный режим добычи угля, была ликвидирована по техническим причинам.

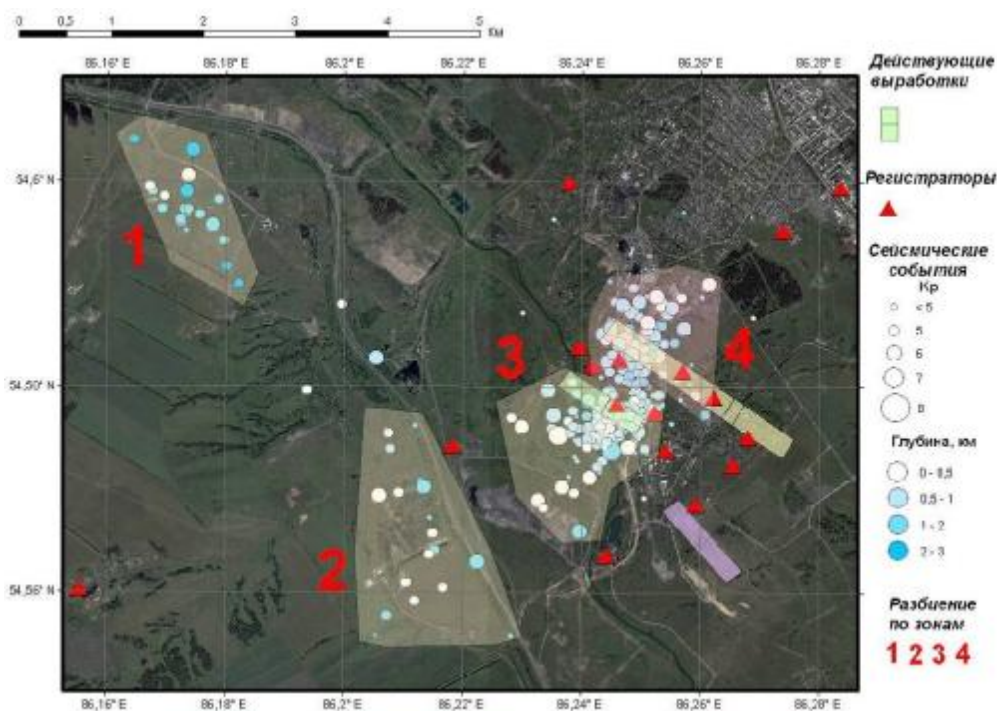


Рис. III.22. Карта гипоцентров событий в районе г. Полысаево за период 3 июня – 2 июля 2008 г. с условным разбиением на зоны сейсмической активности

Активизированная зона для Толмачевской лавы сместилась в пространстве вместе с забоем, что вполне соответствует уже обнаруженной ранее тенденции в развитии процесса. Для Бреевской лавы к концу декабря 2007 г. отмечалось завершение работ. Сейсмический процесс в январе 2008 г. практически отсутствовал [Еманов и др., 2009]. В рассматриваемом эксперименте мы видим, что сейсмический процесс в окрестности Бреевской лавы возобновился, но с другого конца выработки. Нет достоверной информации о подземных работах в этой выработке, чтобы однозначно объяснить причины такого изменения сейсмического процесса. Вероятнее всего, в этой зоне проводятся какие-нибудь подготовительные работы, оказывающие значительное воздействие на геологическую среду.

На карте (рис. III.22) цифрами 1 и 2 обозначены еще две сейсмически активизированные области, для которых нет информации о работе в окрестности выработок. Цифрой 1 обозначен исследованный ранее рой землетрясений на глубинах 2–3 км. Полгода спустя сейсмический процесс в этой зоне продолжался с небольшим смещением по координатам к востоку. Событий стало существенно меньше, и их энергетические классы уменьшились. Цифрой 2 обозначена область сейсмической активизации, которая не существовала во время предыдущих экспериментов.

Сейсмические активизации 3 и 4 пространственно сконцентрированы и более интенсивны по числу событий, но не по энергии. Активизации 1 и 2 сходны пространственной растянутостью и в данный момент характеризуются достаточно вялым развитием во времени относительно активизаций, увязывающихся с лавами.

На рис. III.23 представлены гистограммы глубин событий для каждой из четырех выделенных зон. Для зон 3 и 4 мы получили характерные глубины событий для техногенных землетрясений. Максимальное количество землетрясений происходит на глубинах около 700–800 м при глубине выработки около 400 м. Самые глубокие события происходят на глубине чуть более одного км. Для зон 1 и 2 характерны более глубокие землетрясения. Наибольшее число событий в этих активизированных областях происходит на глубинах 1–2 км, и максимальные глубины землетрясений – 2.5–3 км.

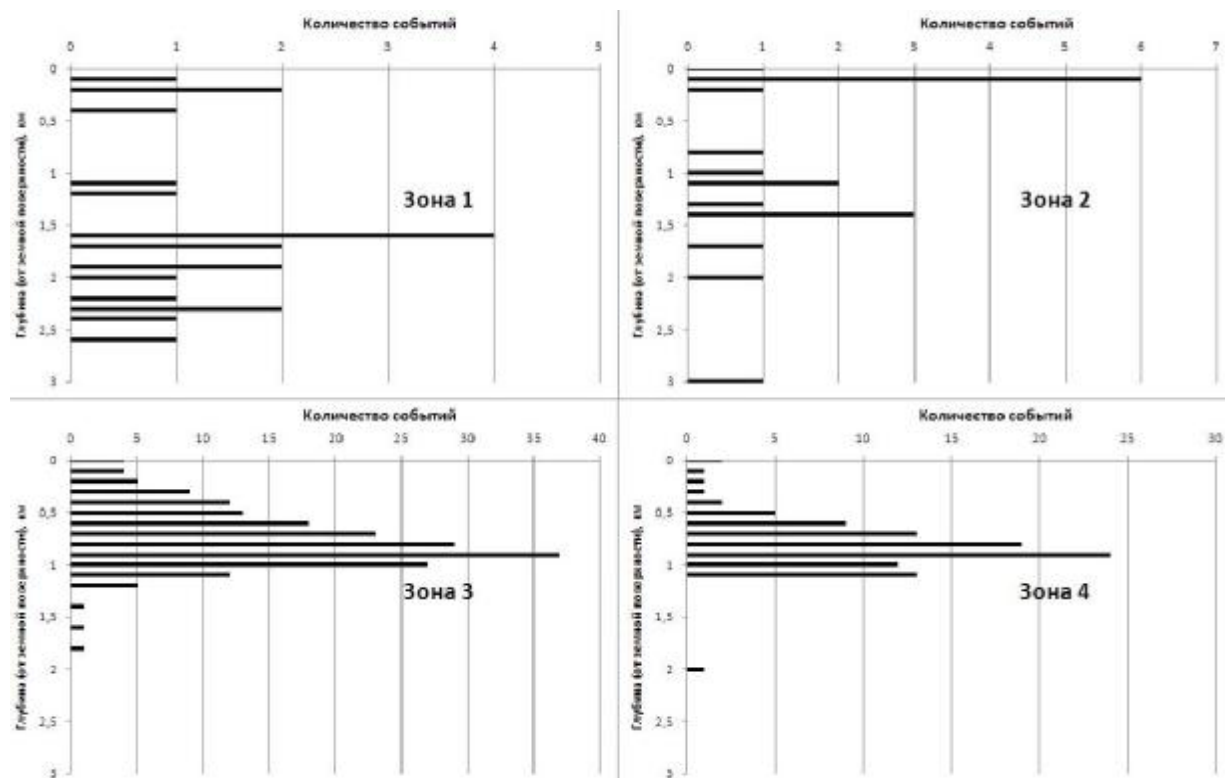
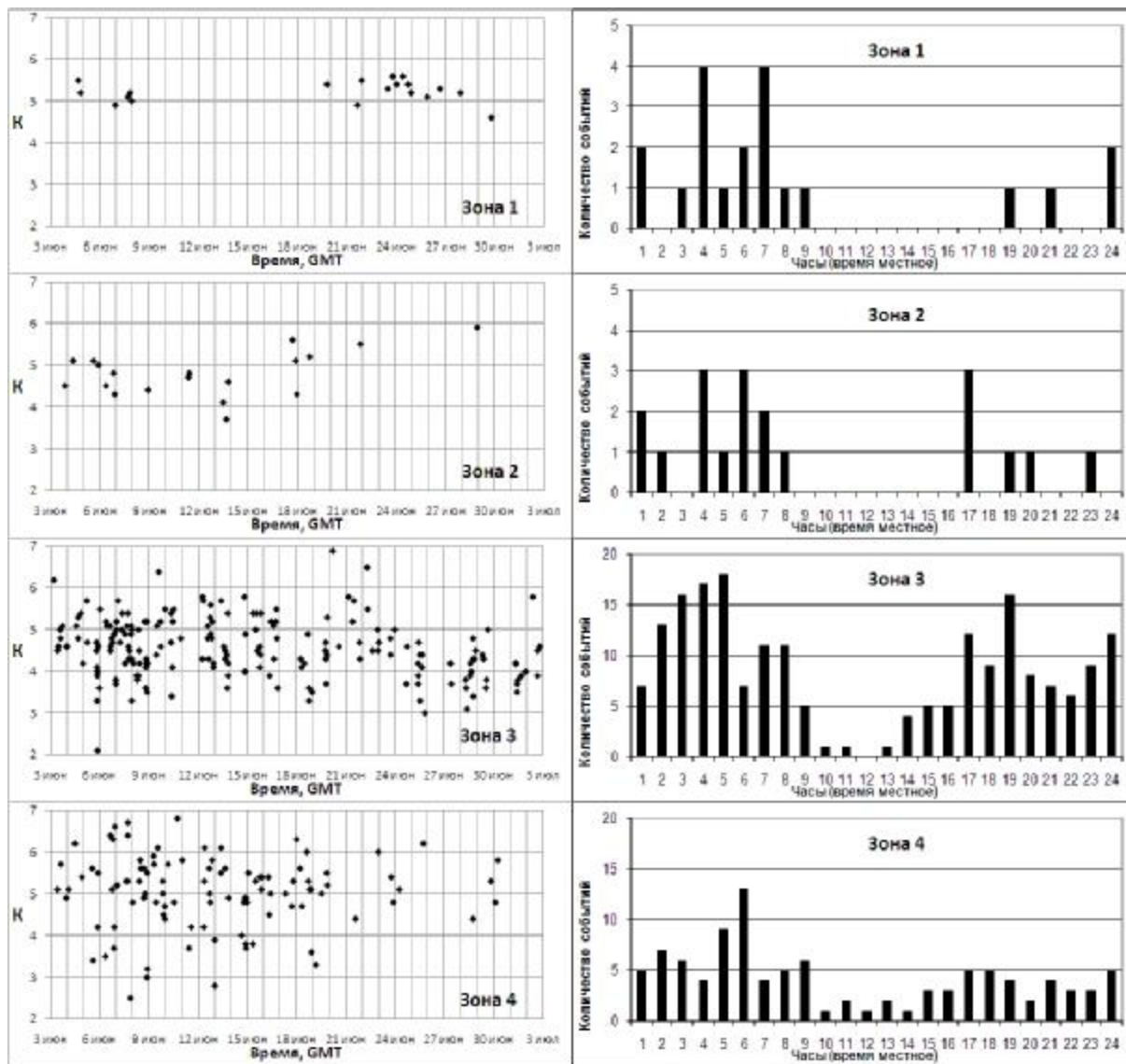


Рис. III.23. Глубины сейсмических событий 3 июня – 2 июля 2008 г. (от земной поверхности)

Рис. III.24 демонстрирует интенсивность развития сейсмического процесса во времени для каждой из исследуемых активизированных областей. Следует отметить, что активизации, сопутствующие лавам в период рассматриваемого эксперимента, обладают существенно большей активностью протекания процесса, чем активизированные области без горных выработок. Наиболее крупные по энергии события рассматриваемого эксперимента происходили в активизациях около лав. В предыдущем эксперименте (зима 2007/2008 г.) землетрясения самых больших энергий фиксировались в активизации в зоне 1.



а б
 Рис. III.24. Развертка событий 3 июня – 2 июля 2008 г. во времени (а) и распределение событий в зависимости от времени суток (б)

Обсуждение результатов

Как и во втором эксперименте, в районе г. Полысаево фиксируются сейсмические события активизаций двух типов. Характеристики активизированных локальных областей изменяются во времени. Фиксируются привязанные к лавам сейсмически активные области и активизации, не имеющие жесткой привязки к горным выработкам. Технологическая природа активизаций, сформировавшихся около работающих лав, не вызывает сомнения. Что представляют собой активизации, не имеющие прямой связи с работой лав по добыче угля, – вопрос, достойный обсуждения.

Нет сомнения, что мы имеем дело с энергонасыщенной геологической средой [Пономарев, 2008], техногенное воздействие человека на которую формирует отклик в виде сейсмических активизаций. Проблеме наведенной сейсмичности посвящено большое количество работ, обзор которых и обобщение представлений об этом явлении можно найти в работах [Пономарев, 2008; Мирзоев и др., 2009]. Выделяются две основные разновидности наведенной сейсмичности: в ближней зоне техногенного воздействия и в дальней зоне. Если дать такую интерпретацию двум типам фиксируемых сейсмических активизаций, то нужно понимать, что один тип наведенной сейсмичности нередко эволюционирует в другой. Как известно [Пономарев, 2008], наведенная сейсмичность дальней зоны от техногенного воздействия по своему характеру сближается с естественной сейсмичностью. Вопрос о структуре наведенной сейсмичности в данном районе весьма сложный хотя бы потому, что техногенное воздействие на земную кору не ограничивается двумя работающими лавами. В радиусе десяти километров существуют действующие карьеры и в этой же зоне имеются другие шахты, осуществляющие добычу угля. Кроме того, в данном районе большая часть территории подработана уже не существующими лавами. Активизации 1 и 2 вполне могут быть дальней зоной иных воздействий, чем воздействия лав, вызвавшие активизации 3 и 4.

Выводы

Экспериментальными работами с временными сетями в районе г. Полысаево обнаружены и изучены четыре сейсмически активизированных участка.

Активизация в районе Толмачевской лавы (№ 4) является процессом наведенной сейсмичности в ближней зоне техногенного воздействия. В целом данная активизация сохраняет характеристики, изученные предыдущими экспериментами [Еманов и др., 2009], при наличии пространственного смещения с забоем лавы.

Активизация в районе Бреевской лавы (№ 3) также является процессом наведенной сейсмичности в ближней зоне техногенного воздействия. Поскольку в предыдущем эксперименте работа лавы была завершена, то мы наблюдали исчезновение этой активизации. В данный момент она возобновила свою активность, но с противоположного конца лавы.

Сейсмическая активизация (№ 1) не увязывается с известными в данном районе лавами и имеет характеристики событий, отличающиеся от активизаций в ближней зоне лав. Наиболее вероятно, что мы фиксируем наведенную сейсмичность в дальней зоне техногенного воздействия. Данная активизация была обнаружена и изучена во втором эксперименте [Еманов и др., 2009], в данный момент она ослабла как по числу событий, так и по их энергии. Отмечается небольшое ее смещение в пространстве.

Сейсмическая активизация (№ 2) сформировалась в 2008 г. и предыдущими экспериментами не была обнаружена. По своим характеристикам подходит под определение наведенной сейсмичности в дальней зоне техногенного воздействия.

В районе Надбайкаимской лавы известно, что после подготовительных работ, которым в 2007 г. сопутствовала сейсмическая активизация в ближней зоне этой лавы, работы были остановлены. В данный момент сейсмические события в окрестности этой лавы не фиксируются.