

III.2.2. Техногенная сейсмичность шахты «Распадская»

*А.Ф. Еманов, А.А. Еманов, А.В. Фатеев,
Е.В. Лескова, В.С. Селезнёв, О.А. Манушина,
А.С. Смоглюк, Е.В. Шевкунова*

Изучение техногенной сейсмичности в Кузбассе, начатое в 2005 г. [Еманов и др., 2007], к началу 2010 г. еще не охватило шахту «Распадская», крупнейшую в России. На шахте отрабатывается четыре лавы с механизированной комбайновой добычей. Ежегодно добывается около восьми миллионов тонн коксующегося угля. На шахте «Распадская» добывается 10% коксующегося угля России (2009 г.). Без сомнения, в районе шахты оказывается сильнейшее техногенное воздействие на геологическую среду.

В ночь с 8 на 9 мая 2010 г. на шахте «Распадская» произошли два взрыва метана, повлекшие серьезные разрушения, как под землей, так и на поверхности. Погиб 91 человек. Сразу после аварии интерес к данным сейсмологии по этому району возрос.

Шахта «Распадская» находится в юго-восточном углу Кузбасса около г. Междуреченск, в Томь-Усинском геолого-экономическом районе. Характеризуя сейсмический режим данного района в целом, следует отметить, что за историческое время в данном районе происходили и достаточно крупные землетрясения, наиболее сильными из которых являются Кузнецкие 1898 и 1903 гг. с магнитудами 5.7 и 6.1, соответственно. Эпицентр землетрясения 1898 г. располагался примерно в 50 км от шахты «Распадская», а 1903 г. – несколько дальше к западу. Более слабая сейсмичность отмечается в районе, близком к шахте «Распадская», ежегодно, но наиболее крупное землетрясение произошло в 1966 году. В 2010 г. в данном районе зафиксировано несколько землетрясений с малой энергией. Уровень сейсмичности даже ниже, чем в предыдущие годы.

Региональная сеть станций в данном районе редкая. Ближайшая сейсмическая станция от шахты «Распадская» удалена на 56 км. Сразу после аварии пристально изучались сейсмические записи станций региональной сети с целью поиска сейсмических событий в окрестности шахты. Из района шахты «Распадская» получена очень слабая запись второго взрыва метана в низкочастотном диапазоне. Других источников сейсмических волн в этом районе не удалось обнаружить в интервале от трех суток до аварии по достижении трех суток после аварии. Большая часть сейсмических событий, записанных станциями, – удаленные землетрясения и промышленные взрывы на удалении 100–200 км от шахты «Распадская». Один взрыв – 7 мая в 10^h20^m – был произведен на удалении 25 км от шахты.

Сразу после аварии в район шахты «Распадская» выставлена сеть временных сейсмических станций, ориентированных на изучение сейсмических событий малых энергий (табл. III.5). Наблюдения в районе шахты «Распадская» были организованы с помощью 20 автономных комплексов регистрации сейсмических сигналов Байкал АС-75 [Семибаламут, Рыбушкин, 2003]. Использовались датчики СК-1П и СМЕ-4111. Станции были выставлены на дневной поверхности в районах проведения угледобывающих работ.

На рис. III.15 представлена карта эпицентров событий, зарегистрированных за летний период 2010 г., и расстановка станций. События на юго-западе (около г. Междуреченск) являются промышленными взрывами. События к востоку и северо-востоку от сети станций также являются промышленными взрывами разрезов «Глуховский» и «Ольжерасский». Промышленные взрывы подтверждаются актами буровзрывных работ по данным разрезам. Кроме промышленных взрывов, зарегистрированы события, отличающиеся существенно более слабой энергией. Именно эти события и являются наведенной сейсмичностью, сформировавшейся от техногенного воздействия на геологическую среду в результате добычи угля.

Таблица III.5. Сведения о сейсмических станциях временной локальной сети Алтае-Саянского филиала ГС СО РАН в районе шахты «Распадская» в 2010 г.

№	Код станции	Координаты			Период работы	
		φ, °N	λ, °E	h, м	начало	конец
1	RP371	53.80084	88.12760	321	28.05.2010	–
2	RP372	53.79723	88.08250	330	28.05.2010	–
3	RP373	53.80277	88.07481	307	28.05.2010	–
4	RP374	53.82147	88.12866	320	04.06.2010	19.10.2010
5	RP375	53.82162	88.06035	319	05.06.2010	19.10.2010
6	RP376	53.82363	88.09746	348	06.06.2010	07.09.2010
7	RP377	53.81799	88.09866	309	05.06.2010	19.10.2010
8	RP378	53.78862	88.07962	326	05.06.2010	19.10.2010
9	RP379	53.78114	88.03349	402	05.06.2010	21.07.2010
10	RP380	53.78074	88.06041	314	06.06.2010	07.09.2010
11	RP382	53.83411	88.10672	303	05.06.2010	19.10.2010
12	RP383	53.79706	88.14367	460	06.06.2010	19.10.2010
13	RP384	53.77847	88.08232	313	06.06.2010	19.10.2010
14	RP385	53.80340	88.09420	297	06.06.2010	19.10.2010
15	RP386	53.76589	88.10994	324	06.06.2010	19.10.2010
16	RP387	53.78456	88.13283	298	06.06.2010	19.10.2010
17	RP388	53.79113	88.10786	295	06.06.2010	19.10.2010
18	RP389	53.80195	88.15609	510	06.06.2010	19.10.2010
19	RP390	53.81056	88.06783	304	06.06.2010	19.10.2010
20	RP391	53.78987	88.13223	388	06.06.2010	19.10.2010

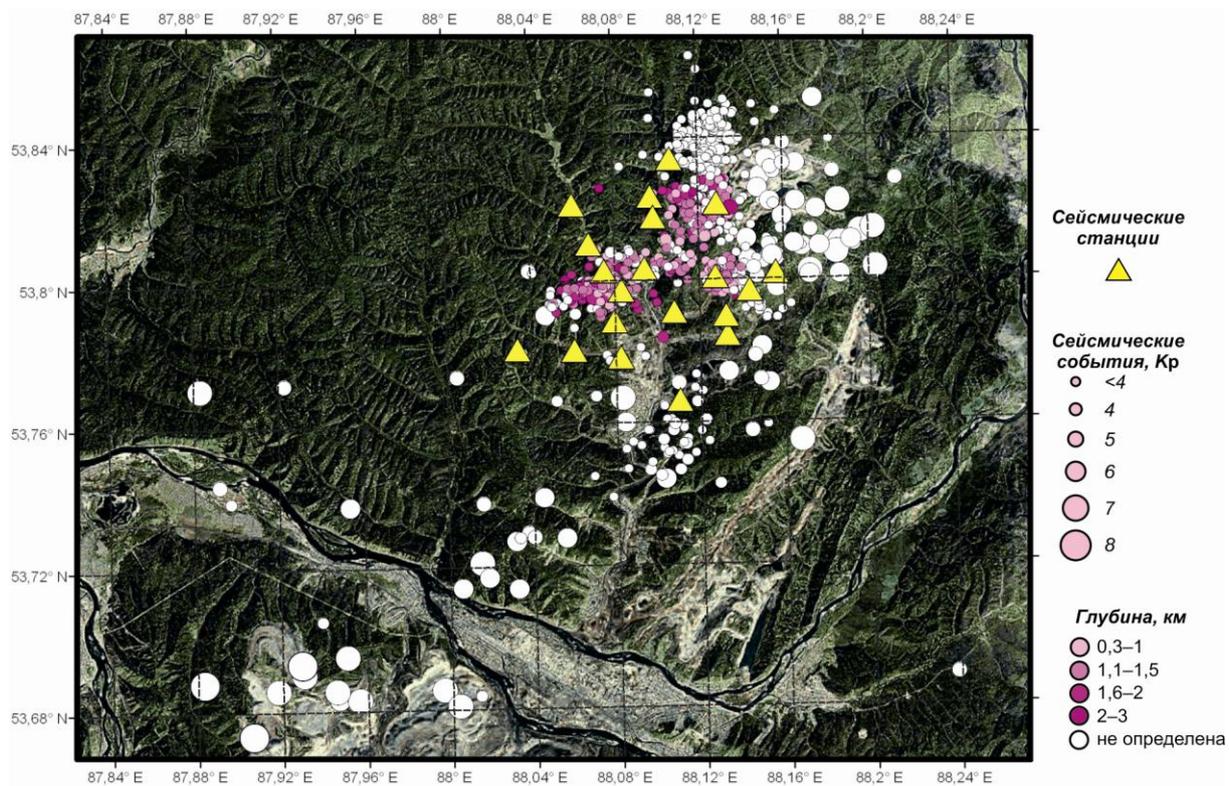


Рис. III.15. Карта эпицентров сейсмических событий (5 июня – 31 августа 2010 г.), зарегистрированных локальной сетью

Более детальный взгляд на наведенную сейсмичность в данном районе можно сделать по рис. III.16.

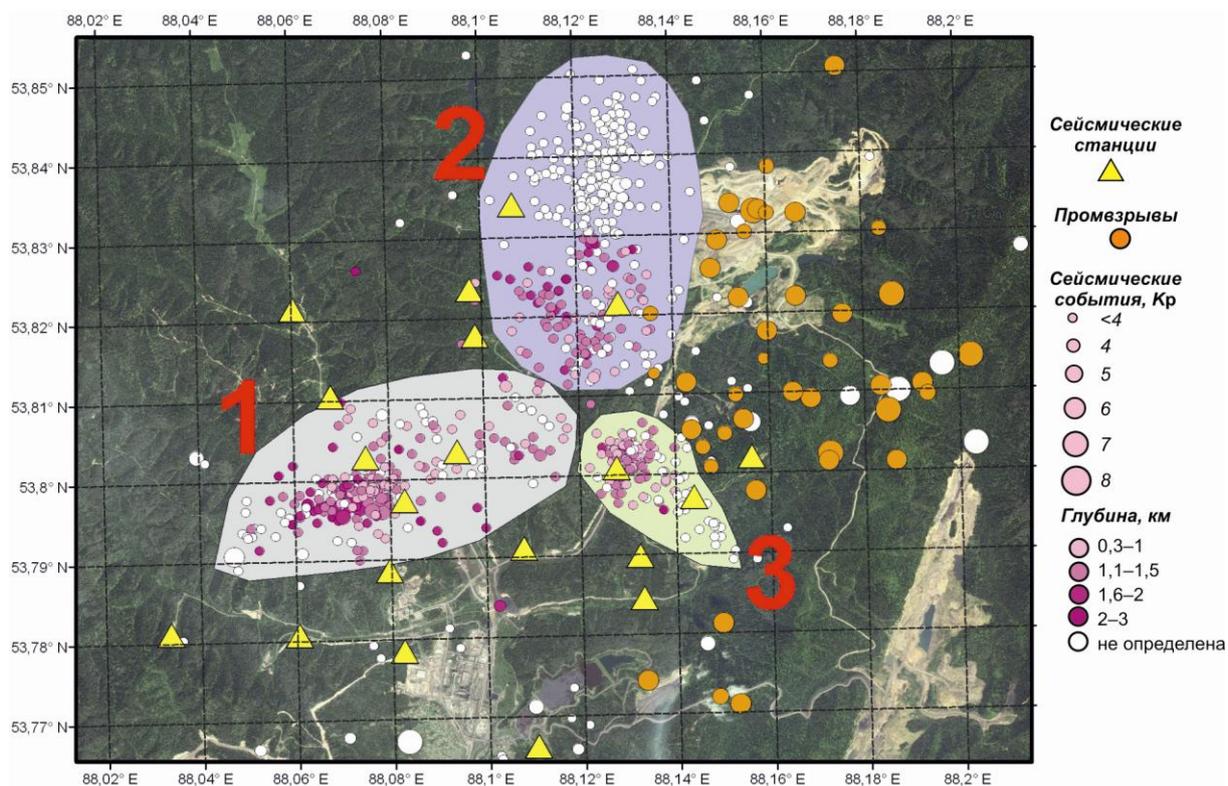


Рис. III.16. Техногенные сейсмические процессы

За весь период наблюдений с 6 июня по 31 августа 2010 г. зафиксировано и обработано 118 сейсмических событий с $M=0-2.2$ ($K_p=4.0-8.0$) (см. раздел V на CD-ROM).

Шахта «Распадская» – не единственное предприятие, добывающее уголь в данном районе. В данном районе работает несколько шахт и несколько карьеров. На рис. III.16 выделены три зоны с техногенной сейсмичностью, увязанные с разными шахтами. Только зона № 1 относится к шахте «Распадская» и эксперимент главным образом был ориентирован на получение ответа на вопрос: есть ли техногенная сейсмичность в районе шахты «Распадская»? На шахте «Распадская» в период данного эксперимента добыча угля не велась (выполнялись работы по ликвидации последствий аварии), в зонах № 2 и 3 добыча угля продолжалась. С 5 июня по 31 августа в зоне № 1 произошло 240 событий, в зоне №2 – 331 событие, в зоне №3 – 137 событий. В момент эксперимента сейсмичность зоны аварии не самая высокая.

Для техногенных землетрясений, попадающих во внутренние области сети станций данного эксперимента, уверенно определяются глубины событий. На рис. III.17 даны гистограммы глубин для всех трех шахт. Добыча угля ведется на глубинах около 250–350 м. Для всех трех зон техногенные землетрясения происходят глубже горных выработок. Такие же глубины техногенных землетрясений фиксировались и в других районах Кузбасса [Еманов и др., 2009].

На рис. III.18 по вертикальной оси – энергетический класс событий и по горизонтальной – дата (день и месяц через точку). Точки соответствуют техногенным землетрясениям. Мы видим, что самые сильные техногенные землетрясения происходили в районе шахты «Распадская», но и они имеют сейсмическую энергию, не достигающую шестого энергетического класса. Следует отметить, что в районе г. Полысаево техногенная сейсмичность протекает с энергиями землетрясений до восьмого энергетического класса [Еманов и др., 2009; 2011], т.е. сейсмическая энергия наиболее сильных событий в сто раз больше, чем в районе шахты «Распадская».

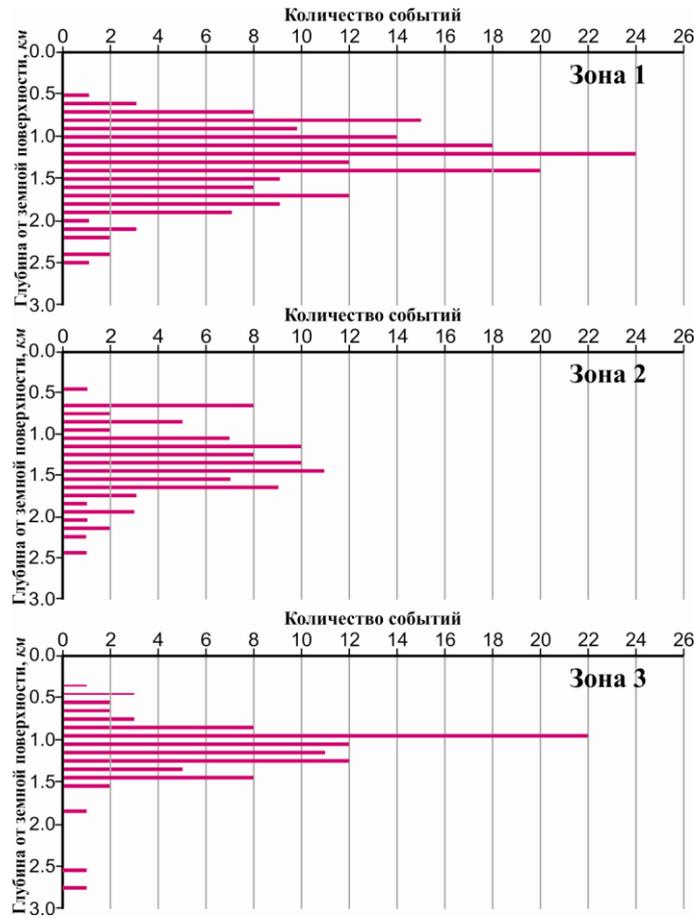


Рис. III.17. Гистограммы глубин техногенных землетрясений по зонам на рис. III.16

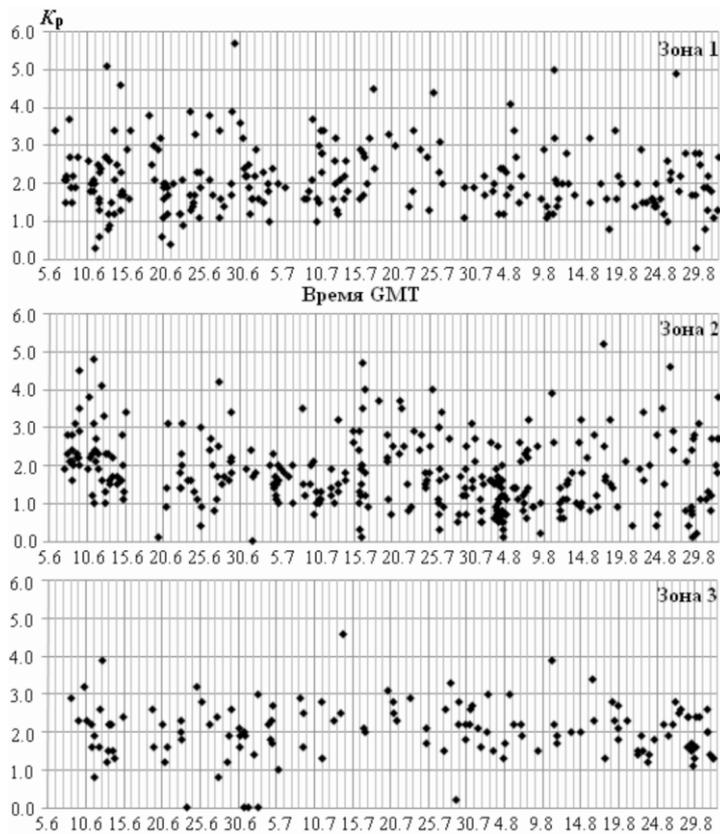


Рис. III.18. Развитие сейсмического процесса во времени по зонам (рис. III.16)

На рис. III.19 можно видеть, что техногенная сейсмичность после аварии наиболее сильно развивается в области, находящейся между двумя движущимися навстречу друг другу лавами. Данная сейсмическая активизация достаточно равномерно протекает во времени (рис. III.18). В данный период добычи угля нет. Экспериментами по триггерным эффектам в развитии наведенной сейсмичности была доказана быстрая реакция техногенной сейсмичности на остановку работы лав и начало их работы [Еманов и др., 2011]. В данной ситуации мы наблюдаем не затухающий процесс при отсутствии работы лав.

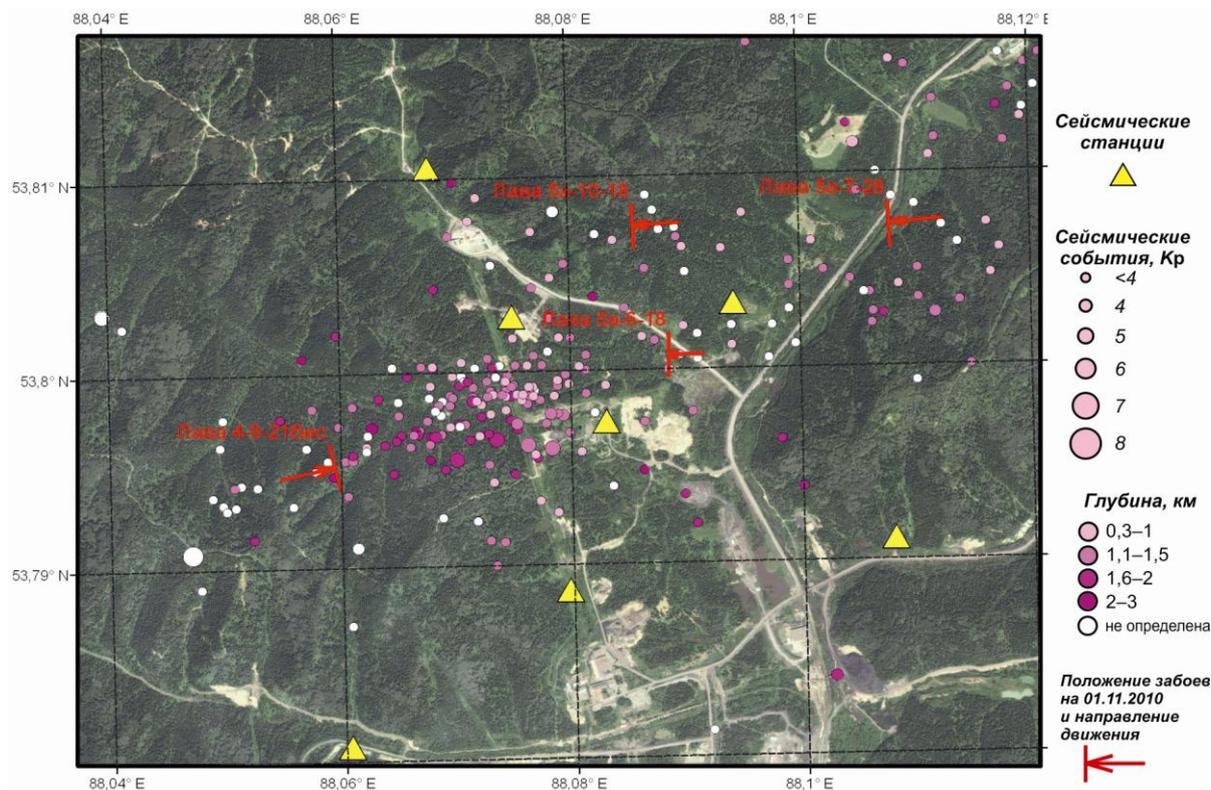


Рис. III.19. Карта эпицентров техногенных землетрясений в районе шахты «Распадская» с 5 июня по 31 августа 2010 г. (после аварии) и положение забоев лав перед аварией

Анализируя пространственные изменения в техногенной сейсмичности, отметим, что в зонах № 1 и 3 сейсмический процесс не имеет пространственных изменений, а в зоне № 2 землетрясения смещаются со временем с северо-востока на юго-запад.

На рис. III.20 представлены механизмы некоторых техногенных землетрясений, построенные по данным рассматриваемого эксперимента. Определения выполнены только для наиболее крупных событий, но все же удалось получить данные для всех трех зон. Зона № 1 (охватывает шахтные поля ОАО «Распадская») представлена преимущественно сбросовым характером очагов Северо-Западной ориентации. Зона № 2 представлена также сбросовым характером очагов. Преимущественную ориентацию фокальных плоскостей выделить не удастся из-за малой величины выборки, но можно говорить, что ориентировка иная, чем в зоне № 1. Зона № 3 представлена преимущественно сдвиго-взбросовым характером очагов Северо-Западной ориентации. Изучение механизмов очагов по всем трем сейсмоактивным зонам позволяет уверенно говорить о невзрывном характере данных активизаций. Даже при малом числе определений фокальных механизмов очагов обнаруживаются различия в напряженном состоянии разных участков данного угольного месторождения.

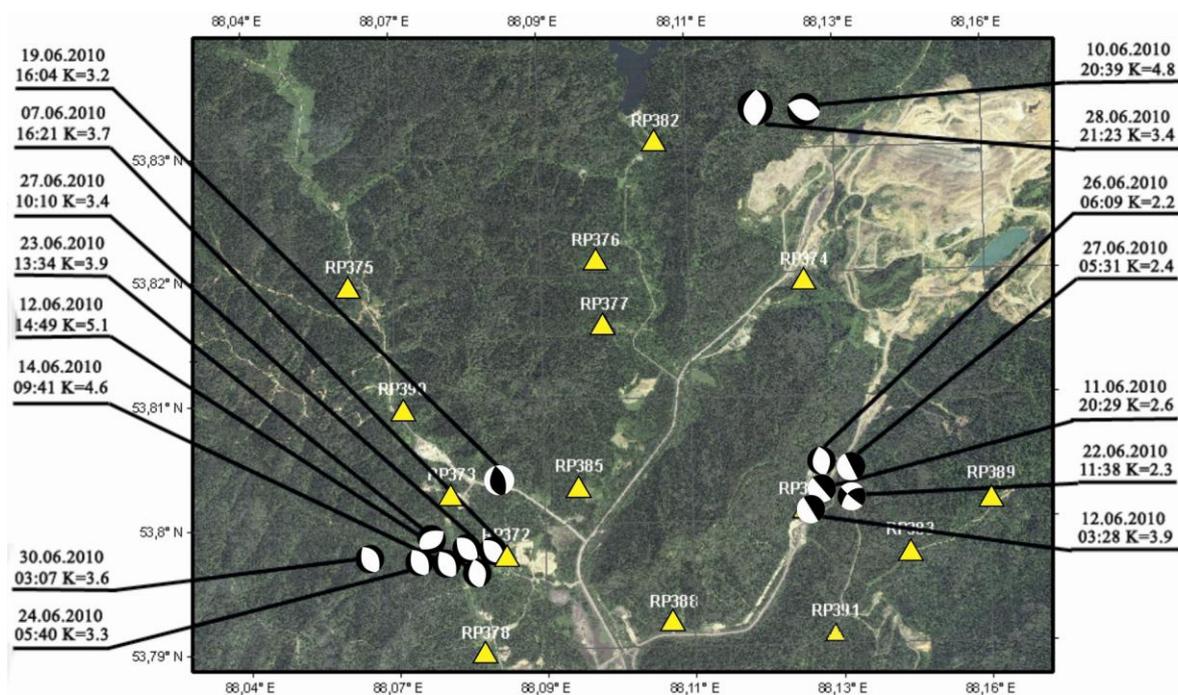


Рис. III.20. Механизмы очагов техногенных землетрясений

В ранее проведенных экспериментах по изучению наведенной сейсмичности при добыче угля в других районах Кузбасса [Еманов и др., 2007; 2009; 2011] было обнаружено два типа наведенной сейсмичности: техногенные активизации, связанные напрямую с добычей угля лавами, и наведенная сейсмичность, пространственно не увязанная с работающими горными выработками. В данной ситуации роевая техногенная сейсмичность существует без работающих лав (речь идет о событиях зоны № 1). Какова она была перед аварией в данный момент, сказать невозможно, но стабильность, с которой развивается сейсмический процесс во времени, говорит о существовании критически напряженного состояния в зоне ведения горных работ. Наведенная сейсмичность, обнаруженная данным экспериментом, отличается по своим характеристикам от сейсмических процессов жестко увязанных с работающими лавами. В зонах № 2 и 3, где ведется добыча полезных ископаемых также не обнаружено сконцентрированной к забою и смещающейся во времени сейсмичности. Имеет место общая активизация шахтных полей.

Результаты

В районе Распадского месторождения угля обнаружено три очага техногенной сейсмичности с энергией наиболее крупных землетрясений до шестого энергетического класса. Два очага находятся в зоне шахты, ведущей добычу угля лавами, а один – в зоне шахты «Распадская», где наблюдения проводились после аварии при отсутствии добычи угля.

В районе шахты «Распадская» сейсмически активизирована область между двигавшимися на нее лавами. Протекание активизации стабильно во времени и характеризуется преимущественно сбросами. Глубины событий от 500 до 2500 м с преимущественным числом событий на глубинах 1–1.5 км.

Активизации в районах действующих шахт также устойчивы во времени, не фиксируется жесткой привязанности в пространстве к движущемуся забою, и землетрясения имеют иные механизмы очагов, чем в районе шахты «Распадская»; так, в зоне № 3 – сдвиго-взбросовый механизм очагов северо-западной ориентации.