

УРАЛ

А.А. Маловичко¹, Р.А. Дягилев^{1,2}, И.В. Голубева¹, Ф.Г. Верхованцев¹, Т.В. Злобина²

¹ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, amal@gsras.ru

²Горный институт УрО РАН, г. Пермь, dr@mi-perm.ru

Аннотация. В статье приведены сведения о действующей сети сейсмических станций Урала, методике обработки данных, дан краткий анализ сейсмической активности в регионе в 2012 г. Показано, что региональная сеть не претерпела изменений и сохранила свои регистрационные возможности, обеспечивая регистрацию всех землетрясений, начиная с магнитуды $M_L=3.0$, а местами с $M_L=2.0$. Всего станциями Урала за год зарегистрировано более 5.8 тысяч сейсмических событий, большая часть которых – телесеизмические землетрясения. Число очагов с эпицентрами в регионе – 2.2 тысячи, из них 97 % приходится на технологические взрывы на горнодобывающих предприятиях и лишь несколько десятков имеют отношение к природной или природно-техногенной сейсмичности. Для наиболее сильных событий последней группы приведены варианты определений очаговых параметров, полученные другими агентствами. В Добрянском районе Пермского края отмечена группа событий, точную природу которых установить не удалось, однако сделано предположение о возможном влиянии длительной разработки нефтяных месторождений на сейсмичность этого района.

Abstract. The article shows current layout of seismic network of the Urals, data processing technique and results of short analysis of seismic activity in the region in 2012. It is shown that the regional network has not changed and has kept its ability, providing registration of all earthquakes with magnitude $M_L \geq 3.0$, and somewhere with $M_L \geq 2.0$. In total stations of the Urals in a year have registered more than 5.8 thousand seismic events. Most of them are teleseismic earthquakes. The number of the sources with epicenters in the region – 2.2 thousand. About 97 % of them are the technological explosions in mines and open pits, and only some tens are related to natural or induced seismicity. For the strongest events of the last group the options of determination of focal parameters received by other agencies are given. In Dobryansky district of Perm Krai the group of events which exact nature didn't manage to be established is marked out, however the assumption of possible influence of long-term oil deposit exploration on seismicity of this area is made.

Введение. Урал является слабоактивным регионом, расположенным в зоне сочленения Восточно-Европейской и Западно-Сибирской платформ. Сейсмичность Урала уникальна, поскольку обусловлена не только разнообразием природных землетрясений (тектонические, обвальные, импактные), но и широким спектром техногенных источников (горные и горно-тектонические удары, обрушения, взрывы и др.). Для многих тектонических событий характерна пространственная структурированность в связи с их приуроченностью к главной геологической структуре региона – Главному Уральскому разлому (ГУР), имеющему субмеридиональное простирание. Однако рассеянная сейсмичность также присутствует. Техногенные очаги тяготеют к хорошо известным объектам горнодобывающей промышленности и участкам разработки нефтяных месторождений. Близость таких объектов к ГУР и районам развития карста порой не позволяет однозначно идентифицировать природу сейсмических явлений. Развитие региональной сейсмической сети, начавшееся в 1999 г., в какой-то мере позволяет изучать эти процессы более детально.

Сеть сейсмических станций и карта $M_{L \min}$. В 2012 г. сейсмическая сеть Урала, представляющая собой региональное объединение сетей ФИЦ ЕГС РАН, ГИ УрО РАН и Отдела геоэкологии ОНЦ УрО РАН, насчитывала 14 станций. Данная сеть позволяла вести инструментальный мониторинг сейсмических процессов на территории Северного, Среднего, Южного Урала и на прилегающих к ним окраинах Восточно-Европейской платформы и Западно-Сибирской платформы. Состав сети по сравнению с таковой в 2011 г. [1] не изменился, все технические характеристики сейсмических станций остались на прежнем уровне [2]. Карта представительной регистрации $M_{L \min}$ в 2012 г. представлена на рис. 1.

Для обеспечения оперативности и объективности информирования заинтересованных лиц об изменениях сейсмической ситуации в регионе разработан и наполнен необходимыми базами данных специальный информационный сайт «Сейсмологический мониторинг Западного Урала» [3]. На сайте представлены общие сведения о землетрясениях и сейсмической опасности, информация о сети сейсмологических наблюдений на территории Уральского региона, а также волновые формы типичных сейсмических явлений.

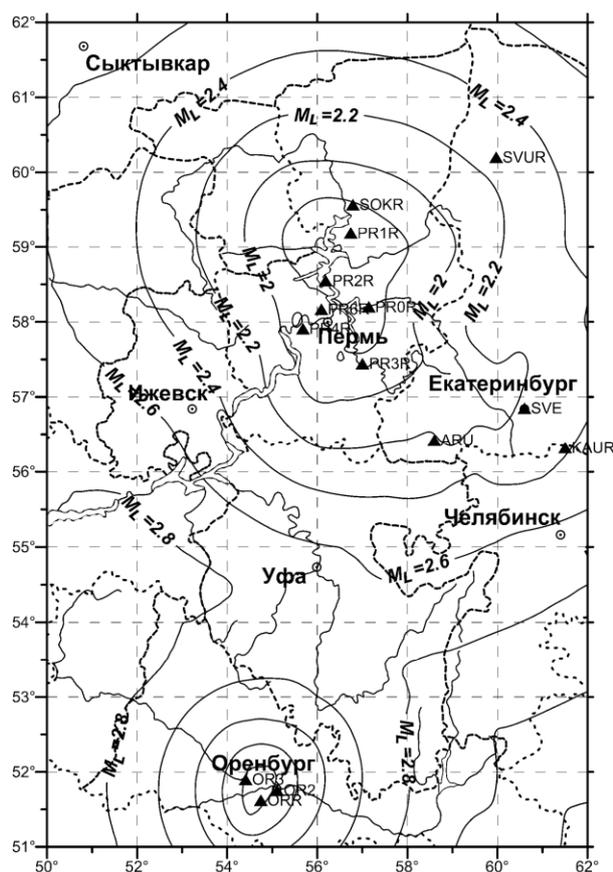


Рис. 1. Карта магнитудной представительности $M_{L \min}$ сейсмических событий на территории Урала в 2012 г. из [1]

максимальная скорость колебаний в симуляции сейсмографа Вуда–Андерсона для оценки локальной магнитуды M_L , которая учитывает закономерности распространения сейсмических волн на исследуемой территории и находится в полном соответствии с классическим определением Ч. Рихтера [7]. Согласно [8], шкала локальных магнитуд для территории Пермского края и соседних областей имеет вид:

$$M_L = \log A + 3 + 0.920 \log(R/100) + 8.43 \cdot 10^{-4} (R - 100) + C_{st},$$

где A – максимальная амплитуда синтезированной записи сейсмографа Вуда–Андерсона в мм, R – эпицентральное расстояние в км, C_{st} – станционная поправка.

Для расчета сейсмической энергии использовано корреляционное уравнение связи Х. Канамори с соавторами из [9] в виде (E_S в джоулях):

$$\log E_S = 1.96 M_L + 2.05, \quad (1)$$

которое применимо для диапазона магнитуд $1.5 < M_L < 6.0$.

Результаты инструментальных сейсмологических исследований. Все многообразие регистрируемых сейсмических событий традиционно [8, 1] делится на три группы:

- 1) телесеismicкие землетрясения с $M \geq 4.0$, очаги которых удалены на расстояния в тысячи и десятки тысяч километров;
- 2) технологические и массовые взрывы, проводимые на карьерах и в рудниках Пермского края и Свердловской области, с величинами зарядов от 5 до 350 т взрывчатого вещества, а также взрывы вследствие аварий на различных ответственных объектах (магистральных газопроводах, химических комбинатах и т.д.);
- 3) местные землетрясения и микроземлетрясения, а также отдельные наиболее крупные сейсмические события на горнодобывающих объектах.

Из рис. 1 следует, что действующая сеть станций обеспечила уверенную регистрацию сейсмических событий на большей части Пермского края, начиная с $M_{L \min} = 2.2$, в Свердловской области – с $M_{L \min} = 2.6$, в республике Башкортостан – с $M_{L \min} = 2.8$, в Челябинской и Оренбургской областях – с $M_{L \text{ пер}} = 3.0$. Компактное расположение станций в районе Оренбургского газоконденсатного месторождения обеспечивает локальное снижение порога представительности в центральной части Оренбургской области до $M_{L \min} = 2.0$.

Методика обработки записей землетрясений осталась прежней [1]. Кинематические параметры определялись на основе годографа IASPEI [4]. При обработке сейсмических записей ведется определение типа сейсмических источников (промышленный взрыв или тектоническое землетрясение). Тектонические землетрясения делятся на телесеismicкие и региональные. Последние могут быть как природными, так и связанными с ведением горных работ: горные удары (ГУ), горно-тектонические удары (ГТУ), обрушения горных выработок. Для локации землетрясений привлекались данные других сейсмологических центров [5, 6].

В качестве динамической характеристики сейсмических волн использовалась

Соответствующие числа сейсмических событий в 2012 г., как следует из рис. 2, составили 3665, 2118 и 73, что меньше, чем в 2011 г. Однако из рис. 2 видно, что пропорции распределения событий по группам (удаленные землетрясения, массовые взрывы и местные события) с течением времени в целом выдерживаются.

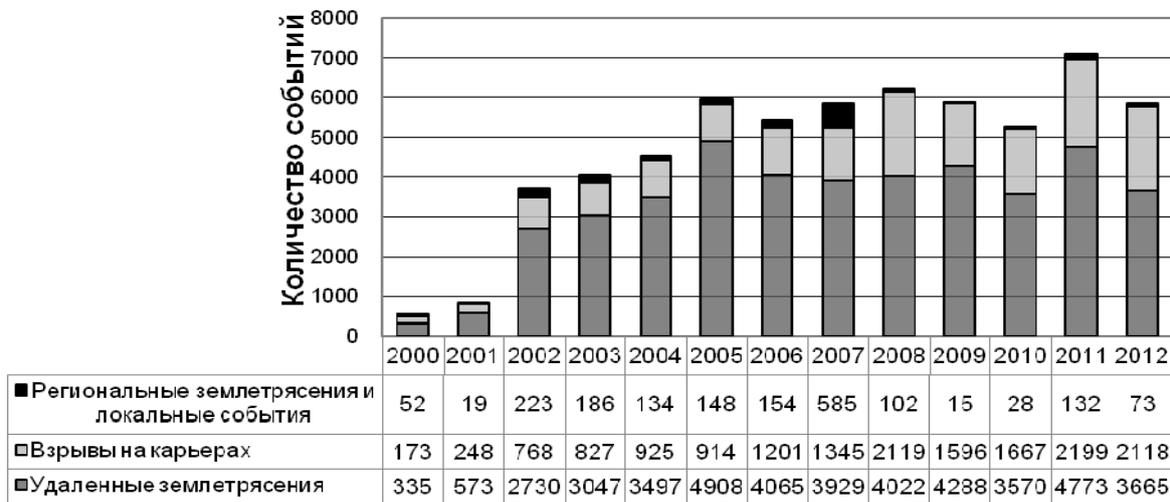


Рис. 2. Изменение числа сейсмических событий разных типов, зарегистрированных станциями Урала в 2000–2012 гг.

На гистограмме можно видеть, что представительные данные о сейсмичности региона имеются примерно с конца 2002 г. и в среднем остаются на достаточно стабильном уровне. Из перечисленных групп наименьший интерес представляют удаленные землетрясения, которые исключены из дальнейшего рассмотрения. Остальные группы событий рассмотрим в отдельности.

Взрывы. Так же, как и в прошлые годы, продолжается активное промышленное освоение территории Урала. Доля местных событий держится на уровне ~27 % и большая часть (>80 %) из них представлена взрывами, производимыми горнодобывающими предприятиями. Ежегодный анализ времени проведения взрывов показал, что они производятся в интервале 9–13 часов местного времени и, как правило, в рабочие дни недели (единичные по выходным). Там, где ведется добыча подземным способом, взрывные работы производятся как в дневное, так и в ночное время суток, однако такие события чаще всего слабые и, как правило, не регистрируются на региональных расстояниях. Окончательная идентификация взрывов проводится после сопоставления с соответствующими сведениями о взрывных работах. Сопоставление ведется почти для всех карьеров, шахт и рудников, расположенных на территории Пермского края, и для некоторых объектов в Свердловской области. Аналогичные сведения с предприятий других территорий неполны, поэтому для них идентификация взрывов проводилась по степени близости к известным горнодобывающим предприятиям с привлечением критериев распознавания по особенностям волновых форм [10]. Общее количество зарегистрированных промышленных взрывов, согласно рис. 2, равно 2118, однако в каталог [11] включены лишь 140 более сильных с суммарной энергией $\Sigma E = 5.142 \cdot 10^8$ Дж. Диапазон магнитуд составил $M_L = 1.5 - 2.8$. На территории Пермского края и Свердловской области максимальная магнитуда взрывов M_L не превысила 2.7 [11].

Горно-тектонические удары (ГТУ) показаны на карте эпицентров (рис. 3). Их активность значительно превышает тектоническую. Суммарное число ГТУ в каталоге [11] равно 32 с локальными магнитудами M_L от 1.6 до 3.5. Из них 30 формируют одну локальную зону в районе г. Североуральск. Они ассоциируются с деформационными процессами, происходящими в рудниках Северо-Уральского бокситового месторождения (ОАО «СУБР»), и подтверждаются местной Службой предупреждения и предотвращения горных ударов. Еще один ГТУ отмечен 23 августа в 01^h17^m с $M_L = 2.6$ в районе г. Нижний Тагил, второй – 5 сентября в 20^h11^m с $M_L = 3.4$ – в Республике Башкортостан (РБ), район г. Учалы. Суммарная сейсмическая энергия всех ГТУ составила $\Sigma E = 2.255 \cdot 10^9$ Дж.

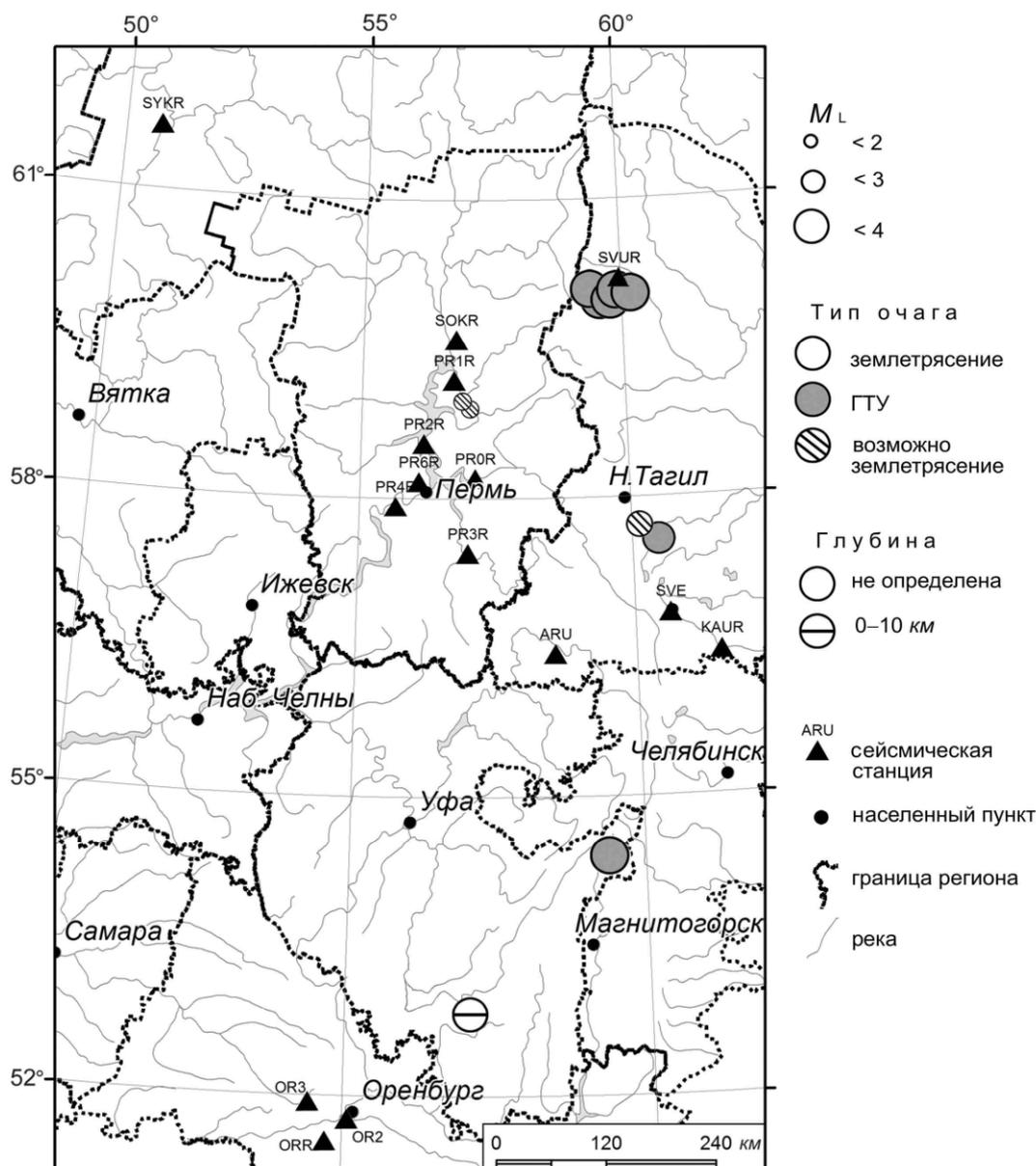


Рис. 3. Карта эпицентров сейсмических событий Урала в 2012 г.

Коды и названия: сейсмическая группа – «Екимята» – PR6R [2]; цифровые станции: «Сыктывкар» – SYKR [12]; «Североуральск» – SVUR, «Соликамск» – SOKR, «Романово» – PR1R, «Добрянка» – PR2R, «Верхнечусовские Городки» – PR0R, «Власы» – PR4R, «Кунгур» – PR3R, «Свердловск» – SVE, «Арти» – ARU, «Каменск-Уральский» – KAUR, «Оренбург» – ORR, «Оренбург-2» – OR2, «Оренбург-3» – OR3 [2].

Фактическое же количество ГТУ гораздо больше, но такие события часто имеют магнитуду ниже порога чувствительности региональной сейсмологической сети и фиксируются только одной ближайшей станцией – «Североуральск» (SVUR), поэтому в каталоге [11] не отражены. События с магнитудами $M_L > 3.0$ единичны и зафиксированы без пропусков, в том числе и станциями других агентств.

Среди техногенных событий на СУБРе самым сильным стал горно-тектонический удар, произошедший 17 января в 16^h13^m. Он был зафиксирован четырьмя сейсмическими станциями (PR1R, PR3R, PR4R, ARU) региональной сети [11]. Локальная магнитуда M_L данного горно-тектонического удара составила 3.5. Информация о его макросейсмических проявлениях отсутствует.

Отметим два ГТУ, зарегистрированных 3 февраля и 27 марта на СУБРе, которые были записаны не только станциями региона, но и другими агентствами. Сведений об интенсивности сотрясений на поверхности нет. В табл. 1 и 2 приведены разные решения их параметров.

Таблица 1. Разные решения параметров землетрясения (ГТУ), произошедшего в Свердловской области 3 февраля 2012 г., по данным Уральской сети в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр					Магнитуда
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	$h, км$	
MIRAS	10 42 17	2.4	60.20		59.97		1f	$M_L=3.1$
IDC	10 42 17.4	1.2	60.28	0.20	60.05	0.15	0f	$m_b=3.5, M_L=2.8$
ISC	10 42 16.7	1.0	60.38	0.11	60.26	0.10	10f	

Примечание. MIRAS – Горный институт УрО РАН, г. Пермь; IDC – Международный центр данных Организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (СТВТО), г. Вена, Австрия; ISC – Международный сейсмологический центр, Великобритания [5]; f – фиксированная глубина.

Таблица 2. Разные решения параметров землетрясения (ГТУ), произошедшего в Свердловской области 27 марта 2012 г.

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр					Магнитуда
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	$h, км$	
MIRAS	21 40 22		60.19		59.99		1f	$M_L=3.3$
IDC	21 40 24.2	1.2	59.98	0.18	59.76	0.11	0f	$m_b=3.5, M_L=3.5$
ISC	21 40 22.4	1.1	60.22	0.15	60.20	0.11	10f	

5 сентября в 20^h10^m в районе г. Учалы (РБ) произошел ГТУ с магнитудой $M_L=3.4$. Толчок ощущался людьми как в самом г. Учалы, так и в соседних населенных пунктах [13]. Ему посвящена отдельная статья в настоящем Ежегоднике [14].

Землетрясения. По данным регионального агентства MIRAS, точно тектоническим землетрясением является в 2012 г. лишь одно событие, произошедшее 8 апреля в 13^h19^m (табл. 3). Два события, зарегистрированные 23 мая в 02^h57^m и 28 декабря в 21^h15^m, эпицентры которых находятся в Добрянском районе, могут быть как природными, так и наведенными, т.е. относятся к типу «возможно, землетрясение». Еще одно событие того же типа, эпицентр которого находится в Свердловской области, может иметь как природное, так и техногенное происхождение. Все параметры приведены в табл. 3.

Таблица 3. Тектоническое землетрясение 8 апреля и события типа «возможно землетрясение»

№	Агент-ство	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	M_L	Район	Природа события
				φ°, N	λ°, E				
1	MIRAS	08.04	13 19 35	52.99	56.31	11f	3.3	РБ, г. Мелеуз	землетрясение [6]
	NNC		13 19 35.1	52.90	56.52	0		$K_p=8.7, m_b=3.8, m_{pv}=3.4$	
2	MIRAS	23.05	02 57 32	58.72	56.96	10f	1.9	Пермский край, Добрянский р-н	возможно землетрясение
3	MIRAS	03.09	21 32 59	57.93	59.74	12f	2.5	Свердловская обл.	– " –
4	MIRAS	28.12	21 15 15	58.77	57.01	10f	1.6	Пермский край, Добрянский р-н	– " –

Примечание. MIRAS – Горный институт УрО РАН, г. Пермь; NNC – Казахский национальный центр данных ИГИ КАЭ МИНТ РК, г. Алматы, Республика Казахстан [6]; f – фиксированная глубина.

Рассмотрим детально каждое из них. В 2012 г. продолжила свое развитие серия событий, отмеченная ранее в Мелеузовском районе Республики Башкортостан (11 марта и 25 ноября с $M_L=3.3$ и $M_L=2.9$ [1]). Здесь 8 апреля сейсмическими станциями было зарегистрировано еще одно землетрясение в 13^h19^m, имевшее магнитуду $M_L=2.8$. Его записи собраны на рис. 4. Очаг землетрясения 8 апреля располагался примерно в 15 км восточнее предыдущего толчка, записанного 11 марта 2011 г.

Волновая картина для этих землетрясений была достаточно детально изучена с выделением всех наблюдаемых сейсмических фаз. Глубина гипоцентра, определенная по инструментальным данным, варьирует от 6 до 10 км. Формы записей землетрясений 8 апреля 2012 г. и 11 марта 2011 г. в [1] очень схожи, что может говорить о принадлежности этих событий к одной и той же очаговой зоне.

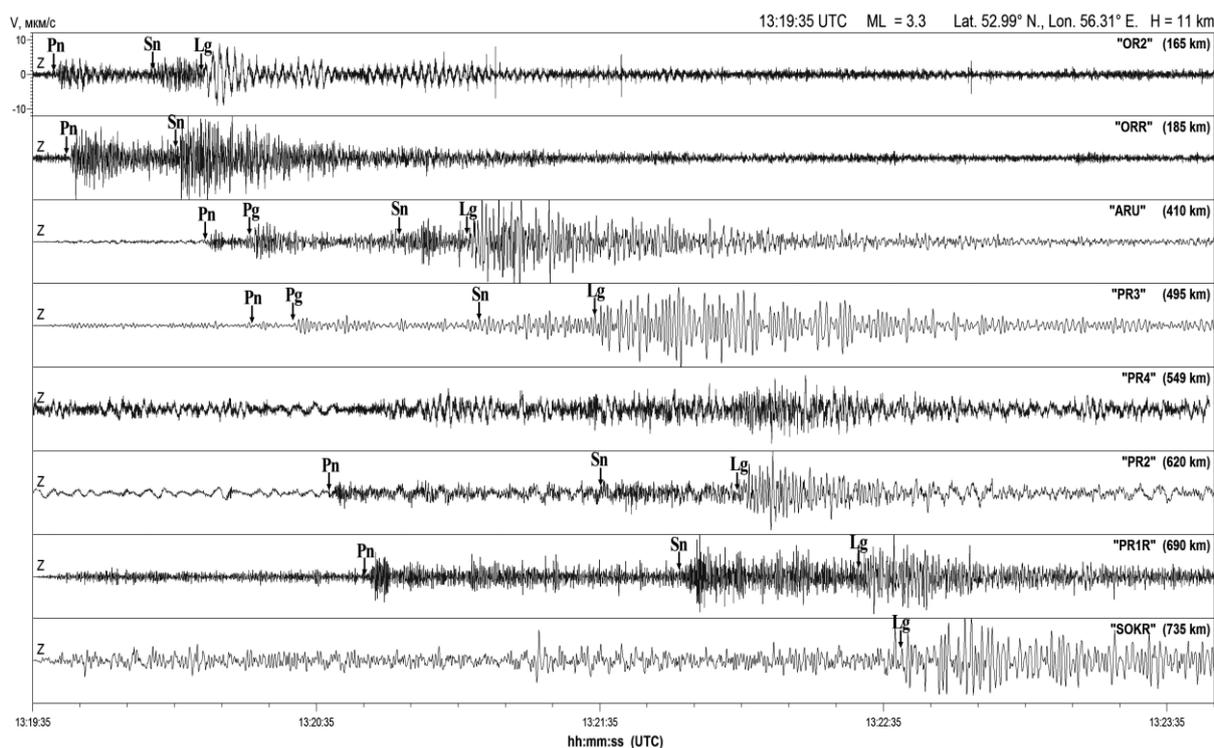


Рис. 4. Сейсмограммы землетрясения, произошедшего 8 апреля 2012 г. в 13^h19^m в районе г. Мелеуз (РБ) на станциях OR2, ORR, ARU, PR3R, PR4R, PR2R, PR1R, SOKR с $\Delta=165\text{--}736$ км

С тектонической точки зрения они приурочены к Серноводско-Абдулинскому авлакогену Русской плиты. Данный район является зоной коллизии Уральских складчатых сооружений и юго-восточной части Русской плиты и, следовательно, сильных действующих напряжений.

Так как основные тектонические структуры Урала территориально расположены в Свердловской области, стоит отметить одно явление, которое, возможно, имеет тектоническую природу, – это сейсмическое событие из табл. 3, произошедшее 3 сентября 2012 г. в 21^h32^m с $M_L=2.5$. Его эпицентр, определенный по инструментальным данным, расположен в 10 км западнее г. Нижний Тагил. Данное событие отнесено к категории «возможно землетрясение», т.к. есть вероятность, что это ГТУ, поскольку его эпицентр определен со значительной ошибкой, и очаг может относиться к зоне влияния горных работ ш. Магнетитовой или ш. Естюнинской.

В пределах Пермского края по-прежнему фиксируются сейсмические события в Добрянском районе. Начиная с 2002 г. на территории района периодически регистрировались слабые микроземлетрясения с локальными магнитудами от $M_L=(-0.4)$ до $M_L=1.1$. Такие события были записаны одной, реже двумя станциями, поэтому их природа происхождения носила предположительный характер. Однако начиная с землетрясения, произошедшего 13.08.2010 г. ($M_L=2.1$, $h=22$ км), параметры очагов в этом районе определялись по трем и более станциям [15]. Необычный характер такой сейсмической активизации можно интерпретировать как возможное проявление наведенной сейсмичности, спровоцированной в результате промышленной разработки одного из крупнейшего в Пермском крае нефтяного Ярино-Каменноложского месторождения, которое эксплуатируется с 1955 г. по настоящее время. Как показывает анализ известных в мировой практике аномальных геодинамических процессов, ни одна длительная разработка нефтегазовых месторождений не гарантирует отсутствие проблем в связи с проявлениями техногенных землетрясений.

В то же время полностью исключить вероятность происхождения в этом районе тектонических землетрясений тоже нельзя, так как именно здесь известны ощутимые исторические землетрясения, произошедшие 17.01.1837 г. с $M_L=3.6$, $h=10$ км, $I_0=5$ баллов; 19.01.1845 г. с $M_L=3.0$, $h=7$ км, $I_0=4\text{--}5$ баллов; 26.05.1867 г. с $M_L=3.5$, $h=4$ км, $I_0=6$ баллов и 15.01.1931 г. с $M_L=2.7$, $h=2$ км, $I_0=6$ баллов [3].

В 2012 г. в рассматриваемом регионе можно отметить два землетрясения: первое, зарегистрированное 23 мая в 02^h57^m сейсмическими станциями PR0R, PR1R, PR2R, PR3R [11], имело магнитуду $M_L=1.9$; второе, записанное станциями SOKR, PR0R, PR1R, PR3R, PR4R [11], произошло 28 декабря в 21^h15^m и было слабее, с $M_L=1.6$. Несмотря на близость сейсмических станций, нечеткие вступления на всех записях не позволили точно установить глубину. Глубина была принята равной 10 км [11], что соответствует среднему значению глубин для данного района. События не являются взрывами, так как поблизости нет ни одного карьера. Макросейсмических проявлений в связи с этими событиями не отмечалось. Эти два очага отнесены к категории «возможно землетрясение», так как нет полной уверенности в их природном происхождении.

Итоговое распределение событий разных типов по магнитудам M_L и суммарное распределение сейсмической энергии ΣE на территории Урала представлено в табл. 4. Энергия событий рассчитывалась по формуле (1).

Таблица 4. Распределение числа сейсмических событий в различных интервалах магнитуд и суммарной выделившейся сейсмической энергии

Тип события	M_L			N_Σ	ΣE , Дж
	1.1–2.0	2.1–3.0	3.1–4.5		
Землетрясение/возможно землетрясение	2	1	1	4	$3.39 \cdot 10^8$
ГТУ	5	22	5	32	$5.33 \cdot 10^9$
Взрывы	68	72		140	$5.14 \cdot 10^8$
Всего	75	95	6	176	$3.11 \cdot 10^9$

Подводя итоги за 2012 г., рассмотрим ряд наблюдений, начиная с 2006 г. (рис. 5). Как видим, суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в очагах землетрясений, несколько возросла в 2012 г. Это повышение произошло за счет землетрясения 8 апреля в 13^h19^m с $M_L=3.3$. В отношении горно-тектонических ударов наблюдается небольшое увеличение числа сейсмических событий ($N_\Sigma=32$ вместо 25 в 2011 г. [1]) и суммарной сейсмической энергии ($\Sigma E=5.33 \cdot 10^9$ Дж вместо $0.73 \cdot 10^9$ Дж в 2011 г. [1]).

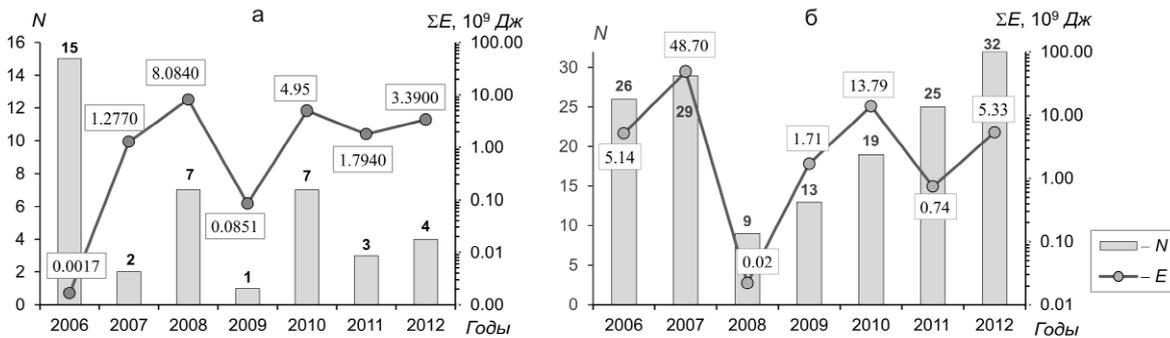


Рис. 5. Сводные данные о годовых числах и суммарной энергии для событий типа «землетрясение» / «возможно землетрясение» (а) и горно-тектонических ударов (б) за 2006–2012 гг.

Заключение. В целом можно отметить, что 2012 г. в сейсмическом отношении был достаточно спокойным. По-прежнему природная активность наблюдается на территории Республики Башкортостан, а также в Добрянском районе Пермского края. Пространственное распределение эпицентров происшедших сейсмических событий подтверждает наличие ранее выявленных активных зон техногенной сейсмичности в районе г. Североуральск и г. Нижний Тагил и свидетельствует о появлении новой зоны в районе г. Учалы.

Л и т е р а т у р а

1. Маловичко А.А., Дягилев Р.А., Злобина Т.В., Верхоланцев Ф.Г., Голубева И.В. Урал // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 239–249.

2. **Верхоланцев Ф.Г. (сост.)**. Цифровые станции Уральской сейсмической сети в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
3. **Сейсмологический мониторинг Западного Урала** – URL: <http://pts.mi-perm.ru/region/>.
4. **Телесеismicкий годограф IASPEI / Kennet B.L.N. (editor)**. IASPEI 1991 Seismological Tables. Sydney: Research School of Earth Sciences Australian National University, 1991. – 167 p.
5. **International Seismological Centre**, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
6. **Казахстанский национальный центр данных** – URL: <http://www.kndc.kz/index.php/ru>.
7. **Рихтер Ч.** Инструментальная шкала для магнитуд землетрясений // Слабые землетрясения. – М.: ИЛ, 1961. – С. 13–44.
8. **Маловичко А.А., Маловичко Д.А., Дягилев Р.А., Верхоланцев Ф.Г., Голубева И.В., Верхоланцев А.В.** Пермский край 2000–2005 гг. // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 269–289.
9. **Kanamori H., Mori J., Hauksson E., Heaton T.H., Hutton L.K., Jones L.M.** Determination of Earthquake Energy Release and M_L using TERRAScope. – Bull. Seism. Soc. Am. – 1993. – **83**. – N 2. – P. 330–346.
10. **Дягилев Р.А., Голубева И.В.** Оценка эффективности критерия распознавания сейсмических событий A_s/A_p для станций Уральского региона с применением статистических подходов // Сейсмичность Северной Евразии. Материалы международной конференции. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 78–80.
11. **Дягилев Р.А., Голубева И.В. (отв. сост.), Старикович Е.Н., Чепурова М.А., Верхоланцева Т.В., Варлашова Ю.В., Скоркина А.А., Верхоланцев Ф.Г. (сост.)**. Каталог землетрясений, горно-тектонических ударов и взрывов на территории Урала и прилегающих районов за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
12. **Носкова Н.Н. (сост.)**. Сейсмические станции сети Республики Коми в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
13. **Дягилев Р.А., Верхоланцева Т.В., Чепуров Е.И.** Макросейсмические и инструментальные исследования Учалинского землетрясения 5 сентября 2012 г. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Восьмой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 159–162.
14. **Дягилев Р.А., Злобина Т.В., Гусева Н.С.** Учалинское техногенное землетрясение 5 сентября 2012 г. с $K_p=9.5$, $M_L=3.4$, $I_0=5$ (Башкортостан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 387–391.
15. **Маловичко А.А., Дягилев Р.А., Верхоланцева Т.В., Верхоланцев Ф.Г., Голубева И.В.** Урал // Землетрясения Северной Евразии, 2010 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2016. – С. 258–264.