

ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ ПЛАТФОРМА, УРАЛ и ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ:

УДК 550.348. (470.21+481-922.1)

БАРЕНЦ-ЕВРО/АРКТИКА

С.В. Баранов, С.И. Петров

Кольский филиал ГС РАН, г. Апатиты, bars@krsc.ru, serg@krsc.ru

Мониторинг сейсмичности в Баренц-Евро/Арктике в 2010 г. проводился на двух удаленных друг от друга территориях: в Мурманской области с прилегающими на западе северными провинциями Финляндии, Швеции и Норвегии и на архипелаге Шпицберген с прилегающими на западе структурами континентального склона Евразии и срединно-океанических хребтов Мона и Книповича. Рассмотрим регистрационные возможности в каждой из них.

На территории Мурманской области используемая в 2010 г. сеть сейсмических станций Кольского филиала ГС РАН состояла, как и ранее [1, 2], из аналоговой трехкомпонентной сейсмической станции АРА, цифровой трехкомпонентной широкополосной станции АРА в г. Апатиты и сейсмической группы АРО, расположенной в 17 км от г. Апатиты. Кроме того, в 2010 г. дополнительно регистрировала сейсмические события сейсмическая станция «Териберка», находившаяся в опытной эксплуатации с 6 марта 2009 г. Эта станция размещена в одноименном пос. Териберка (в обзоре сейсмичности района за 2009 г. [2] и в Приложении [3] новая станция «Териберка» не была упомянута).

В развитие системы сейсмического мониторинга и для повышения точности локации сейсмических событий в западной части Мурманской области и в Финской Лапландии 16 июля 2010 г. была открыта новая станция «Ковдор» (табл. 1).

Таблица 1. Сейсмическая станция Кольского филиала ГС РАН, установленная в 2010 г.

Код сети	Название станции	Код станции	Расположение	Начало работы	φ°, N	λ°, E	$h, м$	Аппаратура
KORS	Ковдор	KOVD	г. Ковдор, Мурманская обл.	16.07.2010	67.584	30.466	19	OYO GEOSPACE GS-3

Согласно [4], станция «Ковдор» установлена в законсервированной шахте ОАО «Ковдорслюда». Координаты станции – $67.584186^\circ N$, $30.466356^\circ E$ (рис. 1). Сейсмодатчик (трехкомпонентный короткопериодный марки OYO GeoSpace GS-3) установлен на скальном основании, сложенном пироксенитами. Привязка к точному времени производится посредством GPS Garmin, соединенного с АЦП по кабельной линии; система сбора на базе АЦП LAI-24-USB с сохранением в UniDL-буфере файлов формата «wavef». Поскольку станция не подключена к каналам передачи

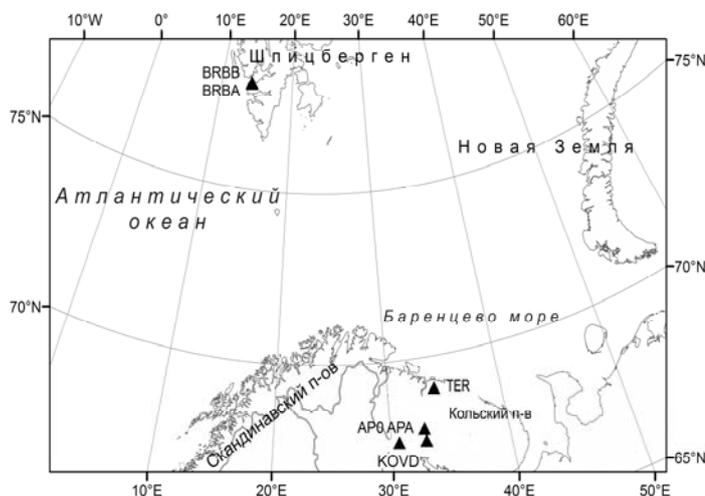


Рис. 1. Сейсмические станции КоФ ГС РАН в 2010 г.

данных, обработка данных с помощью программы «Wavef3C» производилась не в пункте сбора, а после доставки пакетов записей в центр обработки данных КФ ГС РАН в г. Апатиты.

В 2010 г. проведена также модернизация оборудования и программного обеспечения сейсмоинфразвукового комплекса СИЗК «Апатиты», за счет чего существенно возросли надежность обнаружения и точность локации событий. Информация о сейсмическом событии стала доступной уже через 5 минут после прихода сигнала на группу датчиков. В результате был создан прототип системы автоматического отображения текущей сейсмической активности и оперативного оповещения об ощутимых событиях в Мурманской области с помощью оригинальной программы «Watcher», разработанной В.Э. Асмингом. Конфигурация системы в целом и иллюстрация работы подсистемы «Watcher» показана на рис. 2 и 3 соответственно.

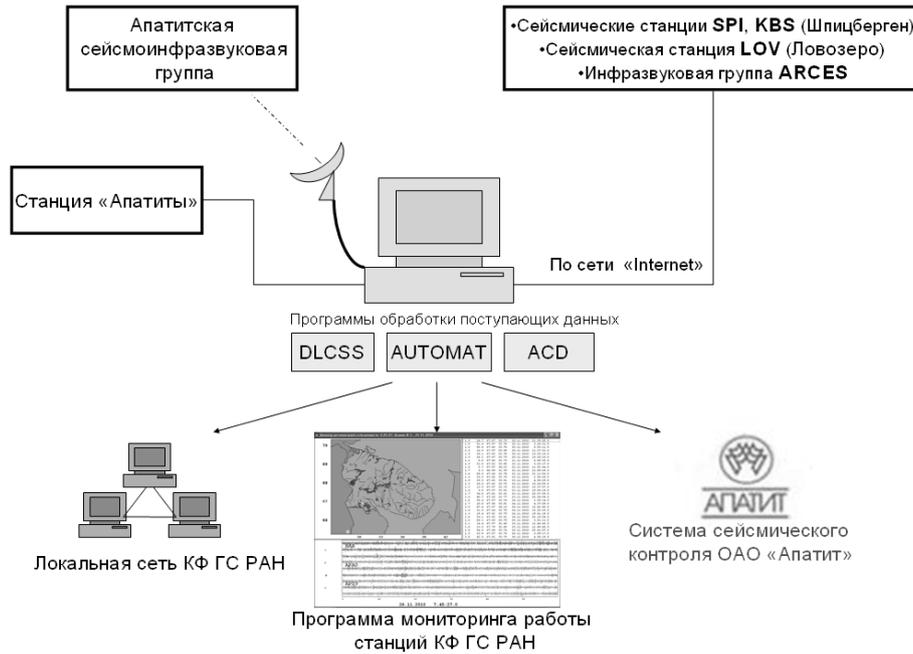


Рис. 2. Конфигурация системы сбора и обработки данных

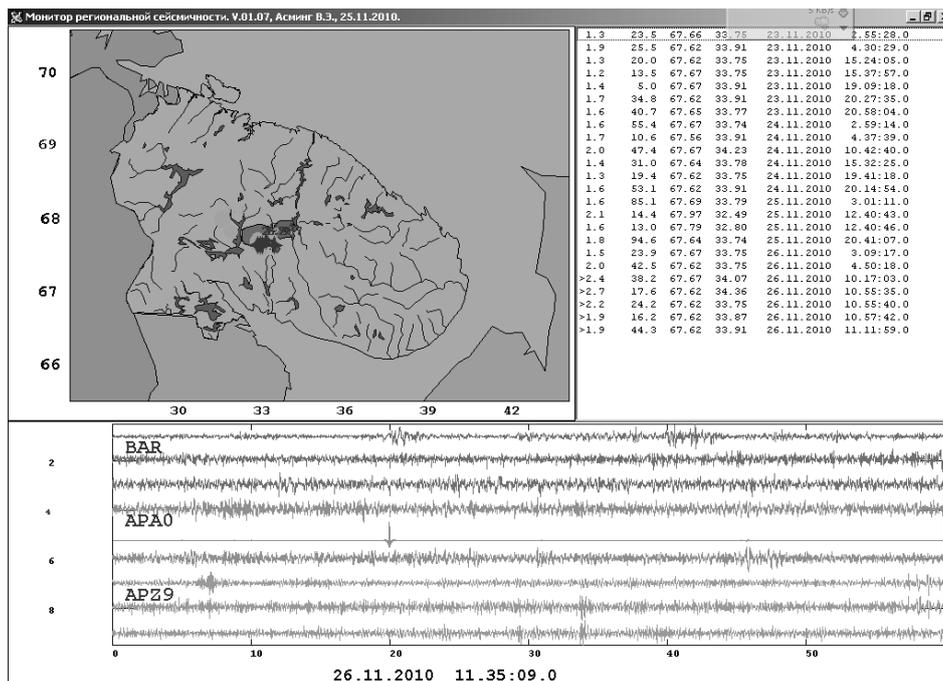


Рис. 3. Образ экрана программы «Watcher»

Программа «Watcher» постоянно, один раз в секунду, просматривает содержимое директории «monitoring», в которую автоматический детектор/локатор записывает файлы-донесения о произошедших сейсмических событиях. Когда в этой директории появляется новый файл, «watcher» читает его и наносит на карту. В случае необходимости (достаточно большая магнитуда и рейтинг) программа генерирует голосовое сообщение, поступающее на рабочее место дежурного оператора. Если магнитуда события превышает заданный порог, по электронной почте посылается письмо с оповещением руководству КоФ ГС РАН и в ситуационный центр Управления по делам гражданской обороны, защите населения от чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности Мурманской области. Сейсмическое событие сохраняется на электронной карте региона в течение трех дней и затем удаляется. Одновременно с нанесением на карту программа «Watcher» непрерывно отображает данные (некоторые выбранные каналы), поступающие со станций в кольцевой буфер, что позволяет следить за функционированием оборудования (рис. 3).

Существенным моментом в организации сейсмических наблюдений в 2010 г. явилось Объединение сетей сейсмических станций КоФ ГС РАН и ОАО «Апатит».

Контролем геодинамической безопасности непосредственно в Хибинском горно-промышленном узле занимается специальное подразделение ОАО «Апатит» – Центр геофизического мониторинга (ЦГМ). Мониторинг сейсмичности осуществляется в пределах территории горного отвода ОАО «Апатит» при помощи сейсмических сетей Объединенного Кировского рудника АСКСМ-ОКР и Расвумчоррского рудника АСКСМ-Р.

Мониторинг сейсмичности и геодинамического режима всей Хибинской природно-технической системы осуществляется Кольским филиалом ГС РАН в кооперации с Горным и геологическим институтами Кольского научного центра РАН (ГоИ и ГИ КНЦ РАН), при этом используются также данные ГС РАН по сейсмической станции «Ловозеро» ($\varphi=67.898^{\circ}\text{N}$, $\lambda=34.651^{\circ}\text{E}$, с 02.12.1992 г. [5]) в Ловозерском горном массиве. Расположение станций КоФ ГС РАН и ОАО «Апатит» показано на рис. 4.

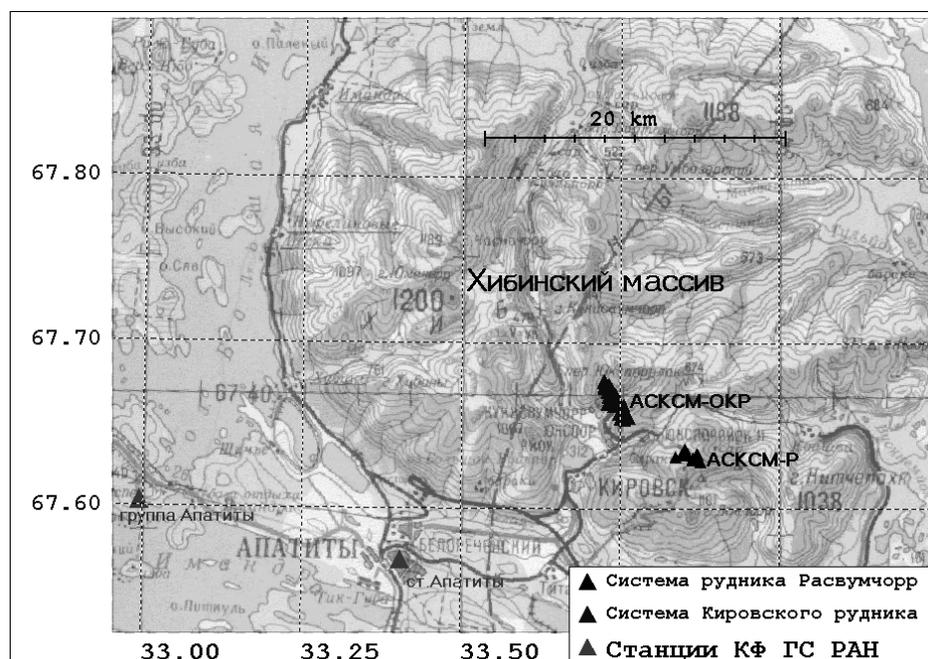


Рис. 4. Сейсмические станции Кольского филиала и ОАО «Апатит»

К моменту начала работы по объединению сейсмических сетей системы АСКСМ-Р и АСКСМ-ОКР были способны лоцировать сейсмические события с точностью в несколько десятков метров внутри геоблоков, оконтуренных линиями размещения внешних датчиков указанных систем. Для локации используется локальная трехмерная скоростная модель, полученная путем обработки данных большого числа калибровочных взрывов. Однако, в силу особенностей применяемых алгоритмов локации системы были не способны лоцировать сейсмические

события, произошедшие за пределами их контуров. Также не имелось возможности совместной локации событий по данным этих двух сетей.

При выполнении совместной работы КоФ ГС РАН с ЦГМ по объединению сейсмических сетей АСКСМ-ОКР, АСКСМ-Р и КоФ ГС РАН были решены следующие задачи:

- разработан алгоритм совместной локации событий по данным сетей станций, имеющих разные источники привязки ко времени;
- выработаны эффективные скоростные модели для локации событий в Хибинском массиве;
- выработана шкала локальных магнитуд.

Магнитуды, рассчитываемые по сетям КоФ ГС РАН и ОАО «Апатит», согласованы.

Сейсмическая сеть получила название «Объединенная система контроля состояния массива» (ОСКСМ).

ОСКСМ обеспечивает контроль сейсмичности района промышленной деятельности ОАО «Апатит» в режиме реального времени и ее основной задачей является детальное прогнозное сейсмическое районирование для выявления удароопасных зон и блоков в пределах действующих рудников. Созданная система эксплуатируется в ЦГМ ОАО «Апатит» с 01.10.2010 г. и позволяет лоцировать сейсмические события в районах рудников с ошибкой в первые сотни метров, а в Хибинском массиве в целом – в первые километры.

На территории архипелага Шпицберген использовались, как и прежде [1–3], две сейсмические станции филиала – «Баренцбург А» (BRBA) и «Баренцбург Б» (BRBB), расположенные на острове Западный Шпицберген на землях ФГУП «ГТ Арктикуголь» в российском пос. Баренцбург.

В 2010 г. в пос. Баренцбург в соответствии с соглашением между КоФ ГС РАН и Норвежским геоинформационным центром NOR SAR о сотрудничестве в развитии системы сейсмомониторинга Евро/Арктического района на станции «Баренцбург А» (BRBA) была произведена замена морально устаревшего датчика GeoSig-316V на новый трехкомпонентный длиннопериодный датчик Guralp-3ESPC (60 с, 50 Гц), оснащенный дигитайзером Guralp CMG-24-2000. Координаты станции – $\varphi=78.0591^{\circ}\text{N}$; $\lambda=14.217^{\circ}\text{E}$ [4]. Система сбора – Scream фирмы Guralp – записывает данные в виде файлов в GCF-формате. Эти файлы автоматически обрабатываются на месте программой «Gcf3C», при этом обеспечивается доступ к результатам обработки (волновые формы сейсмических событий и списки детектирования) из центра сбора данных КоФ ГС РАН в г. Апатиты через Интернет.

В ноябре 2010 г. на месте уничтоженной пожаром 2 января 2010 г. сейсмической станции «Баренцбург Б» (BRBB), на территории геофизического полигона Российского научного центра в 4-х км к северу от пос. Баренцбург создан первый на архипелаге интегрированный сейсмоинфразвуковой комплекс с тем же кодовым индексом и восстановлена станция «BRBB» (рис. 5).

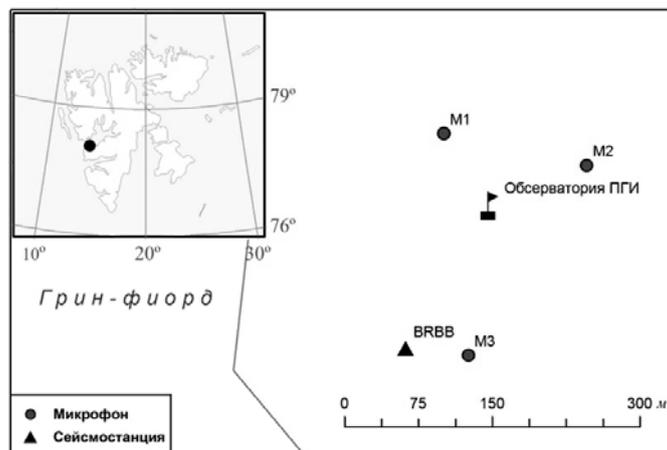


Рис. 5. Конфигурация сейсмоинфразвукового комплекса BRBB

Сейсмодатчик – геофон «GBV-316 triaxial» – установлен на том же бетонном постаменте, на котором размещался ранее сейсморегистратор BRBB. Система сбора данных сформирована на базе АЦП E-24 типовой конфигурации. Автоматический детектор/локатор «UniDL3C» отби-

рает сейсмические события, после чего записи, списки детектирования и бюллетени становятся доступными через Интернет. Пример автоматического детектирования и локации события по станции BRBB приведен на рис. 6.

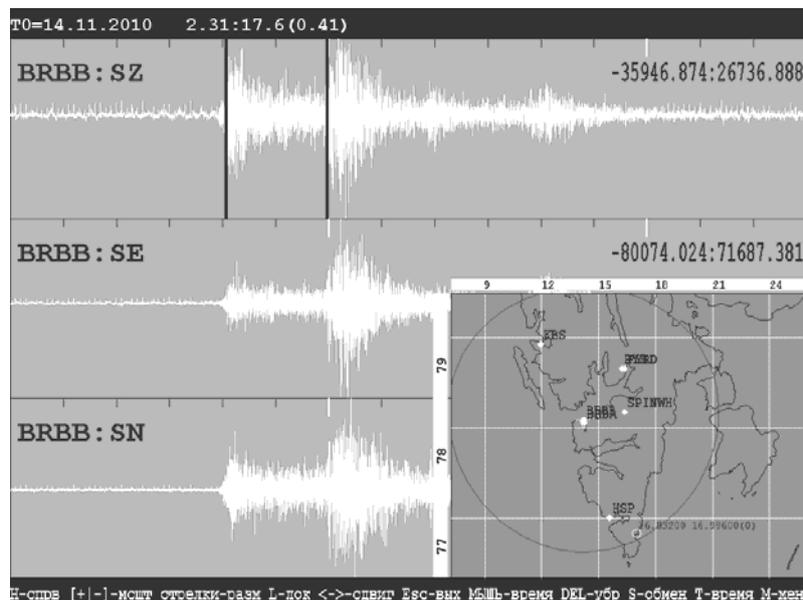


Рис. 6. Пример автоматической локации землетрясения в пролив Стур-фиорд станцией BRBB по [4]

Инфразвуковая группа стандартной конфигурации была установлена 13 ноября 2010 г. для регистрации инфразвука, возникающего при движении горно-долинных ледников на побережье Ис-фиорда. Группа состоит из трех широкополосных микрофонов MP-201 фирмы BSWITechnology Ltd. (Китай), аналогово-цифрового преобразователя E-24 фирмы L-card, блока питания, усилителя и персонального компьютера с оригинальным программным обеспечением. Привязка к мировому времени производится посредством GPS. Инфразвуковая группа показала хорошую эффективность работы. За ноябрь 2010 г. выделено более 40 событий, шесть из которых связаны предположительно с растрескиванием ледника Эсмарк [4]. Пример одного из них показан на рис. 7.

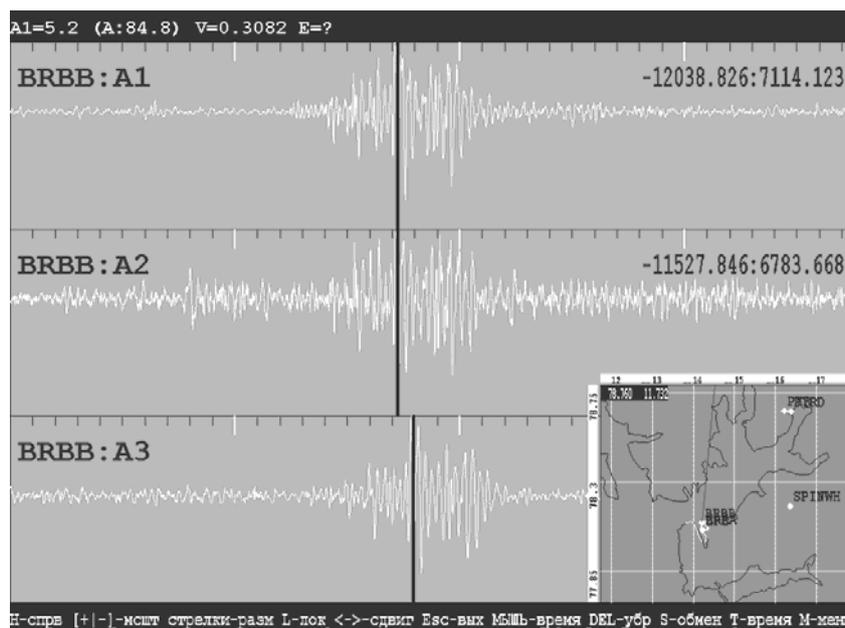


Рис. 7. Инфразвуковое событие, зарегистрированное тремя микрофонами 23 ноября 2010 г. в 19^h11^m17^s (на вкладке показан азимут прихода инфразвукового сигнала)

Кольский филиал ГС РАН осуществляет мониторинг сейсмических событий в Баренц-Евро/Арктике районе в кооперации с NORSTAR на основе долгосрочного соглашения о научно-техническом сотрудничестве, подписанного в 1998 г. [4]. Для локализации землетрясений на территории архипелага привлекались данные сейсмической группы SPI (NORSTAR), размещенной на о. Западный Шпицберген вблизи пос. Лонгиербин, а также трехкомпонентной станции KBS (корпорация IRIS) – в пос. Нью-Олесунд.

Технические данные по станциям КоФ ГС РАН как на Кольском полуострове, так и на архипелаге Шпицберген приведены Приложении к наст. сб. [6].

Сейсмичность Кольского полуострова и прилегающих территорий. В 2010 г. на Кольском полуострове и прилегающих территориях сейсмическими станциями Кольского филиала ГС РАН зарегистрировано и идентифицировано в качестве природных 22 сейсмических события [7]. В табл. 2 приведен список природных землетрясений, а также координаты и время их проявления. Методика определения магнитуды Рихтера M_L и расчетного значения энергетического класса K , описанная в [8], осталась прежней.

Таблица 2. Землетрясения, произошедшие в северо-восточной части Балтийского щита в 2010 г.

№ M_L	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		M_L	K	№ M_L	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		M_L	K
			φ°, N	λ°, E						φ°, N	λ°, E		
1	08.01	10 40 53	66.871	32.995	1.71	7.1	12	15.06	19 14 49	71.930	16.135	3.33	10.0
2	22.01	15 58 51	67.926	34.454	1.24	6.2	13	15.06	20 30 51	67.098	18.957	3.41	10.1
3	05.02	23 36 37	67.846	34.444	1.09	6.0	14	14.07	14 05 34	67.883	34.504	0.93	5.7
4	24.02	10 08 38	68.457	25.749	2.51	8.5	15	19.09	02 43 46	66.320	28.939	1.83	7.3
5	10.03	04 49 12	68.970	12.442	3.03	9.5	16	24.09	22 57 00	68.822	14.670	3.37	10.1
6	01.04	08 53 56	68.642	25.368	2.17	7.9	17	13.10	05 40 29	71.771	12.845	3.49	10.3
7	06.04	04 49 04	66.738	31.798	1.64	7.0	18	21.10	08 10 19	67.679	33.757	2.95	9.3
8	27.04	04 52 26	67.497	08.804	3.02	9.4	19	21.10	08 40 37	67.685	33.700	0.35	4.6
9	28.04	03 16 38	68.775	23.875	3.53	10.4	20	21.10	09 23 17	67.677	33.759	0.32	4.6
10	12.05	23 27 27	67.908	34.486	1.15	6.1	21	21.10	09 41 21	67.683	33.715	0.14	4.3
11	16.05	16 39 38	71.331	07.598	3.00	9.4	22	05.12	17 19 02	65.953	28.542	2.80	9.0

Распределение эпицентров показано на карте (рис. 8).

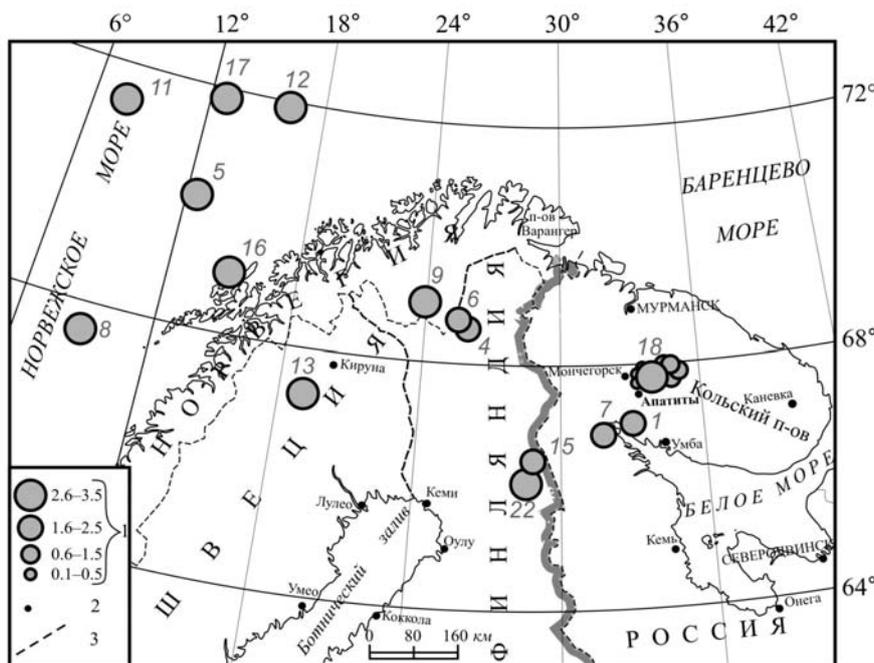


Рис. 8. Карта эпицентров землетрясений 2010 г.

В пределах Мурманской области произошло 8 слабых землетрясений (№№ 2, 3, 7, 10, 14, 19, 20, 21) с магнитудами M_L от 0.14 до 1.64. Самое слабое из них зарегистрировано 21 октября в 09^h41^m, наиболее сильное – 6 апреля в 04^h49^m. Занимаемая ими площадь ограничена координатами 66.738°–67.926°N и 31.798°–34.504°E. Вне ее остаются землетрясения № 1 с $M_L=1.71$ и № 18 с $M_L=2.95$ (рис. 8), зарегистрированные 8 января в 10^h40^m и 21 октября в 08^h10^m соответственно. Второе произошло в Хибинском горном массиве в районе горы Кукисвумчорр в зоне добычи апатит-нефелиновых руд, осуществляемой АО «Апатит». Оно было ощутимо в городах Кировск и Апатиты Мурманской области (см. описание в отдельной статье наст. сб. [9]).

Следует подчеркнуть, что ощутимые землетрясения в Хибинском массиве являются «тектоническими» по механизму, но не по причине их появления – большинство из них связаны с изменением напряженного состояния горного массива из-за интенсивного воздействия техногенных факторов на природную среду [4, 10].

Наиболее удаленными от Кольского п-ва являются шесть сильных ($M_L \geq 3$) землетрясений – №№ 5, 8, 11, 12, 16, 17, локализованных у побережья Норвегии. Землетрясение № 13 с $M_L=3.41$, зарегистрированное 15 июня в 20^h30^m, расположено на территории Швеции, землетрясение № 9 с $M_L=3.53$ отмечено 28 апреля в 03^h16^m на границе Финляндии с Норвегией. Остальные четыре толчка реализовались на севере Финляндии (№ 4 и № 6) и в ее срединной части (№ 15 и № 22) (рис. 8).

Сейсмичность архипелага Шпицберген в 2010 г. В 2010 г. в районе архипелага Шпицберген было зарегистрировано 365 землетрясений с магнитудой $M_L > 2$ [11], в том числе 256 землетрясений с $M_L=2.1-3.0$; 83 землетрясения с $M_L=3.1-4.0$ и 25 землетрясений с $M_L=4.1-5.0$ (рис. 9). Землетрясений с $M_L > 5$ в рассматриваемом периоде в районе Шпицбергена не происходило.

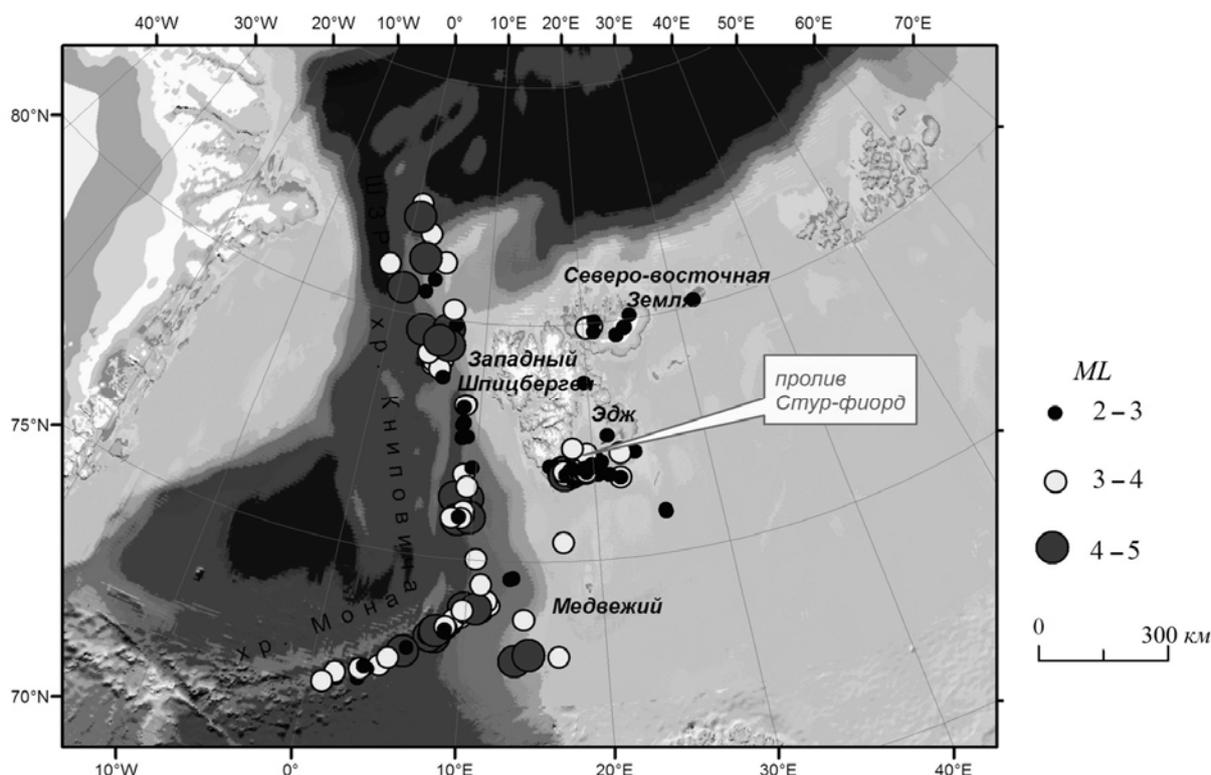


Рис. 9. Сейсмические события с $M_L > 2$, произошедшие в районе архипелага Шпицберген в 2010 г. по данным КоФ ГС РАН и NORSAR

Как и ранее [12], усилиями ред. каталог [11] дополнен магнитудами M_S , M_{PSP} агентства MOS из [13], а из [14] – магнитудами M_s , m_b агентства ISC; M_w , M_0 агентства GCMT; M_{LNAO} , M_{LHEL} , M_{LBER} , M_{DBER} . Ощутимых землетрясений в 2010 г. – одно [15], число сотрясенных пунктов – четыре [16]. Механизмы очагов определены агентством GCMT [14] для семи землетрясений с $M_w \geq 4.8$. Их параметры приведены в табл. 2, стереограммы – на рис. 10.

Таблица 2. Параметры механизмов очагов землетрясений 2010 г. по данным GCMТ на территории Шпицбергена с прилегающими районами [17]

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	φ° , N	λ° , E	M_L	M_w	K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
								T		N		P		NP1			NP2		
								PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
1	12.04	07 57 21.1	76.816	17.529	4.5	4.9	12.1	0	157	40	67	50	247	34	57	-140	280	57	-40
2	16.05	15 29 00.2	73.338	7.626	4.3	4.9	11.7	13	119	7	27	75	270	23	59	-98	219	32	-77
3	16.05	16 39 30.4	73.326	7.907	4.6	5.1	12.3	4	124	6	215	83	0	40	50	-82	208	41	-99
4	16.05	20 22 59.0	73.401	7.798	4.1	4.9	11.4	15	111	24	15	61	231	2	64	-117	231	36	-47
5	20.05	02 55 56.0	73.335	7.627	4.3	4.8	11.7	13	125	2	35	77	297	33	58	-92	217	32	-87
6	30.07	09 58 36.8	76.291	9.459	4.3	4.9	11.7	22	111	1	21	68	288	20	67	-91	203	23	-87
7	18.11	08 08 40.8	72.043	0.977	3.9	4.8	11.0	1	307	19	37	71	216	19	47	-116	235	48	-65

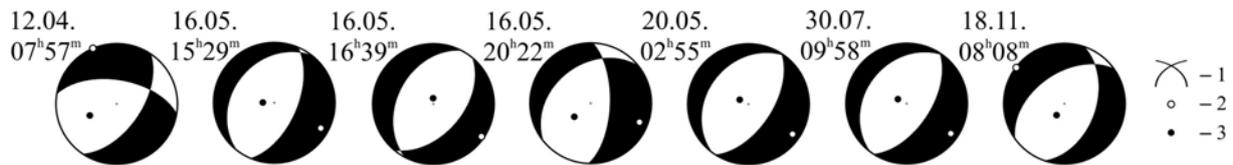


Рис. 10. Стереограмма механизмов очагов района Шпицберген за 2010 г. из табл. 2

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений растяжения и сжатия соответственно; зачернена область волн сжатия.

Самое сильное землетрясение в каталоге [11] имело магнитуду $M_L=4.8$ и произошло 1 июля в 07^h06^m в точке с координатами $\varphi=79.715^\circ\text{N}$ и $\lambda=3.421^\circ\text{E}$.

Наибольшая совокупность землетрясений, равная 168, зарегистрирована в проливе Стур-фиорд, где максимальным оказалось землетрясение 12 апреля в 07^h57^m с $M_L=4.5$ [11]. Согласно табл. 2 и рис. 10, в его очаге основным движением по обеим нодальным плоскостям был сброс, с компонентами правостороннего сдвига по плоскости NP1 север–северо-восточного ($STK_1=34^\circ$) простираения и левостороннего – по плоскости NP2 близширтного ($STK_2=280^\circ$) простираения. Наклоны обеих плоскостей к горизонту одинаковы и равны 57° .

В районе шахтного поля треста «Арктикуголь» у пос. Баренцбург заметных проявлений сейсмической активности не зафиксировано. Следовательно, можно констатировать, что не смотря на общее значительное повышение сейсмической активности в районе архипелаг Шпицберген, в зоне производственной деятельности треста «Арктикуголь» произошло снижение сейсмической активности, вероятно связанное с уменьшением техногенного воздействия при разработке угольного месторождения.

Всего два слабых землетрясения зарегистрировано на о. Западный Шпицберген: 24 января в 07^h42^m с $M_L=2.1$ и 9 ноября в 03^h51^m с $M_L=2.3$. На Северо-Восточной Земле произошло 12 землетрясений с максимальным ($M_L=3.4$) толчком 4 октября в 00^h02^m.

Западнее архипелага отмечено немногим более 100 событий, 45 из которых локализованы в хребте Мона с максимальным толчком 16 мая в 16^h39^m с $M_L=4.6$ и 61 – в хребте Книповича с максимальным толчком $M_L=4.8$ [11].

Для серии майских землетрясений определен механизм очага (табл. 3): в трех очагах преобладают сбросы, а в очаге события 16 мая в 20^h22^m сбросы заметно осложнены сдвигом, правосторонним по плоскости NP1 меридионального ($STK_1=2^\circ$) простираения, и левосторонним – по плоскости NP2 запад–юго-западного ($STK_2=231^\circ$) простираения. Чистый сброс по обеим нодальным плоскостям реализовался и в очаге землетрясения 30 июля в 09^h58^m с $M_L=4.3$.

Общая оценка сейсмического режима контролируемой территории показала, что Кольский полуостров, как и в прошлые годы, характеризуется слабой сейсмической активностью (22 землетрясения за 2010 г.), а основная масса сейсмических событий связана с проведением горных работ на рудниках Мурманской области. Годовой уровень энерговыделения близок к среднему значению для этой территории за многолетний период наблюдений, даже учитывая ощутимое землетрясение 21 октября 2010 г. [9].

В районе Шпицбергена в целом можно констатировать уменьшение сейсмической активности, по сравнению с 2009 г. [2]. В то же время следует отметить продолжающуюся афтершоковую серию в заливе Стур-фиорд после сильного ($M_w=6.2$) тектонического землетрясения 21.02.2008 г. [1]. Непосредственно после этого события было зарегистрировано более 3000 афтершоков с $M_L>1$. В 2010 г. зона Стур-фиорд по-прежнему сейсмически активна, т.к. в ней зарегистрировано большинство сейсмических событий, произошедших в непосредственной близости от архипелага. До фонового уровня афтершоковая активность еще не опустилась [18, 19].

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 14-05-93080).

Л и т е р а т у р а

1. **Баранов С.В., Петров С.И.** Баренц-Евро/Арктический регион // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014 – С. 224–230.
2. **Баранов С.В., Петров С.И.** Баренц-Евро/Арктический район // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015 – С. 209–212.
3. **Баранов С.В., Петров С.И. (сост.)**. Сейсмические станции Кольского филиала ГС РАН, работавшие на территории Баренц-Евро/Арктического района в 2009 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015 – (На CD)
4. **Виноградов А.Н., Виноградов Ю.А., Петров С.И., Асминг В.Э., Баранов С.В., Евтюгина З.А., Нахшина Л.П., Прокудина А.В., Фёдоров А.В.** Отчет о результатах сейсмомониторинга и научно-исследовательской деятельности Кольского филиала ГС РАН за 2010 год. – Апатиты, 2011. – 92 с.
5. **Пойгина С.Г. и др.** Сведения о станциях на Восточно-Европейской платформе и Урале // Землетрясения России в 2010 году. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 22–24.
6. **Баранов С.В., Петров С.И. (сост.)**. Сейсмические станции Кольского филиала ГС РАН, работавшие на территории Баренц-Евро/Арктики в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
7. **Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.)**. Каталог землетрясений Баренц-Евро/Арктики (Балтийский щит) в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
8. **Коломиец А.С., Петров С.И.** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – Обнинск: ГС РАН, 2001. – С. 140–142.
9. **Асминг В.Э., Баранов С.В., Прокудина А.В., Фёдоров А.В., Нахшина Л.П.** Кукисвумчорское техногенное землетрясение 21 октября 2010 г. с $K^p=10.1$, $M_l=4.1$, $I_0=5-6$ (Мурманская область). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
10. **Виноградов Ю.А., Асминг В.Э., Кременецкая Е.О., Жиров Д.В.** Современная сейсмичность на территории Мурманской области и ее проявление в горно-промышленных зонах // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2016. – № 1. – С. 62–70.
11. **Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.)**. Каталог землетрясений Баренц-Евро/Арктики (архипелаг Шпицберген) в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
12. **Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.)**. Каталог землетрясений Баренц-Евро/Арктического района в 2009 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015 – (На CD).
13. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2010 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2010–2011. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2010.
14. **International Seismological Centre**, On-line Bulletin, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2013. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>.
15. **Асминг В.Э. (отв. сост.), Баранов С.В., Прокудина А.В., Федоров А.В. (сост.)**. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Мурманской области в 2010 г.
16. **Асминг В.Э., Пойгина С.Г. (сост.)**. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Мурманской области за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
17. **Левина В.И. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Баренц-Евро/Арктики (архипелаг Шпицберген) за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

18. **Баранов С.В., Виноградов А.Н.** Модель сейсмичности пролива Стур-фиорд, архипелаг Шпицберген // Стендовый доклад на Международной научной конференции «Природа шельфов и архипелагов Европейской Арктики», «Комплексные исследования природы Шпицбергена», 27–30 октября 2010 г.
19. **Асминг В.Э., Баранов С.В., Виноградов А.Н., Виноградов Ю.А.** Сейсмичность района Шпицбергена в 2010, 2011 годах // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Материалы Международной научной конференции, 1–3 ноября 2012 г., г. Мурманск. – М.: ГЕОС, 2010. – С. 17–22.