

III.1.5. Район архипелага Шпицберген

А.Н. Виноградов, С.В. Баранов

Введение

Кольский филиал Геофизической службы РАН (КоФ ГС РАН) в 2009 г. продолжал проведение непрерывного сейсмического мониторинга на архипелаге Шпицберген. Мониторинг проводился с помощью региональной сейсмической сети, состоящей из двух трехкомпонентных станций КоФ ГС РАН (BRBA и BRBB), расположенных в районе пос. Баренцбург, сейсмической группы SPI (NORSAR, Норвегия), расположенной в районе г. Лонгйир и трехкомпонентной станции KBS (IRIS, США), расположенной в пос. Нью-Олесунн (рис. III.15).

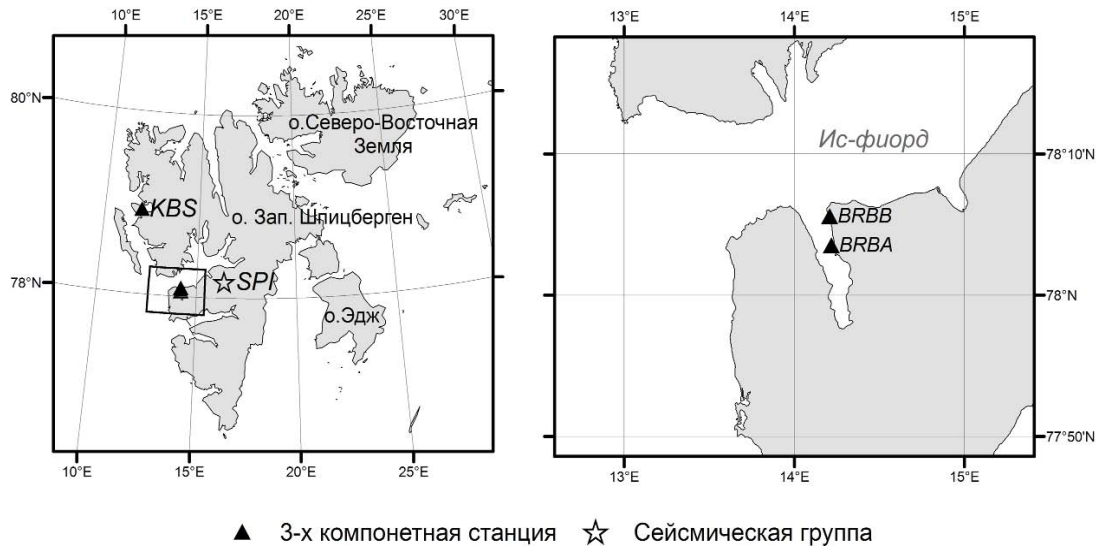


Рис. III.15. Сеть сейсмических станций на архипелаге Шпицберген в 2009 г.

Краткая геолого-тектоническая характеристика и общая сейсмичность региона

Район архипелага Шпицберген в геолого-тектоническом плане представляет собой пассивную окраину Евразийской плиты, граничащую с зонами ультрамедленного спрединга в областях молодого океанообразования в Северной Атлантике (хребты Книповича, Мона и Шпицбергенская зона разломов) и Северном Ледовитом океане (хребет Гаккеля). Согласно оценкам, скорость спрединга на хребте Книповича варьируется от 0.15 до 0.5 см/год, на хребте Мона – 1.3–2.0 см/год [Crane et al., 1982] и на хребте Гаккеля – приблизительно от 0.9 до 1.1 см/год [Michael et al., 2003].

Основная масса ощутимых землетрясений тектонической природы локализована вдоль хребтов Мона, Книповича, в Шпицбергенской зоне разломов (ШЗР) и в район хребта Гаккеля, а также впадине Моллой [Землетрясения России в 2008 году, 2010]. Центральные области Баренцевоморско-Карской шельфовой плиты практически асейсмичны. Исключением является западная окраина Баренцевоморского шельфа, охватывающая континентальный склон и Свальбардское поднятие, морфологически проявленное в виде архипелага Шпицберген. Здесь зафиксировано поле сейсмичности, которую трудно увязать с закартированными в этом районе дизъюнктивными структурами на дне моря и суше островов.

В настоящее время природа сейсмичности этой части континентальной окраины до конца не выяснена. Можно утверждать, что землетрясения с $ML > 2.0$ имеют тектонические причины, природа же слабых сейсмических проявлений не ясна. В частности, в работе [Асминг и др., 2009] было установлено, что слабая сейсмичность ($ML < 2.0$) в районах Северо-Восточной Земли, острова западный Шпицберген и континентального склона к югу от Шпицбергена имеет ярко выраженный сезонный характер, соответствующий вариациям температуры воздуха. Этот факт позволил высказать гипотезу о связи слабой сейсмичности с таянием ледников и переносом аллювиального материала по континентальному склону.

Один из самых активных очаговых ареалов внутриплитовых землетрясений приурочен к проливу Стур-фьорд (рис. III.16). Ширина пролива у южного края около 300 км, глубина моря варьирует от 50 до 200 м. Мощность осадочного чехла на северном борту впадины в проливе Стур-фьорд (на широте 78.5°) составляет 2–3 км, а к югу быстро увеличивается, достигая 10–12 км в осевой части впадины (на широте 76°) [Шутилов, 2002]. В этой зоне 21.02.2008 г. произошло сильнейшее за всю историю инструментальных наблюдений на шельфе Баренцева моря землетрясение с $M_w = 6.1$. Макросейсмический эффект от этого события описан в [Виноградов, Баранов, 2010]. Это землетрясение индуцировало длительную серию афтершоков, которые регистрировались в проливе Стур-фьорд и в 2009 году. Моделирование показало, что афтершоковый процесс имеет сложную природу и является суперпозицией двух подпроцессов – релаксационного (события с $ML > 2.0$), имеющего тектоническую природу, и триггерного ($-0.2 < ML < 2.0$) [Baranov, 2011]. Природа триггерного процесса до конца не выяснена. Авторы высказывали гипотезу о связи слабых толчков с нарушением флюидодинамического равновесия и разрушением слоя гроздовых гидратов в афтершоковой области [Баранов, Виноградов, 2010].

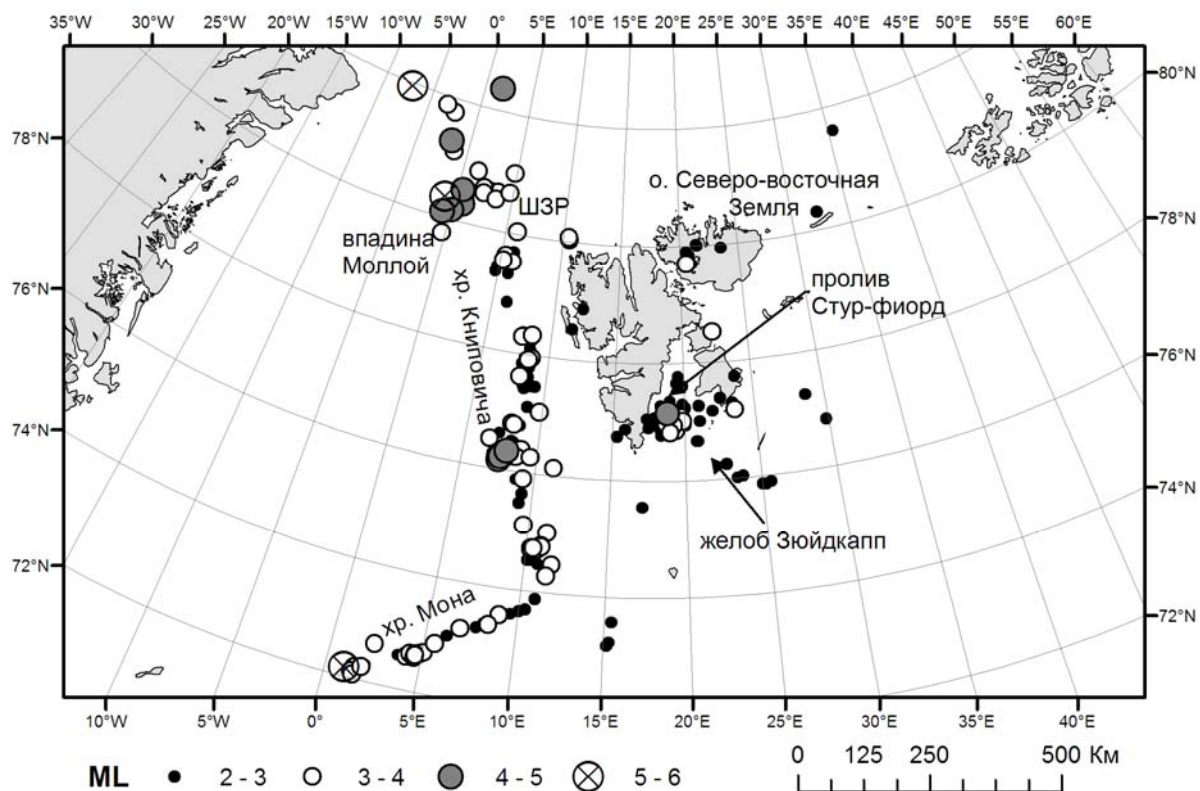


Рис. III.16. Эпицентры землетрясений с $ML \geq 2$ в районе архипелага Шпицберген в 2009 г.

Сейсмичность Шпицбергена в 2009 году

Сейсмическую активность района Шпицбергена и прилегающих акваторий в 2009 г. в целом можно охарактеризовать как более слабую, чем в 2008 году. В районе архипелага произошло 290 землетрясений с $ML > 2.0$, в том числе 268 землетрясений с $2.0 \leq ML \leq 3.0$, 103 землетрясения с $3.0 < ML \leq 4.0$, 16 землетрясений с $4.0 < ML \leq 5.0$ и три землетрясения с $ML > 5.0$. Землетрясения с $M > 4.0$ происходили в областях спрединга океанического дна (ШЗР, впадина Моллой, хребты Книповича и Мона) и на континентальной окраине в районе пролива Стур-фьорд. Землетрясения с $M > 5.0$ происходили в ШЗР (три события) и на хребте Мона (одно событие).

Карта эпицентров землетрясений с $ML \geq 2.0$ в районе архипелага Шпицберген в 2009 г. приведена на рис. III.16, а каталог 122 землетрясений с $M \geq 2.0$ ($ML \geq 3.0$) – в разделе V.16 и в разделе V на CD-ROM.

В ежегоднике [Землетрясения России в 2008 году, 2010] было приведено количество землетрясений и сейсмической энергии, выделившейся в сейсмогенных зонах Шпицбергена в 1999–2008 гг. В табл. III.7 показаны их средние значения за периоды 1999–2007 гг. и 1999–2008 гг. и приведены значения отдельно за 2008 и 2009 гг. Расхождение энерговыделения и количества землетрясений, зарегистрированных в зоне Стур-фьорд в 2008 г. в табл. III.7 со значениями из [Землетрясения России в 2008 году, 2010] объясняется тем, что данные за 2008 г. были повторно обработаны в связи с резкой активизацией зоны Стур-фьорд после сильнейшего землетрясения 21.02.2008 г. с $M_w = 6.1$. Согласно значениям количества землетрясений и энерговыделения (табл. III.7), 2008 г. являлся годом разрядки напряжений, накопленных в континентальной окраине за предыдущие годы. Более того, сейсмическая активность района пролива Стур-фьорд на конец 2009 г. так и не вышла на фоновое значение, наблюдаемое до 2008 года.

Таблица III.7. Количество землетрясений с $ML \geq 2$ (1) и сейсмической энергии в МДж (2), выделившейся в сейсмогенных зонах Шпицбергена за 1999–2009 гг.

Год	ШЗР + Моллой		Хр. Книповича		хр. Мона		СВЗ		Стур-фьорд		Зюйдкапп	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Среднее за 1999–2007 гг.	23	10987.94	55	24720.57	28	4062.40	18	1569.61	10	355.03	14	96034.11
2008	21	1206.12	26	1166.10	9	228.16	7	68.40	248	55824819.16	8	1187.00
Среднее за 1999–2008 гг.	23	10009.75	52	22365.12	26	3678.98	17	1419.49	34	5582801.44	14	86549.40
2009	36	30501338.79	75	281623.06	30	1204629.96	7	548.12	172	89950.23	6	22.17

Примечание. СВЗ – Северо-Восточная Земля.

После разрядки накопленных напряжений на континентальной окраине (2008 г.), в 2009 г. наблюдался резкий рост сейсмичности в зонах спрединга океанического дна (зона ШЗР+Моллой, хребты Мона и Книповича; см. раздел V.16). Так, в зоне ШЗР+Моллой энерговыделение превышало среднее значение за 1999–2008 гг. более чем в 3000 раз; в районе хребта Книповича – более чем в 12.5 раз; в районе хребта Мона – более чем в 327 раз. Кроме того, 2009 г. являлся годом максимального выделения сейсмической энергии в зонах спрединга, по сравнению с 1999–2008 гг. Вместе с тем количество землетрясений, зарегистрированных в зонах спрединга в 2009 г. (см. раздел V.16), не достигает максимально возможного значения.

Около 90% всех сейсмических событий с $M > 5$ происходит в зонах спрединга океанического дна. Тем не менее в зонах шельфовой части архипелага (район залива Стур-фьорд и желоба Зюйдкапп) также происходят землетрясения с $M > 5$, которые, в отличие от событий в океанической части, сопровождаются тысячами афтершоков. Благодаря этому факту выделение сейсмической энергии в шельфовой части архипелага по ряду лет (2003 и 2008 гг.) превышает таковое в океанической части (рис. III.17). Так, 07.04.2003 г. в районе желоба Зюйдкапп произошло землетрясение с $M_w=5.4$, после которого до конца 2003 г. произошло 28 афтершоков с $M_L \geq 2$. В результате за 2003 г. энерговыделение в районе желоба Зюйдкапп было на порядок больше, чем суммарная сейсмическая энергия в зонах спрединга. Похожая картина наблюдалась в 2008 г. – землетрясение 21.02.2008 г. с $M_w=6.1$ в районе залива Стур-фьорд.

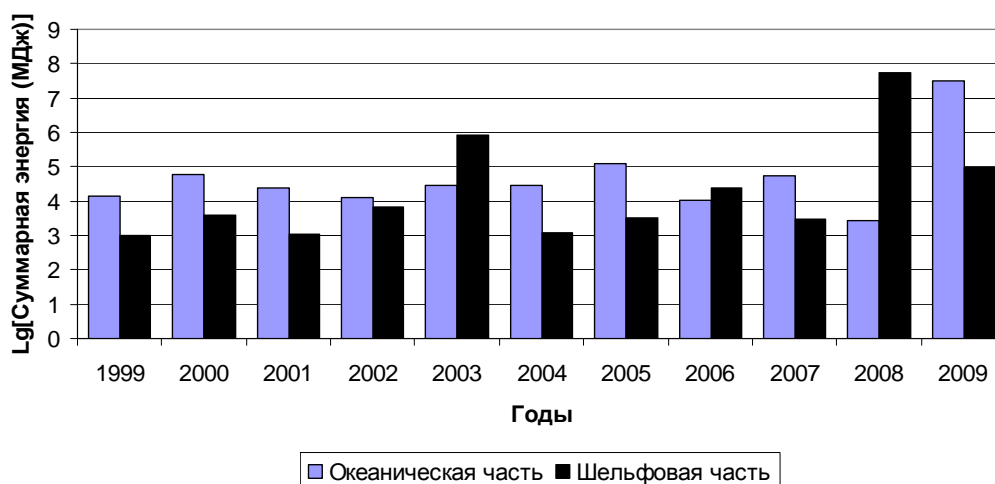


Рис. III.17. Логарифм суммарного выделения сейсмической энергии (МДж) в зонах спрединга океанического дна и континентальной окраины (включая о. Западный Шпицберген) за 1999–2009 гг.