

АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ

^{1,2} В.И. Французова, ² Е.В. Иванова, ^{2,1} Я.В. Конечная¹ Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск, vifrancuzova@gmail.com² Сектор сейсмического мониторинга Севера Русской плиты ГС РАН,
г. Архангельск, arh-seismo@yandex.ru

Анализ сейсмичности выполнялся, как в [1], для Севера Русской плиты, являющегося частью территории региона XIV – «Восточно-Европейская платформа» [2], в пределах 16-угольника (1. 60.8°N, 49.3°E; 2. 60.8°N, 38.5°E; 3. 62.6°N, 37.0°E; 4. 63.6°N, 35.9°E; 5. 65.3°N, 35.5°E; 6. 65.8°N, 35.7°E; 7. 65.8°N, 39.0°E; 8. 66.7°N, 42.0°E; 9. 82.0°N, 42.0°E; 10. 82.0°N, 70.0°E; 11. 68.5°N, 70.0°E; 12. 67.0°N, 62.0°E; 13. 67.0°N, 52.0°E; 14. 65.1°N, 49.1°E; 15. 64.8°N, 50.5°E; 16. 60.8°N, 49.3°E), изображенного на рис. 1.

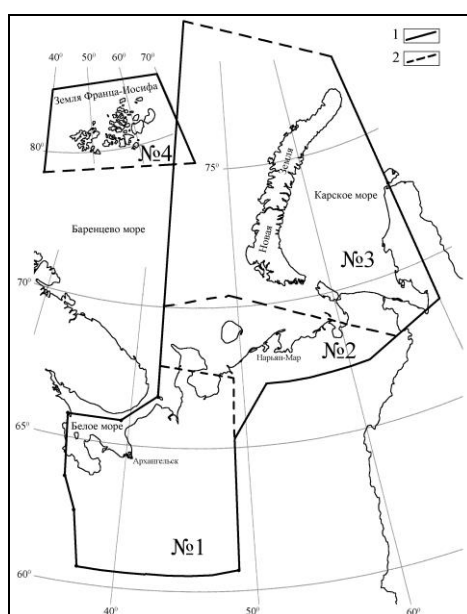


Рис. 1. Территория ответственности, контролируемая сейсмическими станциями Архангельской сети
1, 2 – граница территории и района соответственно; названия районов: Беломорско-Двинской (№ 1), Тимано-Печерский (№ 2), Новоземельско-Пайхойский (№ 3), Земля Франца-Иосифа (№ 4).

Сеть станций. Дополнительно к описанным в [3] пяти цифровым станциям – «Архангельск» (ARH), Климовская (KLMR), «Пермогорье» (PRGR), «Тамица» (TMCR), «Пермилово» (PRM) – 18 октября 2006 г. были запущены станция «Лешуконское» (LSH), 26 октября 2007 г. – станция «Соловки» (SLV) (табл. 1, 2).

Таблица 1. Цифровые сейсмические станции Архангельской сейсмической сети в 2008 г.

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Тип грунтов
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h, м	
		межд.	рег.					
2	Архангельск	ARHR	ARH	01.11.2002	64.55	40.51	23	Рыхлые отложения
3	Климовская	KLMR	KLM	06.10.2004	60.85	39.52	157	Валунно-галечниковые отложения, глины, пески
4	Тамица	TMCR	TMC	28.11.2003	64.16	38.04	23	Валунно-галечниковые отложения, глины, пески

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Тип грунтов
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h, м	
		межд.	рег.					
5	Пермогорье	PRGR	PRG	27.11.2003	61.63	45.63	84	Аргилиты, песчаники, известняки
6	Пермилово	–	PRM	28.11.2005	63.62	40.52	52	Аргилиты, песчаники, известняки
7	Лешуконское	LSH	LSH	18.10.2006	64.87	45.73	60	Глины, пески
8	Соловки	SLVR	SLV	26.10.2007	65.02	35.71	8	Валунно-галечниковые отложения, глины, пески

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций Архангельской сейсмической сети

Название станции	Тип АЦП и датчиков	Перечень имеющихся каналов и их характеристики	Частотный диапазон Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отсчет/(м/с)
Архангельск	SDAS CM-3-KB	SH (Z, N, E) v SL (Z, N, E) v	0.5–7	20	16	2.00·10 ¹⁰ 2.63·10 ¹⁰
Климовская	SDAS CM-3-KB CM3-OC	SH (Z, N, E) v SL (Z, N, E) v BH (Z, N, E) v BL (Z, N, E) v	0.5–16 0.02–7	40 20	16 16	1.08·10 ¹⁰ 3.38·10 ⁸ 7.19·10 ⁹ 2.24·10 ⁸
Пермогорье	SDAS CM-3-KB	SH (Z, N, E) v SL (Z, N, E) v	0.5–16	40	16	1.09·10 ¹⁰ 3.41·10 ⁸
Тамица	SDAS CM-3-KB	SH (Z, N, E) v SL (Z, N, E) v	0.5–16	40	16	1.08·10 ¹⁰ 3.36·10 ⁸
Пермилово	GSR-24 CMG-40T-1	SH (Z, N, E) v	1–20.6	50	24	1.05·10 ⁶
Соловки	GSR-24 CMG-40T-1	SH (Z, N, E) v	1–20.6	50	24	4.06·10 ¹⁴
Лешуконское	GSR-24 CMG-3ESP	BH (Z, N, E) v	0.033–20.6	50	24	1.05·10 ⁶

Расположение сейсмических станций Архангельской сети по состоянию на 2008 г. показано на рис. 2.

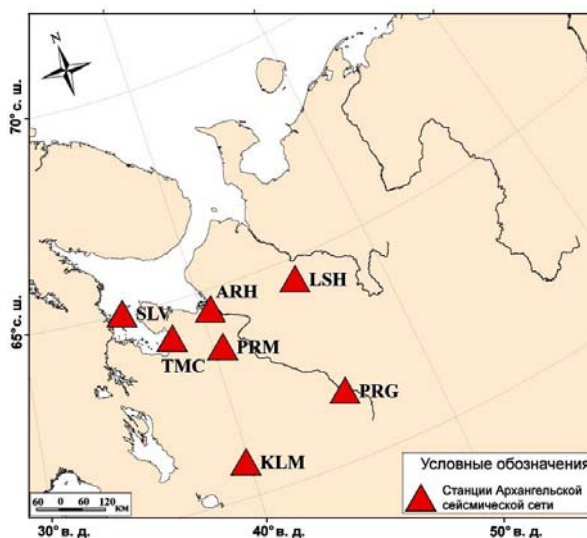


Рис. 2. Карта сейсмических станций Архангельской сети, работавших в 2008 г.

За 2008 г. станциями Архангельской сети было зарегистрировано 2440 телесеизмических землетрясений, 80 – региональных (с $\Delta < 20^\circ$) [4] и 31 взрыв из карьеров Архангельской области (рис. 3 а). Согласно кумулятивному графику повторяемости на рис. 3 б для телесеизмических событий представительный уровень магнитуды составляет $m_{b \min} = 5.3$.

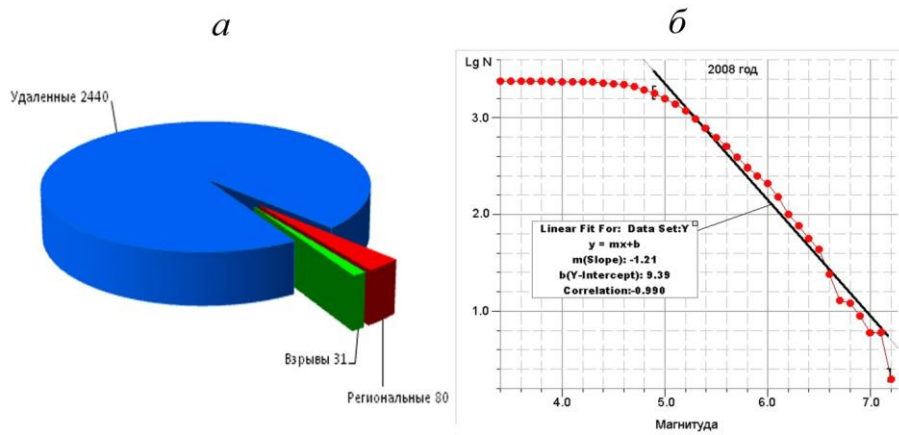


Рис. 3. Диаграмма числа зарегистрированных сейсмических событий по типам (а); кумулятивный график повторяемости телесеизмических событий (б)

Тектонических землетрясений на территории ответственности в 2008 г. не было. Можно рассмотреть лишь карту эпицентров 80 региональных (с $\Delta < 20^\circ$) землетрясений (рис. 4).

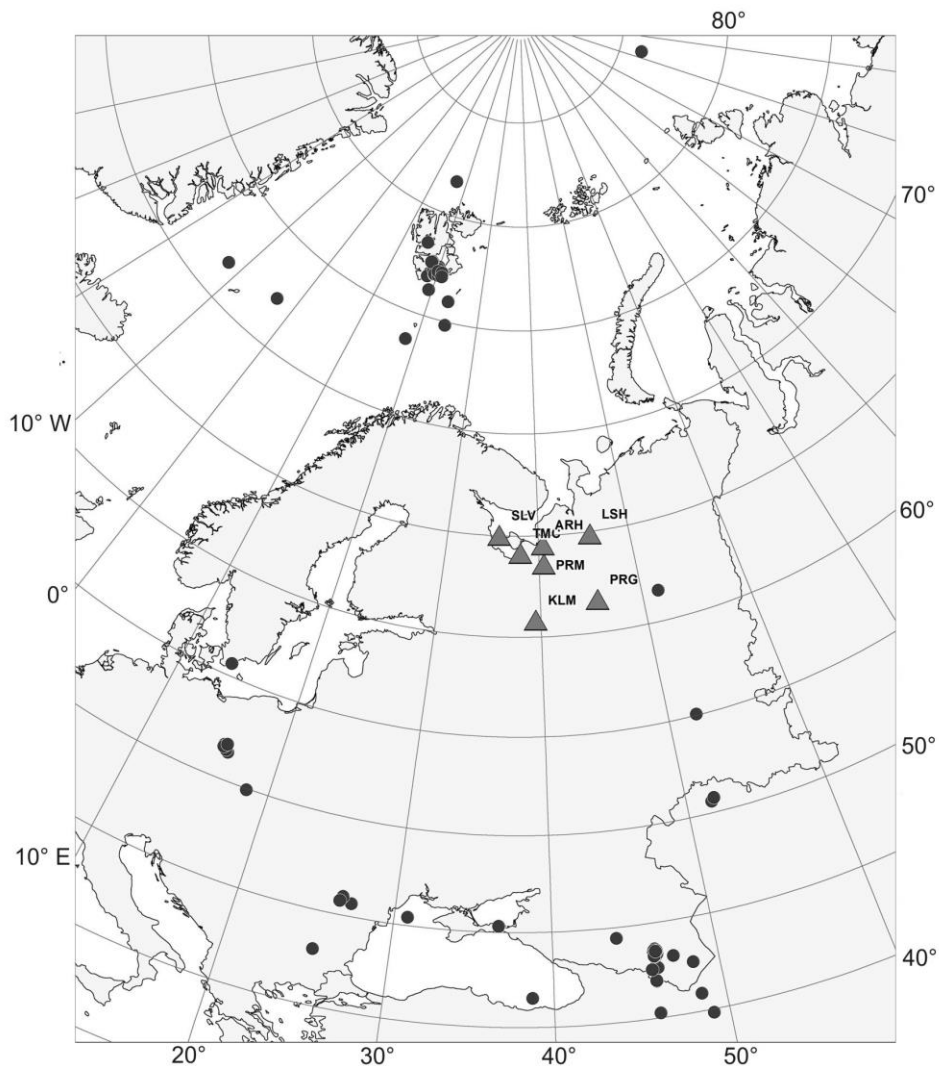


Рис. 4. Землетрясения с $\Delta < 20^\circ$, зарегистрированные станциями Архангельской сети, по данным обработки Архангельского информационно-обрабатывающего центра (АИОЦ); коды и названия станций: SLV—«Соловки»; ТМС—«Тамица»; АРН—«Архангельск»; LSH—«Лешуконское»; PRM—«Пермилово»; KLM—«Климовская»; PRG—«Пермогорье».

Как видим, локализованные Архангельским информационно-обрабатывающим центром (АИОЦ) региональные землетрясения расположены в районе Урала, на Кавказе, в районе Черного моря, на Карпатах, в Польше, на юге Швеции и в районах Арктического сектора. Землетрясениям последнего района уделяется особое внимание и для их обработки привлекаются данные как зарубежных (NORSAR [5]), так и отечественных (ГС РАН [6], АИОЦ [7]) служб. При этом было обращено внимание на существенные различия в локации эпицентров по данным АИОЦ с данными ежедневных и уточненных каталогов NORSAR, точность определения параметров которых в свою очередь также была сравнительно невысока.

В 2008 г. самое значительное по величине землетрясение с многочисленными афтершоками возникло в проливе Стур-фьорд между островами Западный Шпицберген и Эдж вблизи о. Шпицберген (рис. 4). Наиболее точные параметры в этом районе определяются в Кольском филиале ГС РАН по причине наличия в их системе наблюдений местного годографа [8] и близких к эпицентру станций «Kingsbay»–KBS (Svalbard, Norway) с $\Delta=15$ км и SPITS (Spitsbergen Array Beam Reference Point, Svalbard, Norway) с $\Delta=55$ км, расположенных на Земле Геера о. Западный Шпицберген.

Анализ результатов обработки землетрясений, зафиксированных всеми рассматриваемыми сетями, показывает разброс эпицентров как по данным основного толчка, так и более значительный по данным его афтершоков (рис. 5), причем эти расхождения особенно заметны для эпицентров, параметры которых определены по данным только станций Архангельской сети.

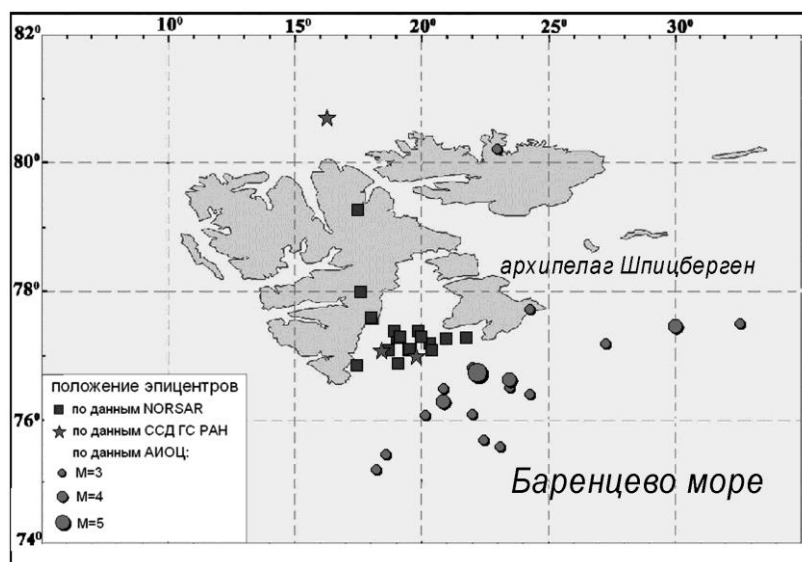


Рис. 5. Карта распределения эпицентров основного толчка и его афтершоков землетрясения 21.02.2008 г. в проливе Стур-фьорд между островами Западный Шпицберген и Эдж вблизи о. Шпицберген, зарегистрированных станциями Архангельской сети в феврале-марте 2008 г., по данным оперативных обработок разных центров.

Параметры эпицентров АИОЦ получены по записям только станций Архангельской сети.

Как отмечено выше, в службе АИОЦ проводится сводная обработка с привлечением сведений соседних сетей, при этом сходимость результатов сетей улучшается (например, исчезает систематический сдвиг, как видно на рис. 6), однако существенного увеличения точности определения параметров землетрясений не обеспечивается, что вполне объяснимо.

Значительный разброс параметров землетрясений Арктического региона в каталогах различных сейсмологических центров объясняется следующими причинами: все сети для подавляющего числа эпицентров в Евро-Арктическом секторе – узкопрофильные, а Архангельская сеть практически просто профильная; удаленность станций от источников – значительная; используемый для обработки коровых землетрясений годограф IASP91 в верхней части скоростного разреза отличается от действительного.

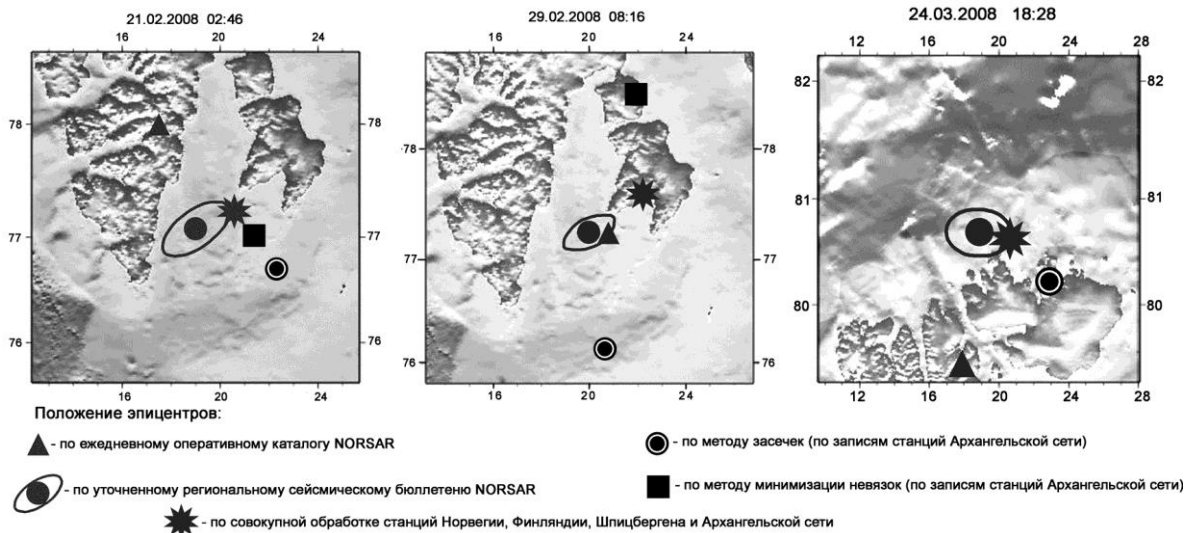


Рис. 6. Результаты сводной обработки землетрясений, зарегистрированных Архангельской сетью 21.02.2008 г., 29.02.2008 г., 24.03.2008 г., по данным каталогов NORARSAR и АИОЦ. Контур вокруг эпицентров из каталога NORARSAR – эллипс ошибок

В целом ситуация с точностью локации эпицентров землетрясений Арктического региона очень непростая. Практически для всех ныне существующих сетей подобные условия, в отличие от рассмотренных примеров локации землетрясений в проливе Стур-фьорд вблизи о. Шпицберген, которые можно отнести в разряд случаев с хорошей конфигурацией сетей относительно эпицентров, для других участков Евро-Арктического сектора не выполняются. Но негативные факторы, особенно для слабых сейсмических событий, могут только усугубляться.

Отсюда следует однозначный вывод о настоятельной необходимости расширения существующих сетей за счет создания новых сейсмических станций, хотя бы в минимальной конфигурации, в пределах территории, контролируемой Архангельской сетью. Это уже позволит решать многие актуальные в настоящее время проблемы.

Л и т е р а т у р а

1. Юдахин Ф.Н., Французова В.И., Мехрюшев Д.Ю. Север Русской плиты // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 220–227.
2. Введение // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 7–12.
3. Юдахин Ф.Н., Французова В.И. Архангельская область // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 251–258.
4. Конечная Я.В. Список региональных ($\Delta < 20^\circ$) событий^о, зарегистрированных станциями Архангельской сети за 2008 г. ($N=80$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
5. Каталог NORARSAR – <http://www/norsardata.no>.
6. Изучение пространственно-временных вариаций сейсмических процессов в Евро-Арктическом регионе с оценкой влияния на геодинамический режим энергетических потоков, генерируемых техногенными процессами и инфразвуковыми полями в атмосфере // Основные результаты сейсмического мониторинга на территории России и научно-исследовательских работ Геофизической службы РАН за 2007 г. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 42–43.
7. Изучение закономерностей проявления сейсмичности и геодинамических процессов в северных окраинных зонах Восточно-Европейской платформы // Отчет ИЭПС, 2008. – Архангельск: ИЭПС, 2009. – 180 с.
8. Юдахин Ф.Н., Французова В.И. Проблемы сейсмомониторинга арктических и приарктических территорий России // Сейсмические приборы. – 2011. – 47. – № 4. – С. 62–66.