

ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ ПЛАТФОРМА, УРАЛ и ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ:

УДК 550.348.098.64 (470.21)

ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

С.В. Баранов, С.И. Петров

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

Кольский филиал ГС РАН в 2005 г. проводил круглосуточный сейсмический мониторинг северо-западной части Российской Федерации и Европейского сектора Арктики (включая архипелаг Шпицберген и срединно-океанические хребты Северной Атлантики). На постоянной основе работали сейсмическая группа АР0 (Апатитский ARRAY) в 17 км от г. Апатиты, аналоговая трехкомпонентная сейсмическая станция АРА в г. Апатиты, цифровая трехкомпонентная широкополосная станция АРА в г. Апатиты (рис. 1).



Рис. 1. Сеть сейсмических станций КФ ГС РАН в 2005 г.

Кроме того, продолжались наблюдения с помощью цифровых короткопериодных станций в зоне добычи апатит-нефелиновых руд в Хибинском массиве: станция GFR на Кировском руднике, RASV – на руднике Расвумчорр ОАО «Апатит». Такого же типа две станции BRBA и BRBB работали в зоне угледобычи на о. Западный Шпицберген (рис. 1). Все зарегистрированные сейсмические события обработаны, систематизированы и введены в базу данных. В нее введена также полученная от действующих горных предприятий информация о промышленных взрывах. Сведения о сейсмических станциях Кольского филиала ГС АН в 2005 г. приведены в табл. 1, 2.

Помимо сейсмомониторинга, проводились работы по модернизации и развитию программно-аппаратных средств систем сбора и обработки сейсмических данных. В частности, в КФ ГС РАН развивался новый подход к детектированию и классификации сейсмического сигнала с помощью «обобщенных огибающих». В 2005 г. он был реализован в программе для

предварительной обработки записей одиночных сейсмических групп «МТР», которая используется в Институте динамики геосфер РАН для анализа данных сейсмической группы «Михнево». Разработана новая система сбора и обработки данных для цифровой станции типа GeoSIG+GBV-316В, работающая под управлением программного обеспечения Windows NT и отличающаяся от прежних систем тем, что привязка по времени, детектирование и локация сейсмических событий происходит непосредственно в компьютере, связанном со станцией. Данные, представляющие собой непрерывные волновые формы и их отдельные фрагменты, соответствующие сейсмическим событиям, сохраняются в формате CSS 3.0. Реализована возможность использования произвольных внешних устройств – МОД, flash, Div и т.д. Указанная система используется в сейсмическом мониторинге архипелага Шпицберген.

Таблица 1. Сейсмические станции КФ ГС РАН, действовавшие в 2005 г., и параметры аппаратуры с аналоговой записью

| № | Станция | | Дата открытия | Координаты | | | Аппаратура | | | |
|---|-------------------|-----------|---------------|--------------------|--------------------|----------|--------------------------------|-------------------|-----------|---------------------|
| | Название | Код межд. | | φ°, N | λ°, E | $h_y, м$ | Тип прибора | Компонента | V_{max} | $\Delta T_{max, c}$ |
| 1 | Апатиты | АРА | 01.07.1956 | 67.569 | 33.405 | 182 | СКМ-3 СКД КПЧ | Z N, E, Z Z | 54700 | 0.50–0.80 |
| | | | 01.10.1992 | | | | | | | |
| 2 | Апатитская группа | АРА0 | 01.10.1992 | 67.603 | 32.994 | 240 | Guralp+CMG-3T GEOTECH+S-500 | | | |
| 3 | Баренцбург А | BRBA | 01.01.2001 | 78.059 | 14.217 | 58 | GeoSIG+GBV-316W | | | |
| 4 | Баренцбург В | BRBV | 01.01.2001 | 78.093 | 14.208 | 80 | GeoSIG+GBV-316W | | | |
| 5 | Хибины | GFR | 11.01.2000 | 67.666 | 33.734 | 380 | GeoSIG+GBV-316W | | | |
| 6 | Хибины | RASV | 01.01.2001 | 67.641 | 33.798 | 420 | GeoSIG+GBV-316W | | | |

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций Кольского филиала ГС РАН в 2005 г.

| Название станции | Тип АЦП и сейсмометра | Перечень каналов | Частотный диапазон, Гц | Частота опроса данных, Гц | Разрядность АЦП | Чувствительность, велосигграф, отсчет/(м/с) |
|-------------------|-----------------------|------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|---|
| Апатиты | Guralp+CMG-3T | BH(N, E, Z) v | 0.01–16 | 40 | 16 | $3.28 \cdot 10^8$ |
| Апатитская группа | GEOTECH+S-500 | 9*S(Z) v | 1–16 | 40 | 16 | $1.47 \cdot 10^{10}$ |
| | | BH(N, E, Z) v | 1–32 | 80 | 16 | $1.47 \cdot 10^{10}$ |
| Баренцбург А | GeoSIG+GBV-316W | SH(N, E, Z) v | 1–50 | 100 | 16 | $3.6 \cdot 10^6$ |
| Баренцбург В | GeoSIG+GBV-316W | SH(N, E, Z) v | 1–50 | 100 | 16 | $3.6 \cdot 10^6$ |
| Хибины GFR | GeoSIG+GBV-316W | SH(N, E, Z) v | 1–50 | 100 | 16 | $3.6 \cdot 10^6$ |
| Хибины Rasv | GeoSIG+GBV-316W | SH(N, E, Z) v | 1–50 | 100 | 16 | $3.6 \cdot 10^6$ |

Продолжались работы по подбору оптимальной комплектации серийной аппаратуры для создания мобильного сейсмического комплекса, адаптированного к арктическим условиям и пригодного для оперативного развертывания в удаленных районах при отсутствии электроснабжения. Такой комплекс предполагалось использовать для осуществления сейсмических наблюдений на архипелаге Шпицберген в дополнение к имеющейся там постоянной сети сейсмических станций для повышения точности локации слабых малоглубинных событий в шахтных полях. Полевые испытания опытного образца были проведены в районе рудника «Баренцбург» на Шпицбергене в третьем квартале 2005 г. и показали, что комплекс нуждается в доработке, но одновременно с этим подтвердили необходимость установки в этом районе дополнительной сейсмической станции.

В 2005 г. в пределах Кольского п-ва и прилегающих территорий Апатитские сейсмические станции зарегистрировали 25 слабых сейсмических событий (рис. 2), которые были идентифицированы как землетрясения. Из них 11 событий произошли в Ловозерском горном массиве. Максимальная магнитуда здесь составила $M_L=1.68$ и характеризует событие, зарегистрированное 6 мая в 00^h13^m. На всей названной территории наиболее сильное землетрясение имело магнитуду $M_L=1.95$ и произошло в Кандалакшском заливе 17 марта в 10^h24^m.

Таблица 3. Землетрясения на Кольском полуострове и прилегающих территориях в 2005 г.

| № | Дата, д м | t_0 , ч мин с | Эпицентр | | ML | K | Район |
|----|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|------|-------------------------------|
| | | | φ°, N | λ°, E | | | |
| 1 | 05.01 | 05 37 30 | 68.216 | 35.009 | 1.36 | 4.90 | Севернее Ловозерского массива |
| 2 | 19.01 | 14 47 30 | 67.882 | 34.771 | 1.08 | 4.35 | Ловозерский массив |
| 3 | 19.01 | 15 21 50 | 66.208 | 32.923 | 1.69 | 5.56 | Кандалакшский залив |
| 4 | 30.01 | 21 35 10 | 67.935 | 34.609 | 1.53 | 5.24 | Ловозерский массив |
| 5 | 16.02 | 06 48 31 | 67.330 | 32.151 | 1.74 | 5.66 | Кандалакшский залив |
| 6 | 19.02 | 16 13 45 | 67.703 | 33.401 | 0.15 | 2.46 | Хибинский массив |
| 7 | 23.02 | 00 34 42 | 67.350 | 32.205 | 0.67 | 3.52 | Кандалакшский залив |
| 8 | 08.03 | 12 21 40 | 67.919 | 34.828 | 1.42 | 5.02 | Ловозерский массив |
| 9 | 17.03 | 10 24 55 | 66.342 | 33.627 | 1.95 | 6.07 | Кандалакшский залив |
| 10 | 18.03 | 01 49 45 | 67.129 | 32.246 | 1.09 | 4.37 | Кандалакшский залив |
| 11 | 06.05 | 00 13 41 | 67.853 | 34.699 | 1.68 | 5.54 | Ловозерский массив |
| 12 | 19.05 | 22 28 27 | 67.910 | 34.575 | 1.09 | 4.37 | Ловозерский массив |
| 13 | 20.06 | 07 31 47 | 68.404 | 33.585 | 1.32 | 4.82 | Мурманск |
| 14 | 12.07 | 07 19 11 | 67.824 | 33.641 | 1.70 | 5.58 | Хибинский массив |
| 15 | 27.07 | 04 24 53 | 67.942 | 34.591 | 1.24 | 4.67 | Ловозерский массив |
| 16 | 27.07 | 17 29 19 | 67.98 | 35.625 | 1.77 | 5.71 | Ловозерский массив |
| 17 | 13.08 | 16 36 24 | 68.250 | 34.507 | 1.38 | 4.94 | Севернее Ловозерского массива |
| 18 | 28.08 | 11 01 27 | 68.885 | 33.841 | 1.88 | 5.93 | Мурманск |
| 19 | 01.10 | 01 22 59 | 67.228 | 32.589 | 1.72 | 5.62 | Кандалакшский залив |
| 20 | 23.10 | 00 34 07 | 66.714 | 32.890 | 1.66 | 5.50 | Кандалакшский залив |
| 21 | 19.11 | 20 07 21 | 67.913 | 34.712 | 1.05 | 4.29 | Ловозерский массив |
| 22 | 02.12 | 00 04 00 | 66.805 | 32.408 | 1.65 | 5.48 | Кандалакшский залив |
| 23 | 09.12 | 16 50 53 | 67.960 | 34.542 | 1.27 | 4.73 | Ловозерский массив |
| 24 | 16.12 | 17 19 41 | 67.853 | 34.699 | 1.12 | 4.43 | Ловозерский массив |
| 25 | 18.12 | 07 25 49 | 67.933 | 34.789 | 1.11 | 4.41 | Ловозерский массив |

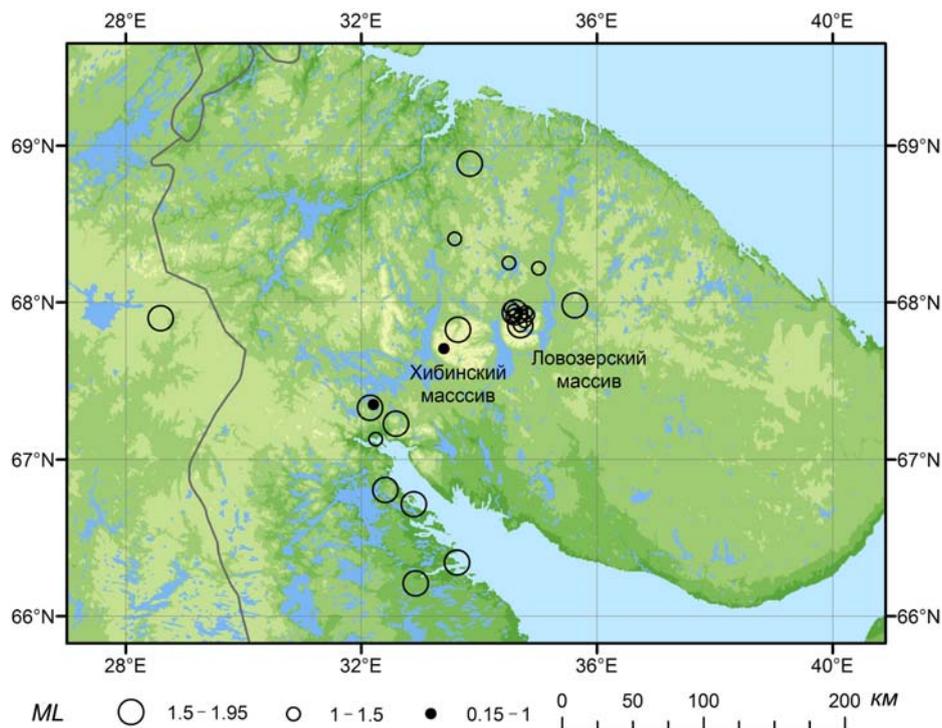


Рис. 2. Землетрясения на Кольском полуострове и прилегающих территориях в 2005 г.

Кроме того, сейсмические станции зарегистрировали ряд региональных землетрясений в пределах о-вов Шпицберген, Норвежского моря, Норвегии, Швеции и Финляндии с магнитудами $ML=2.74-3.69$ (табл. 4, рис. 3).

Таблица 4. Региональные землетрясения в 2005 г.

| № | Дата, д м | t_0 , ч мин с | Эпицентр | | ML | K | Район |
|----|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|------|-----------------|
| | | | φ°, N | λ°, E | | | |
| 1 | 20.01 | 17 28 14 | 79.879 | 22.923 | 3.21 | 8.49 | Шпицберген |
| 2 | 28.01 | 14 45 15 | 69.011 | 9.7427 | 3.12 | 8.32 | Норвежское море |
| 3 | 01.03 | 09 58 35 | 76.945 | 25.704 | 3.31 | 8.68 | Шпицберген |
| 4 | 02.04 | 06 06 48 | 79.008 | 11.941 | 3.51 | 9.06 | Шпицберген |
| 5 | 02.04 | 06 34 34 | 79.399 | 13.841 | 3.28 | 8.63 | Шпицберген |
| 6 | 02.04 | 12 52 41 | 78.931 | 11.368 | 3.69 | 9.40 | Шпицберген |
| 7 | 13.05 | 18 53 37 | 63.717 | 16.422 | 3.21 | 8.49 | Швеция |
| 8 | 18.07 | 22 51 45 | 80.269 | 35.722 | 3.24 | 8.55 | Шпицберген |
| 9 | 13.08 | 23 23 21 | 81.251 | 20.352 | 3.68 | 9.38 | Шпицберген |
| 10 | 20.08 | 10 51 33 | 71.665 | 11.799 | 3.52 | 9.08 | Норвежское море |
| 11 | 06.09 | 10 00 29 | 67.898 | 28.593 | 1.83 | 5.83 | Финляндия |
| 12 | 16.09 | 12 53 07 | 69.443 | 20.705 | 2.74 | 7.60 | Норвегия |
| 13 | 27.10 | 20 26 10 | 73.475 | 12.760 | 2.90 | 7.90 | Норвежское море |
| 14 | 15.12 | 16 47 08 | 66.491 | 12.989 | 3.09 | 8.27 | Норвегия |

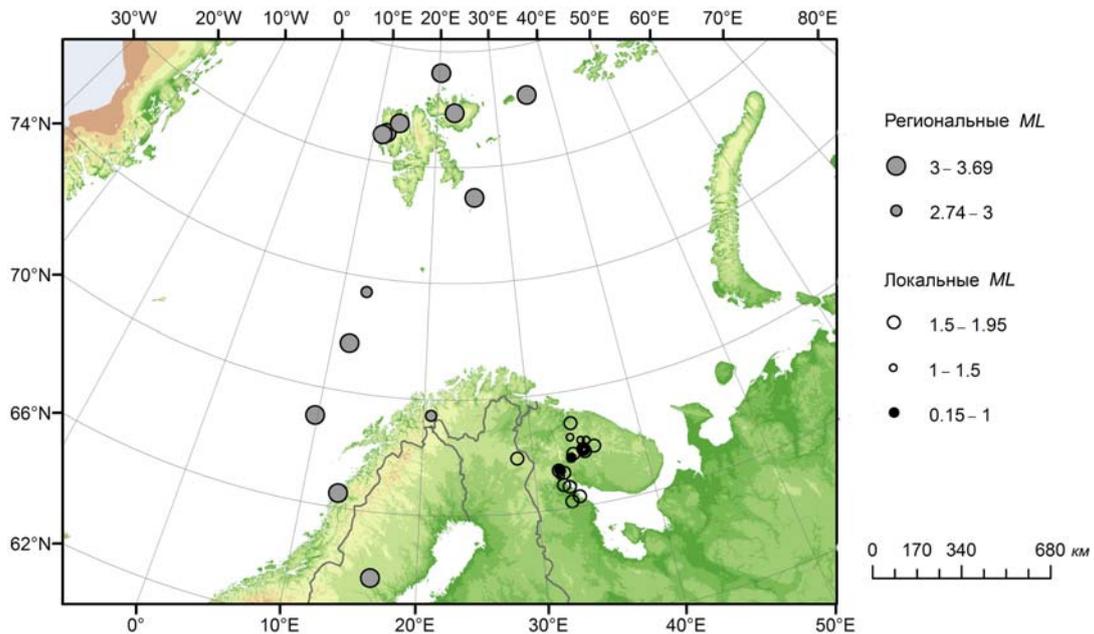


Рис. 3. Региональные и локальные землетрясения в 2005 г.

Определение координат эпицентров и магнитуд зарегистрированных событий осуществлялось по данным цифровой и аналоговой аппаратуры аналогично определениям в 2004 г. [1, 2]. Каталог землетрясений [3], включающий события из табл. 3, 4, помещен в Приложении.

По результатам наблюдений в 2005 г. сейсмическая активность на исследуемой территории оценивается как слабая.

Л и т е р а т у р а

1. **Виноградов А.Н., Виноградов Ю.А., Петров С.И., Асминг В.Э., Баранов С.В., Нахшина Л.П.** О сейсмических наблюдениях Кольского регионального сейсмологического центра ГС РАН за 2004 год (Отчет за 2004 г.). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2005. – 52 с.
2. **Баранов С.В., Петров С.И.** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 216–219.
3. **Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П.** (отв. сост.). Каталог землетрясений Северо-Восточной части Балтийского щита за 2005 год ($N=40$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).