

**КУКИСВУМЧОРРСКОЕ ТЕХНОГЕННОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 21 октября 2010 г.**

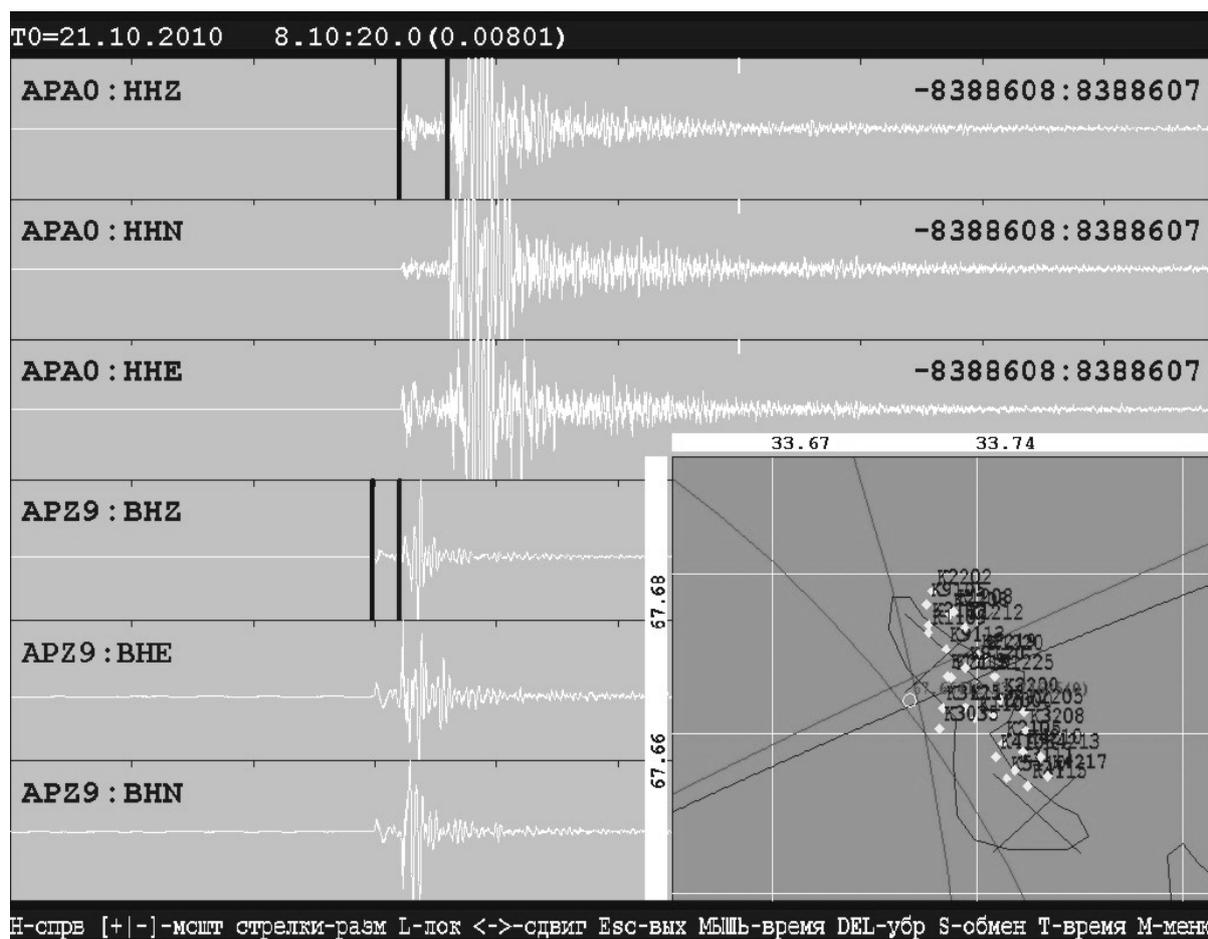
*с  $M_l=3$ ,  $I_0=5-6$  (Мурманская область)*

**В.Э. Асминг, С.В. Баранов, А.В. Прокудина, А.В. Фёдоров, Л.П. Нахшина**

*Кольский филиал ГС РАН, г. Апатиты, [asmingve@mail.ru](mailto:asmingve@mail.ru),  
[bars@krsc.ru](mailto:bars@krsc.ru), [Andrey\\_V\\_Fedorov@inbox.ru](mailto:Andrey_V_Fedorov@inbox.ru)*

Наиболее заметным событием на Кольском п-ве в 2010 г. было ощутимое землетрясение 21 октября в 08<sup>h</sup>10<sup>m</sup>19<sup>s</sup> в Хибинском горном массиве на территории микрорайона Кукисвумчорр г. Кировска Мурманской области. По названию микрорайона, в котором располагался эпицентр землетрясения, оно названо Кукисвумчоррским.

Событие было зарегистрировано сейсмической станцией «Апатиты» и сейсмической группой АРА0 [1]. Локация, проведенная по полученным сейсмограммам (рис. 1), дала следующие координаты эпицентра:  $\varphi=67.66412^\circ\text{N}$  и  $\lambda=33.71685^\circ\text{E}$ . В плане точка (см. врезку на рис. 1) оказалась расположенной в пределах рудного поля действующего с 1929 г. рудника им. С.М. Кирова АО «Апатит», что сразу же дало основание для гипотезы о техногенных причинах землетрясения. Светлыми ромбами на врезке помечены сейсмические станции Кировского рудника, которые оконтуривают рудное поле.



**Рис. 1.** Запись и локация Кукисвумчоррского техногенного землетрясения 21 октября 2010 г. в 08<sup>h</sup>10<sup>m</sup> по данным сейсмической группы АРА0 на удалении 31 км от эпицентра

По сообщениям, поступившим от сейсмической службы Кировского рудника, всю регистрирующую аппаратуру сейсмической сети рудника зашкалило. Так же вышли за пределы верхнего порога регистраторов максимумы в пакете поверхностных волн приборов на сейсмической группе АРА0, расположенной в 17 км от г. Апатиты и в 31.5 км от очага землетрясения. Локальная магнитуда  $M_L$  Рихтера по [2] была оценена только по  $P$ -волне:  $M_L=3$  [3].

Согласно бюллетеню ISC [4], суммарное число станций, записавших землетрясение, равно  $n=148$ . Данные, полученные о параметрах этого события из различных сейсмологических центров, представлены в табл. 1. Решения, полученные различными агентствами, значительно расходятся между собой. Вместе с тем решение Кольского Филиала ФИЦ ЕГС РАН лучше всего согласуется с данными макросейсмического обследования.

**Таблица 1.** Основные параметры Кукисвумчоррского землетрясения 21 октября 2010 г. по данным различных сейсмологических центров

Агент-ство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр					Магнитуда	Источ-ник
			$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км		
Kola	08 10 19		67.679		33.757			$M_L=3$	[3]
MOS	08 10 16.6	1.38	67.444	0.18	33.303	0.06	1	$MPSP=4.2/7$	[5]
HEL	08 10 18.0	0.40	67.646	0.02	33.859	0.02	1f	$ML=3.8$	[4]
CSEM	08 10 18.5	0.16	67.558	0.05	33.673	0.03	1f	$m_b=4.0/12$	—
IDC	08 10 19.1	0.60	67.684	0.09	33.791	0.08	0f	$M_s=3.0/3, m_b=3.7/10, ML=4.2/6$	—
ISC	08 10 17.83	0.43	67.570	0.03	33.789	0.03	0f	$M_s=2.4/1, m_b=4.0/18$	—
NEIC	08 10 18.91	0.39	67.587	0.08	33.629	0.07	1f	$m_b=4.3/3$	—
NAO	08 10 19.7	1.00	67.675	0.10	33.708	0.10	-1	$ML=4.1$	—
UPP	08 10 20.20		67.659		33.535		18	$ML=3.3$	—

Примечание. Расшифровка кодов агентств дана в обозначениях к наст. сб.

В дальнейшем при детальном изучении описываемого события было выявлено, что его сейсмограмма практически идентична сейсмограмме техногенного Умбозерского землетрясения 17.08.1999 г. на Умбозерском руднике в Ловозерском горном массиве, когда произошел взбросо-сдвиг с выходом сместителя на поверхность массива, и вслед за ним произошло обрушение подземных выработок на площади 650 тыс.  $m^2$  [6]. Протяженность плоскости разрыва в вертикальной плоскости от нижней рудной залежи до поверхности составила около 500 м, протяженность плоскости в поперечном направлении по приближенным представлениям такая же. Согласно [7], очаг землетрясения 17.08.1999 г. располагался в северо-западной части Ловозерского массива в непосредственной близости к руднику «Умбозеро» ОАО «Севредмет». Высвобожденная в его очаге энергия  $E=1.02 \cdot 10^{12}$  Дж (выше события 21.10.2010 г.) и магнитуда  $M_L=4$  оказались самыми большими для Ловозерского массива за весь период инструментальных наблюдений на Кольском полуострове с 1956 г.

По аналогии с Кукисвумчоррским землетрясением ниже, в табл. 2, приведены из [8] разные решения эпицентра Умбозерского землетрясения 17.08.1999 г.

**Таблица 2.** Основные параметры землетрясения 17 августа 1999 года по данным КоФ ГС РАН в сопоставлении с определениями других агентств из [8]

Агент-ство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Эпицентр				$h$ , км	$\delta h$ , км	Магнитуды
			$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda^\circ$			
KPCЦ	04 44 35.7	0.02	67.88		34.50		4-7		$ML=4$
ISC	04 44 34.2	0.25	67.81	0.03	34.50	0.09	0		$M_s=4.3/1, m_b=4.5/146$
NEIC	04 44 36.0	0.33	67.86		34.38		10		$m_b=4.6/32$
EIDC	04 44 36.4	0.62	67.87		34.43		0		$M_s=4.4/1, M_b=4.2/14$
HEL	04 44 36.2	0.4	67.84	0.01	34.56	0.05	4	2	$ML=4.3, Md=4.1$
BER	04 44 39.1	4.1	67.82	0.06	34.23	0.70	0		$M_b=5.9, ML=4.7$ , возможно взрыв
BJI	04 44 33.9		67.76		34.38				$M_s=4.9, M_b=4.6$
LDG	04 44 37.6	0.24	67.88		34.57		33		$M_b=4.7/23$

Сравним разброс решений для обоих землетрясений на одном рисунке (рис 2.).

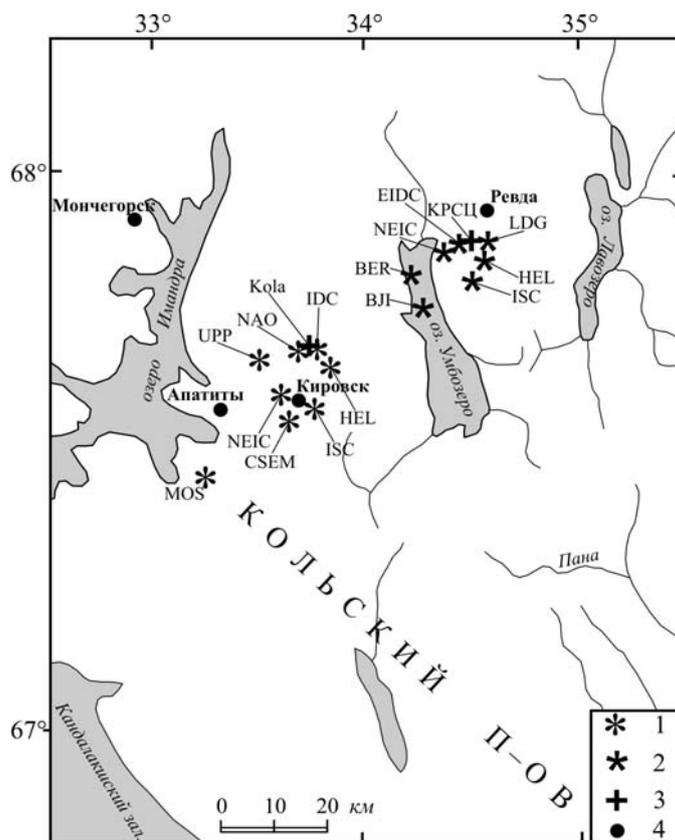


Рис. 2. Разные решения эпицентров двух техногенных землетрясений в Мурманской области: Кукисвумчоррского 21.10.2010 г. (слева) и Умбозерского 17.08.1999 г. (справа)

Прямыми крестами изображены региональные решения, названные по-разному: Kola и KPCЦ, звездочками разной формы – решения других агентств. Весьма неожиданно, что со временем разброс решений не уменьшился, а несколько увеличился. Наиболее близкими к региональным эпицентрам оказались решения агентств NAO, HEL, IDC для Кукисвумчоррского землетрясения и EIDC, LDG, HEL – для Умбозерского.

**Макросейсмические данные.** Для получения более полной и объективной макросейсмической информации в эпицентральную зону выезжала бригада КоФ ГС РАН в составе ведущего научного сотрудника В.Э. Асминга, старшего научного сотрудника С.В. Баранова, младшего научного сотрудника А.В. Прокудиной и инженера-исследователя А.В. Федорова. Макросейсмические данные из эпицентральной зоны Кукисвумчоррского землетрясения на промплощадке рудника свидетельствуют о том, что интенсивность колебаний не превышала 6 баллов: ощутили толчки длительностью в несколько секунд (по ощущениям опрошенных – «менее минуты») все, кто находился в помещениях; отмечено падение книг с полок, колебание вазонов с цветами, качание дверок шкафов, люстр, но никто не сообщил о повреждениях зданий.

В поселке Кукисвумчорр опрос населения подтвердил, что в одном из каменных домов (класса Б) было осыпание штукатурки, со стен падали картины, опрокидывалась посуда в шкафах. В Ботаническом саду, в 5 км от эпицентра, в остеклении теплиц нарушений не отмечено, макроэффекты в помещениях на уровне 4–4.5 баллов. В центральном районе г. Кировск (7–12 км от эпицентра) все ощутили горизонтальные колебания, но разрушений не отмечено. В Апатитах (30 км от эпицентра) только единицы отметили слабые сотрясения офисной мебели, покачивание дверок и дребезжание стекол. На руднике лифтовое оборудование осталось в полном порядке. Рабочая смена, находившаяся в подземном руднике, в полном составе поднялась на поверхность.

Более мощное Умбозерское землетрясение 17.08.1999 г. вызвало более сильные сотрясения: в эпицентральной зоне – около 7 баллов; в ближайшем пос. Ревада (10–12 км от эпицентра)

– 5–6 баллов, в г. Кировск (40–45 км) – 4 балла, в г. Апатиты (60 км) – 3 балла, а в надочаговом пространстве были разрушены горные выработки и перебиты энергетические коммуникации, в результате чего рудник был полностью выведен из эксплуатации и впоследствии затоплен [10].

Рассмотренные техногенные землетрясения отличаются не только уровнем высвобожденной энергии, магнитудами и интенсивностью сотрясений. Есть еще одно удивительное различие, крайне редкое для техногенных землетрясений: оно заключается в сопровождении Умбозерского землетрясения форшоками и афтершоками (рис. 3). Можно отметить, что форшоки сконцентрированы более компактно, нежели афтершоки.

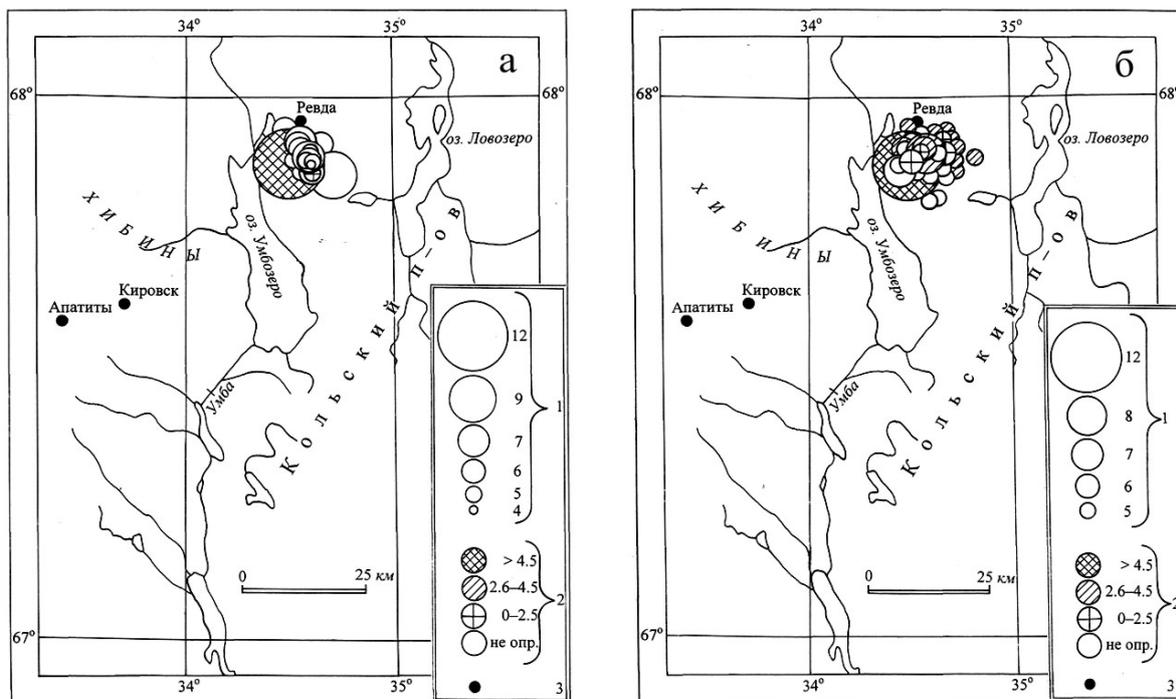


Рис. 3. Карта эпицентров форшоков (а) и афтершоков (б) землетрясения 17.08.1999 г. с  $K_p=12.0$ ,  $M_L = 4$  из [8]

1 – энергетический класс  $K$ ; 2 – глубина  $h$  гипоцентра, км; 3 – населенный пункт.

**Природа землетрясения.** Предположительно, Кукисвумчорское землетрясение 21 октября 2010 г. вызвано разрядкой напряжений в скальном массиве, обусловленных добычей руд. В этом оно аналогично техногенному землетрясению 17 августа 1999 г. в Ловозерском массиве, в котором, согласно [9], образование плоскости разрыва произошло из-за высоких напряжений в скальном массиве, вмещающем рудник, и наложения зон концентрации напряжений от очистных выработок на нижней и верхней обрабатываемых залежах.

## Л и т е р а т у р а

1. 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).
2. Коломиец А.С., Баранов С.В. Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 195–199.
3. 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).
4. International Seismological Centre, On-line Bulletin, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2013. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>.
5. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2010 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2010–2011. – URL: [ftp://ftp.gsr.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2010](ftp://ftp.gsr.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2010).

6. **Ловчиков А.В., Асминг В.Э.** Изучение техногенной сейсмичности в Ловозерском горном массиве. Материалы Шестой Международной сейсмологической школы «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных», Апатиты, 15–19 августа 2011 года. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 186–189.
7. **Ловчиков А.В., Гуменников В.П.** О роли естественных и техногенных факторов в возникновении техногенных землетрясений на рудниках // Геодинамика и напряженное состояние недр Земли. Материалы Международной конференции. – Новосибирск: ИГД СО РАН, 2001. – С. 15–21.
8. **Ловчиков А.В., Асминг В.Э.** Изменение геодинамического режима Ловозерского массива (Кольский полуостров) под влиянием горных работ. Труды 8-го Международного симпозиума "Горное дело в Арктике". СПб.: ОАО "Иван Федоров", 2005. – С.48–55.
9. **Козырев А.А., Ловчиков А.В., Пернацкий С.И., Шершеневич В.А.** Сильнейшее техногенное землетрясение на руднике «Умбозеро»: горнотехнические аспекты // Горный журнал. – 2002. – № 1. – С. 43–49.