

УДК [621.039.9+550.348]: 007(511)

**СЕВЕРОКОРЕЙСКОЕ ЯДЕРНОЕ ИСПЫТАНИЕ 9 ОКТЯБРЯ 2006 г.
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА**

Михайлова Н.Н., Соколова И.Н.

Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

По данным сейсмических станций НЯЦ РК определены кинематические и динамические характеристики сигналов от Северокорейского ядерного взрыва 9 октября 2006 г. Проанализированы решения международных сейсмологических агентств. Оценен вклад казахстанских станций в обнаружение и локализацию взрыва Международной системой мониторинга. Показана возможность идентификации сейсмического события 9 октября 2006 г. как ядерного взрыва по записям сейсмических станций на региональных расстояниях.

9 октября 2006г. в КНДР на полигоне Пунгери произведено подземное ядерное испытание. Это первый ядерный взрыв после серии ядерных взрывов на полигонах Индии и Пакистана в мае 1998 г. За последнее десятилетие как национальная сеть мониторинга Казахстана, так и глобальные сети наблюдений значительно усовершенствовались: вошли в строй новые сейсмические станции, созданы новые технологии обнаружения и оценки сейсмических сигналов. Для контроля за выполнением Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний специально создана Международная система мониторинга и Международный центр данных. Статья посвящена анализу результатов регистрации и обработки записей северокорейского взрыва сейсмическими сетями Казахстана и Мира, проверке критериев распознавания событий, ранее выработанных для других полигонов.

1 ОБНАРУЖЕНИЕ И ОБРАБОТКА СЕЙСМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

О готовности провести подземное ядерное испытание мощностью 4 килотонны КНДР информировала правительство Китая за 20 минут до взрыва [1]. В

01 час 35 минут по UTC станции глобальных сетей мониторинга зарегистрировали сигналы приблизительно из района расположения полигона Пунгери. Здесь, вблизи горы Мантан-Сан (2200м) по космическим наблюдениям отмечалась строительная активность, здесь расположены различные тоннели [2]. На рисунке 1, где приведены космоснимки полигона и его окрестностей, четко видны следы антропогенной деятельности. Снимки получены Тайваньским спутником Formosat-2 12 октября 2006 г., в задачи которого входят исследования по дистанционному зондированию [3]. Горные породы в пределах полигона относятся к гранитным интрузиям мелового периода и докембрийским гранитогнейсам и сланцам [4].

Сразу же после получения информации о проведенном взрыве в Центре данных ИГИ НЯЦ РК были проанализированы данные сейсмических станций сети НЯЦ РК, поступившие в режиме реального времени. Все станции Казахстана находятся на телесейсмических расстояниях от эпицентра взрыва в диапазоне 3725 - 5280 км. На рисунке 2 показано расположение станций НЯЦ РК относительно взрыва.



Рисунок 1. Общий вид местности и полигона по космическим снимкам [3]

**СЕВЕРОКОРейское ядерное испытание 9 октября 2006 г.
по данным казахстанской и глобальной систем мониторинга**

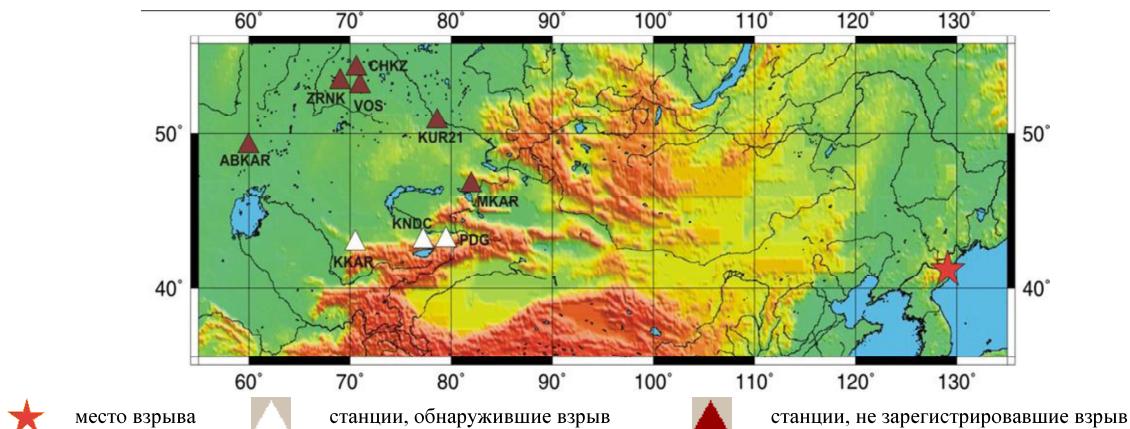


Рисунок 2. Расположение сейсмических станций НЯЦ РК относительно места проведения Северокорейского ядерного взрыва

После предварительной фильтрации цифровых записей узкополосным фильтром на четырех станциях был обнаружен четкий сигнал, соответствующий вступлениям Р-волны. Наиболее четко сигнал отмечен на записях станции Акбулак и трех подгрупп большебазовой системы Боровое: Восточное, Чкалово, Зеренда. На рисунке 3 показаны записи вертикальной компоненты 3-х компонентных широкополосных приборов после фильт-

рации сигнала цифровым фильтром с центральной частотой 1.25 Гц и шириной 2/3 октавы на уровне -3dB от максимума.

Четко можно выделить только вступления продольной волны Р. Другие сейсмические фазы отсутствуют.

В таблице 1 приведены кинематические характеристики сигналов и магнитуда сейсмического события по этим станциям.

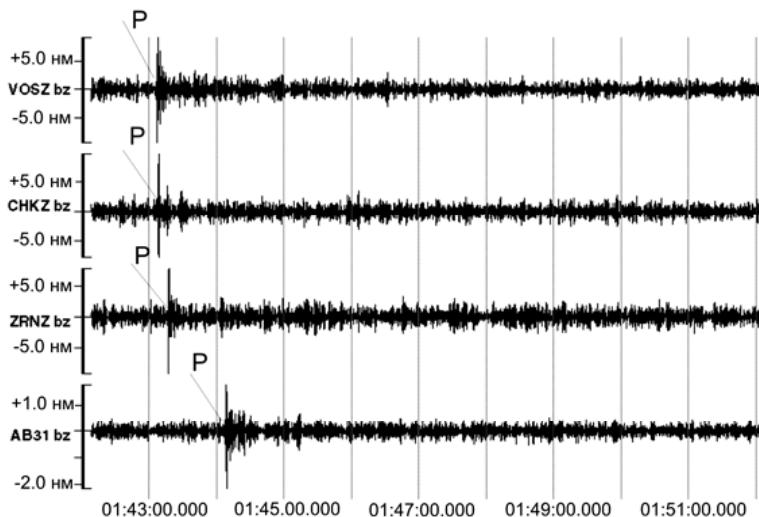


Рисунок 3. Записи северокорейского взрыва 9 октября 2006 г. станциями НЯЦ РК (сверху вниз) Восточное (VOS), Чкалово (CHKZ), Зеренда (ZRNK), Акбулак (ABKAR). Z-компоненты. 1.25 Гц.

Таблица 1. Кинематические и динамические характеристики сейсмических колебаний по данным сейсмических станций НЯЦ РК

Станция	Расстояние, км	Азимут	t_p	m_b
ABKAR	5281	72.02	01:44:07.2	3.82
CHKZ	4455	83.40	01:43:05.5	3.87
VOS	4444	82.54	01:43:05.4	3.95
ZRNK	4572	81.42	01:43:05.4	3.90

**СЕВЕРОКОРЕЙСКОЕ ЯДЕРНОЕ ИСПЫТАНИЕ 9 ОКТЯБРЯ 2006 г.
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА**

Данные казахстанских станций в режиме реального времени поступают в ряд международных Центров данных, где используются для оценки параметров источников в комплексе с другими сейсмическими станциями мира. В частности, данные большебазовой группы Боровое передаются в IRIS/GSN и используются при составлении бюллетеня NEIC

(США). Самым оперативным решением по определению эпицентра северокорейского взрыва было именно решение NEIC. Первое решение получено по данным 20 станций, среди которых были три казахстанских станции группы Боровое. Результаты этого решения приведены в таблице 2, где красным цветом выделены данные казахстанских станций.

Таблица 2. Результаты обработки данных в NEIC (первое решение)

9 OCT 2006 (282)

to	=	01:35:27.80+-0.39	NORTH KOREA
lat	=	41.294 +/- 5.4	
lon	=	129.134 +/- 8.0	MAGNITUDE 4.2 (GS)
dep	=	0.0 (geophysicist)	
mb	=	4.2 (7)	
70 km		(40 miles)	N of Kimchaek, North Korea (pop 179,000)
90 km		(55 miles)	SW of Chongjin, North Korea (pop 582,000)
180 km		(115 miles)	S of Yanji, Jilin, China
385 km		(240 miles)	NE of PYONGYANG, North Korea

Станция	Фаза	Время вступления	Ошибка	Расстояние	Азимут	Магнитуда
MDJ	ePn	01:36:21.65	0.5	3.3	6	4.2
	ePg	01:36:29.13				
	eS	01:37:12.70				
KS15	Pn	01:36:30.20	0.4	4.0	195	
INCN	ePn	01:36:33.86	-0.1	4.3	208	4.1
MAJO	qP	01:37:32.11	-0.1	8.5	121	3.6
HIA	qP	01:37:57.62	0.2	10.4	324	
YAK	qP	01:40:12.08		20.8		4.7
BILL	qP	01:42:05.12	-2.1	33.4	24	4.8
CHTO	qP	01:42:05.59	-8.8X	34.1	238	4.2
AAK	eP	01:43:04.31	-0.3	40.1	291	3.8
CHKZ	eP	01:43:06.55	0.1	40.3	308	3.8
ZRNK	eP	01:43:15.88	0.7	41.4	307	3.9
BRVK	qP	01:43:19.97	11.2X	40.6	307	
COLA	eP	01:44:29.55	1.2	50.7	33	4.4
FIA1	iPc	01:45:37.82	-0.1	60.3	327	
WRAB	iPc	01:45:42.84	-0.7	61.1	174	
WB2	eP	01:45:43.24	-0.4	61.1	174	
AKAS	iPc	01:46:07.07	-1.2	64.9	316	
AS31	iPc	01:46:08.57	0.6	64.8	175	
MNV	iPc	01:47:38.46	0.9	79.7	47	
BW06	P	01:47:44.52	0.1	81.0	40	

В Международном центре данных (IDC) в Вене, созданном для обработки данных станций Международной системы мониторинга Организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, производятся несколько сейсмических бюллетеней разной оперативности. По результатам автоматического обнаружения сигналов генерируется бюллетень SEL1. В числе 12 станций мира, по которым которых с помощью специальных методов обработки удалось выделить сигналы от северокорей-

ского взрыва, была и казахстанская станция Международной системы мониторинга Маканчи (MKAR-PS23). Отметим, что визуально сигналы взрыва на записях этой станции не были выделены в Центре данных в Алматы. Только с помощью специальных методов математической обработки их удалось увидеть на фоне шумов. Результаты, представленные в бюллетене SEL1 (Standard Event Lists, CTBTO-IDC), приведены на рисунке 4 [5].

**СЕВЕРОКОРЕЙСКОЕ ЯДЕРНОЕ ИСПЫТАНИЕ 9 ОКТЯБРЯ 2006 г.
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА**

Alpha List																			
Sel	orid	evid	lat	lon	depth	sdepth	date and time		mb	ms	ml	majax	minax	strike	sdobs				
	-2	-2	41.28 N	129.01 E	0.00	--	2006-10-09 01:35:28.301		4.0	--	3.3	--	--	--	--	2.63			
Sel	phase	sta	delta	arid	orid		date and time		tres	td	azi	ares	ad	slow	sres	sd	amp	per	dsmr
	P	SONM	17.37	32062441	-2		2006-10-09 01:39:37.299		5.20	d	97	-6.5	d	11.2	-1.4	d	0.7	0.5	--
	P	MKAR	33.64	32106929	-2		2006-10-09 01:42:09.875		-0.56	d	235	153.0	d	48.8	40.1	d	0.3	0.4	--
	P	FINES	60.31	32106923	-2		2006-10-09 01:45:37.549		-0.74	d	76	102	d	6.3	-1.4	d	1.4	0.4	--
	P	WRA	61.11	32106921	-2		2006-10-09 01:45:42.434		-1.75	d	354	1.4	d	7.5	0.5	d	2.6	0.5	--
	P	YKA	64.75	32106922	-2		2006-10-09 01:46:07.394		-0.59	d	316	-0.6	d	6.3	-0.2	d	0.5	0.5	--
	P	ASAR	64.77	32106925	-2		2006-10-09 01:46:09.216		0.63	d	359	-3.1	d	8.3	2.3	d	0.8	0.8	--
	P	AKASG	64.80	32106932	-2		2006-10-09 01:46:08.000		-0.53	d	50	-5.2	d	6.9	0.4	d	2.2	0.6	--
	P	NOA	66.23	32106927	-2		2006-10-09 01:46:16.500		-1.19	d	45	0.1	d	6.3	0.3	d	1.3	0.7	--
	P	GFRS	73.71	32106931	-2		2006-10-09 01:47:03.412		-0.55	d	29	-16.4	d	6.1	0.2	d	0.4	0.5	--
	P	STKA	73.71	32106930	-2		2006-10-09 01:47:04.375		0.53	d	353	-2.7	d	7.9	2.0	d	0.9	0.4	--
	P	NVAR	79.72	32106928	-2		2006-10-09 01:47:38.625		0.33	d	308	-3.2	d	5.8	1.1	d	1.8	0.6	--
	P	PDAR	81.07	32106924	-2		2006-10-09 01:47:45.089		-0.41	d	92	102.2	d	4.9	-2.5	d	0.8	0.7	--
	PKP	LPAZ	151.03	32106926	-2		2006-10-09 01:55:25.275		7.47	d	33	60.5	d	3.6	2.0	d	0.5	0.6	--

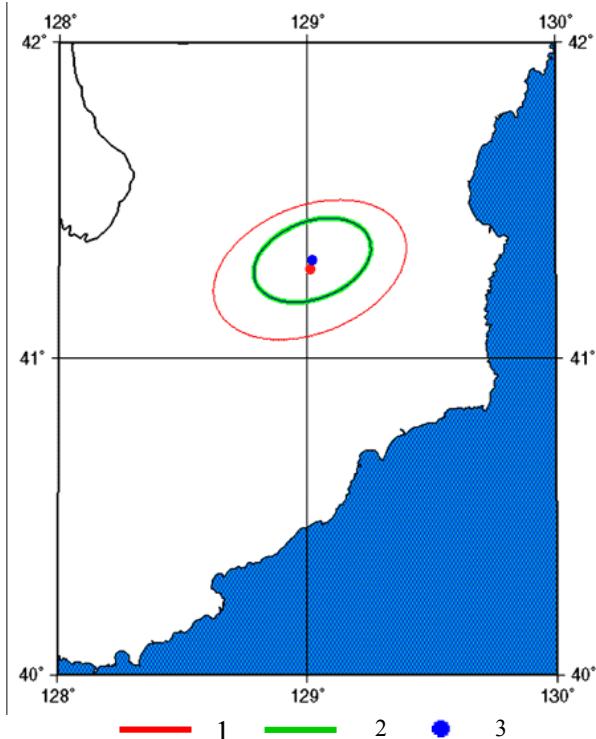
[Hide](#) [Undisplay All](#) [Undisplay](#) [Resize](#) [Help](#) [Default](#) [Map](#) [AEQ](#) [QC](#) [Xtk](#) [Time n](#) [Az+Slo n](#) [Unfz](#) [Save](#) [Locate](#)

Рисунок 4. Фрагмент автоматического бюллетеня SEL1 по северокорейскому взрыву [5]

Через несколько дней, сразу после получения результатов интерактивной обработки записей с участием аналитиков, был готов бюллетень Международного центра данных SEL3, а через 10 дней – бюллетень REB (Reviewed event bulletin, СТВТО-IDC). Положение эпицентра ядерного взрыва по этим данным относительно автоматического определения практически не изменилось, однако эллипс ошибок значительно уменьшился (рисунок 5).

В казахстанскую сеть станций, входящих в Международную сеть мониторинга, кроме упомянутой выше сейсмической группы PS23-Маканчи, входят также сейсмическая группа BVAR – AS057-Боровое, сейсмическая группа AS058-Курчатов и трехкомпонентная станция AS059-Актюбинск. К сожалению, станции AS057-Боровое и AS059-Актюбинск не зарегистрировали корейское событие. Данные станции AS058- Курчатов после закончившейся в августе 2006 г. модернизации во время взрыва еще не передавались в режиме реального времени в Центр данных в г. Алматы. Но после того как данные поступили в Центр, на записях этой группы были обнаружены сигналы, соответствующие ядерному взрыву. На рисунке 6 показаны записи, полученные 21 сейсмоприемником этой группы, и результаты F-K-анализа.

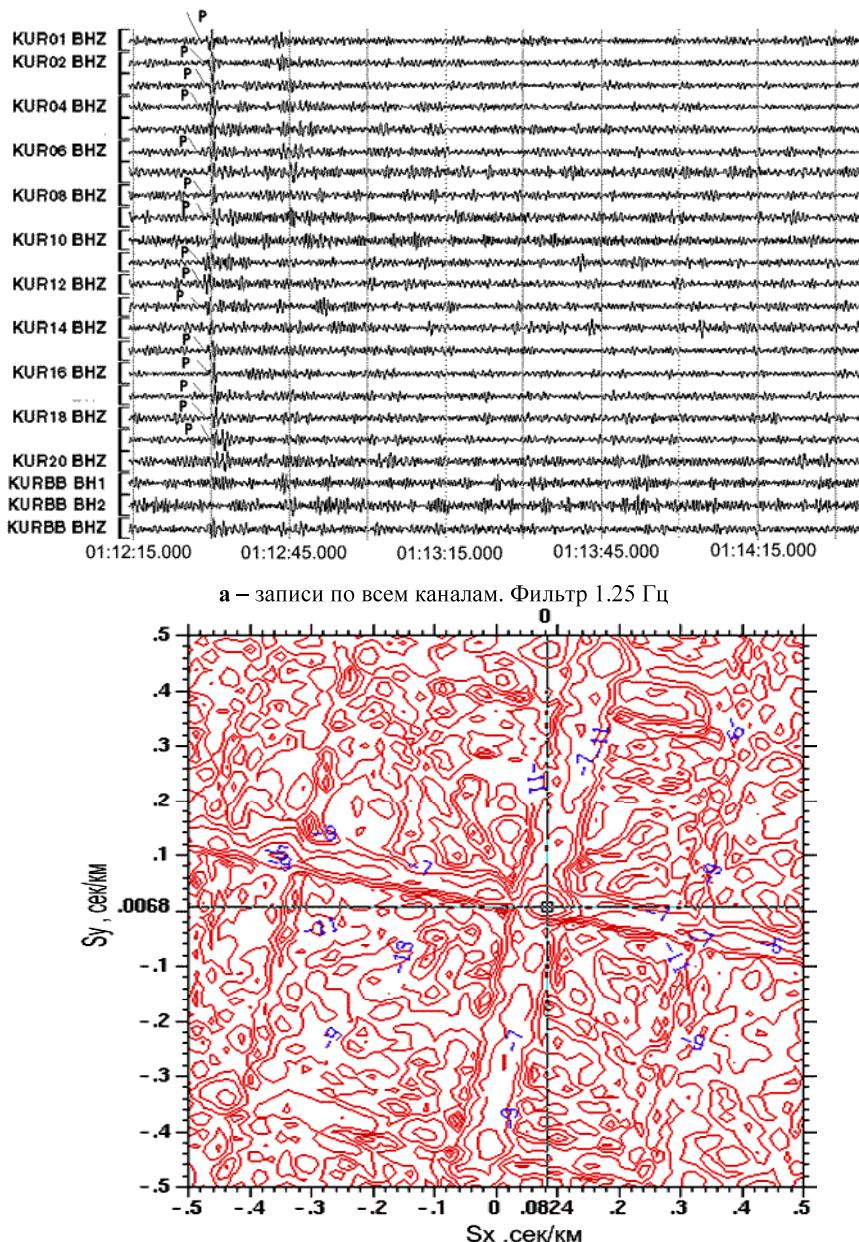
Наблюденный азимут на эпицентр взрыва от станции AS058-Курчатов, измеренный по координатам взрыва и станции, и расчетный азимут по F-K анализу достаточно хорошо согласуются: 85.06° и 85.31°, соответственно.



Результаты определений: 1- автоматического (бюллетень SEL1);
2 – интерактивного (бюллетень SEL3);
3 – интерактивного (бюллетень REB)

Рисунок 5. Положение эпицентра взрыва и эллипсы ошибок. Международный центр данных в Вене

СЕВЕРОКОРейское ядерное испытание 9 октября 2006 г.
по данным казахстанской и глобальной систем мониторинга



6 – результат f-k анализа группы Р-волн. Кажущаяся скорость 12.09 км/с, азимут 85.31град

Рисунок 6. Записи Северокорейского подземного ядерного взрыва 09.10.2006
по данным сейсмической группы AS058-Курчатов

Априори можно было утверждать, что если использовать только казахстанские станции для локализации эпицентра корейского ядерного взрыва, то точность локализации будет ниже, чем у решений по глобальным сетям наблюдений, так как все станции Казахстана находятся в узком диапазоне азимутов, к тому же на далеких расстояниях. В мировых Центрах использованы данные хорошего окружения места события станциями и, в том числе, близких станций. Несмотря на это была предпринята попытка определить местоположение события только по данным казахстанских станций AS058-Курчатов, Зеренда, Восточное, Чкалово,

BRVK-Боровое, Акбулак. Результаты этого определения приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты обработки
по казахстанской сети станций

t0	Широта, N	Долгота, E	mb
01:35:30.7	41.1051	128.5178	3.9

Расхождение полученного решения и истинного положения источника взрыва составляет порядка 50 км. Магнитуда хорошо соответствует реальной.

Совместный анализ всех полученных решений международных центров мониторинга (рисунок 7) показал, что, действительно, за годы прошедшие по-

сле Индийских и Пакистанских ядерных испытаний значительно улучшились процессы обнаружения и локализации событий. Даже первые автоматические решения довольно уверенно определили район и магнитуду события. Наиболее точные результаты получены в каталоге NEIC (National Event Information Center, Геологическая служба США), несколько хуже – в REB. Если принять за точные ко-

ординаты эпицентра взрыва 41.2779 N, 129.0850 E, приведенные в [3], то расхождение по NEIC (USGS-1 на рисунке 7 [3]) составляет 4 км, по REB (на рисунке 7) – 7 км. Казахстанские станции внесли свой вклад в оба решения мировых центров данных. Что касается оценки мощности взрыва, то по всем имеющимся источникам она получилась меньше объявленной КНДР - 4 кТ. Диапазон оценок (0.35 - 1) кТ.

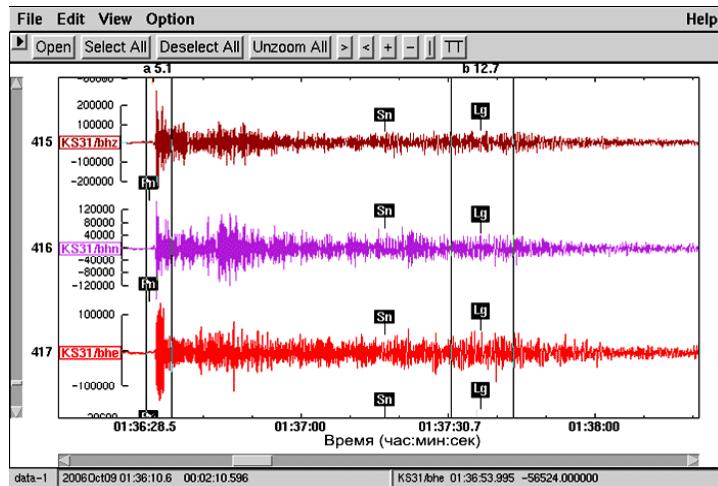


Рисунок 7. Карта расположения полигона и эпицентра Северокорейского ядерного взрыва по данным различных сейсмологических центров из [3]

2 О СЕЙСМИЧЕСКОМ РАСПОЗНАВАНИИ ПРИРОДЫ СЕВЕРОКОРЕЙСКОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО СОБЫТИЯ

Как следует из работ сотрудников ИГИ НЯЦ РК [6 -8], при исследованиях по распознаванию природы сейсмических событий поиск параметров и критерии идентификации источников проводился в основном на региональных расстояниях (до 2500 км), поскольку станции сети НЯЦ РК находятся именно на таких расстояниях относительно известных испытательных полигонов Азии. При этом в качестве дискриминантов для полигонов Лобнор (Китай), Чагай (Пакистан), Похаран (Индия) использовались спектральные отношения разных сейсмических фаз (обычно Lg/Pg или аналогичные). В случае с северокорейским взрывом по казахстанским станциям проверить разработанные критерии распознавания не представляется возможным по следующим причинам. Взрыв очень слабый, произведен на большом удалении от станций НЯЦ РК (3725 – 5280 км), никаких других фаз, кроме P, не зарегистрировано. Поэтому были проанализированы записи других станций мира, расположенных ближе к эпицентру взры-

ва на региональных расстояниях. С этой целью были привлечены записи станции КНР MDJ ($\Delta=369$ км), южнокорейской станции INCH ($\Delta=376$ км). Дополнительно рассмотрены результаты из [5], где имеется анализ данных южнокорейской станции KSAR ($\Delta=438$ км). На рисунках 8 - 10 представлены сейсмограммы взрыва, зарегистрированные этими станциями.

Наблюденный азимут на эпицентр взрыва от станции AS058-Курчатов, измеренный по координатам взрыва и станции, и расчетный азимут по F-k анализу достаточно хорошо согласуются: 85.06° и 85.31°, соответственно.

На записях станций KSAR и MDJ четко выделяется группа продольных волн, по сравнению с которой группа поперечных волн гораздо менее интенсивна. Именно такой вид записей характерен для взрывов. Это отражается в относительном уровне спектров Фурье для P и Lg волн, приведенных по станции KSAR в [5] (рисунок 11).

СЕВЕРОКОРЕЙСКОЕ ЯДЕРНОЕ ИСПЫТАНИЕ 9 ОКТЯБРЯ 2006 г.
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

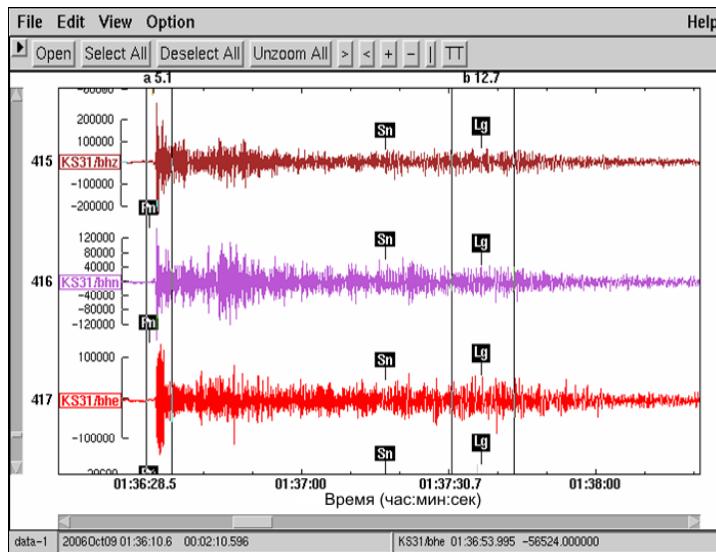


Рисунок 8. Сейсмограммы северокорейского взрыва по станции KSAR (Южная Корея)

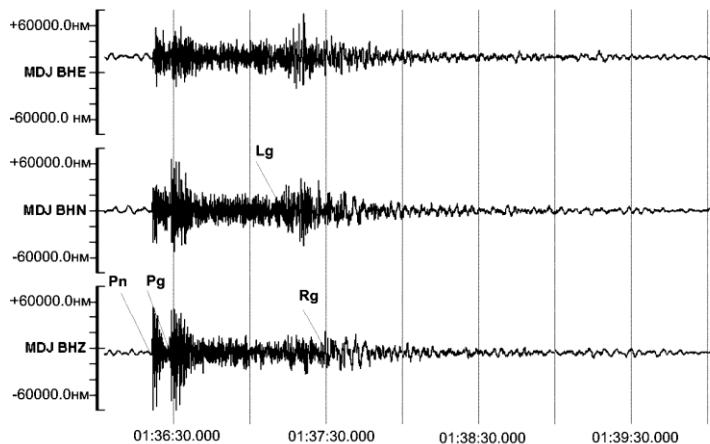


Рисунок 9. Сейсмограммы северокорейского взрыва по станции MDJ (MHP)

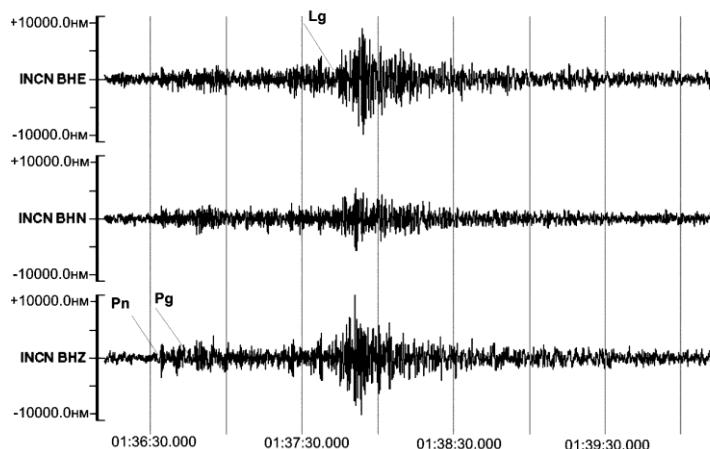


Рисунок 10. Сейсмограмма северокорейского взрыва по станции INCN (Южная Корея)

**СЕВЕРОКОРЕЙСКОЕ ЯДЕРНОЕ ИСПЫТАНИЕ 9 ОКТЯБРЯ 2006 г.
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА**

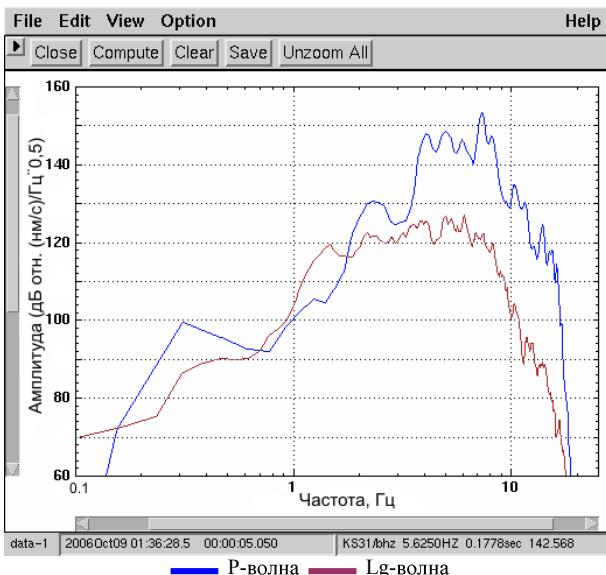


Рисунок 11. Спектры волн северокорейского взрыва (KSAR)

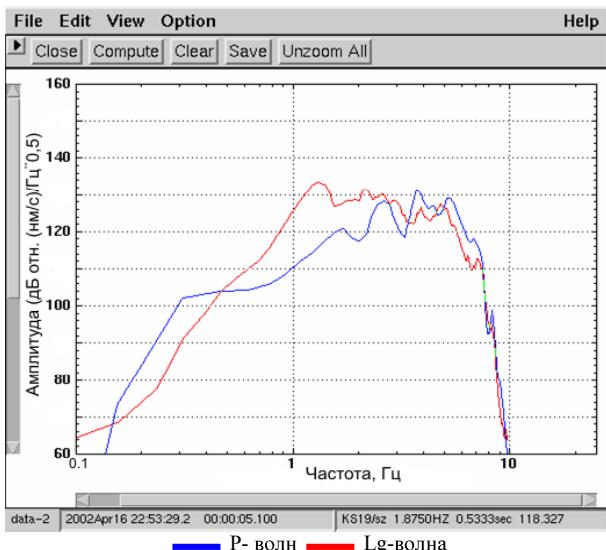


Рисунок 12. Спектры волн землетрясения 16.04.2002 г. в 22.52.39 по UTC (KSAR)

По записям землетрясения с аналогичным расстоянием до эпицентра, полученным станцией KSAR, соотношение спектров P и Lg волн совершенно иное (рисунок 12). Именно по признаку различного соотношения энергий волн P и Lg для взрывов и землетрясений на определенных частотах построено сейсмическое распознавание природы источника сейсмического события на региональных расстояниях.

Для исследования возможности распознавания были отобраны по станциям MDJ и INCH записи 18 землетрясений за 1997 – 2006 гг. с магнитудой $mb \geq 2.5$ из района проведения ядерного испытания 9 октября 2006 г. (рисунок 13). Сведения о землетрясениях взяты из каталогов NEIC и PDE Геологической службы США и каталога ISC (Международного сейсмологического центра).

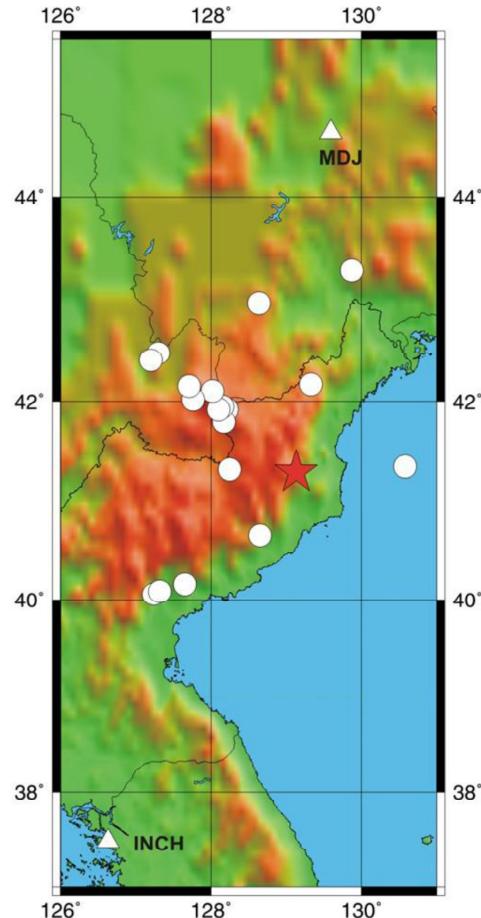


Рисунок 13. Район проведения северокорейского ядерного взрыва. Расположение эпицентров землетрясений (кружки), ядерного взрыва (звездочка), станций (треугольники)

Сейсмические записи предварительно отфильтрованы с использованием фильтров с центральными частотами: 0.6; 1.25; 2.5; 5 Гц и полосой пропускания шириной 2/3 октавы на уровне -3 dB от максимума. В качестве изучаемого параметра распознавания использовался логарифм отношения максимальных амплитуд (для краткости - Lg/Pg). Согласно [6 – 8] хорошее разделение Lg/Pg для двух типов источников – землетрясений и ПЯВ, – наблюдается обычно на частотах 2.5; 5.0 и 10 Гц. Результаты обработки данных станций INCH и MDJ показали, что для станции MDJ этот вывод подтверждается (рисунок 14).

Наблюдается очень четкое разделение значений Lg/Pg для землетрясений и взрыва, при этом разница значений параметра распознавания увеличивается с ростом частоты колебаний. По станции INCH распознавание как по виду записи, так по Lg/Pg, проблематично: на частоте 5 Гц есть различие в значениях Lg/P g, на частоте 10 Гц замеры сделать не удалось (рисунок 15).

**СЕВЕРОКОРЕЙСКОЕ ЯДЕРНОЕ ИСПЫТАНИЕ 9 ОКТЯБРЯ 2006 г.
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА**

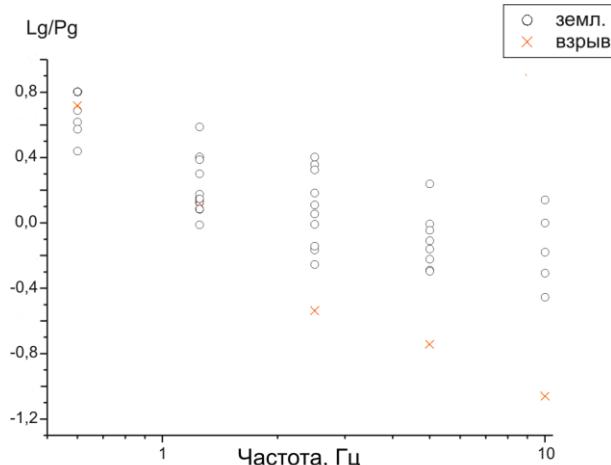


Рисунок 14. Распределение отношений Lg/Pg , для станции MDJ

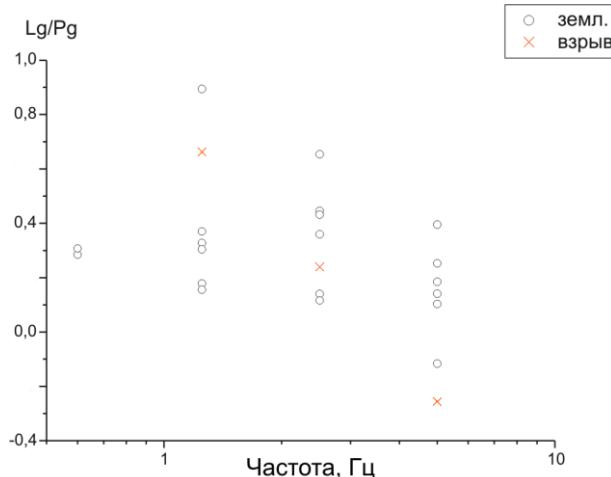


Рисунок 15. Распределение отношений Lg/Pg , для станции INCH

Полученные результаты согласуются со сделанными ранее выводами авторов о том, что из-за различия поглощения вследствие неоднородности строения

литосферы эффект распознавания по различным трассам может существенно различаться. Для конкретных полигонов в зависимости от пути «источник-станция» могут быть подобраны такие станции, которые отличаются наибольшей способностью к распознаванию событий различной природы.

ВЫВОДЫ

1. Несмотря на малую мощность, северокорейское ядерное испытание было успешно зарегистрировано как Международной системой мониторинга, так и казахстанской сейсмической сетью..

2. Автоматическое обнаружение сигналов и их автоматическая обработка позволили вполне удовлетворительно определить район взрыва и сейсмическую магнитуду.

3. Все определения мировых агентств с участием аналитиков характеризуются точностью в несколько километров. Интерактивные и автоматические решения хорошо согласуются друг с другом.

4. Проведение процедуры распознавания по данным казахстанских станций в силу их удаленности и малой мощности источника было невозможно. Использование данных по станциям мировой сети, расположенных на региональных расстояниях от эпицентра, позволило идентифицировать событие как ядерное испытание. В качестве критериев идентификации использовались структура записей, различие спектров для разных типов сейсмических волн у землетрясений и взрыва.

5. Отмечен существенный прогресс в развитии национальной и международной систем мониторинга по всем его элементам – обнаружение, локализация и идентификация источника взрыва, – по сравнению с последними ядерными испытаниями в Индии и Пакистане. Вклад казахстанских станций в обнаружение и обработку сигналов оказался весомым, их данные использованы на всех этапах обработки в различных Центрах данных.

ЛИТЕРАТУРА

- Richard L. Garwin and Frank N. von Hippel. A Technical Analysis of North Korea's Oct. 9 Nuclear Test, Arms Control Today, November 2006. www.armscontrol.org
- Broad, W., Jehl, D., T. Shanker North Korea nuclear goals: Case of mixed signals. // N.Y. Times, 25 July 2005.
- Bor-Shouh Huang Tracking the North Korea nuclear explosion on October 9, 2006 using the Hi-Net array and Formosat-2 observation satellite. // IUGG2007, 2-13 July, 2007, Perugia.
- W.-Y. Kim, P.G. Richards North Korean Nuclear Test: Seismic Discrimination at Low Yield. // EOS Transaction AGU, V. 88, № 14, P. 158 – 161.
- PTS Briefing on Event in DPRK 9 October 2006 at 01:35 UTC // IDC, 13 Oct, 2006.
- Копничев, Ю.Ф. Распознавание ядерных взрывов и землетрясений на региональных расстояниях для полигона Лобнор / Ю.Ф. Копничев, О.М. Шепелев, И.Н. Соколова // Геофизика и проблемы нераспространения.: Вестник НЯЦ РК, 2000. – Вып.2. – С.65 – 77.
- Копничев, Ю.Ф. Исследования по сейсмическому распознаванию подземных ядерных взрывов на полигоне Лобнор / Ю.Ф. Копничев, О.М. Шепелев, И.Н. Соколова // Физика Земли, 2001. – № 12 – С.64 – 77.
- Копничев, Ю.Ф Исследования по сейсмическому распознаванию подземных ядерных взрывов и землетрясений на полигонах Индии и Пакистана / Ю.Ф. Копничев, О.М. Шепелев, И.Н. Соколова // Геофизика и проблемы нераспространения.: Вестник НЯЦ РК, 2001. – Вып.2. – С.96 – 101.

**ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ЖӘНЕ ГЛОБАЛЬ МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ ДЕРЕКТЕРІ
БОЙЫНША 2006 ж. ҚАЗАННЫң 9-ФЫ СОЛТУСТІК КОРЕЯЛЫҚ ЯДРОЛЫҚ СЫНАУЫ**

Михайлова Н.Н., Соколова И.Н.

KP ҰЯО Геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов, Қазақстан

ҚР ҰЯО сейсмикалық станцияларының деректері бойынша 2006 ж. қазанның 9-ғы Солтүстік Кореялық ядролық жарылысынан сигналдардың кинематикалық және динамикалық мінездемелері анықталған. Халықаралық сейсмологиялық агенттіктерінің шешімдері талданылған. Халықаралық мониторинг жүйесімен жарылысты табу және оқшаулаудың қазақстандық станцияларының үлесі бағаланған. Сейсмикалық станцияларының аумақтық қашықтықтарындағы жазбалары бойынша 2006 ж. қазанның 9-ғы сейсмикалық оқиганы ядролық жарылыс ретінде сәйкестендіру мүмкіншілігі бар болуы көрсетілген.

**NORTH KOREAN NUCLEAR TEST CONDUCTED ON OCTOBER 9, 2006
BY DATA OF KAZAKHSTAN AND GLOBAL MONITORING SYSTEMS**

N.N. Mikhailova, I.N. Sokolova

Institute of Geophysical Research NNC, Kurchatov, Kazakhstan

Kinematic and dynamic characteristics of signals of nuclear explosion conducted by North Korea on October 9, 2006 were defined by data of NNC RK seismic stations. Solutions of International Seismological Agencies were analyzed. Contribution of Kazakhstan stations into detection and localization of explosion by International Monitoring System was assessed. Capability of seismic event identification of October 9, 2006 as nuclear explosion by seismic stations records at regional distances is shown.