

УДК 550.344:621.039.9

СОПОСТАВЛЕНИЕ ЗАПИСЕЙ ТРЕХ СЕВЕРО-КОРЕЙСКИХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКИХ СТАНЦИЙ

Сейнасинов Н., Михайлова Н.Н.

Институт геофизических исследований, Курчатов, Казахстан

Приведены методика и результаты обработки результатов регистрации трех ядерных испытаний, произведенных в Северной Корее в 2006, 2009, 2013 гг., выполненных в Казахском национальном центре данных.

ВВЕДЕНИЕ

12 февраля 2013 г. сейсмические станции многих стран мира зафиксировали колебания от проведенного КНДР ядерного испытания. Это был уже третий взрыв, который произведен Северной Кореей на полигоне Пунгери. Первый взрыв осуществлен в 2006 г., второй – в 2009 г. на том же полигоне. Общий вид местности и полигона по космическим снимкам показан на рисунке 1 [1].



Рисунок 1. Общий вид местности и полигона по космическим снимкам

Для контроля за проведением ядерных испытаний и выполнением Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний мировым сообществом за последние менее чем 20 лет создана Международная система мониторинга (МСМ) с Международным центром данных (МЦД) в Вене. В состав МСМ входят станции, расположенные на территории 90 стран мира. В том числе 5 объектов этой глобальной системы расположены на территории Казахстана. Все станции несут круглосуточную непрерывную службу по регистрации и передаче данных

в МЦД, где данные казахстанских станций обрабатываются совместно с данными других станций системы. Создается обзорный бюллетень всех событий REB. Казахские станции также передают данные в другие Международные и Национальные центры (ISC, EMSC, NEIC, GS RAS и др.).

Казахстанский Центр данных, созданный в 1999 г., зарегистрировал все три взрыва, проведенных Северной Кореей. Но надежность обнаружения сигналов, точность обработки, оперативность передачи информации при этих событиях были различными. Опыт регистрации первых двух взрывов помог при работе с записями третьего взрыва. Аналитик Казахского центра данных при оперативной обработке имел в своем распоряжении образцы записей взрывов по казахским станциям, полученных в 2006 и 2009 гг. Это помогло быстрому распознаванию природы события и надежному определению его параметров.

Сейсмические волны от места взрыва до самой далекой от него станции Казахстана распространяются примерно 9 минут. Далее информация по спутниковым каналам поступает в г. Алматы, где накапливается, визуализируется и обрабатывается в автоматическом и интерактивном режимах. Объективно в течение первых 10 минут невозможно оценить ситуацию по источнику и природе события. При третьем взрыве уже через 7 минут была по телефону передана первая информация о факте произошедшего сейсмического события на территории Северной Кореи, через 10 минут было опубликовано первое сообщение о сейсмическом событии в Северной Корее на веб-сайте Центра данных. Через 30 минут информация о параметрах взрыва – время в источнике, координаты, магнитуда – передана в вышестоящие организации. Но самое важное, что Казахские станции весь объем необходимой информации передали в Международный центр данных СТВТО, так как там совместно используются данные станций разных стран, обеспечивающих хорошее окружение источника и, тем самым, высокую точность и достоверность оценок. Станции Казахстана являются одними из лучших в международной системе мониторинга по количеству обнаруживаемых и ассоциируемых сейсмических событий.

В настоящей работе проведен сравнительный анализ всех трех испытаний по данным казахстан-

СОПОСТАВЛЕНИЕ ЗАПИСЕЙ ТРЕХ СЕВЕРО-КОРЕЙСКИХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКИХ СТАНЦИЙ

ских станций. Это важный опыт, способствующий совершенствованию мониторинга ядерных испытаний в будущем.

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ, ЗАРЕГИСТРИРОВАВШИХ ТРИ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЯ

Первый взрыв был произведен в Северной Корее 9 октября 2006 года. Он был зарегистрирован ограниченным числом станций на территории Казахстана [2]. Это станции Акбулак (сейсмическая группа), Восточное, Зеренда и Чкалово большебазовой группы Боровое, станция Курчатова (сейсмическая группа). По сейсмической группе Маканчи обнаружение сигнала было весьма затруднительно на фоне сейсмических помех. На рисунке 2 представлены все полученные записи по вертикальной компоненте. На них отмечено вступление Р-волны.

На рисунке 3 показано местоположение станций, зарегистрировавших это событие.

Как видно из рисунка, станции Казахстана расположены в узком створе азимутов относительно места взрыва. Диапазон азимутов составляет всего 13 градусов. При этом эпицентральные расстояния дос-

точно велики: от 3 700 км до 5 300 км. Рассчитывать на высокую точность при локализации источника при таком расположении станций не приходится. Все записи были обработаны, определены времена вступления сейсмических фаз, а также азимуты на эпицентр. Для определения азимутов использовался F-k анализ. Все результаты определений представлены в таблице 1.

Важным является то, что данные казахстанских станций в реальном времени были переданы в различные международные центры данных. Там были определены параметры этого взрыва по всей системе глобальных наблюдений. Практически во всех центрах были использованы казахстанские данные. Результаты определений приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы, по всему миру это событие в разных сетях было зарегистрировано от 11 до 21 станции, 6 станций зарегистрировали взрыв в Казахстане. Это объясняется малой мощностью взрыва. По сейсмическим данным, магнитуда этого события имеет значение 3,9–4,1. Эквивалентная мощность взрыва составляет менее 1 кТ.

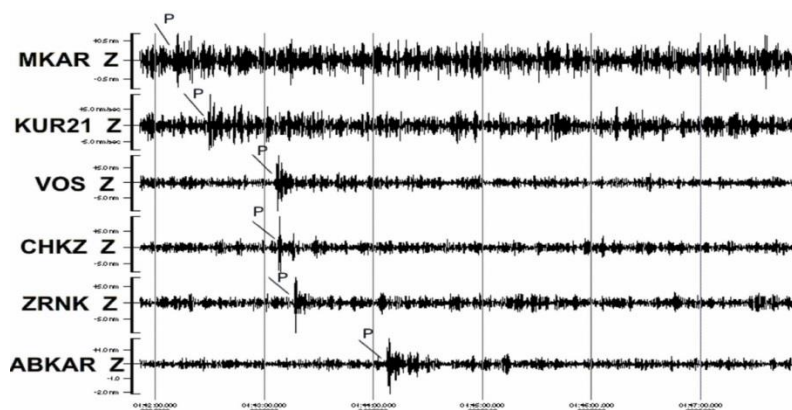


Рисунок 2. Сейсмические записи первого северокорейского ядерного испытания 2006 г. (вертикальные компоненты)

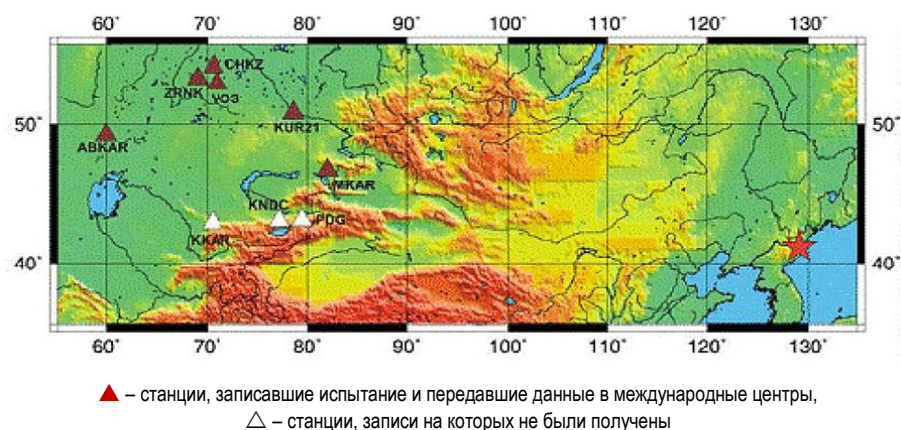


Рисунок 3. Взаимное расположение станций сети НЯЦ РК (треугольники) и эпицентра (★) ядерного испытания в Северной Корее в 2006 г.

**СОПОСТАВЛЕНИЕ ЗАПИСЕЙ ТРЕХ СЕВЕРО-КОРЕЙСКИХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКИХ СТАНЦИЙ**

Второй взрыв был произведен на том же полигоне 25 мая 2009 г. Он был зарегистрирован 9 станциями сети НЯЦ РК (рисунок 4).

Обнаружение его было произведено более уверенно в автоматическом и интерактивном режиме.

На рисунке 5 представлены записи второго взрыва по вертикальным компонентам станций Казахстана.

Были определены кинематические и динамические параметры записей, которые представлены в таблице 3.

Таблица 1. Кинематические и динамические характеристики сейсмических колебаний для первого северокорейского взрыва по данным сейсмических станций сети НЯЦ РК

Станция	Расстояние, км	Азимут, градусы	t _p (чч:мм:сс)	m _b
АВКАР	5310	72.07	01:44:07.2	3.82
СНКЗ	4481	83.42	01:43:07.1	3.87
ВОС	4469	82.56	01:43:05.6	3.95
ЗРНК	4598	81.44	01:43:15.4	3.90
МКАР	3746	82.06	01:42:11.6	3.79
КУР21	3974	85.14	01:42:28.5	3.97

Таблица 2. Параметры северокорейского ядерного взрыва 2006 г. по данным различных сейсмологических центров

Источник	t ₀ (чч:мм:сс)	Широта	Долгота	Кол-во станций	m _b	Станции Казахстана, участвовавшие в обработке
ИОЦ ГС РАН	01:35:26.0	41.35	128.96	11	4.0	МКАР
ИГИ НЯЦ РК	01:35:30.7	41.105	128.518	6	3.9	КУР21, ЗРНК, ВОС, СНКЗ, МКАР, АВКАР
PDE (NEIC)	01:35:27.8	41.294	129.134	20	4.2	СНКЗ, ЗРНК, BRVK
SEL1 (IDC)	01:35:28.3	41.279	129.014	13	4.1	МКАР
REB	01:35:27.6	41.312	129.019	21	4.1	МКАР

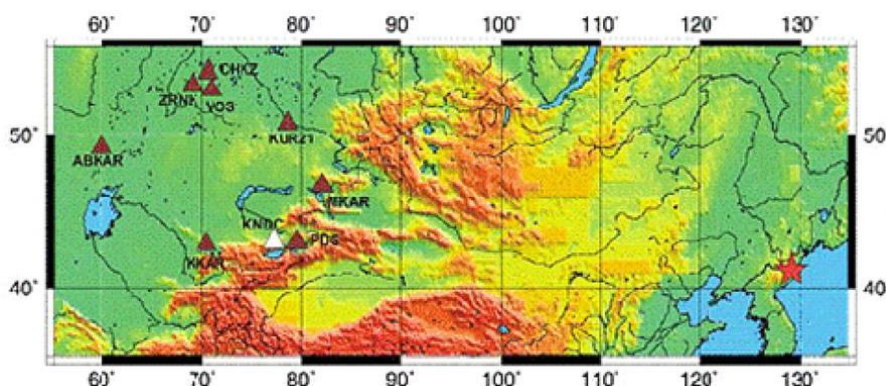


Рисунок 4. Расположение станций РГП ИГИ, зарегистрировавших северокорейский взрыв 2009 г.

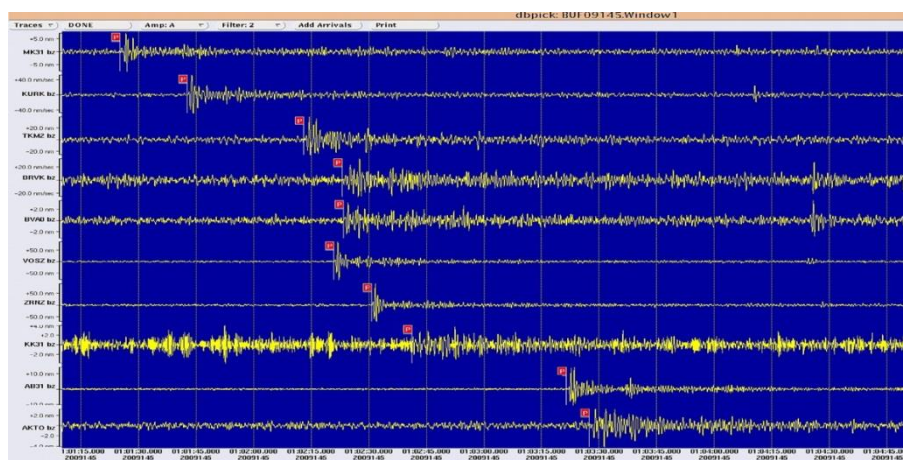


Рисунок 5. Сейсмические записи второго северокорейского взрыва по станциям НЯЦ РК (вертикальные компоненты)

**СОПОСТАВЛЕНИЕ ЗАПИСЕЙ ТРЕХ СЕВЕРО-КОРЕЙСКИХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКИХ СТАНЦИЙ**

Данные казахстанских станций также использовались международными центрами, где были определены координаты и магнитуда этого события. Результаты приведены в таблице 4.

Как видно из таблицы 4, второй взрыв был зарегистрирован гораздо большим количеством сейсмических станций мира (до 126 станций). Это объясняется большей мощностью этого взрыва. Магнитуда, определенная по сейсмическим данным, составила

по бюллетеню REB $m_b=4,5$. Следовательно, она была примерно на 0,4 больше, чем у первого взрыва.

Третий взрыв был произведен 12 февраля 2013 года. Он был зарегистрирован всей сетью станций РГП ИГИ (рисунок 6).

Этот взрыв был хорошо обнаружен, четко выделялось вступление сейсмических волн на фоне помех. На рисунке 7 показана волновая картина сейсмических записей этого события.

Таблица 3. Кинематические и динамические характеристики сейсмических колебаний для второго северокорейского взрыва по данным сейсмических станций НЯЦ РК

Станция	Расстояние, км	Азимут, градусы	tP (чч:мм:сс)	mb
ABKAR	5310	72.097	01:03:21	4,19
VOS	4469	82.587	01:02:21	4,72
ZRNK	4598	81.473	01:02:21	4,71
MKAR	3746	82.069	01:01:25	4,17
KURBB	3974	85.169	01:01:43	3,54
BVAR	4504	82.525	01:02:23	3,35
KKAR	4744	74.200	01:02:41	3,93

Таблица 4. Решения различных центров данных по второму северокорейскому взрыву

Центр данных	Время в очаге, чч,мин.,сек.	Широта, с.ш.	Долгота в.д.	Магнитуда m_b	Кол-во станций	Участие станций ИГИ
NEIC (США)	00.54.43.30	41,306°	129,029°	4,7	75	MKAR,KURK,BRVK
EMSC (Франция)	00.54.44,5	41,31°	128,98°	4,8	126	MKAR,KURK,BRVK
GSRAS (Россия)	00.54.40,9	41,29	129,07	5,0	51	MKAR,KURK,VOSZ, BRVK,ZRN,ABKAR, AKTO
IDC (REB) (Австрия)	00.54.42,8	41,3110°	129,0464°	4,5	59	MKAR, KURK, BVAR,AKTO
KNDC	00.54.43,22	41,3861	129,1386	4,5	9	

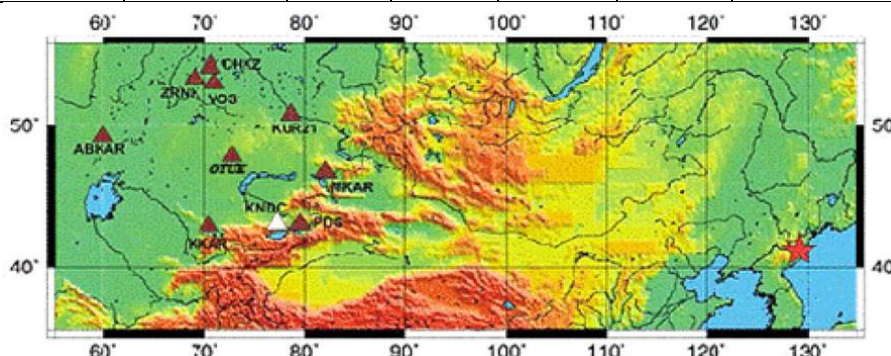


Рисунок 6. Расположение станций РГП ИГИ, зарегистрировавших третий северокорейский взрыв

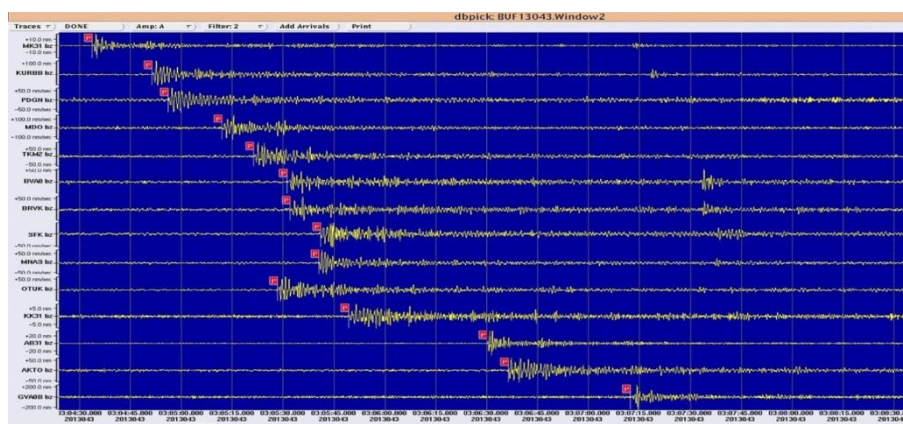


Рисунок 7. Сейсмические записи казахстанских станций северокорейского взрыва 2013 г. (вертикальные компоненты)

**СОПОСТАВЛЕНИЕ ЗАПИСЕЙ ТРЕХ СЕВЕРО-КОРЕЙСКИХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКИХ СТАНЦИЙ**

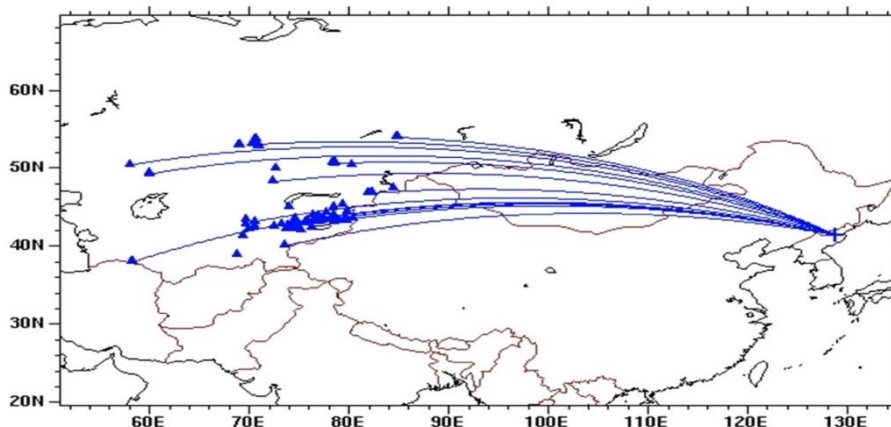


Рисунок 8. Пример локализации эпицентра взрыва в Центре данных

Таблица 5. Результаты оперативной обработки сейсмических записей северокорейского сейсмического события 12 февраля 2013 года

Станция	Расстояние, км	Азимут, градусы	Истинный азимут	t _p (чч:мм:сс)	mb
ABKAR	5310	72.24	72.072	03:06:29.937	4.84
AKTO	5401		71.954	03:06:36.340	4.77
BVAO	4504	82.98	82.491	03:05:31.188	4.48
KKAR	4744	76.87	71.614	03:05:49.375	4.61
KURBB	3974	87.03	85.142	03:04:51.350	5.03
MKAR	3746	89.75	82.060	03:04:33.684	4.67
OTUK	4457		78.179	03:05:28.318	4.63
PDGN	4037		75.767	03:04:56.122	4.79

Таблица 6. Решения различных центров данных по северокорейскому взрыву 2013 г.

Центр данных	Время в очаге, ч., мин., сек.	Широта, с.ш.	Долгота, в.д.	Магнитуда mb	Кол-во станций	Участие станций НЯЦ
NEIC (США)	02:57:51	41.308°	129.076°	5.1	120	MKAR, KURK, BRVK
EMSC (Франция)	02:57:51.0	41.32	128.99	5.0	514	MKAR, KURK, BRVK
GSRAS (Россия)	02:57:49.4	41.31	129.10	5.3	70	MKAR, KURK, VOSZ, BRVK, ZRN, ABKAR, AKTO
IDC (REB) (Австрия)	02:57:50.80	41.3005	129.0652	4.9	96	MKAR, KURK, BVAR, AKTO
KNDC	02:57:53.63	41.4497	128.7741	4,7	14	

Локализация этого взрыва в Центре данных показана на рисунке 8, параметры обработки представлены в Таблице 5.

В таблице 6 приведена информация различных международных центров для третьего северокорейского взрыва. Видно, что количество зарегистрировавших этот взрыв станций было гораздо больше, чем в случае второго взрыва. Например, в EMSC их было 514. Во всех центрах использованы и казахстанские данные. Магнитуда этого взрыва по данным REB составила 4,9, то есть на 0,4 больше, чем для второго взрыва.

**МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ
ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ ПО КАЗАХСТАНСКИМ
СТАНЦИЯМ**

Основой обработки данных является определение азимута на эпицентр с помощью F-k анализа. Его можно использовать только для сейсмических групп. На рисунке 9 показан пример определения азимута по P-волнам на станции Акбулак для тре-

тьего взрыва. Он получился равным 72,45 градуса.

Совместное использование азимутов и времен вступлений позволяет определять координаты эпицентра. Заключительный сейсмический бюллетень для третьего взрыва представлен на рисунке 10. Показаны параметры источника и параметры записей по всем станциям, использованным для обработки.

Для всех трех взрывов значения азимутов, полученные по F-канализу (наблюдаемые азимуты), и истинные азимуты от станции на полигон Пунгери приведены в таблице 7.

Как следует из таблицы, оценки азимутов по отдельным станциям дают систематические отклонения, вызванные спецификой распространения волн по конкретным трассам. Наибольшее отклонение азимута от истинного наблюдается по станции Маканчи (более 7 градусов). Этот факт был ранее отмечен нами при исследовании японского землетрясения 2011 года [3]. Примерно для того же направления мы получили систематическую невязку азимутов и для корейских взрывов, равную 7 градусам.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ЗАПИСЕЙ ТРЕХ СЕВЕРО-КОРЕЙСКИХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКИХ СТАНЦИЙ

Азимут по Маканчи при первом взрыве не учитывался нами при расчете невязки, так как вступление волны Р находилось на фоне сильных помех. Наиболее точный азимут получен по станции Акбулак. Этот результат должен быть учтен в последующих исследованиях и в практике обработки событий из района Северной Кореи.

Далее нами были определены и сравнены значения магнитуд событий для трех взрывов. Поскольку система наблюдений при каждом взрыве была различной, нельзя признать сравнение средних значе-

ний магнитуд по всей сети корректным. Поэтому мы решили использовать следующий подход. Мы сравнивали значения амплитуд, определенные по одной и той же станции, зарегистрировавшей все три взрыва. Среди казахстанских станций таковыми были станция Акбулак и станция Маканчи (рисунок 11).

В таблице 8 приведены все измеренные амплитуды по разным компонентам для трех взрывов.

В таблице 9 приведены все измеренные амплитуды по разным компонентам для трех взрывов.

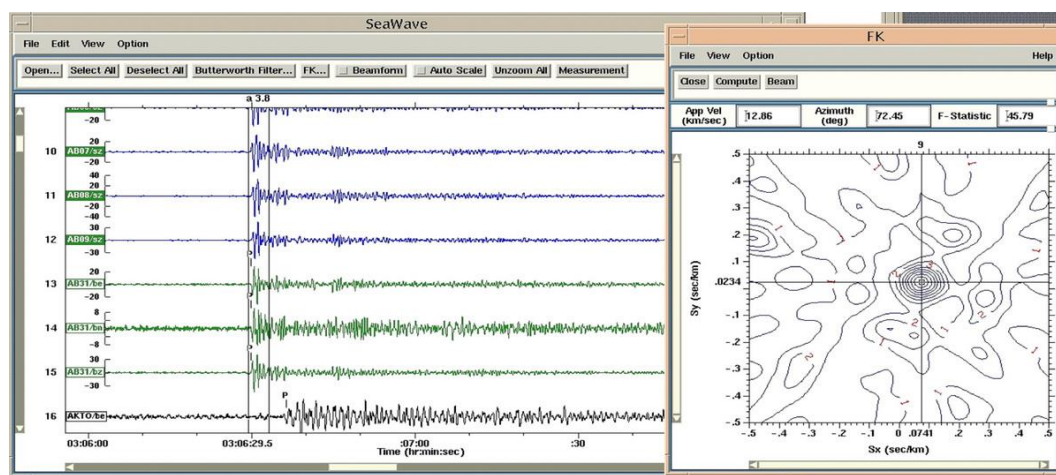


Рисунок 9. Пример использования F-k анализа (слева) и результат локализации эпицентра взрыва (справа) для третьего северокорейского взрыва.

Event	1	NORTH KOREA																		
Date	Time	Err	RMS	Latitude	Longitude	Smaj	Smin	Az	Depth	Err	Ndef	Nsta	Gap	mdist	Mdist	Qual	Author	OrigID		
2013/02/12	02:57:53.63	5.84	0.31	41.4497	128.7741	101.2	35.0	118	0.0	-1.0	14	0	338	31.49	52.93	a 1	uk spep	1		
Magnitudes																				
mb	4.72																			
mpv	-																			
class	-																			
Sta	Dist	EvAz	Phase	Time	TRes	Azim	AzRes	Slow	SRes	Def	SNR	Amp	Per	Qual	mb	mpva	class	ArrID		
BVAO	40.08	307.2	P	03:05:31.188	-0.4	89.3	6.8	10.2	1.9	TA	29.4	6.2	0.85	m	4.48			20717		
KK31	42.25	292.5	P	03:05:49.375	-0.1	69.7	-1.8	9.5	1.3	TA	26.5	11.0	1.15	m	4.61			27937		
AAK	39.62	290.4	P	03:05:27.569	-0.4					T		9.8	0.65	m	4.80			43562		
AB31	47.30	304.0	P	03:06:29.937	0.1					T		8.4	0.55	m	4.84			43563		
AKTO	48.11	306.0	P	03:06:36.340	0.2					T		18.8	1.45	m	4.77			43564		
CYAOB	52.93	291.1	P	03:07:12.347	-0.4					T		10.6	0.60	m	4.94			43566		
KURBB	35.33	302.4	P	03:04:51.350	0.0					T		23.3	0.95	m	5.03			43567		
MK31	33.30	295.2	P	03:04:33.684	-0.0	89.8	7.8	8.3	-0.4	TA		6.2	0.60	m	4.67			43568		
MNAS	41.06	290.9	P	03:05:40.542	0.7					T		9.9	0.80	m	4.72			43569		
OTUK	39.67	299.5	P	03:05:28.318	0.1					T		14.0	1.38	m	4.63			43570		
PDGN	35.92	289.9	P	03:04:56.122	-0.4					T		13.9	0.98	m	4.79			43571		
SFK	41.17	287.0	P	03:05:40.982	0.1					T		11.4	1.24	m	4.59			43572		
TKM2	38.76	290.5	P	03:05:21.333	0.5					T		9.2	0.65	m	4.78			43573		
ZAAOB	31.49	308.4	P	03:04:17.718	-0.0					T		2.9	0.60	m	4.35			43574		

Рисунок 10. Заключительный сейсмический бюллетень КНЦД взрыва 2013 г.

Таблица 7. Сравнение наблюдаемых и истинных азимутов на эпицентр взрывов

Станция	Азимут по F-K			Истинный азимут	δAz
	1 взрыв	2 взрыв	3 взрыв		
ABKAR	72.07	72.26	72.24	72.072	0.118
MKAR		88.76	89.75	82.060	7.195
KURBB	85.14	86.12	87.03	85.14	0.956
BVAR		89.83	82.98	82.491	3.914
KKAR		74.2	76.87	71.614	3.921

**СОПОСТАВЛЕНИЕ ЗАПИСЕЙ ТРЕХ СЕВЕРО-КОРЕЙСКИХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКИХ СТАНЦИЙ**

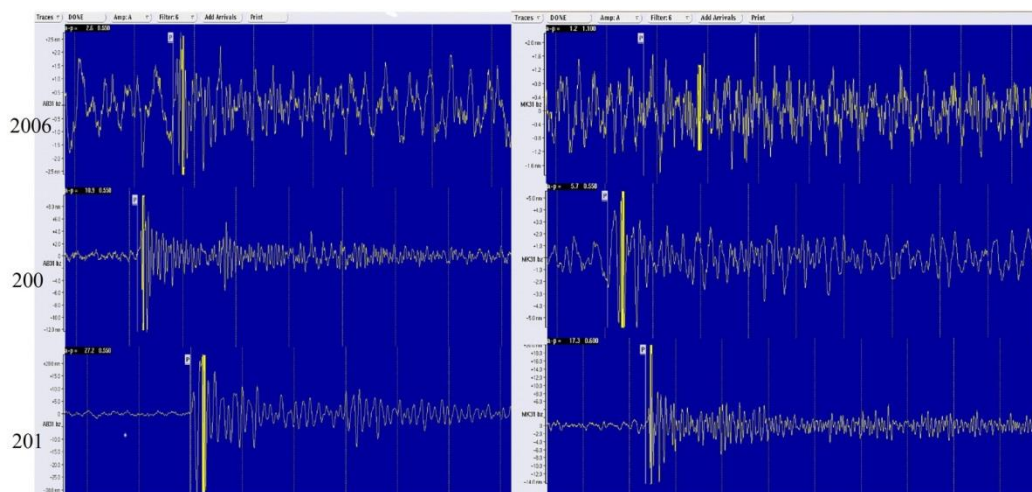


Рисунок 11. Записи всех трех взрывов по станции Акбулак (слева) и Маканчи (справа)

Таблица 8. Сравнение амплитуд колебаний по трем компонентам для трех испытательных взрывов по станциям Акбулак и Маканчи

Станции	1 взрыв, 2006 год			2 взрыв, 2009 год			3 взрыв, 2013 год		
	N, nm	E, nm	Z, nm	N, nm	E, nm	Z, nm	N, nm	E, nm	Z, nm
АВКАР	0.5	0.5	0.8	1.0	2.1	2.1	1.8	6.1	8.4
МКЗ1	0.3	0.1	0.4	1.5	1.4	1.8	1.6	4.0	6.2

Таблица 9. Сравнение амплитуд колебаний по трем компонентам для трех испытательных взрывов по станциям Акбулак и Маканчи

Станции	1 взрыв, 2006 год			2 взрыв, 2009 год			3 взрыв, 2013 год		
	N, nm	E, nm	Z, nm	N, nm	E, nm	Z, nm	N, nm	E, nm	Z, nm
АВКАР	0.5	0.5	0.8	1.0	2.1	2.1	1.8	6.1	8.4
МКЗ1	0.3	0.1	0.4	1.5	1.4	1.8	1.6	4.0	6.2

Даже простое сравнение амплитуд показывает, что каждый последующий взрыв был сильнее предыдущего. Для того, чтобы точно определить магнитуду событий, можно использовать простой прием. Если магнитуда для первого события известна, то определить магнитуду второго и третьего взрыва можно только исходя из соотношения амплитуд. Следует иметь в виду, что при этом расстояние от конкретной станции до источника взрыва оставалось постоянным для всех трех событий. Для оперативного определения магнитуды ядерного взрыва достаточно оценить отношение амплитуд. Формула (1) является общей формулой для определения магнитуд по объемным волнам. Учитывая, что $\Delta = \text{const}$ для трех взрывов, T_1 , T_2 и T_3 также примерно постоянны при одном используемом цифровом фильтре, то

$$\begin{aligned}
 M_1 &= \lg(A_1/T_1) + \sigma(\Delta_1) \quad (1) \\
 M_2 &= \lg(A_2/T_2) + \sigma(\Delta_1) \\
 M_3 &= \lg(A_3/T_3) + \sigma(\Delta_1) \\
 M_2 - M_1 &= \lg(A_2/T_2) - \lg(A_1/T_1) \\
 M_3 - M_2 &= \lg(A_3/T_3) - \lg(A_2/T_2),
 \end{aligned}$$

где: M – магнитуда по объемным волнам,
 A и T – соответственно амплитуда и период смещений в P -волне,

$\sigma(\Delta)$ – значение калибровочной функции на расстоянии Δ .

Цифры 1, 2, 3 – характеризуют первый, второй и третий взрыв.

Магнитуда второго взрыва больше магнитуды первого на 0,622. Если $mb_1=3,9$, то $mb_2=4,5$.

Аналогично получаем, что магнитуда третьего взрыва больше магнитуды второго на 0,4. Следовательно, $mb_3=4,9$.

Далее, определив магнитуду взрыва, можно определить мощность ядерного испытания Y . Для оперативного определения мощности можно использовать соотношение между магнитудой mb и Y . Сложность заключается в том, что подобные соотношения получены для разных условий взрыва (физико-химические свойства пород, их пористость, влагонасыщенность и др. характеристики). Поэтому, использование средней зависимости дает лишь некоторое приближение к истинной эквивалентной мощности взрыва.

В качестве такой формулы мы использовали приведенное в работе [4] для Семипалатинского испытательного полигона (СИП) соотношение:

$$mb=0.72lgY+4.52 \quad (2)$$

По этой формуле мощность первого взрыва менее одной килотонны, второго примерно 1 кТ, у третьего ядерного взрыва мощность равна примерно 3,4 кТ (рисунок 12).

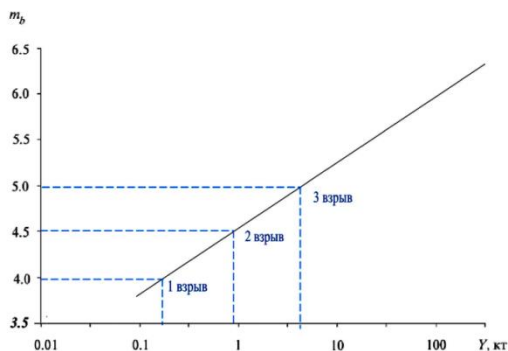


Рисунок 12. Зависимость между магнитудой mb и мощностью взрыва

ЛИТЕРАТУРА

1. 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
2. Михайлова, Н.Н. Северокорейское ядерное испытание 9 октября 2006 г. по данным Казахстанской и глобальной систем мониторинга / Н.Н. Михайлова, И.Н. Соколова // Вестник НЯЦ РК. 2008. – Выпуск 1. – С. 17 – 26.
3. Михайлова, Н.Н., Сейнасинов Н.А. Японское землетрясение 11.03.2011 г. и его афтершоки по записям станций НЯЦ РК / Н.Н. Михайлова, Н.А. Сейнасинов // Вестник НЯЦ РК, 2011. – Вып. С. 154 – 158.
4. Кедров, О.К. Сейсмические методы контроля ядерных испытаний / О.К. Кедров // Москва – Саранск, 2005. Тип. «Красный Октябрь» – С. 248.

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ЖЕЛІСІНІҢ ДЕРЕКТЕРІ БОЙЫНША СОЛТҮСТІК-КОРЕЯЛЫҚ ҮШ ЯДРОЛЫҚ СЫНАҚТАРДЫҢ ЖАЗБАЛАРЫН САЛЫСТЫРУ

Сейнасинов Н.А., Михайлова Н.Н.

Геофизикалық зерттеулер институты РМК, Курчатова, Қазақстан

2006, 2009, 2013 ж.ж. Солтүстік Кореяда жүргізілген үш ядролық сынақтардың Қазақстандық ұлттық деректер орталығында орындалған тіркеу нәтижелерін өңдеуінің әдістемсі мен нәтижелері келтірілген.

COMPARISON OF THREE NORTH KOREAN NUCLEAR EXPLOSIONS RECORDS BY DATA OF KAZAKHSTAN STATIONS

N. Seinassinov, N.N. Mikhailova

Institute of Geophysical Researches, Kurchatov, Kazakhstan

Due to increase of number of States possessing nuclear potential, the task on verifying the CTBT implementation and monitoring of nuclear explosions conducting in the world becomes more urgent. Kazakhstan stations data are used by different International Centers for location and parametrization of a nuclear test. The present work shows methods and processing results obtained by Kazakhstan National Center for three nuclear tests conducted in North Korea in 2006, 2009, 2013.