

УДК 550.34:621.039.9(24)

## СЕВЕРОКОРЕЙСКОЕ ЯДЕРНОЕ ИСПЫТАНИЕ 25 МАЯ 2009 г. ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Михайлова Н.Н.

*Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан*

Станциями НЯЦ РК зарегистрировано второе ядерное испытание, проведенное Северной Кореей 25 мая 2009 г. Приводятся данные, оперативно полученные в Казахстанском национальном центре, и обсуждается использование в Международных центрах результатов регистрации ядерного испытания казахстанскими станциями для локализации эпицентра взрыва и оценки энергетических и магнитудных характеристик.

Первое подземное испытание своего ядерного устройства КНДР провела 9 октября 2006 года [1]. Испытание вызвало осуждение мирового сообщества, что нашло отражение в принятой резолюции Совета Безопасности ООН. Действия Пхеньяна были оценены как "явная угроза международному миру и безопасности". Одно из основных положений резолюции предусматривает запрет на поставку в КНДР любых технологий и материалов, которые могут быть использованы в военных целях, в частности, для обогащения урана. КНДР утверждала, что остается приверженцем «денуклеаризации Корейского полуострова», но пообещала отказаться от ядерных вооружений только после того, как перестанет ощущать угрозу со стороны США. В шестисторонних переговорах по корейскому ядерному урегулированию, которые велись с перерывами, начиная с 2003 г., принимали участие Россия, США, Китай, КНДР, Республика Корея и Япония. 14 апреля 2009 г. КНДР заявила о возобновлении своей ядерной программы и выходе из шестисторонних переговоров о «денуклеаризации Корейского полуострова». Пхеньян также пообещал "в целях самообороны" провести испытания ядерного оружия и межконтинентальной баллистической ракеты. Заявление Пхеньяна прозвучало в ответ на решение Совета Безопасности ООН, осудившего произведенный 5 апреля 2009 г. запуск северокорейской ракеты со спутником. Мировому сообществу стало понятно, что Пхеньян может вновь предпринять попытку проведения нового ядерного испытания.

В Казахстане именно для целей мониторинга ядерных испытаний в последние годы создана сеть сейсмических и инфразвуковых наблюдений. В состав сети входят как станции, построенные в соответствии с Договором о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ОДВЗИ) и входящие в Международную систему мониторинга (МСМ), так и станции, созданные по другим международным договорам и соглашениям [2]. В казахстанский центр данных информация от станций наблюдений поступает по спутниковым каналам, откуда

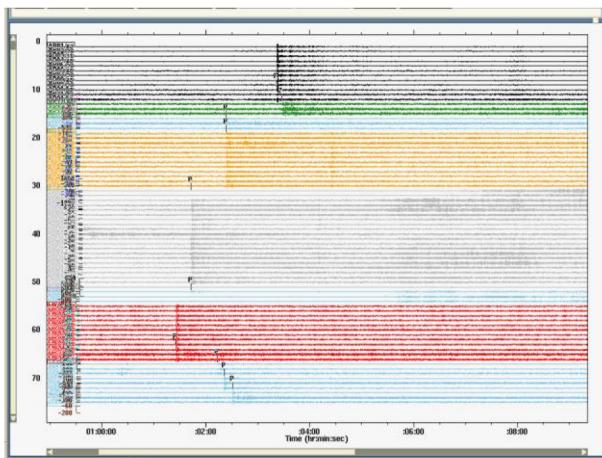
исходные и обработанные данные казахстанских станций непрерывно передаются в международные и национальные центры данных.

25 мая 2009 г. сейсмические станции Казахстана, как и станции, расположенные в других странах, зарегистрировали сейсмическое событие в районе Корейского полуострова. Сразу же после регистрации этого события близрасположенными станциями южнокорейские СМИ сообщили, что на северо-востоке КНДР, неподалеку от города Кильчжу, зафиксировано "искусственное" землетрясение. По данным японского Метеорологического управления, подземный толчок от взрыва имел магнитуду 4.7.

Сигналы от северокорейского события в казахстанском национальном центре данных в г. Алматы были обнаружены в автоматическом режиме, и уже первый их анализ показал, что записи почти всех станций НЯЦ РК оказались очень четкими. На записях безошибочно можно было выделить вступления сейсмических волн от источника, расположенного на территории Северной Кореи. На рисунке 1а показаны сейсмические записи всех регистрируемых компонент на станциях сети НЯЦ РК, а на рисунке 1б – записи только вертикальной составляющей (Z-компоненты). Разными цветами на рисунке 1а показаны записи отдельных сейсмических групп и трехкомпонентных станций, штрихами – выделенные первые вступления P-волн.

При проведении первого северокорейского ядерного испытания 9 октября 2006 г. Центр данных располагал сейсмическими записями, полученными в режиме реального времени не по всем станциям. Например, по станции AS057-Курчатов, которая тогда проходила тестирование после модернизации, данные поступили позднее. В мае 2009 г. в режиме реального времени были получены записи по всем группам и трехкомпонентным станциям НЯЦ РК. На рисунке 2 приведен обзор сейсмограмм, зарегистрированных сейсмической группой AS057-Курчатов.

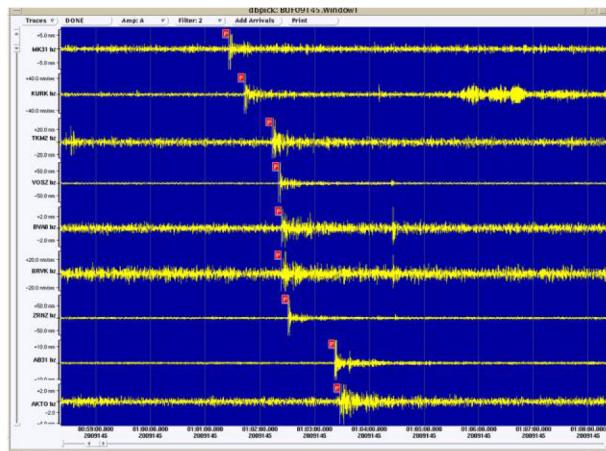
СЕВЕРОКОРЕЙСКОЕ ЯДЕРНОЕ ИСПЫТАНИЕ 25 МАЯ 2009 г. ПО ДАННЫМ КАЗАХСТАНСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА



**a – все компоненты**

Записи станций: — Акбулак (ABKAR); — Актюбинск (AKTO); — Боровое – IRIS (BRVK); — AS057-Боровое (BVAR); — AS058-Курчатов (KURBB); — PS23 - Маканчи (MKAR); — Зеренда (ZRN)

Рисунок 1. Обзорные записи станций НЯЦ РК северокорейского ядерного испытания 25 мая 2009 г.  
(трассы расположены в последовательности удаления станций от источника сигналов)



**б – вертикальная компонента**

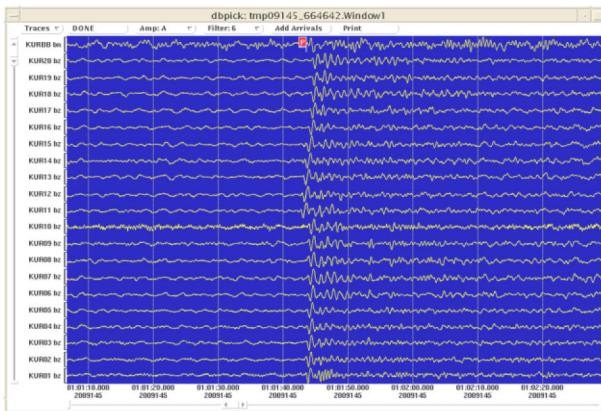


Рисунок 2. Записи северокорейского ядерного испытания 25 мая 2009 г сейсмической группой AS057-Курчатов

В Центре данных ИГИ НЯЦ РК - KNDC (Казахстанский национальный центр данных) в режиме, близком к реальному времени, была проведена обработка всех полученных записей: определены времена вступлений сейсмических фаз (в основном это – Р-волны), по сейсмическим группам определены азимуты на эпицентр, измерены амплитуды и перио-

ды максимальных фаз в Р-волнах. Затем выполнена локализация эпицентра и определена магнитуда события. Оперативные данные, полученные в KNDC, приведены в таблице 1.

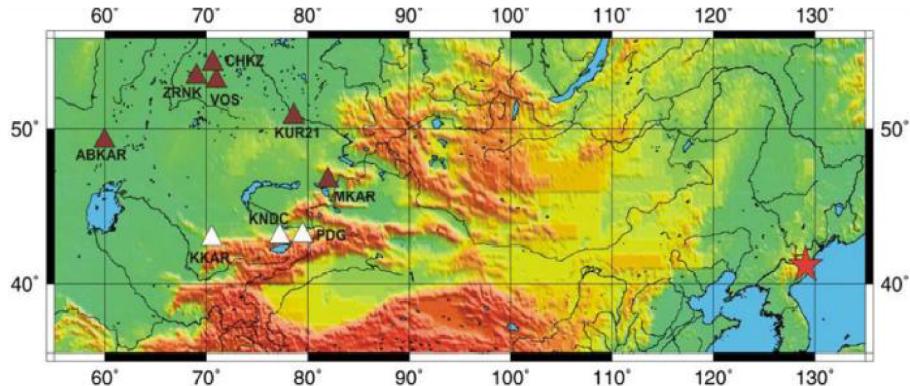
Из таблицы 1 видно, что все станции НЯЦ РК удалены относительно события на расстояния 33,5° – 48,4°, т.е. от 3700 до 5400 км. На рисунке 3 показано расположение казахстанских станций относительно эпицентра взрыва.

На рисунке 3 показаны станции, как хорошо, так и плохо зарегистрировавшие обсуждаемое ядерное испытание. Установлено, что распределение станций хорошо и плохо зарегистрировавших северокорейские взрывы в 2006 г. и 2009 г. оказалось практически одинаковым. В число станций, плохо зарегистрировавших северокорейские испытания, вошли станции Карагату, Подгорное, KNDC, расположенные в пределах горной системы, что позволяет делать вывод о роли трассы распространения волны: под горными системами происходит более сильное затухание сейсмических волн.

Таблица 1. Результаты оперативной обработки сейсмических записей северокорейского взрыва 25 мая 2009 г. в KNDC

Станция	Δ, град	Обратный азимут, град	Фаза	Время вступления (ч., мин., сек.)	Магнитуда, mb	Примечание
MK 31	33,57	295,0	iP	01.01.25,270	4,23	
KURK	35,53	302,7	iP	01.01.42,741	4,66	
KURBB	35,60	302,5	iP	01.01.43,597	-	только N-S канал
TKM 2	39,04	290,7	iP	01.02.13,043	-	Сеть KNET, Киргизия
VOS	40,02	306,8	iP	01.02.20,373	4,73	
BRVK	40,39	307,4	iP	01.02.22,827	4,45	
BVAR	40,33	307,3	iP	01.02.23,376	-	
ZRN	41,17	307,4	iP	01.02.30,658	4,71	
AB 31	47,56	304,1	iP	01.03.21,787	4,54	
AKTO	48,37	306,2	iP	01.03.27,435	-	

Результаты определений 25.05.2009: T=00.54.43.22, широта 41,3861с.ш., долгота 129,1386 в.д., mb=4,55



Белые треугольники – станции, плохо зарегистрировавшие, красные треугольники – станции, отлично зарегистрировавшие ядерное испытание

Рисунок 3. Расположение станций НЯЦ РК (треугольники) и эпицентра ядерного испытания в КНДР (звездочка).

Определение мощности взрывов показало, что второе испытание было более мощным. Это следует как из увеличения количества станций, зарегистрировавших второй взрыв, так и из значений магнитуды. В таблице 2 сравниваются значения магнитуды mb двух взрывов для одних и тех же станций.

Таблица 2. Сравнение значений магнитуды взрывов 9 октября 2006 г. и 25 мая 2009 г.

Станция	Магнитуда, mb		$\Delta$ mb (2009 – 2006)
	2006 г.	2009 г.	
ABKAR	3,82	4,54	0,72
VOS	3,92	4,73	0,78
ZRNK	3,90	4,71	0,81

Видно, что среднее превышение значения магнитуды взрыва 2009 г. по сравнению со взрывом 2006 г., составляет 0,77 единиц mb, т.е. второй взрыв имел магнитуду mb в среднем на 0,77 больше, чем первый. На рисунке 4 для сравнения показаны записи станции Акбулак (ABKAR) двух проведенных северокорейских испытаний.

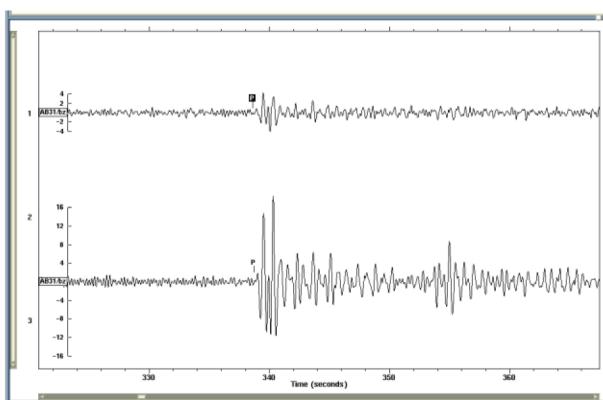


Рисунок 4. Станция Акбулак. Сравнение записей первого и второго ядерных испытаний в КНДР

Из рисунка 4 хорошо видно, что записи взрывов по форме в целом очень похожи, но амплитуда сигнала на записи 25 мая 2009 г. существенно выше амплитуды сигнала в записи 9 октября 2006 г. Их значения

различаются более чем в 4 раза. Расчет мощности второго взрыва в тротиловом эквиваленте дает примерное значение 4 - 7 кТ, что практически совпадает с данными ряда американских источников.

Незамедлительный анализ данных ядерного мониторинга был проведен в различных Центрах данных, как международных, так и национальных. Первые оперативные результаты показали, что эпицентр зарегистрированного события находится в Северной Корее, в непосредственной близости от эпицентра ядерного испытания 9 октября 2006 г., произведенного на полигоне Пунгери. Через 2 часа после взрыва в сообщении официального вещательного органа Северной Кореи было подтверждено, что действительно Северная Корея провела успешное ядерное испытание, что "подземное ядерное испытание – это вклад в защиту суверенитета страны КНДР". Как подчеркивается в материале, испытание "помогло решить научные и технические проблемы, связанные с дальнейшим увеличением мощности ядерного оружия и последовательным развитием атомных технологий". По данным Пхеньяна, «...подземный взрыв был произведен на более высоком, чем прежде, технологическом уровне, с соблюдением всех требований безопасности...»

В таблице 3 приведены данные из бюллетеней разных Центров данных по событию 25 мая 2009 г.

В таблицу 3 включены результаты, полученные Геологической службой США - NEIC (National Event Information Center – Каталог Геологической службы США), Европейским средиземноморским центром данных EMSC, Центром данных Российской геофизической службы (GSRAS), Международным центром данных IDC (ОДВЗЯИ) – REB (Reviewed event bulletin - Каталог Международного центра данных) и казахстанским центром данных KNDC. Первые решения IDC (SEL1, 2, 3 - Standard Event Lists) были готовы в первые часы после взрыва. Окончательный бюллетень REB получен через 2 суток.

Таблица 3. Решения различных центров данных по северокорейскому взрыву

Центр данных	Время в очаге, ч., мин., сек.	Широта (с.ш.)	Долгота (в.д.)	mb	Кол-во станций	Участие станций НЯЦ РК
NEIC	00.54.43,30	41,306°	129,029°	4,7	75	MKAR, KURK, BRVK
EMSC	00.54.44,5	41,31°	128,98°	4,8	126	MKAR, KURK, BRVK
GSRAS	00.54.40,9	41,29	129,07	5,0	51	MKAR, KURK, VOSZ, BRVK, ZRN, ABKAR, AKTO
IDC(SEL3)	00.54.43,10	41,2838°	129,0740	4,5	39	MKAR, KURK, BVAR, AKTO
IDC (REB)	00.54.42,8	41,3110°	129,0464°	4,5 Ms=3,6 Ml=4,3	59	MKAR, KURK, BVAR, AKTO
KNDC	00.54.43,22	41,3861	129,1386	4,5	10	Согласно таблице 1

Как видно из таблицы 3, в решениях разных Центров данных участвовали и станции Казахстана. Сходимость решений, полученных разными организациями, достаточно хорошая. Так, данные о положении эпицентра события отличаются на единицы километров. Решение KNDC, которое априори из-за малого количества станций, лежащих в узком створе азимутов на эпицентр, должно быть хуже, чем в других центрах, но оно оказалось достаточно хорошим. От конечного решения Международного центра данных решение KNDC отличается на 11 км (рисунок 5) и соизмеримо с большой осью эллипса ошибок в решении REB, равной 9,8 км.

Именно совместное использование данных станций, расположенных в разных странах мира, позволяет эффективно осуществлять глобальный сейсмический мониторинг за ядерными взрывами и землетрясениями. Роль казахстанских станций в глобальном мониторинге исключительно важна. Станции Казахстана обладают высокой чувствительностью, по своей эффективности являются одними из лучших в мире по количеству обнаружений и дальности регистрации событий, что в полной мере подтверждено при северокорейском испытании.

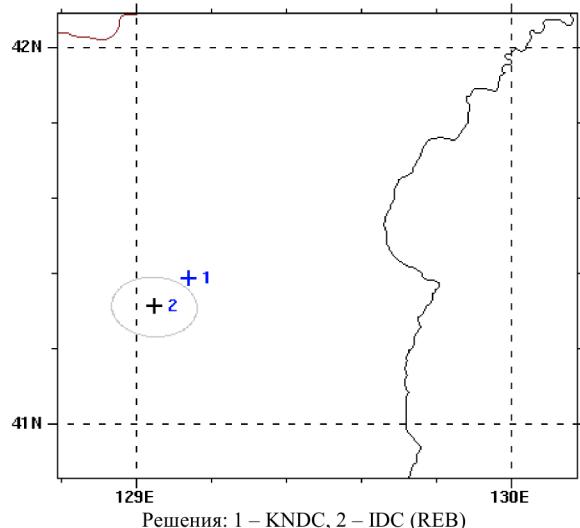


Рисунок 5. Эпицентр второго северокорейского взрыва по данным казахстанского центра данных KNDC и Международного центра данных IDC (с эллипсом ошибок согласно REB)

## ЛИТЕРАТУРА

1. 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. – Вып. 1. – С. 17 – 26.
2. Беляшова, Н. Н. Вместе с Организацией по Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний в поддержку безядерного мира: 12 лет сотрудничества / Н.Н. Беляшова, Н.Н. Михайлова // Вестник НЯЦ РК., 2008. – Вып. 2. – С. 5 – 15.

## МОНИТОРИНГТИҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ ДЕРЕКТЕРІ БОЙЫНША 2009 ж. 25 МАМЫРДАҒЫ СОЛТУСТІК КОРЕЯЛЫҚ ЯДРОЛЫҚ СЫНАУЫ

Михайлова Н.Н.

*ҚР ҰЯО Геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов, Қазақстан*

Мониторинг жүйесінің ҚР ҰЯО станцияларымен 2009 ж. 25 мамырдағы Солтустік Корея өткізген екінші ядролық сынауы тіркелген. Қазақстандық ұлттық орталығында жедел алынған деректері келтірілген және Халықаралық деректер орталықтарында жарылыстың эпиорталығын окшаулау және энергетикалық пен магнитудтық сипаттамаларын бағалау үшін Қазақстандық станцияларымен ядролық сынауын тіркеу нәтижелерін қолдануы талқылануда.

**NORTH KOREAN NUCLEAR TEST IN MAY 25, 2009  
BASED ON KAZAKHSTANI MONITORING NETWORK DATA**

**N.N. Mikhailova**

*Institute of Geophysical Research NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan*

NNC RK stations recorded second nuclear test in North Korea in May 25, 2009. Data obtained by Kazakhstani National Data Center are given; application of recording results of the nuclear explosion in the International Data Centers to localize explosion epicenter and evaluate power and magnitude characteristics is being discussed.