

УДК 550.34.064

НОВАЯ ИНФРАЗВУКОВАЯ ГРУППА МАКАНЧИ И ЕЕ ВОЗМОЖНОСТИ В РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Дубровин В.И., Смирнов А.А.

Институт геофизических исследований Министерства энергетики Республики Казахстан, Курчатов, Казахстан

Описаны результаты изучения возможностей новой инфразвуковой группы Маканчи в регистрации инфразвуковых сигналов от новых, ранее не изученных источников. Приведены первые результаты совместной обработки данных четырех групп: Актюбинск IS31, Курчатов, российской станции Залесово I46 и новой инфразвуковой группы Маканчи.

ВВЕДЕНИЕ

Казахстанская сеть станций мониторинга включает в себя сейсмические и инфразвуковые станции, данные которых собираются в режиме реального времени и затем обрабатываются в г. Алматы в Казахском национальном центре данных (КНЦД) (рисунок 1). На рисунке также представлены сейсмические и инфразвуковые группы казахстанской сети, общее количество станций в сети выше за счет трехкомпонентных станций. Кроме того, показаны российские станции I46RU и PS33, данные которых также обрабатываются в КНЦД.

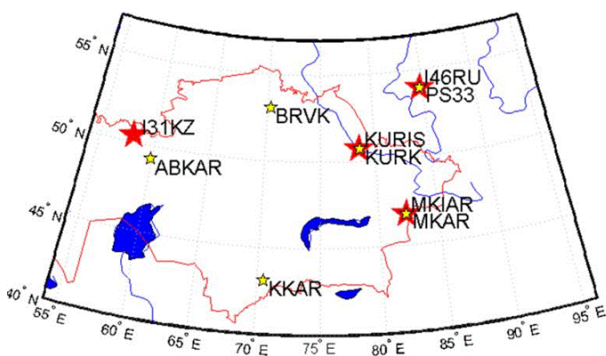


Рисунок 1. Сейсмические и инфразвуковые группы казахстанской сети мониторинга, а также российская сейсмическая группа и инфразвуковая группа Залесово

Институт геофизических исследований (ИГИ) ведет непрерывный инфразвуковой мониторинг. Производится сбор данных с трех инфразвуковых станций - Актюбинск IS31 (станция Международной системы мониторинга), Курчатов (KURIS) и Маканчи (MKIAR), на постоянной основе обрабатываются также данные российской инфразвуковой группы I46RU.

В настоящей работе описаны возможности в регистрации сигналов от различных источников новой инфразвуковой группой Маканчи. Тестирование инфразвуковой группы, показало, что новая станция способна регистрировать в непрерывном режиме и на необходимом качественном уровне акустические сигналы от различных источников.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФРАЗВУКОВОЙ ГРУППЫ МАКАНЧИ

С августа 2016 года запущена в эксплуатацию новая инфразвуковая группа Маканчи (MKIAR). Станция входит состав АФТАС (Центр прикладных технологий военно-воздушных сил). Размещена группа в Урджарском районе Восточно-Казахстанской области в 25 км к востоку от поселка Маканчи (рисунок 1).

Инфразвуковая группа размещена в пределах существующей сейсмической группы Маканчи (MKAR, PS23). Группа состоит из 9 элементов (рисунок 2). Конфигурация инфразвуковой системы представляет собой центральный элемент, окруженный малым кольцом из трех элементов, имеющим диаметр около 100 м, и большим кольцом из пяти элементов, имеющим диаметр около 1 км.

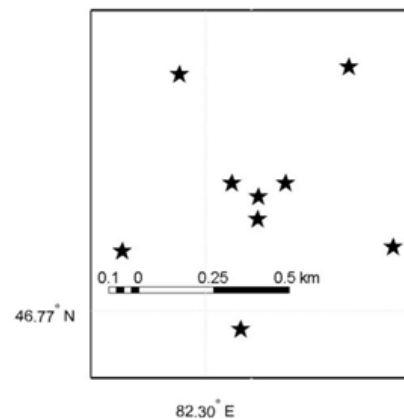


Рисунок 2. Конфигурация инфразвуковой группы Маканчи

В непрерывном режиме станция ведет регистрацию инфразвуковых колебаний. Данные по спутниковому каналу в режиме реального времени передаются в КНЦД (г. Алматы) и в национальный центр данных США (авиабаза Патрик, Флорида, США), где они систематически обрабатываются и анализируются.

МЕТОДИКА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ

Детектирование сигналов в записях станции производится с использованием детектора РМСС. РМСС – это прогрессивная многоканальная корреляция [1]. Главное достоинство метода заключается

в его способности выделять посредством поиска взаимной корреляции между записями разных элементов инфразвуковой или сейсмической группы сигналы, регистрируемые не одним, а несколькими ее элементами. Кроме того, используя этот метод мы можем находить сигналы от постоянно действующих источников. Все данные, регистрируемые станцией изо дня в день, обрабатываются и заносятся в автоматический бюллетень детектирований. Сформированный в результате расчетов бюллетень представляет собой набор строк, расположенных в хронологическом порядке, каждая из которых включает информацию о параметрах (время, азимут, скорость, частота, амплитуда).

Анализ накопленного материала позволяет составить представление об источниках инфразвука, сигналы которых регистрирует станция. На рисунке 3 представлен бюллетень детектирований для станции МКІАR за период с августа 2016 г. по ноябрь 2017 г.

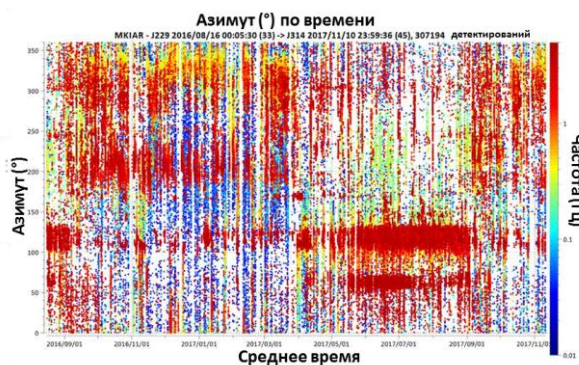


Рисунок 3. Бюллетень детектирований для станции Мақанчи за период с августа 2016 г. по ноябрь 2017 г.

Как видно из рисунка 3, станция МКІАR детектирует множество сигналов. Можно выделить несколько преобладающих азимутов прихода. На рисунке 4 представлено распределение количества сигналов по частотам.

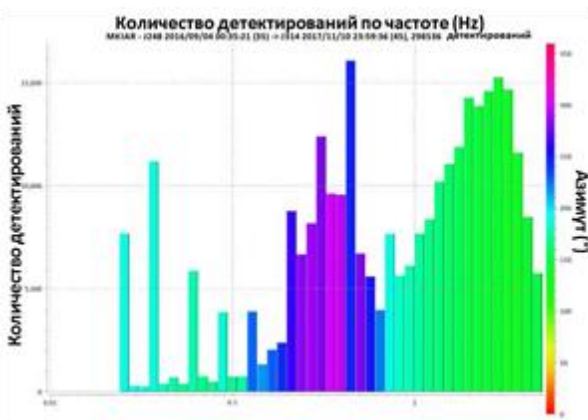


Рисунок 4. Гистограмма частотного распределения сигналов, зарегистрированных станцией Мақанчи за период с августа 2016 г. по ноябрь 2017 г.

Как видно из рисунка 4, все входящие сигналы можно условно распределить на три группы: сигналы в первой группе имеют частоты в полосе 0,02–0,12 Гц, во второй 0,12–0,68 Гц и в третьей 0,68–5,0 Гц. Гистограммы распределения сигналов по азимутам прихода в каждой из этих групп изображены на рисунке 5.



а) для частотных интервалов 0,02–0,12 Гц.



б) для частотных интервалов 0,12–0,68 Гц.



в) для частотных интервалов 0,68–5,0 Гц.

Рисунок 5. Распределение сигналов по азимутам прихода

Сигналы, имеющие частоту 0,02–0,12 Гц, не имеют какого-то преобладающего азимута прихода. Такие сигналы встречаются в практике инфразвуковых наблюдений КНЦД впервые и их природа пока неизвестна и, несомненно, будут изучаться в будущем. Сигналы, имеющие частоту 0,12–0,68 Гц, напротив, имеют четко преобладающий азимут прихода, пода-

вляющее их большинство приходит с северо-запада. Нет никаких сомнений, что это микробаромы, генерирующиеся в северной Атлантике [2]. Самые высокочастотные сигналы, имеющих частоту 0,68–5,0 Гц, приходят из целого ряда преобладающих направлений. На рисунке 6 гистограмма распределения азимутов прихода высокочастотной группы вынесена на космический снимок Google Earth. Самое большое количество сигналов в этой группе приходит с юго-востока. Природа этих сигналов пока неизвестна. Наиболее вероятная гипотеза их происхождения – какая-то индустриальная активность в КНР. Самое большое количество сигналов имеет азимут прихода около 110° и 130°. В направлении 120° находится город Карамай, возможно сигналы генерируются при сжигании попутного газа на месторождениях вблизи этого города. На гистограмме распределения сигналов по азимутам прихода имеется как минимум три меньших четко выраженных пика. Анализ космического снимка показывает, что каждому из этих пиков соответствует относительно недалеко расположенная горная система с мощными ледниками. Например, пик с азимутом 200° соответствует массиву горы Женгиш Чокосу, старое название пик Победы. Это высочайшая вершина Тянь-Шаня, вблизи нее расположен шестой в мире по длине из неполярных ледников – Южный Иньльчек. Таким образом, с большой степенью уверенности можно сказать, что сигналы, соответствующие этим трем пикам – это инфразвуковые сигналы от ледовых землетрясений на высокогорных ледниках. Сейсмические сигналы от этих источников уверенно регистрируются сейсмической группой MKAR, установленной в том же месте, что и инфразвуковая группа MKIAR [3].

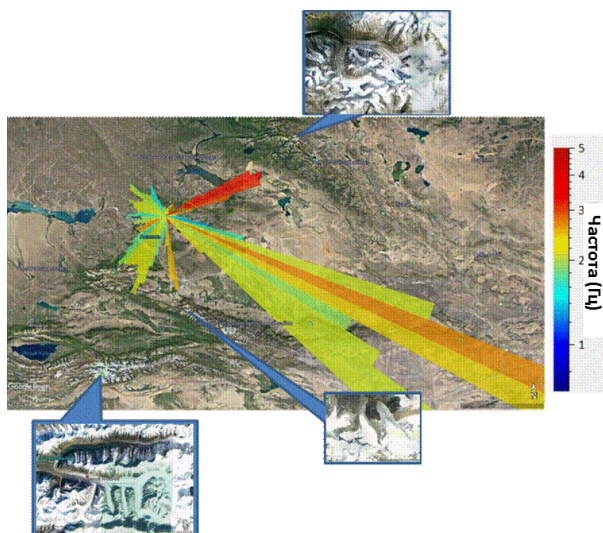


Рисунок 6. Гистограмма распределения сигналов по азимутам прихода на космическом снимке. Частота сигналов 0,68–5,0 Гц

МЕТОДИКА ЛОКАЛИЗАЦИИ СОБЫТИЙ

Локализация инфразвуковых событий производится с использованием ПМО «Locinfra» [1]. Этот пакет программ был передан в КНЦД комиссариатом атомной энергии Франции в конце 2013 г. ПМО было адаптировано на основе пакета Netinfra, используемого для локализации инфразвуковых событий во французском НЦД. Методология обработки данных сети инфразвуковых станций описана в [2]. Бюллетени, полученные с использованием детектора РМСС, сначала очищаются от детектированных местных сигналов, постоянно действующих и не представляющих интереса источников. Затем производится расчёт всех физически возможных эпицентров. Производится разрешение конфликтных ситуаций, т. к. одному детектированию может соответствовать более одного возможного эпицентра. Разрешение конфликтов производится путем расчёта рейтинга для каждого предварительно полученного решения.

Количество детектирований, сделанных каждой из инфразвуковых станций казахстанской сети мониторинга и российской группой I46RU за период с августа 2016 г. по ноябрь 2017 г. (рисунок 7), показывает, что MKIAR практически не уступает IS31 и значительно превосходит по количеству зарегистрированных сигналов станции IS46 и KURIS, имеющие меньшее количество элементов.

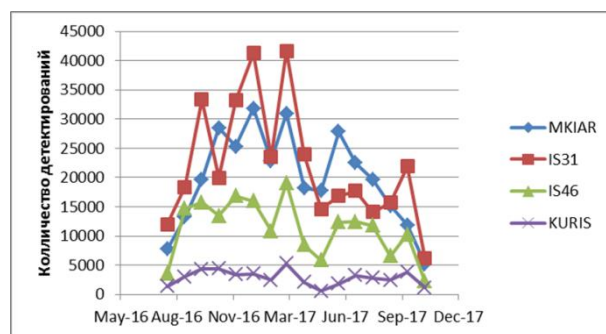


Рисунок 7. Количество детектирований, сделанных каждой из инфразвуковых станций казахстанской сети мониторинга и российской группой Залесово за период с августа 2016 г. по ноябрь 2017 г.

Поэтому очевидно, что использование записей этой станции для локализации событий значительно увеличило общее количество локализованных событий (рисунок 8).

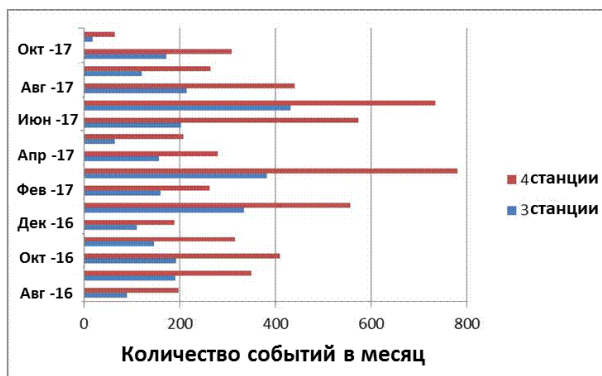


Рисунок 8. Количество событий, регистрируемых ежемесячно сетью ■ из трех станций (Актюбинск, Залесово и Курчатов), и сетью ■ из четырех станций (Актюбинск, Залесово, Курчатов и Маканчи)

ЛИТЕРАТУРА

1. Le Pichon, A. Analyzing the detection capability of infrasound arrays in Central Europe / A. Le Pichon, J. Vergoz, P. Herry, L. Ceranna // Journal of Geophysical Research. 2008. Vol. 113. D12115, doi:10.1029/2007JD009509.
2. Смирнов, А.А. Объяснение природы источников когерентных низкочастотных сигналов, регистрируемых мониторинговой сетью НЯЦ РК / А.А. Смирнов, В.И. Дубровин / Вестник НЯЦ РК. – 2010. – Вып. 3. – С. 76–81.
3. Михайлова, Н. Н. Ледниковые землетрясения Центрального Тянь-Шаня / Н.Н Михайлова, И.И. Комаров / Вестник НЯЦ РК. – 2009. – Вып. 3. – С. 120–126.

ЖАҢА МАҚАНШЫ ИНФРАДЫБЫСТЫҚ ТОБЫ ЖӘНЕ ӘР КӨЗДЕРІНЕН СИГНАЛДАРДЫ ТІРКЕУІНДЕ ОНЫҢ МҮМКІНШІЛІКТЕРІ

В.И. Дубровин, А.А. Смирнов

Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігінің Геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов, Қазақстан

Жаңа, бұрын зерделенбеген көздерінен инфрадыбыстық сигналдарды тіркеуінде жаңа Мақаншы инфрадыбыстық тобының мүмкіншіліктерін зерделеу нәтижелері сипатталған. Төрт топтың: Ақтөбе IS31, курчатов, Залесово 146 ресей станциясы және жаңа Мақанлы инфрадыбыстық тобы дерктерін бірлескен өңдеудің бірінші нәтижелері келтірілген.

NEW INFRASOUND ARRAY MAKANCHI AND ITS CAPACITIES IN RECORDING THE SIGNALS FROM VARIOUS SOURCES

V.I. Dubrovin, A.A. Smirnov

Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan, Kurchatov, Kazakhstan

The paper describes the results of studying the capacities of the new infrasound array Makanchi in recording infrasound signals from new sources that have not been studied earlier. The first results are presented for a cooperative data processing from the four arrays: Aktyubinsk IS31, Kurchatov, Russian station Zalesovo I46 and new infrasound array Makanchi.