

УДК [534.6+550.388](574.13)

## НОВАЯ ИНФРАЗВУКОВАЯ СТАНЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА В КАЗАХСТАНЕ IS31 «АКТЮБИНСК»

Демин В.Н., Кунаков В.Г., Смирнов А.А.

Институт геофизических исследований НЯЦ РК

В соответствии с ДВЗЯИ создается международная система мониторинга. Инфразвуковая станция, недавно построенная вблизи г. Актюбинска, является элементом этой системы. В статье описана конструкция станции, приведены примеры сигналов, зарегистрированных ею.

### ВВЕДЕНИЕ

Согласно Протоколу к Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ) Международная система мониторинга (МСМ) включает, наряду с сейсмическими, гидроакустическими и радионуклидными станциями, размещенными по всей территории земного шара, 60 инфразвуковых станций (Рис.1) [1].

В инфразвуковой группе для регистрации инфразвуковых колебаний в качестве датчиков используют микробарографы, которые позволяют обнаруживать низкочастотные колебания давления воздуха в атмо-

сфере, вызванные естественными и антропогенными явлениями. Наблюдения ведутся обычно в диапазоне частот от долей Герца до десятков Герц. Международный центр данных в Вене (МЦД) использует эти инфразвуковые данные для локализации и идентификации техногенных явлений, таких как взрывы, в первую очередь, связанные с ядерными испытаниями, запуски ракет и сверхзвуковых самолетов, попадающий в плотные слои атмосферы и сгорающий в ней космический мусор, а также природных явлений, таких как падение метеоритов, извержения вулканов, метеорологические события [2].

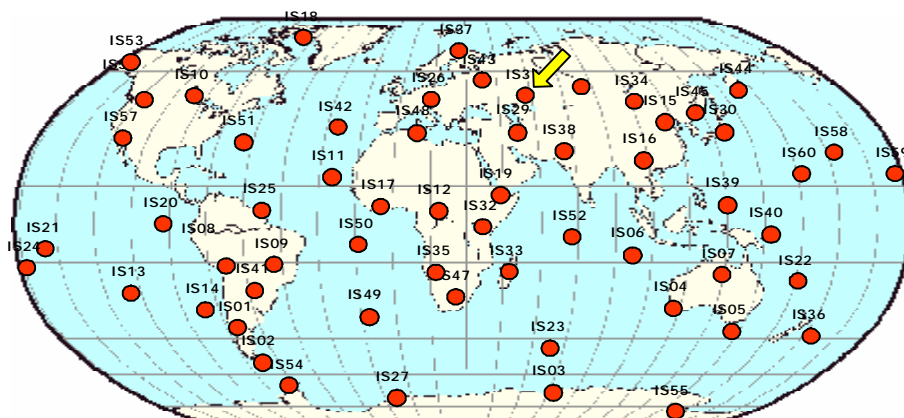


Рисунок 1. Инфразвуковая сеть Международной системы мониторинга

Одной из станций этой системы мониторинга является инфразвуковая группа IS31 «Актюбинск». Она расположена на северо-западе Казахстана вблизи г. Актобе (Рис. 2). Сооружение станции было завершено в 2001 г. Первые данные были зарегистрированы в октябре 2001 г.

В плане инфразвуковая группа IS31 «Актюбинск» представляет собой треугольник, образованный низкочастотными элементами L2 – L4, со стороной 2 км и с центральной точкой, окруженной дополнительной высокочастотной группой элементов, выполненной в виде квадрата со стороной около 200 м (Рис. 3).

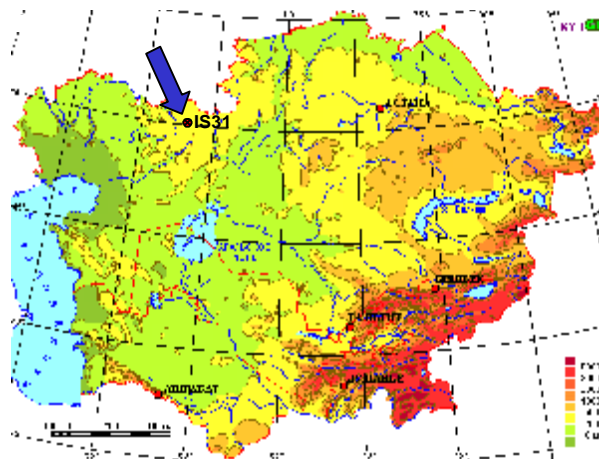


Рисунок 2. Географическое положение инфразвуковой группы IS31 «Актюбинск»

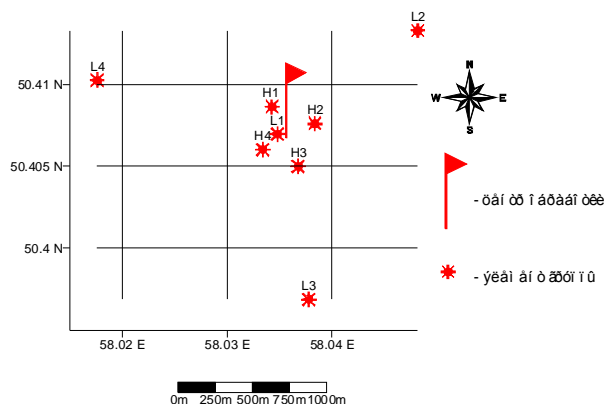
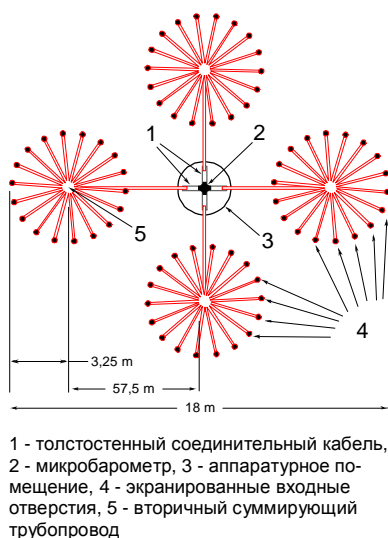


Рисунок 3. Схема расположения элементов инфразвуковой группы IS31

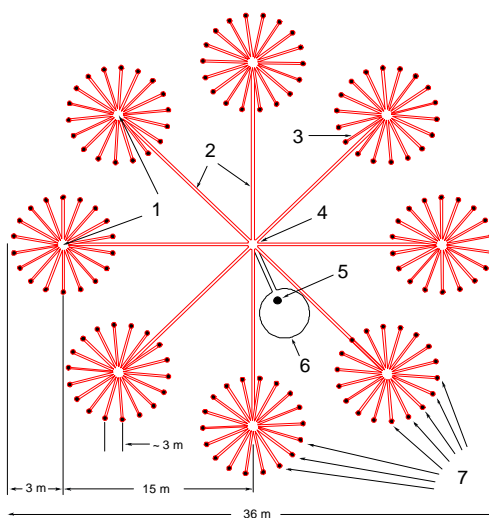
### АППАРАТУРНОЕ ОСНАЩЕНИЕ

Основными устройствами, регистрирующими инфразвуковые колебания, является система микробарометров. На станции используется 8 микробарометров MB 2000, по одному на каждый элемент. Общеизвестно, что изучение акустических сигналов в атмосфере требует подавления шума, вызываемого турбулентностью атмосферы. Для того чтобы избавиться от высокочастотного шума в точке приема, вызываемого различными источниками, например, ветром, применяют метод интегрирования акустической энергии сигнала по площади. При этом, некоординированный в пространстве высокочастотный шум подавится, в отличие от коррелированного низкочастотного сигнала. Соответственно увеличится отношение сигнал/шум. Система шумоподавления



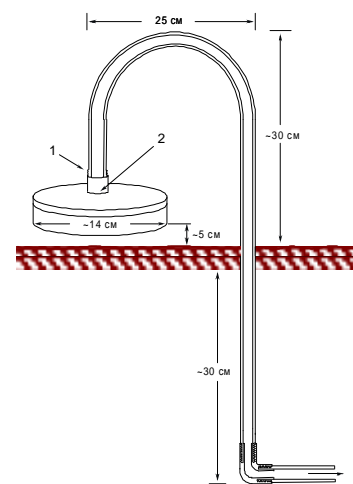
1 - толстостенный соединительный кабель, 2 - микробарометр, 3 - аппаратное помещение, 4 - экранированные входные отверстия, 5 - вторичный суммирующий трубопровод

Рисунок 4. Конструкция устройства шумоподавления высокочастотных каналов



1 - вторичный суммирующий трубопровод, 2 - нержавеющая металлическая труба диаметром 19-24 мм, 3 - нержавеющая металлическая труба диаметром 13-16 мм, 4 - первичный суммирующий трубопровод, 5 - микробарометр, 6 - аппаратное помещение, 7 - экранированные входные отверстия

Рисунок 5. Конструкция устройства шумоподавления низкочастотных каналов



1 - резьбовое соединение, 2 - экранированный вход

Рисунок 6. Конструкция входного отверстия элемента группы

установлена на каждом из узлов. Применяются по-мехоподавляющие устройства двух типов. На рисунке 4 изображена система шумоподавления высокочастотных каналов (H), на рисунке 5 – система шумоподавления низкочастотных каналов (L). Конструкция отдельного входного отверстия элемента группы представлена на рисунке 6 [3].

Эффективность работы применяемых устройств проиллюстрирована на рисунке 7 [3]. Очевидно уменьшение плотности энергии, особенно в относительно высокочастотной области, соответствующей ветровым помехам.

На станции IS31 «Актюбинск» сигнал с выхода микробарометра подается на 24-битный одноканальный АЦП с аутентификатором фирмы Aubrac. Все процессы АЦП синхронизируются со службой точного времени. Для этого используются возможности системы глобального позиционирования (GPS). При обработке инфразвуковых данных очень важна информация о местных погодных условиях. Для непрерывного получения метеоданных, таких как, направление и скорость ветра, температура воздуха и атмосферное давление, вблизи инфразвукового датчика элемента L1 установлена метеостанция. Данные всех узлов IS31 «Актюбинск» по телеметрическим каналам поступают в блоки сбора информации Vergors, где они проверяются, сортируются и сжимаются. В настоящее время информация каналов H и L поступает на два отдельных блока. С блоков Vergors данные по локальной сети пересылаются на центральный процессор.

Под управлением пакета программ Opales/Cristal (для Windows NT) на центральном процессоре формируются кадры данных в формате CD1, которые затем через спутниковый канал отправляются в Международный центр данных. Кроме того, на центральном пункте исходные данные архивируются в формате ONYX.

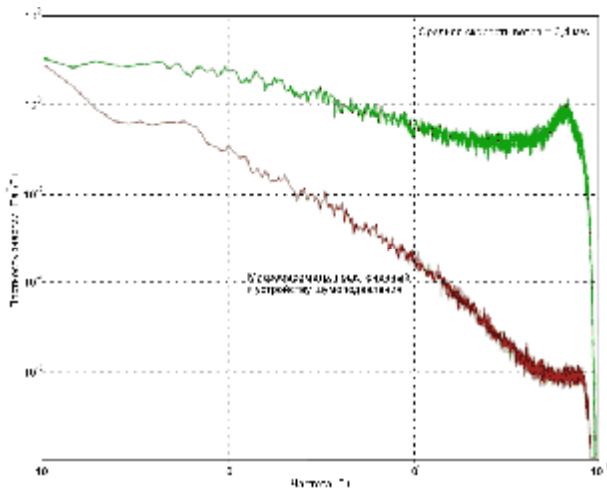


Рисунок 7. Частотные характеристики системы микробарометра с шумоподавлением (красная кривая) и без него (зеленая кривая)

Данные могут быть визуализированы и проанализированы в интерактивном режиме на месте. Для последующей детальной обработки информации используется архив записей в форматах CD1 и ONYX.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ**

В 2001 – 2002 гг. инфразвуковая группа эксплуатировалась в режиме тестирования, которое позволило выявить некоторые недоучтенные особенности, связанные с климатом северного Казахстана. В зимнее время доступ к оборудованию и передвижение между элементами группы оказались затрудненными из-за выпадения большого количества снега (Рис. 8). Оледенение сенсоров датчика скорости/направления ветра приводило к отказам в работе этого узла метеостанции. Предполагается заменить датчик другим, более пригодным к работе в зимних условиях. Весной в результате таяния снега произошло затопление элементов группы (Рис. 9). Для борьбы с такими явлениями шумоподавляющую систему предполагается разместить на насыпи из гравия. В процессе эксплуатации инфразвуковой группы была обнаружена также недостаточная эффективность системы подавления ветровых помех. Для решения этой проблемы решено установить дополнительные антирезонансные устройства.



Рисунок 8. Особенности эксплуатации станции в зимнее время



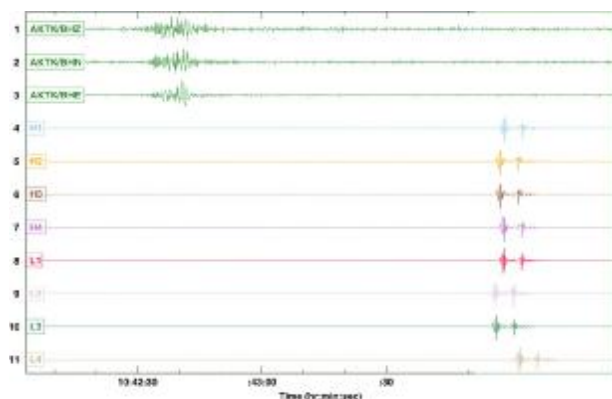
Рисунок 9. Особенности эксплуатации станции в весеннее время

**ИНФРАЗВУКОВЫЕ ДАННЫЕ**

Исходные данные группы IS31 «Актюбинск» получены и накапливаются с осени 2001 г. За время тестирования группы удалось зарегистрировать значительное число местных и удаленных событий. На рисунках 10 и 11 приведены примеры записи инфразвуковых сигналов, полученных инфразвуковой группой. Частота дискретизации сигнала – 20 Гц. Для визуализации и обработки взяты данные, хра-

нящиеся на станции в формате ONYX. После преобразования в формат GSE эти данные были обработаны пакетом GeoTool в Центре данных в г. Алматы. На рисунке 10 приведены записи карьерных взрывов. Азимут, оцененный по временам вступления инфразвуковой волны на разных элементах группы, хорошо совпал с известным азимутом на карьер вблизи г. Хромтау, где произведен взрыв. Примерно за 1.5 минуты до инфразвуковых сигналов на запи-

сях сейсмической станции «Актюбинск» НЯЦ РК, расположенной вблизи инфразвуковой группы IS31 «Актюбинск», четко выделяется сигнал от этого же источника. Оценка расстояния, произведенная по разности времен вступления продольных и поперечных сейсмических волн, свидетельствует о том, что источник действительно располагался в районе названного карьера.



Верхние три канала – сейсмические, остальные – инфразвуковые

Рисунок 10. Записи сигналов от карьерных взрывов

На рисунке 11 приведена запись инфразвукового сигнала, полученная через 30 минут после запуска ракеты (Циклон М на космодроме «Байконур»). Оценка азимута события по вступлению инфразвукового сигнала и характерная форма сигнала с большой вероятностью позволяют предположить, что источником зарегистрированного сигнала является инфразвук, генерированный при запуске ракеты «Циклон М».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Alberto Veloso and Staff of the IMS-Infrasound Section. Progress on the Establishment of the CTBT IMS-Infrasound Network. // Infrasound Technology Workshop. Kailua-Kona, Hawaii, November 2001
2. The Global Verification Regime and the International Monitoring System ISBN 92-95021-06-1 / Preparatory Commission for the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO), 2001
3. Douglas Christie, Paola Campus and André Langlois. Wind – noise reducing pipe arrays for IMS infrasound stations. // Infrasound Technology Workshop. Kailua-Kona, Hawaii, November 2001

### ЯСБТК ХАЛЫҚАРАЛЫҚ МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖАҢА ИНФРАДЫБЫСТЫҚ IS31 «АҚТӨБЕ» СТАНЦИЯСЫ

В.Н. Демин, В.Г. Кунаков, А.А. Смирнов

ҚР ҰЯО Геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов қ.

ЯСБТК сәйкес халықаралық мониторинг жүйесі құрылып келеді. Ақтөбе қ. жанында құрылған инфрадыбыстық станция сол жүйенің элементі болып табылады. Мақалада станцияның конструкциясы сипатталады, онымен тіркелген сигналдардың үлгілері келтіріледі.

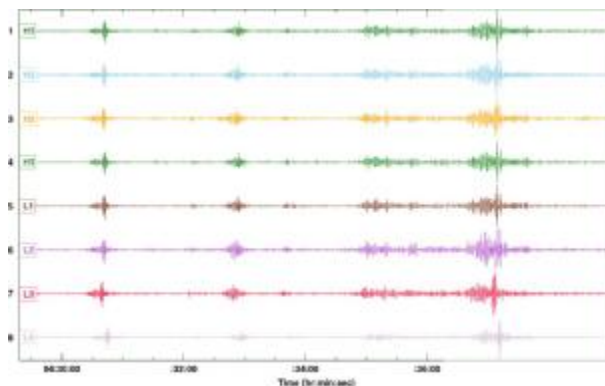


Рисунок 11. Запись, предположительного запуска космического аппарата (ракета-носитель «Циклон М», Байконур)

#### РЕЗЮМЕ

Эксплуатация новой инфразвуковой группы IS31 «Актюбинск» в режиме тестирования на первом этапе выявила ряд особенностей, обусловленных местными климатическими условиями. Выработаны рекомендации по устранению их негативного влияния.

Установлено, что инфразвуковая группа регистрирует множество сигналов, что свидетельствует о том, что она, безусловно, будет полезна для решения основной задачи - мониторинга ядерных испытаний.

Полученные примеры записей сигналов свидетельствуют о том, что информация, регистрируемая станцией, может быть использована для локализации и идентификации техногенных событий, таких как, например, запуски космических аппаратов, карьерные взрывы и др.

**NEW INFRASOUND STATION IS31 AKTYUBINSK  
OF THE CTBT INTERNATIONAL MONITORING SYSTEM**

**V.N. Demin, V.G. Kunakov, A.A. Smirnov**

*Institute of Geophysical Research of NNC RK, Kurchatov*

In compliance with the CTBT, the International Monitoring System is established. The infrasound station, recently constructed nearby Aktyubinsk City, is an element of this system. The construction of the station, examples of signals recorded by it are given in the article.