

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГРУППЫ ФАКЕЛОВ СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО ГАЗА КАК УНИКАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ИНФРАЗВУКА ПО ДАННЫМ СТАНЦИИ IS31-АКТЮБИНСК

¹⁾Смирнов А.А., ²⁾Дубровин В.И

¹⁾*Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан*

²⁾*Национальный технический университет, Алматы, Казахстан*

С использованием десятимесячных наблюдений, зарегистрированных инфразвуковой станцией IS31-Актюбинск, установлена корреляция между регистрируемыми инфразвуковыми сигналами и режимом работы факелов сжигания попутного газа на месторождении Жанажол, расположенном на расстоянии 235 км к югу от станции. Полученный результат важен для распознавания инфразвуковых событий при составлении бюллетеня.

В мировой практике обработки данных, регистрируемых инфразвуковыми группами, стали широко применять метод РМСС (Progressive Multi-Channel Correlation, Прогрессивной многоканальной корреляции). С марта 2005 г. данные инфразвуковой станции IS31-Актюбинск, входящей в международную систему мониторинга и расположенной в Западном Казахстане, поступают в Центр данных (г. Алматы) и также автоматически обрабатываются с использованием метода РМСС. Результаты представляются в форме бюллетеня инфразвуковых событий. Анализ распределения обнаруженных инфразвуковых событий по направлениям прихода сигналов позволил установить, что в районе расположения станции IS31-Актюбинск существует ряд постоянно действующих источников инфразвука (рисунок 1). Большинство из них являются карьерными взрывами, что подтверждено корреляцией инфразвуковых данных с сейсмическими, зарегистрированными сейсмическими станциям, расположенным в данном районе.

Использование космоснимков позволило установить следующие районы проведения взрывов, что соответствовало большей части азимутов прихода сигналов (рисунок 1):

- I – карьеры рудника Кемпирсай;
- II – два карьера;
- III – карьеры рудника Никельтау;
- IV – рудники Хромтау;
- V – поселок Алга.

Только для азимутов в секторах 185 – 190 и 285 - 335 град не обнаружено соответствующих карьеров, хотя по этим направлениям приходит подавляющее большинство инфразвуковых сигналов. Сигналы этих секторов имеют необычно большую длительность, регистрируется при благоприятных погодных условиях непрерывно в любое время суток, в любой день недели и года. Детальный анализ космоснимков показал, что в направлении 190 град на расстоянии 235 км от станции расположено нефтегазовое месторождение Жанажол (рисунок 2).

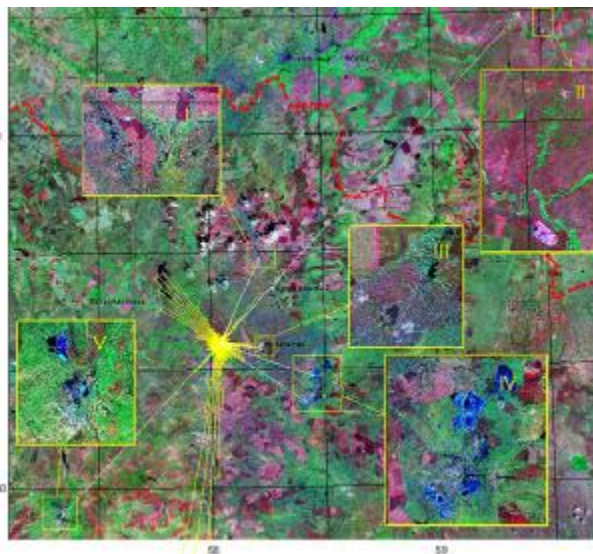


Рисунок 1. Сопоставление гистограммы азимутального распределения событий, регистрируемых IS31-Актюбинск



Рисунок 2. Факелы сжигания попутного газа на месторождении Жанажол. Снимок из космоса

с космическим снимком района расположения станции

В процессе добычи нефти на месторождении сжигается огромное количество попутного газа, что неизбежно должно приводить к генерации инфразвука. Сопоставление гистограммы азимутального распределения зарегистрированных за год событий с картой газовых месторождений западного Казахстана (рисунок 3) показало, что и второй веер максимумов в секторе 285 – 335 град соответствует направлению на оренбургскую группу газовых месторождений и месторождение Карачаганак.

Таким образом, предположение, что источником инфразвука могут являться факелы сжигания газа на нефтяных и газовых месторождениях, получило еще одно косвенное подтверждение. Была предпринята попытка локализовать источники с использованием данных сейсмической группы Акбулак по сейсмическим или обмены волнам в направлении от станции на месторождение Жанажол. Однако эта попытка не увенчалась успехом из-за незначительного сейсмического эффекта источника. Была изучена связь между какими-либо изменениями в режиме работы факелов и параметрами регистрируемых сигналов. Из [4], стало известно, что 5 октября 2005 г. был запущен в эксплуатацию новый газопровод Жанажол – КС-13. По сообщениям прессы ввод газопровода в эксплуатацию должен был привести к уменьшению объема сжигаемого попутного газа, что, в свою очередь, должно было привести к снижению общей мощности сжигаемого газа. Анализ амплитуд сигналов с 30 сентября по 10 октября 2005 г. показал, что с 5 октября дневные максимумы амплитуды регистрируемых сигналов упали почти вдвое (рисунок 4).

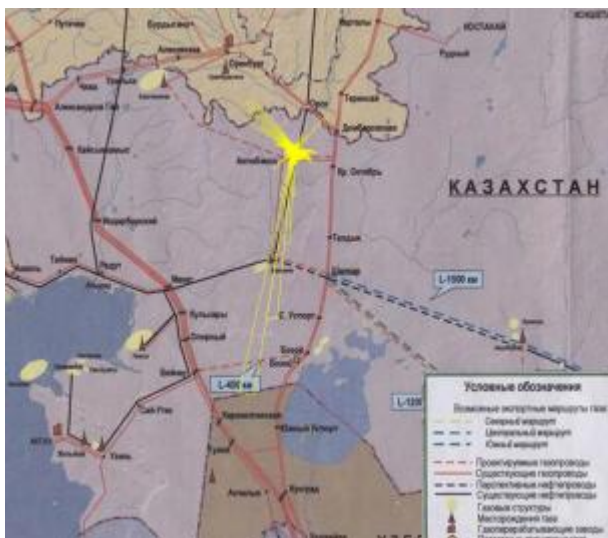


Рисунок 3. Сопоставление гистограммы азимутального распределения событий с картой газовых месторождений региона

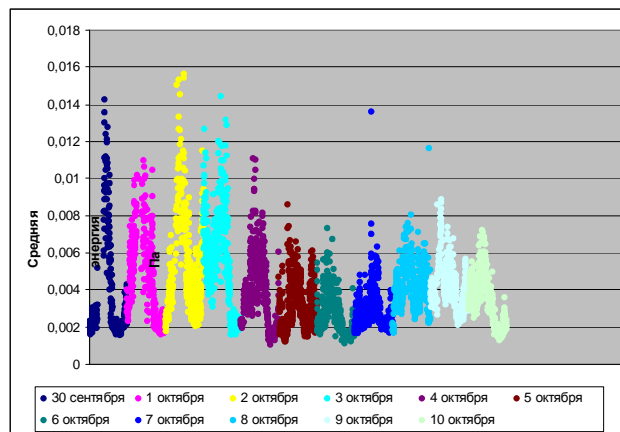
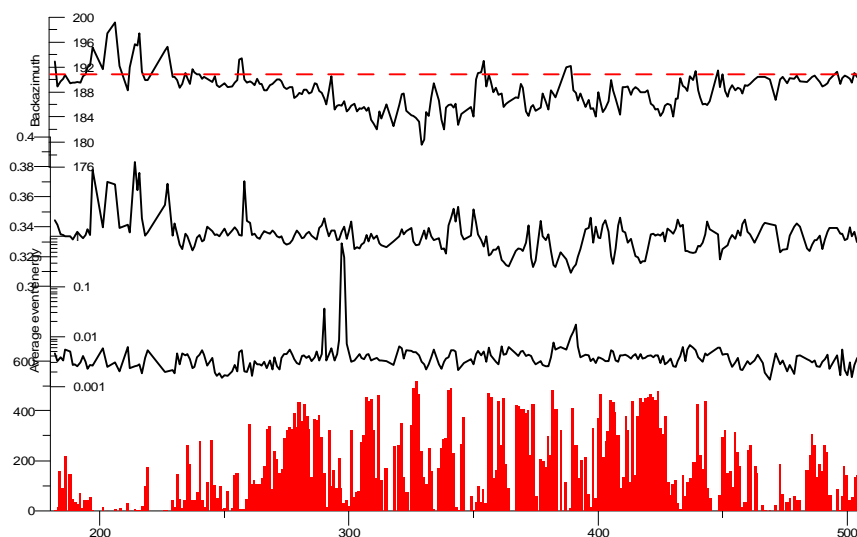


Рисунок 4. Амплитуда сигналов, зарегистрированных по направлению 185- 190 град за период с 30 сентября по 10 октября 2005 г.

Приведенный факт также является косвенным аргументом в пользу выдвинутой гипотезы о факелах попутного газа как источниках регистрируемых инфразвуковых сигналов. Далее был выполнен более детальный анализ событий за вторую половину 2005 г. и почти 5 месяцев 2006 г. На рисунке 5 приведены графики средних (за день) значений баказимута (сверху), кажущейся скорости (второй сверху) и средней амплитуды сигналов (третий сверху). Внизу на рисунке дано дневное количество событий.

График изменения энергии показывает ряд скачков, в том числе 5 октября 2005 г. (287 день) - запуск в эксплуатацию нового газопровода Жанажол – КС-13. Однако уменьшение амплитуды регистрируемого сигнала может быть объяснено не только снижением мощности источника а, но, например, влиянием изменения состояния атмосферы на прохождение инфразвука. Поэтому работы по доказательству гипотезы необходимо продолжить. Наиболее надежным способом доказательства представляется установка дополнительно временной инфразвуковой группы и локализация источника по двум баказимутам - на станцию IS31-Актюбинск и на временную группу.



По оси абсцисс – порядковый день 2005 г. с продолжением нумерации дней наблюдения 2006 Г.

Рисунок 4. Характеристика сигналов с направления 185- 190 град за период с 30 сентября по 10 октября 2005 г.

Приведенное на рисунке 5 изменение параметров входящих сигналов показывает, что независимо от природы, источник является уникальным и требует выяснения влияния состояния атмосферы на прохождение инфразвука и определения достоверности данных инфразвуковой станции при решении задач мониторинга ядерных испытаний. Анализ графика баказимута показывает, что существует сезонный цикл ухода измеренного азимута от известного направления на источник (красный пунктир на рисунке 5), имеющий максимум в зимние месяцы. По графикам всех параметров можно выделить период, когда не происходило их резких изменений (примерно с 220 по 300 день). В районе 300 –го дня на графике амплитуд наблюдаются два значительных максимума. Сравнение полученных результатов с моделью изменения атмосферных параметров может дать объяснение этим фактам и получить важную информацию о точности локализации событий инфразвуковыми группами.

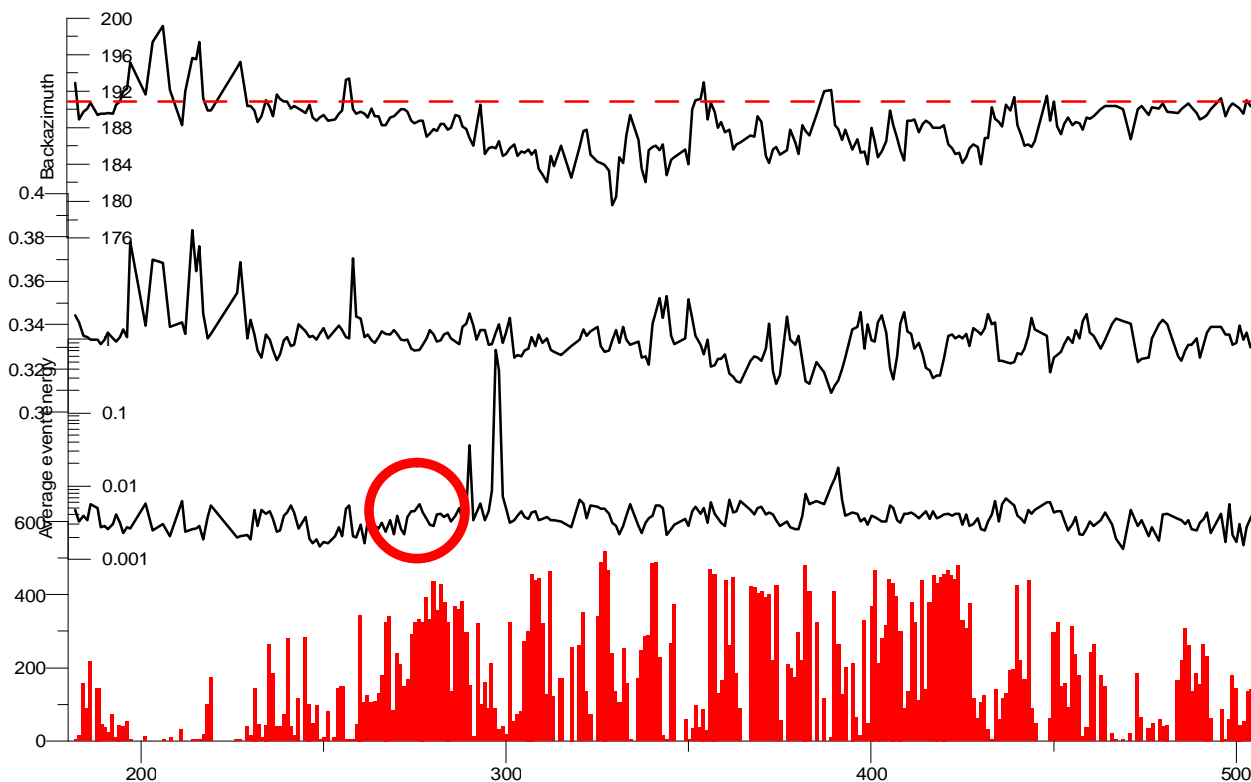


Рисунок 5. Изменение средних дневных значений: баказимута (сверху), кажущейся скорости (второй сверху), средней амплитуды сигналов (третьей сверху, дневного количества событий (нижняя гистограмма)

Из рисунка 5 видно также, что имеются перерывы в регистрации сигналов, например, в районе 200-го, 470-го дней. Для выяснения причин проведено сравнение значения средних квадратов скорости ветра за каждый час наблюдения с 26 апреля по 4 мая 2006 г, измеренной метеостанцией, установленной в центре группы IS31 с количеством сигналов, детектированных станцией за этот час (рисунок 6). На рисунке

красные столбцы – средние квадраты скорости за каждый час наблюдений, зеленые столбцы – количество детектированных сигналов от источника с азимутом 185 – 190 град.

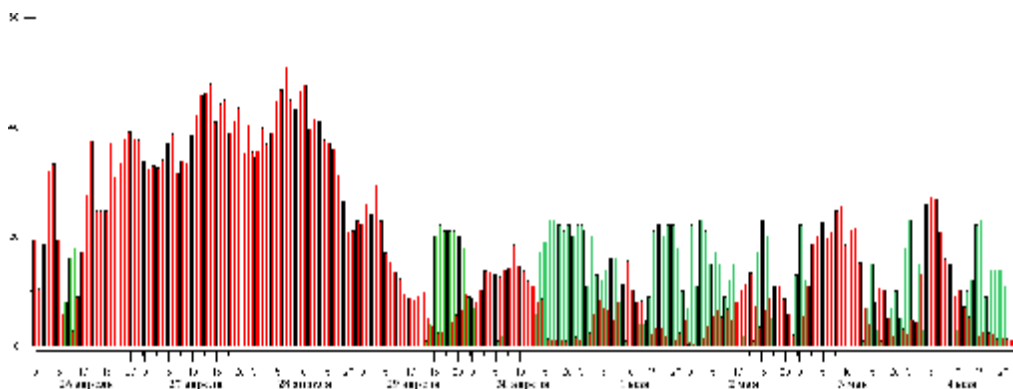


Рисунок 6. Средние квадраты скорости и количество регистрируемых событий

Из рисунка 6 однозначно видно, что существует прямая связь между скоростью ветра и количеством регистрируемых событий. Если ветер слаб, регистрируется максимальное количество событий, около 20 за каждый час наблюдений (например, 30 апреля, 15- 23 часа). По мере роста скорости ветра количество событий уменьшается. Когда средний за час квадрат скорости ветра достигает $10 - 12 \frac{i^2}{\bar{n}^2}$ регистрация событий от нашего источника прекращается (например, 27 и 28 апреля).

Таким образом, описан источник, который является уникальным при определении способности инфразвуковой станции решать задачи мониторинга. Кроме того, если будет отработана технология учета влияния состояния атмосферы на прохождение сигналов от источника до станции, получаемая информация о наличии таких сигналов и их амплитудах может быть использована в задачах экологического мониторинга. Можно будет производить поиск всех мест, где производится сжигание существенного количества попутного газа и промышленных отходов. Вероятно, также можно будет давать оценку объема сожженных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cansi, Y. An automatic seismic event processing for detection and location: The P.M.C.C. method / Y. Cansi // Geophysical research letters, 1995. - Vol. 22, No. 9. – P. 1021 - 1024.
2. Cansi, Y. An automated data processing method for mini-arrays / Y. Cansi and Y. Klinger // European-Mediterranean Seismological Centre, Newsletter, 1997. - No. 11, July.
3. Смирнов, А.А. Детектирование и оценка инфразвуковых сигналов в автоматическом режиме / А.А. Смирнов, Э. Жумагазыулы // Вестник НЯЦ РК. – Курчатов: НЯЦ РК, 2005. – Вып. 4 (24). – С. 90 – 95.
4. Базыгина, Т. 5 октября завершилось строительство газопровода “Жанажол - КС-13”. Это дает шанс снизить тарифы на газ и провести его еще в несколько населённых пунктов / Т. Базыгина // Диапазон, 2005. - № 40 (610).