

Контроль качества в современных регистрирующих системах. Возможности, не всегда востребованные заказчиками.

М.Лансли, СЕРСЕЛЬ, США

Введение

Контроль качества обычно рассматривается в сейсморазведочной отрасли просто как инструмент, позволяющий определить, удовлетворяют ли регистрируемые данные требованиям заказчика, работает ли регистрирующая система в пределах допусков, установленных изготовителем оборудования, и соблюдаются ли параметры системы наблюдений согласно контракту. В первую очередь имеется в виду оперативная оценка таких параметров, как:

- зашумлённые и/или бракованные трассы; взаимные влияния;
- фактическая кратность по ОГТ;
- распределение удалений;
- качество установки сейсмоприёмников;
- фаза вибраторов, толкающее усилие, гармонические искажения и т.д.

Но современные регистрирующие системы сохраняют большой объём информации, которая может изменить взгляд на привычный контроль качества. Значительная часть этой информации часто игнорируется или воспринимается неправильно, или вообще «откладывается в долгий ящик». Возможности регистрирующих систем позволяют резко повысить информированность специалистов нефтегазовых компаний и подрядчиков и контролировать параметры регистрации совместно с геофизиками полевых партий. В настоящей статье рассматривается такая информация и то, как её использовать, чтобы повысить эффективность работы полевых партий и сделать более комплексным анализ данных, выполняемый геофизиками-обработчиками.

Сейсмические съёмки 3D, заказываемые нефтегазовыми компаниями, имеют более чем тридцатилетнюю историю. На раннем этапе ограниченные возможности регистрирующих систем позволяли отстреливать съёмки с низкой плотностью точек возбуждения и приёма на кв. км и реализовывать малоэффективные и дорогие системы наблюдений. В течение последнего десятилетия количество регистрируемых каналов значительно выросло как на суше, так и на море. На суше постепенно увеличивались максимальные удаления и в продольном («инлайновом»), и в поперечном («кросслайновом») направлениях. Повысилась кратность и плотность наблюдений и потребовалось еще большее количество активных каналов. Современные регистрирующие системы могут записывать десятки тысяч каналов. Очевидно, что контроль качества регистрируемых данных вручную в сверхмногоканальных партиях (больше 10 тысяч активных каналов) будет крайне неэффективным и не бесозбочным.

По этой причине в большинстве современных регистрирующих систем имеются средства автоматизированного анализа и тестирования. Помимо обычных мер проверки функционирования оборудования, можно получить оценки состояния источников и приёмников и загрузить эти оценки в базу данных в виде двух типов файлов: ADS-TA (атрибуты трасс) и ADS-TE (редакция трасс). Эти файлы имеют простой текстовый формат (ASCII), и они дополняют исходные файлы данных в формате SEG-D, SEG-SPS, UKOOA, P1/90 или SEG-P1. Файл ADS-TA включает информацию об источниках (идентификатор,

дата и время, флаг хороший/плохой, уровень микросейсм и волн-помех), о приёмниках (идентификатор, сопротивление, наклон, среднеквадратический уровень сигнала, среднеквадратический уровень микросейсм, время первого вступления, амплитуда первого вступления, измерения частоты) и о различных параметрах съёмки (информация о вибраторах или пневмопушках, глубина буксировки кос и т.д.). Файл ADS-TE содержит перечень исключённых трасс (когда и кем) и различные атрибуты.

Хотя «контроль качества» традиционно рассматривается как средство проверки контрактных спецификаций, эта дополнительная информация может быть очень полезна для получения более полного представления о качестве данных. С использованием глобальной спутниковой системы (GPS) и географических информационных систем (ГИС), получаемые данные можно анализировать как во временной, так и в пространственной области, чтобы установить, связаны ли наблюдаемые в регистрируемых данных изменения с изменениями сейсмогеологических условий или с методикой работ, погодой или другим факторами, меняющимися во времени.

Новые возможности открывает широкополосный Интернет, подключаемый ко многим современным системам контроля качества. Все атрибуты контроля качества, которые обычно рассчитываются в кабине оператора сейсмостанции, теперь можно передавать в лагерь полевой партии, в офис подрядчика или заказчика или на вычислительный центр и анализировать их дистанционно. Результаты опытно-методических работ, для анализа которых раньше приходилось выезжать в поле, теперь можно изучать в офисах подрядчиков и заказчиков, что позволяет сэкономить время и деньги. Дополнительные возможности контроля качества в современных регистрирующих системах можно использовать, чтобы улучшить три основных момента, относящихся к работе полевых партий, к пониманию и оптимизации геофизических атрибутов для обработки данных и к анализу полевых тестов и проблем качества данных. Ниже мы детально обсудим эти моменты.

Своевременное обслуживание и повышение эффективности.

Первый пример преимуществ современных систем контроля качества относится к вибропартиям. Обычно в контракте оговорены параметры, касающиеся максимального фазового расхождения между записанным толкающим усилием и опорным (пилотным) сигналом. Однако, средние и пиковые фазовые погрешности, средние и пиковые гармонические искажения и средний и пиковый уровни толкающего усилия для каждого свип-сигнала каждого вибратора обычно записываются вместе с географическими координатами и временем по GPS. Сравнивая показатели вибраторов друг с другом, можно выявить тенденции в изменении того или иного атрибута со временем и обнаружить причины этих изменений до того, как они выйдут за рамки заданных спецификаций или станут катастрофическими. Отдельные вибраторы, параметры которых сильно отличаются от параметров других вибраторов в группе, могут быть исключены из производственных работ и отправлены на превентивную проверку



ГЛАВНАЯ ТЕМА

КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО



до того, как упадёт качество сейсмических данных или сломается один из его механических узлов. На Рис.1. показаны графики пиковых фазовых погрешностей для группы из 5 вибраторов. Из этого рисунка ясно, что у 4-х вибраторов пиковые фазовые погрешности, в основном, не превышают ± 5 градусов, в то время как у пятого вибратора погрешности иногда превышают 10 градусов. У этого вибратора есть заметный сдвиг в сторону положительных фазовых погрешностей. Если бы согласно договору в этой партии фазовые погрешности не должны были превышать 10 градусов, то на данную особенность можно было бы не обращать внимания, пока погрешности не станут ещё больше. Но в данном случае приведённые графики стали основанием для возврата одного из вибраторов на базу партии для внеочередного обслуживания.

На Рис.2 показаны графики толкающего усилия для другой группы из 5 вибраторов. Видно, что толкающее усилие одного из вибраторов внезапно снизилось на 15% и более. В этом случае оператор сейсмостанции должен был заметить уменьшение толкающего усилия, но по необъяснимой причине партия продолжала регистрацию данных. Одновременно с уменьшением толкающего усилия наблюдалось и увеличение гармонических искажений. После осмотра вибратора механиком был обнаружен сломанный болт в месте крепления стоек к опорной плите.

Третий пример показан на Рис.3. В этом случае у всех пяти вибраторов, работающих в одной группе, наблюдалось увеличение гармонических искажений в одно и то же время, и уровень искажений вернулся к прежнему уровню примерно через 50 виброточек. Поскольку в этом случае все вибраторы ведут себя одинаково, анализ их положения на местности (с использованием базы данных ГИС) может показать, что эти изменения связаны с поверхностными или приповерхностными условиями, и для соблюдения контрактных требований может потребоваться изменение параметров возбуждаемого свип-сигнала или применение специальных процедур на этапе обработки данных.

Для партий, использующих взрывной источник, вынос вертикальных времён на карту может помочь в выявлении региональных изменений в ЗМС и затем использоваться при построении модели ВЧР для расчёта статпоправок на этапе обработки. Аномальные вертикальные времена – при условии бурения взрывных скважин постоянной глубины – могут свидетельствовать о подрыве заряда выше проектной глубины или недобурах. Рассмотрим

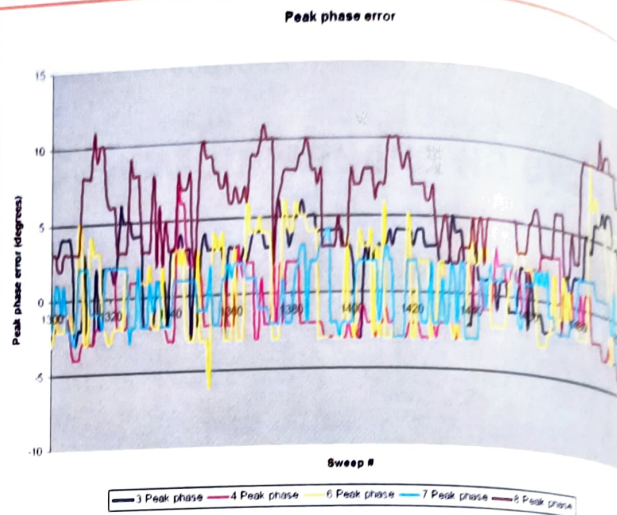


Рис.1. Пиковые фазовые погрешности (в градусах) для отдельных вибраторов в группе.

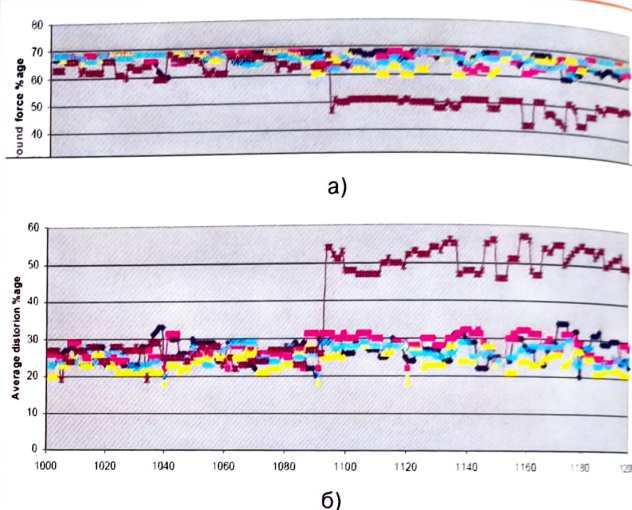


Рис.2. Среднее толкающее усилие в процентах (а) и средние гармонические искажения в процентах (б) для отдельных вибраторов в группе.

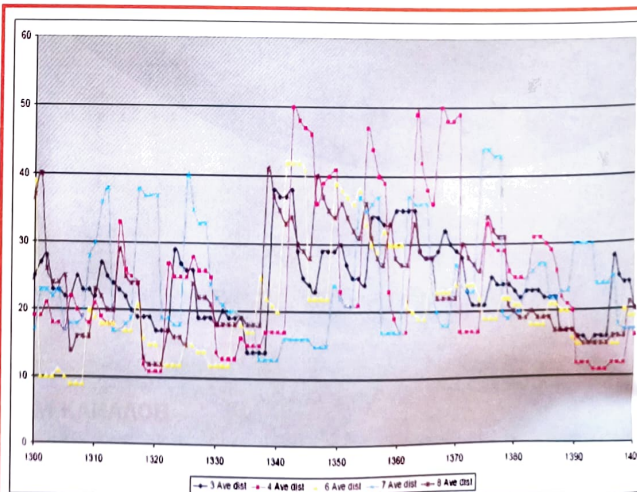
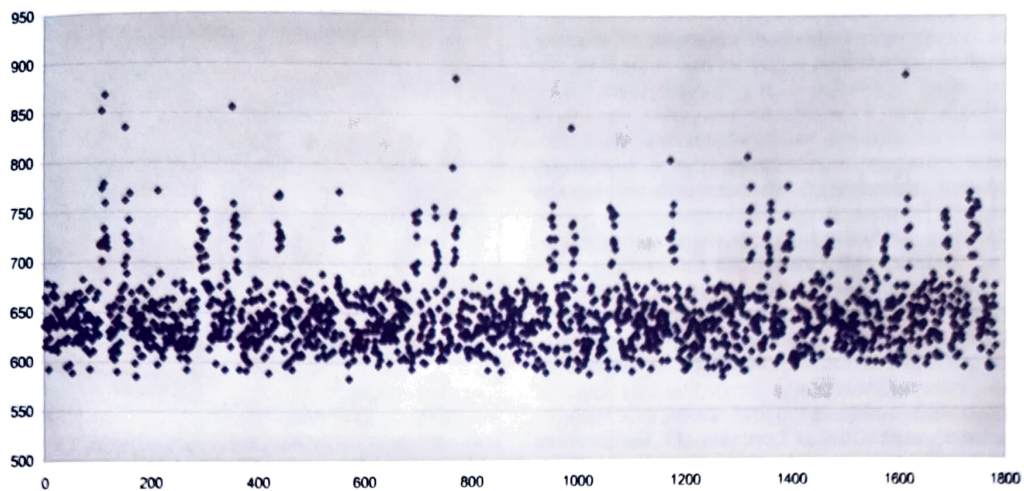
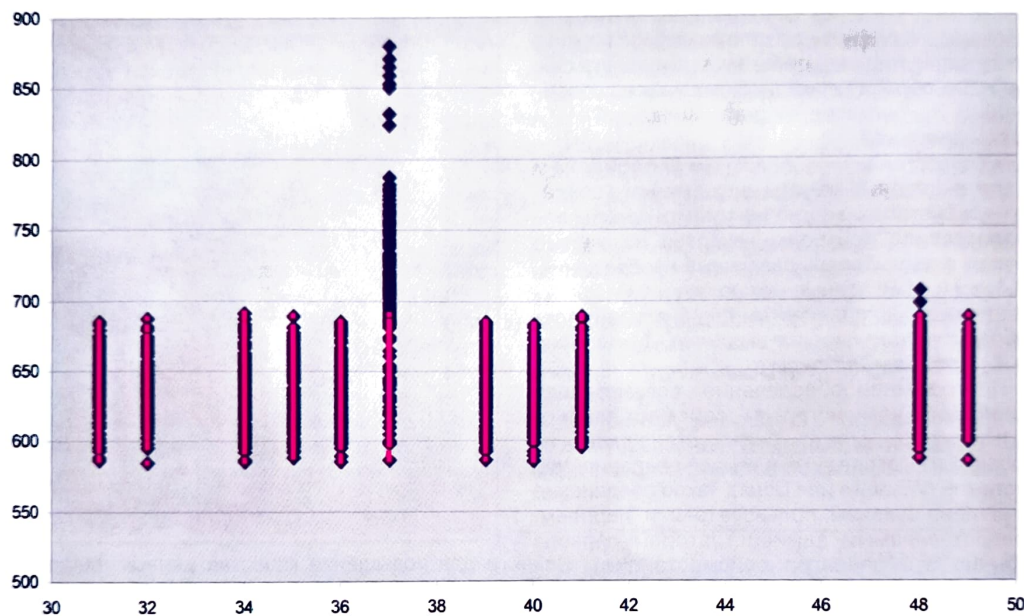


Рис.3. Средние гармонические искажения (в процентах) для отдельных вибраторов в группе.

пример, где скорость в ЗМС (как частное от деления проектной глубины заряда на вертикальное время) колебалась в диапазоне от 600 до 700 м/с, но были и отскоки до 800-890 м/с. Полученные значения скорости в ЗМС были выне-



а)



б)

Рис.4. Скорость в ЗМС (в м/с) как результат деления проектной глубины взрывных скважин на вертикальные времена: а) значения отсортированы по пунктам взрыва; б) значения отсортированы по буровым бригадам. Розовым цветом показаны скорректированные значения скоростей в ЗМС.

сены на топографическую карту, но корреляции с рельефом не было установлено. Тогда данные о скоростях в ЗМС были отсортированы по буровым бригадам и было обнаружено, что все отскакивающие значения относятся к работе одной буровой бригады (Рис.4). Понятно, что такие проблемы должны оперативно решаться.

Картирование геофизических атрибутов

Отличные примеры оперативного картирования различных атрибутов были приведены в статьях Аль-Али и др. [1] и Лея и др. [2] в 2003 году. В порядке контроля фазы и амплитуды толкающего усилия, супервайзер может рассчитывать вязкость и жёсткость грунта под опорной плитой вибратора для каждого свип-сигнала (при использовании современных контроллеров, таких как VE464). Упомянутые авторы продемонстрировали использование таких атрибутов для оценки скоростей распространения продольных волн в приповерхностных слоях на глубинах до 50 м. В данном случае съёмки выполнялись с

очень высокой плотностью виброточек на кв. км, что позволило получить хорошую статистику для оцениваемых скоростей. Используя приёмы геостатистики, можно совместно проанализировать вязкость и жёсткость грунта и вертикальные времена. Авторам указанных статей показалось удивительным, что такой подход не используется в других районах со сходными поверхностными условиями.

Во втором примере показано, как на этапе обработки данных анализировалось распределение кратности, удалений и азимутов на участке площади, который пересекала разлившаяся широкая река. На этой площади предполагалось выполнить анализ амплитуд как функций удалений (AVO) и азимутов (AVA). Из-за пропусков пунктов приёма и возбуждения в пределах широкой реки, возникал вопрос - будут ли распределения удалений и азимутов в зарегистрированных данных достаточно хорошими для применения процедур AVO и AVA. Система контроля каче-

ства на регистрирующей станции позволяла рассчитывать, какое снижение кратности наблюдается из-за плохо установленных сейсмоприёмников (бракованные трассы) и других проблем (Рис.5). Была также получена и результирующая карта кратности (Рис.6) и построены распределения удалений и азимутов, чтобы убедиться, что полученные данные соответствуют требованиям, предъявляемым при обработке и интерпретации данных.

Анализ результатов опытно-методических исследований и качество данных.

Перед началом новой съёмки вибросейсмическая партия обычно выполняет опытные работы с целью подбора диапазона частот свип-сигнала, его длительности, количества накоплений, количества вибраторов в группе и т.д. Раньше для анализа результатов опытных работ представители заказчика и подрядчика вынуждены были выезжать в поле и тратить на это значительное время. Часто время, потраченное на анализ опытных данных, составляло значительную часть от общих временных затрат. Анализ и обработка данных, как правило, выполнялись на полевом вычислительном центре на базе партии. В последние годы эти процедуры выполняются с помощью обрабатывающих комплексов, соединённых с регистрирующей системой или встроенных в неё.

Располагая широкополосным Интернетом и высокой степенью защиты информации в современных системах, можно не тратить время специалистов по контролю качества на частые выезды в поле. Теперь различные изображения, графики и сами данные можно передавать соответствующим специалистам для анализа и предобработки (регулировка амплитуд, фильтрация и т.п.) в различные офисы.

Программное обеспечение, связывающее клиентский компьютер на сейсмостанции и пользователя, может быть установлено на любом компьютере с той или иной операционной системой (Windows или Linux). Такое соединение защищено именем пользователя и паролем, предоставляемым администратором сервера (обычно это оператор сейсмостанции). Вся информация, передаваемая по Интернету, имеет бинарный формат. Кроме того, только те сейсмические трассы, которые выбраны клиентом, могут быть отправлены с сервера сейсмостанции. Перед отправкой сейсмическая информация сжимается (до 100 раз) с помощью запатентованных алгоритмов. При этом только те атрибуты, которые рассчитываются по исходным трассам, не сжимаются до передачи через Интернет. Программное обеспечение клиента включает богатые возможности: графический интерфейс пользователя (GUI) с такими же функциями, что и в кабине оператора (выбор трасс и их масштаба, фильтрация, АРУ...), настраиваемое разрешение экрана независимо от настроек в кабине оператора, и браузер для обмена письмами и файлами с администратором.

Такая система контроля качества с передачей сжатой сейсмической информации и соответствующих атрибутов в реальном времени используется уже в большом количестве сеймопартий и в различных конфигурациях, включая спутниковую связь, Интранет и Интернет.

Выводы

Современные регистрирующие системы рассчитывают и записывают большое количество атрибутов, которые используются далеко не полностью. Некоторые атрибуты могут использоваться для оптимизации работы полевых партий

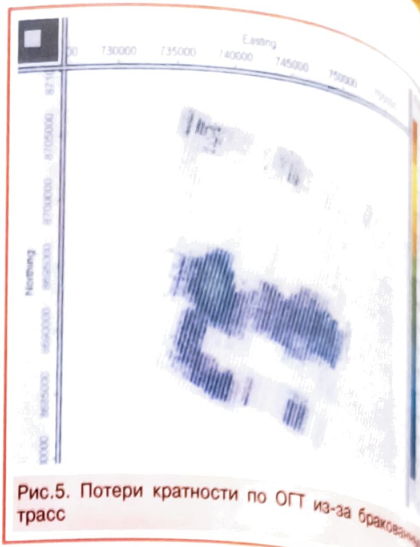


Рис.5. Потери кратности по ОГТ из-за бракованных трасс

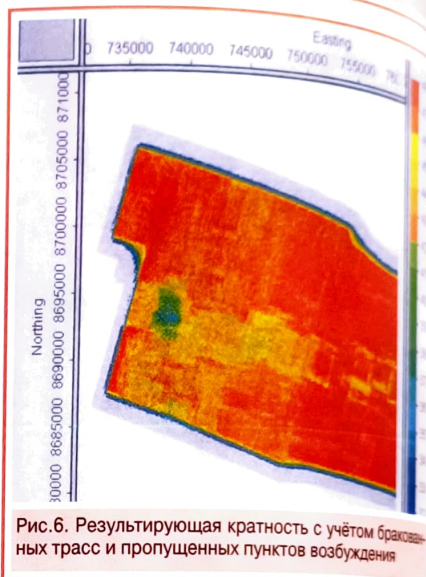


Рис.6. Результирующая кратность с учётом бракованных трасс и пропущенных пунктов возбуждения

и для повышения качества данных. Многие из атрибутов полезны на этапе обработки данных. Если съёмка отработана вибраторами, то упомянутые атрибуты могут применяться для уточнения модели ВЧР и расчёта статических поправок.

Широкое применение Интернета позволяет упростить контроль работы полевых партий благодаря тому, что супервайзеры имеют одновременный и оперативный доступ как к сейсмическим данным, так и к результатам контроля качества. Это должно быть особенно полезно для тех подрядчиков, которые ведут работы на нескольких площадях, часто на больших расстояниях друг от друга, и для заказчиков, которые могут сэкономить на перелётах и поездках.

Статья переведена с английского языка кандидатом техн. наук А.В.Череповским, региональным геофизиком компании SERCEL.

Список литературы:

1. Al-Ali, M., Hastings-James R., Makkawi M. and Korvin G., 2003, Vibrator attribute leading velocity estimation. – The Leading Edge, Vol.22, No.5, p.400-405.
2. Ley R., Bridle R., Amarasinghe D., Al-Homaili M., Ali M., Zinger M. and Rowe W., 2003, Development of Near Surface Models in Saudi Arabia for Low Relief Structures and Complex Near Surface Geology. SEG Expanded Abstracts 2003.