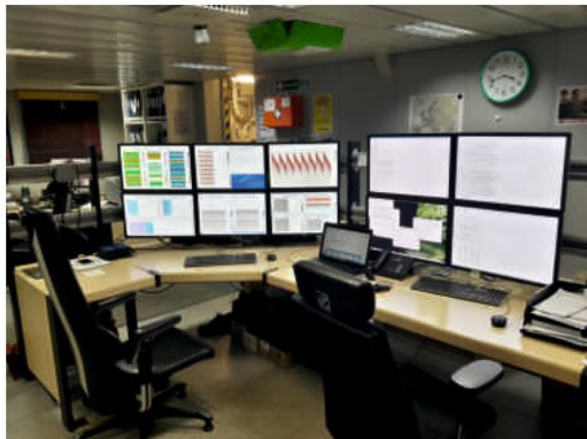


# Система контроля качества в реальном времени и обработки данных морской сейсморазведки ГЕОГАЛС



■ Недоспасов А.А., компания ГЕОГАЛС, г. Москва



▲ *Рис. 1. Общий вид рабочих мест группы контроля качества и набортной обработки. Слева – место оператора RealTime QC.*

В настоящее время ситуация на рынке программного обеспечения, предназначенного для контроля качества и обработки морских сейсмических данных, сложилась таким образом, что все основные пакеты программ принадлежат западным производителям. В современных условиях, когда объявлены санкции в отношении России, использование этих пакетов программ становится затруднительным или даже невозможным. Многие западные производители вынуждены ограничить использование этого ПО или препятствовать ему при проведении сейсморазведочных работах на шельфе России, к примеру, в Арктике или при глубине моря более 160 м.

Компания «Геогалс» поставила своей целью создать систему контроля качества и полевой (набортной) обработки сейсмических данных на основе имеющегося ПО российского производства. Следует отметить, что специалисты компании «Геогалс» имеют многолетний опыт работы с различными зарубежными системами контроля качества и обработ-

ки данных, что позволило задать высокие требования для новой российской разработки и говорить о реальном импортозамещении в данном сегменте.

После детального исследования рынка существующих российских программных продуктов, предназначенных для обработки и анализа сейсмических данных, в качестве основы был выбран программный продукт компании «Деко Геофизика» - RadEx Pro, уже хорошо зарекомендовавший себя в качестве системы контроля качества при проведении наземных работ [1].

В 2014 г. компании «Геогалс», «Деко Геофизика» и Центр анализа сейсмических данных МГУ заключили эксклюзивное соглашение на разработку специализированного программного обеспечения для набортного контроля качества и обработки сейсмических данных - ГЕОГАЛС. Сложность задачи состояла в том, что было необходимо фактически с нуля создать специальный модуль, обеспечивающий анализ и визуализацию всех требуемых параметров в реальном режиме времени и позволяющий производить оценку данных на каждом пикете, то есть каждые 7-10 секунд. Первые положительные результаты были получены в ходе полевого сезона 2015 г., когда были проведены опытно-методические работы непосредственно на борту судна.

Система ГЕОГАЛС организована так, что позволяет создавать более 30 различных потоков оценки и анализа данных, самые необходимые из которых (12-18) выводятся на шести мониторах оператора. В навигационном сезоне 2016 г. система ГЕОГАЛС была успешно запущена в производственном режиме на морских проектах 3D.

Наборная система контроля качества ГЕОГАЛС позволяет осуществить следующие этапы контроля сейсмических данных:

- контроль качества морских сейсмических данных в реальном режиме времени с формированием отчета в конце профиля (Real Time QC);
- оценка сейсмических данных, статистика и качества проведенных работ по профилю (Offline QC);
- стандартная обработка сейсмических данных с получением куба ближних удалений. (Standard Processing);
- обработка сейсмических данных по графу Fast Track;
- возможность корреляции основных опорных горизонтов в реальном режиме времени и проведение по ним картопостроения.

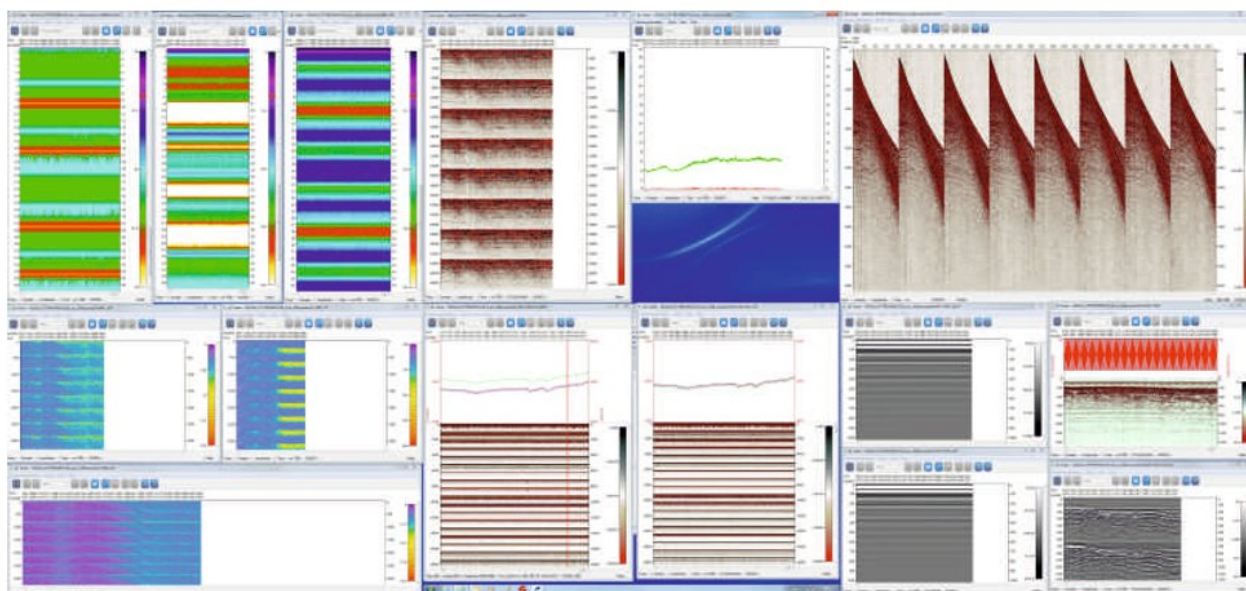
В данной статье, при рассмотрении модули системы ГЕОГАЛС, особое внимание будет уделено модулю **Контроля качества в реальном режиме времени**, так как **Offline QC** и **Стандартная наборная обработка** являются общепринятыми. А обработка **Fast Track** требует отдельного обсуждения, так как различные заказчики выдвигают различные требования к ее глубине и графу.

## Модуль RTQC (контроль качества в реальном режиме времени)

Морские сейсморазведочные работы 3D – дорогостоящие исследования на шельфе. Соответственно, экономические потери в случае, если данные впоследствии забракованы контролем качества, также очень высоки. Контроль качества сейсмических данных в реальном режиме времени позволяет оперативно оценивать кондиционность данных. В случае нарушения спецификации (например, повышенный шум моря, сейсмическая интерференция, геометрия приемников или неправильная работа источников) профиль может быть прерван и/или могут быть приняты меры, позволяющие сохранить требования спецификации (изменение скорости судна; связь с судном, вызывающим интерференцию; переключение источников на запасные). По окончании профиля отчет о контроле качества формируется за несколько минут и предоставляется представителю Заказчика и Начальнику партии, что позволяет быстро и эффективно планировать дальнейшее продолжение работ.

*Устройство и основной функционал.*

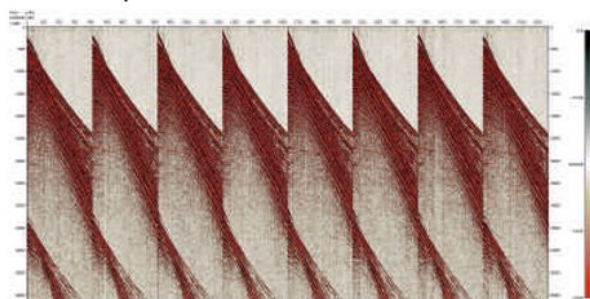
Для обеспечения RT QC на шесть мони-



▲ Рис. 2. Общий вид экранов RT QC.

торов оператора выводится ряд окон контроля качества и анализа различных параметров. О окна обновляются с каждым выстрелом. Параметры визуализации подобраны с целью, в первую очередь, привлечения внимания оператора в случае выхода контролируемых параметров за пределы спецификации. Выделим следующие группы окон (имея в виду, что конкретный набор окон и параметров несколько меняется в зависимости от требований конкретного контракта):

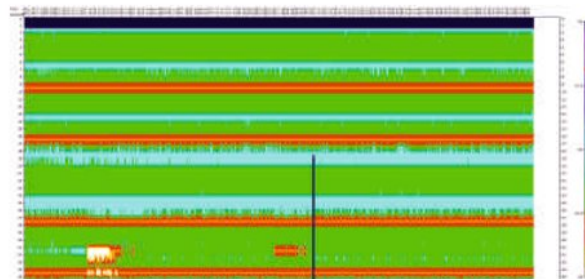
**1. Сейсмограмма.** В окне отображаются сейсмограммы всех кос на каждом выстреле. Мониторинг сейсмограмм позволяет оперативно выявлять, например, зацепы на косах, интерференцию от другого сейсмического судна, наводки на косы, шумы и т.д. Есть возможность изменять временной интервал и делать предварительный анализ (фильтрацию) сейсмограмм.



▲ Рис. 3. Окно сейсмограммы. Отчетливо виден автоподрыв пневмоисточника.

**2. Группа окон контроля пневмоисточников.** На морских проектах 3D, в силу сложного устройства групп пневмоисточников, контроль ПИ в реальном времени особенно важен.

В окнах этой группы отображаются: сейсмограммы и суммарные разрезы, полученные с гидрофонов на источниках, отдельно по правому и левому бортам; время до первичного импульса и его амплитуда; период вторичной пульсации пузыря. Дополнительно на суммарные разрезы с гидрофонов каждого борта выводятся графики давления в каждой линии ПИ.



▲ Рис. 4. Период вторичной пульсации пузыря. Видны утечки ПИ, пропуск выстрела.

Мониторинг этих окон позволяет оперативно выявлять утечки ПИ, автоподрывы и т.д.

**3. Группа карт среднеквадратичных амплитуд.** Выводятся среднеквадратичные амплитуды в зонах начала записи (water column), целевых отражений, конца записи.

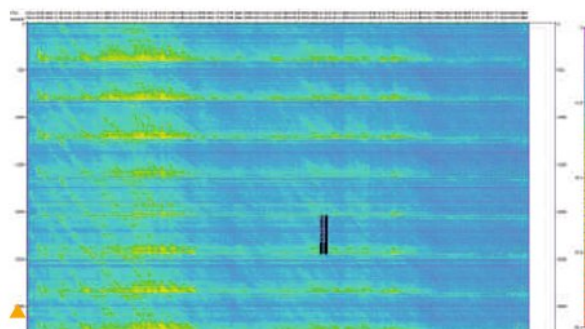
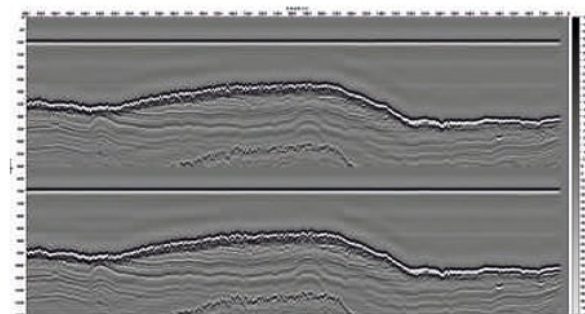


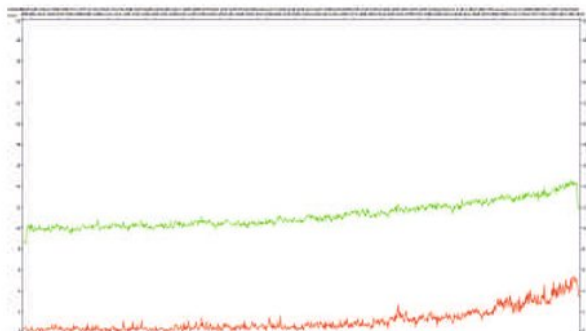
Рис. 5. Карта среднеквадратичных амплитуд в конце записи. Отчетливо видны ошибки телеметрии на одной из кос.

**4. Разрезы ближних удалений, общий и отдельно по каждому борту источников.** К этой же группе относится окно графика отношения амплитуд между двумя бортами ПИ.



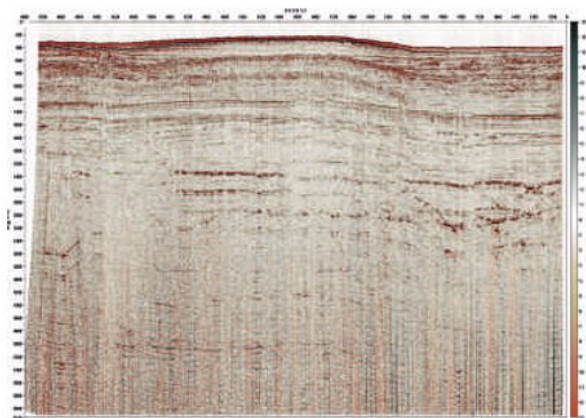
▲ Рис. 6. Разрезы ближних удалений, полученные по двум бортам источников.

5. Окно графика шума моря (swell noise). Позволяет оперативно отслеживать приближение к границам спецификации по шуму и выход за эти границы.



▲ Рис. 7. Уровень шума моря. Отчетливо видно возрастание шума вследствие ухудшения погодных условий. Профиль был прерван по шуму.

6. Окно суммированного разреза (brute stack) по одной из кос в реальном режиме времени.



▲ Рис. 8. Суммарный 2D разрез вдоль линии профиля по произвольной точке источник-приемник.

По окончании профиля скриншоты окон автоматически включаются в Отчет по профилю (EOL report), который формируется в течение нескольких минут и предоставляется представителю Заказчика на борту.

Следующие модули Системы контроля качества ГЕОГАЛС будут подробно описаны в следующих публикациях журнала по мере их оптимизации и внедрения в производственный режим.

**Модуль OfflineQC (контроль данных и статистика после завершения отстрела профиля и составление отчета).**

Данный модуль разработан и находится в стадии производственных испытаний. Последовательность всех процедур выполняется по завершении профиля. Обязательным условием является контрольное считывание полевых данных и контроль записи на полевых лентах. Рассчитываются среднеквадратичные амплитуды по каждому приемному каналу (предоставляются в виде таблицы или графика).

После получения навигационных данных производится бинирование и присвоение геометрии (с последующим контролем геометрии, navQC). Данные с присвоенной геометрией выгружаются в формат SEG-Y для передачи Заказчику. После контроля и присвоения геометрии заканчивается подготовка отчета о завершении профиля (EOL).

**Модуль стандартной набортной обработки сейсмических данных (находится в стадии оптимизации).**

Граф стандартной набортной обработки согласуется с Заказчиком отдельно на каждом контракте, однако обязательными результатами на выходе являются куб ближних удалений (а также разрезы по inline, crossline и временные срезы) и куб скоростей.

**Модуль обработки Fast Track сейсмических данных (находится в стадии тестирования).**

Граф Fast Track индивидуален для каждого проекта и согласуется с Заказчиком отдельно на каждом контракте, однако обязательным условием является получение обработанного куба фактически одновременно с окончанием полевых работ на объекте.