

О контроле технологии и качества полевых сейсмических исследований

- Асылгареев И.И., Варенков Е.В., Гринчук П.И., Скачков Д.В., Рябошапка С.М., Цыпышев Н.Н., ЗАО НПЦ "ГеоСейсКонтроль", г. Москва

Современные аппаратура, оборудование, программное обеспечение, полевая методика, применяемые в настоящее время при сейсмических исследованиях требуют не только участие в них высококвалифицированных специалистов, но и соответствующих регламентирующих инструкций, требований для проведения сейсморазведочных работ. Существующие инструкции, требования Заказчиков к проведению сейсмических исследований не только часто ограничивают производительность, но порой не соответствуют современной технологии сейсморазведочных работ.

В данной статье приведены некоторые примеры существующих проблем по предложенной выше теме.

В первом номере журнала «Приборы и системы разведочной геофизики» за 2020 г. была представлена интересная статья – «Контроль качества в современных бескабельных системах». Она хороша не только профессиональным изложением заявленной темы, но и объявлением о том, что сейсмическая организация ПАО «Геотек» ведет научно-производственную разработку нодальной системы «Открытие». То есть российская компания, проводящая сейсмические исследования с использованием иностранных систем регистрации, намерена внести свою лепту в процесс создания современной отечественной аппаратуры (оборудования) для сейсмических исследований.

Но при всём позитиве вышесказанного, в ежедневном процессе сейсморазведочных работ контроль технологии и качества остаётся непременно важной и постоянной составляющей сейсмических исследований.

Известное в России ЗАО Научно-Производственный Центр «ГеоСейсКонтроль» (ГСК) занимается не только разработкой и совершенствованием програм-

многo обеспечения для супервайзинга - контроля соблюдения технологии и качества полевых сейсморазведочных работ, но и непосредственно проводит его (в последнее время выполняет контроль в среднем на сорока геологических объектах геологоразведочных и нефтегазовых организаций в год). Указанный объём работ позволяет ГСК дать объективную оценку выполнения технологии и качества получаемого полевого материала специалистами сейсмических партий Подрядчика.

Современное развитие сейсмических аппаратурных комплексов, источников колебаний, полевых технологий, программного обеспечения и т.д. требует высокой технической подготовки соответствующих специалистов не только у Исполнителей работ и супервайзеров, но и у Заказчиков.

В данной статье на нескольких реальных примерах авторы намерены показать с какими банальными проблемами всё ещё сталкиваются специалисты при выполнении сейсмических исследований.

Анализ текущих вопросов супервайзинга.

Устаревшие требования и их «слепое» соблюдение.

В связи с потребностью непрерывного совершенствования методики и аппаратуры сейсморазведочных работ возникает потребность и в совершенствовании методов контроля качества исследований. Однако, данная потребность удовлетворяется не в полной мере, из-за чего в процессе работ между представителями Заказчика и специалистами Подрядчика возникают недопонимание, споры и разногласия. Следует отметить, что развитие методики и технологий не является единственной причиной возникновения проблем, связанных с контролем качества.

К примеру, на одной из площадей минимальная глубина скважины по проекту работ составляла 18 метров. При этом опережающие исследования МСК не проводились. В процессе работ было обнаружено, что несколько скважин имели глубину менее установленных 18 метров. Однако, «сейсмический материал» являлся кондиционным как «с визуальной точки зрения», так и по значениям атрибутов: амплитудно-частотных характеристик, ширины спектра и др. Они были сопоставимы с атрибутами, полученными при взрывах на глубине 18 метров. Однако, физические наблюдения, полученные с меньшей глубины заложения заряда, были забракованы представителем Заказчика. Это решение было аргументировано лишь установленной минимальной величиной глубины скважины в соответствии с требованиями в Геолого-техническом задании (ГТЗ) Заказчика. Порой такие решения исходят не только от супервайзеров, но и от геофизиков-обработчиков.

Подобных примеров достаточно и связаны они с различными критериями и допусками (количеством неработающих каналов, значениями атрибутов в окнах оценки уровня полезного сигнала, микросейсм и т.д.).

В частности, в настоящее время Заказчиком порой считаются кондиционными и принимаются физические наблюдения при отсутствии нескольких линий приёма, если данный недостаток не систематический, если это не приводит к падению значения кратности наблюдений ниже допустимого (падение кратности не ниже 10% от номинальной). Но при этом бракуется наблюдение при наличии 2-х или более подряд неработающих каналов.

В той же мере, подобное касается примеров по допускам в требованиях Заказчиков к атрибутам при контроле и анализе квалифицированными специалистами (представителями Заказчика и Исполнителя) качества сейсмической информации с помощью оконных оценок, споры о которых продолжаются по сей день.

На наш взгляд специалистам Заказчика и Подрядчика стоит обратить внимание на статью «Стандартные оценки качества полевого сейсмического материала» (Белоусов А.В., ЗАО НПЦ «ГеоСейсКонтроль», г. Москва), помещенную в журнале «Приборы и системы» № 3/2011, в которой научно обоснован подход к применению оконных оценок, корректно разрешая эти споры.

Привязка фактического положения ПГН.

Необходимо напомнить, что в проектах топографо-геодезические работы при сопровождении сейсморазведоч-

ных работ по современной технологии должны проектироваться и состоять из двух этапов:

- вынос проектного положения ПГН на местность (установка колышков и вешек);

- привязка фактического положения ПГН после установки источников и приемников относительно ранее выставленных колышков и вешек, которая и интересует геофизиков-обработчиков.

Во всех ГТЗ говорится о требовании привязки фактического положения пунктов геофизических наблюдений (ПГН), причём слово - «фактического» на практике не для всех звучит однозначно.

Одни Заказчики в ГТЗ предполагают, что определённые геодезистами координаты расставленных вешек (колышков) ПП и ПВ (в т.ч. смещённым в результате рекогносцировки в соответствии проектного планирования) - это и есть фактическое положение ПГН, которое контролируется повторно в количестве от 1 до 3% (каждый Заказчик определяет этот процент контроля и его оплату по-своему). Другие – подразумевают координаты привязки истинного (фактического) положения сейсмоприёмников и пунктов возбуждения колебаний те, которые соответствует их положению во время регистрации наблюдений.

Но самое интересное: Подрядчики, в основном, не закладывают в объёмы топографо-геодезических работ повторную привязку действительного положения ПП и ПВ, а Заказчики «скромно» не замечают отсутствие этих работ в Проекте, но требуют для обработки представлять координаты фактического положения ПГН. При этом, супервайзер по топографо-геодезическим работам выполняет не контроль привязки фактического положения ПГН, а контроль привязки положения колышков и вешек. Но эта

информация нужна разве что начальнику топографо-геодезического отряда и никому другому.

На наш взгляд и Заказчикам и Подрядчикам следует уделить должное внимание необходимости закладывать в Проект и в смету полный объём привязки фактического положения ПГН, с соответствующим финансированием Заказчиком этого вида топографо-геодезических работ.

«Бюрократизация» работы супервайзера.

В последнее время наблюдается негативная тенденция в увеличении отчетной документации супервайзера перед Заказчиком (ежедневная, еженедельная, ежемесячная, этапная отчетность) с постоянным увеличением из года в год объёма информации в этих отчётах. Все это занимает очень много времени, порой даже больше, чем контроль технологии полевых работ и качества материала. Появились крайние суждения о том: вести ли действенный контроль (при высокой кратности исследований и большой производительности в сутки) или отказаться от «супервайзерского» контроля.

Исходя из вышеизложенного, Заказчикам стоит задуматься и определиться: нужен ли им надлежащий контроль качества при достаточном количестве квалифицированных специалистов.

Недостаточно просто контролировать соблюдение установленных критериев и допусков, нужно еще и понимать - для чего все это делается. Зачастую проекты просто создаются «под копирку». Видимо, их авторы надеются, что в дальнейшем, при рецензировании и разработке задания на регистрацию все недочеты будут исправлены. Однако, это не всегда происходит.

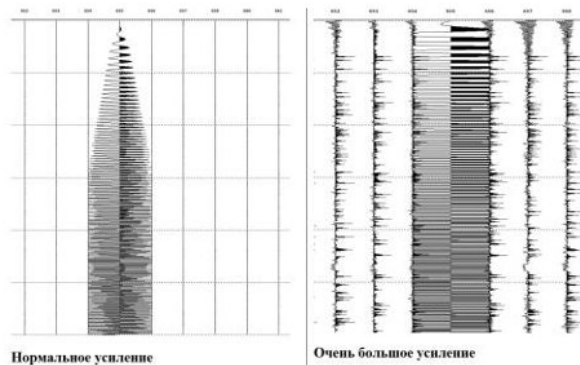
По всей видимости, пришло время:

- *повысить творческое отношение проектантов к созданию проектов;*
- *изменить отношение специалистов к проблеме «двух подряд неработающих сейсмоприемников»;*
- *позволить своему представителю на площади работ формировать свой объективный подход при приёме наблюдений;*
- *специалистам корректнее применять оконный анализ для оценки качества сейсмической записи и т.д.;*
- *используя накопленные знания и опыт, создавать новые требования (инструкции) к выполняемым работам, используя положительные стороны предыдущих инструкций (документов) на проведение сейсмических исследований.*

Примеры освоения современных технологий - аппаратуры, оборудования.

Некорректная регистрация.

При выполнении сейсмических исследований на одной из площадей в Оренбургском регионе (в текущем летнем сезоне) больше всего брака получили из-за некорректной записи наблюдений станцией Sercel 508 XT. Обнаружили эту некорректность при проверке служебных каналов, на которых спорадически появлялась запись свип-сигнала. Этого не должно было происходить, так как технология регистрации предусматривала запись чётного числа накоплений с поворотом фазы, в результате чего сигнал на служебном канале должен быть нулевым, что и наблюдалось на кондиционных записях. Ниже приводится рисунок с записями служебных каналов нескольких сейсмических записей (Рис.1.).



▲ Рис. 1 Служебные каналы на разных записях.

Вначале предположили, что на некоторых записях по каким-то причинам не происходит поворот фазы. Последующие поиски с привлечением данных работы виброустановок привели к тому, что было установлено отсутствие одного накопления на этих записях, т.е. отрабатывали, например, четыре накопления, а в коррелограмму записалось только три. И получались два сигнала в одной фазе и один в противофазе, поэтому при суммировании на служебном канале присутствовал свип-сигнал.

Дальнейшие поиски позволили установить, что виброграммы записываются со всех накоплений, а в корреляции одна или более виброграмм в сумме не участвовали. Анализ амплитудных характеристик полезного сигнала тоже подтверждал отсутствие части накоплений.

В результате проведенной длительной работы неисправности в сейсмостанции не обнаружили, что привело к необходимости анализа настройки блоков управления вибраторами GDS-2.

Выяснилось, что в межсезонье специалистами Подрядчика проводились опытные исследования, во время которых они изменяли параметры настройки блоков управления и забыли вернуть их в исходное положение. Когда вернули настройки GDS-2 на параметры, с которыми работали вибраторы на предыдущей площади, тогда восстановилась коррек-

тность регистрации наблюдений сейсмостанцией.

Изложенное событие некорректной записи наблюдений свидетельствует о том, что нет полной совместимости программного обеспечения аппаратуры сейсмостанции Sercel 508 XT и управления вибраторами GDS-2 – российского аналога VE464. Это связано с тем, что сейсмостанция Sercel 508 XT и её программное обеспечение принципиально отличаются по своему строению (идеологии) от предыдущей аппаратуры сейсмостанции Sercel 428, на которую, видимо, ориентировались при разработке управления вибраторами GDS-2.

Опыт применения единичных геофонов повышенной чувствительности с установкой в грунт в условиях Крайнего Севера.

В период с 2017 по 2020 гг. одна из сейсморазведочных партий, проводившая в зимние сезоны сейсмические исследования на территории Ямальского полуострова, использовала единичные геофоны повышенной чувствительности ZF-ONE с установкой непосредственно в грунт. Соответствующее предложение Подрядчика Заказчику исходило из того, что предусматривалось большое время сейсмической регистрации – 8 сек в условиях повышенных ветровых помех. Технология установки геофонов описана Подрядчиком следующим образом:

«Установка геофонов на каждом пункте приёма будет выполняться строго вертикально. Для максимально возможного сцепления геофона с грунтом будет применяться анкер-арматура (длина до 300 мм), вместо стандартного штыря длиной 75 мм. При помощи молотка анкер-арматура забивается в плотный грунт, после



▲ Рис.2. Варианты анкеров для установки геофонов.

чего на него навинчивается геофон (Рис.2). По завершении установки датчики засыпаются снегом.»

Согласно представлению Подрядчика, подобная специфика установки напольного оборудования в совокупности с высокой чувствительностью единичных геофонов ZF-ONE должна была обеспечить лучшее качество приема сейсмических колебаний по отношению к традиционно применяемой группе геофонов с установкой в уплотненный снег (колею).

На практике описанное решение привело к ряду технологических проблем, повлекших за собой не только существенное ухудшение качества первичного полевого материала, но и существенное снижение производительности работ и срыв календарного плана.

Первая технологическая проблема – большие трудозатраты по установке и съёму оборудования. В начале зимнего сезона (октябрь-декабрь), при небольшой толщине снежного покрова (до 20-30 см) данная проблема не проявлялась, но с увеличением толщины снежного покрова до 50-70 см (местами более метра) комплекс работ по установке и съёму геофона стал занимать существенное время, большая часть которого тратилась на «раскопку» снега до грунта. Также следует отметить изменение структуры снежного покрова в весенние месяцы (март-апрель): снежный покров стал более плотным и тяжелым, «раскопка» его не только отнимала много времени и сил, но и часто сопровождалась

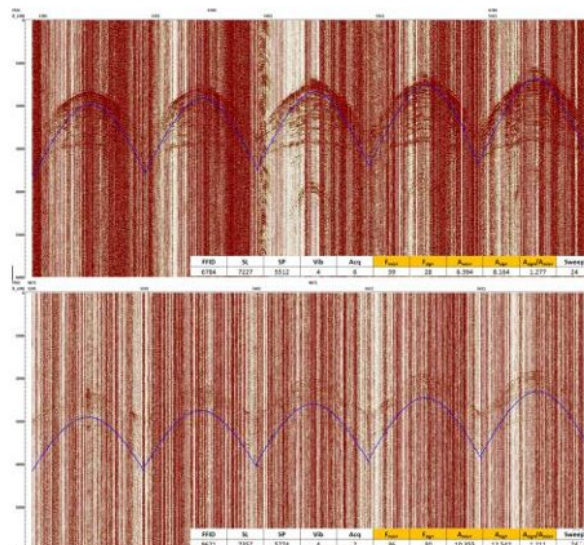
порывами проводов и порчей оборудования. В дополнение к указанной проблеме было выявлено, что на территориях рек и озер приборы вмерзают и не могут быть извлечены для повторного использования до окончания сезона.

Вторая технологическая проблема – высокая степень влияния «человеческого фактора» на установку приборов. Из-за халатного отношения работников сейсморазведочного отряда анкер-болты заглублялись не на полную глубину, мягкая арматура при установке изгибалась (Рис.3.). Это приводило к тому, что некачественно установленные геофоны были подвержены сильному влиянию ветровой помехи (незаглубленный штырь выполнял роль резонатора), что в свою очередь негативно сказалось на качестве первичного полевого материала (Рис.4.) и привело к длительным метеопростоям.

Вышеуказанные проблемы привели к существенным отставаниям по срокам



▲ Рис.3. Нарушения технологии установки геофонов.



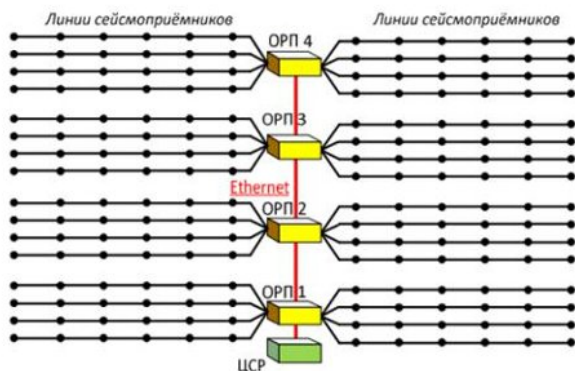
▲ Рис.4. Фрагменты сейсмограмм с сильным влиянием ветровой помехи.

работ; к примеру, в сезоне работ 2019-2020 гг. подрядчиком было выполнено только 45,94% от запланированного объема. Кроме того, очень высоким оказался процент испорченного и потерянного оборудования (10-30% от общего количества за каждый сезон).

Отрицательный результат изложенного эксперимента, по всей видимости, объясняется тем, что Подрядчик не только не имел опыта проведения работ на Крайнем Севере на суше, но и не оценил накопленный опыт проведения сейсмических исследований и подобных экспериментов на предыдущих сейсморазведочных работах.

Опыт использования отечественного сейсморазведочного комплекса X-Zone Fly Lander в условиях Заполярья Тюменской области.

В конце прошлого столетия компания по изготовлению сейсмического оборудования – «Си Технолоджи, г. Геленджик» бросила вызов российским и зарубежным изготовителям сейсмической аппаратуры – приняла решение создать сейсмостанцию (для наземных и морских работ), вплоть до бескабельной телемет-



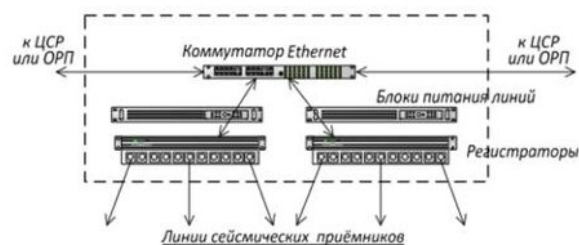
▲ Рис.5. Архитектура системы регистрации.

рической регистрирующей системы, на новых принципах её строения. Шёл очень сложный, даже можно сказать болезненный, процесс разработки аппаратуры из-за ограничений поставок иностранной элементной базы, создания программного обеспечения и т.д.

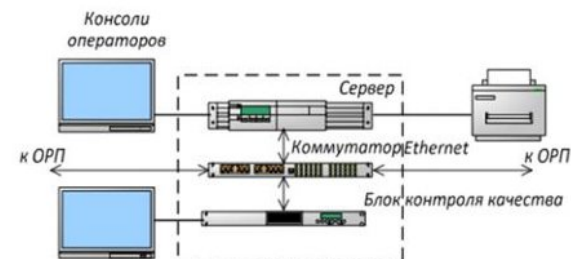
Но, к чести компании, сначала была создана сейсмостанция «Интротмарин», а впоследствии - телеметрическая система X-Zone Fly Lander, которая, в частности, использовалась на сейморазведочных работах зимних сезонов 2017-2020 гг. Из особенностей аппаратуры по отношению к зарубежным аналогам, таким как Sercel, I/O и т.д., главной является её архитектура (Рис. 5, 6, 7).

Выборка из руководства пользователя: «Система сбора сейсмической информации X-Zone Fly Lander представляет собой распределенную систему с одной центральной станцией регистрации (ЦСР) и несколькими обслуживаемыми регистрационными пунктами (ОРП). Каждый ОРП допускает подключение до 20-ти линий сейсмоприёмников. ОРП включает в себя блоки электроники для питания линий и модули регистрации данных.»

Как видно из рисунков, блоки питания приемных линий расположены внутри ОРП, и подключаются к внешней питающей сети или дизельной электростанции.



▲ Рис.6. Структура обслуживаемого регистрационного пункта.



▲ Рис.7. Структура центральной станции регистрации.

Такое решение позволяет исключить использование аккумуляторов для питания приемных линий, а, следовательно, сократить временные затраты на их обслуживание и замену, что для условий пониженных температур является очень важным фактором.

Тем не менее, в ходе работ был выявлен представленный ниже ряд недостатков регистрирующей системы, сводящих к минимуму общую эффективность её применения:

1. Линии приёма не обладают необходимой механической прочностью, что приводило к частым их порывам. На практике регистрация велась нередко при обрыве 1-2 линий приёма. Такое методическое решение было принято и согласовано с Заказчиком в связи с тем, что иначе работы было бы невозможно вести, так как бригады техников не успевали устранять обрывы до появления новых.

2. Полевые модули оцифровки не обладают достаточной герметичностью. Данная проблема остро отразилась на динамике работ в весенний период

(март-апрель), при положительной температуре. При попадании влаги модули оцифровки выходили из строя, отключая линию приема и зачастую вызывая зависание всего регистрирующего комплекса.

3. Выходные файлы сейсмостанции соответствуют стандарту seg-d ver.1.0 ibm 8048, что является устаревшим форматом и не поддерживается рядом обрабатывающих комплексов. Кроме того, в выходных файлах используется разбиение сейсмических каналов на множество «channel set», что вызывает существенные трудности при контроле первичного материала и его первичной обработке.

4. В ходе работ на сейсмических записях было выявлено наличие специфических гармонических шумов, причины возникновения которых так и не были обнаружены, а сами шумы не были устранены.

5. Программная часть сейсморазведочного комплекса недостаточно отлажена. Это проявлялось в виде частых зависаний, долгой загрузке файлов скриптов и других ошибках регистрирующего комплекса и повлекло существенные временные потери.

6. Программная часть сейсморазведочного комплекса сложна в использовании и «недружелюбна» к пользователю: многие функции, основанные на зарубежных аналогах, в сейсморазведочном комплексе X-Zone либо не реализованы вовсе, либо реализованы таким образом, что их использование усложняет работу оператора, вместо того, чтобы облегчить ее.

В качестве примера можно рассмотреть снятие шумового теста. Эта функция широко используется в зарубежных аналогах для определения шумовой обстановки на профиле и принятия оператором решения о начале/останов-

ке отстрела. На сейсмостанции X-Zone изначально не было возможности снятия шумового теста, но в процессе работ данная задача была решена следующим образом: оператор сейсмостанции записывает сейсмограмму без возбуждения (шумовую сейсмограмму), переносит её на флэш-носителе на вспомогательный компьютер, где при помощи сторонней программы проводит ее анализ. Данное решение можно охарактеризовать как «громоздкое» и неудобное, такое решение может носить лишь временный характер.

Следует отметить, что комплекс X-Zone хорошо показал себя на морских исследованиях на Крайнем Севере Западной Сибири. Получены кондиционные материалы, решены геологические задачи. Заказчик из года в год после проведения тендера приглашает их на морские сейсмические работы.

Но резюмируя все вышеизложенное, можно сделать вывод: комплекс X-Zone не готов в настоящее время для полномасштабного использования в крупных сейсморазведочных сухопутных проектах на Крайнем Севере, требуется его модернизация и доработка. Однако следует отметить, что в случае устранения имеющихся недостатков и должной дальнейшей доработки комплекс станет успешным отечественным конкурентом.

Поэтому желаем коллективу компании «Си технолоджи» успеха в доведении в ближайшее время телеметрической системы X-Zone Fly Lander до кондиции и достойной конкуренции с другими изготовителями сейсмической аппаратуры.