

ТНГ-Групп. Опыт применения нодальных систем Smart Solo в производственном режиме

■ Будяк А. В., ТНГ-Групп, г. Бугульма

Внедрение новых технологий, освоение нового вида оборудования для сейсморазведчиков всегда очень непростой процесс. Мало того, что нужно освоить новое, верно оценить преимущества и возможные риски, необходимо главное – убедить заказчика в том, что новое оборудование даст дополнительный эффект. Оценивая для себя возможность использования нодальных систем Smart Solo, мы разработали и реализовали широкий план мероприятий. Причем, данная работа была выполнена в тесном взаимодействии со специалистами заказчиков, активно участвовавшим на всех этапах реализации программы внедрения новых технологических приемов.

С февраля 2021 года в ТНГ-Геосейс находилось на тестировании и в опытно-производственной эксплуатации 5000 каналов оборудования нодальной системы SmartSolo. За это время проведены разнообразные тесты, выполнен один проект 3D в Республике Татарстан и производственные сверхплотные рабо-

ты 2D (шаг ПП 5 м) в Тимано-Печорском регионе.

Результаты оценки и практический опыт выполнения производственных проектов с использованием Smart Solo представлены в данном материале.

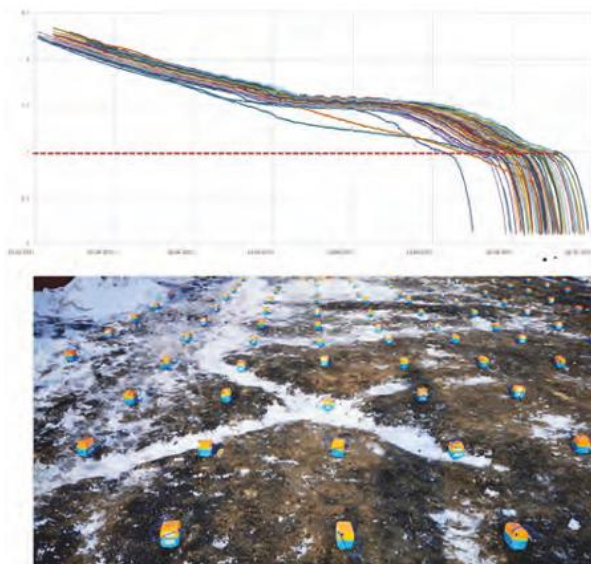
Предварительное тестирование заявленных параметров производителя

На первом этапе оценки нодального оборудования были проведены сопоставления Smart Solo с кабельными системами (SN428, SN508, как с одиночными датчиками, так и с группами сейсмоприемников). Тесты показали отличную идентичность нодального оборудования, в том числе и при совместной расстановке с одиночными датчиками YF-Solo.

Для оценки емкости аккумуляторов и времени автономной работы был проведен тест на разрядку 100 установленных в патч. Было установлено, что до полной разрядки проходит порядка одного месяца, тест проводили в условиях отрицательных температур, но не экстремальных.

▼ *Рис. 1. Сопоставление Smart Solo и SN-428 с одиночными датчиками YF-Solo 5Гц при анализе идентичности. Февраль 2021 г.*





▲ Рис. 2. Патчевая система при анализе работоспособности блоков. Апрель 2021.

В ходе проверок работоспособности оборудования отмечено, что блоки могут погружаться в грунт или быть «погребены» под снегом, но должны находиться не глубже 30-40 см в грунте и 1,5 м в снегу. Иначе теряется сигнал GPS, что приводит к потерям точности привязки к мировому времени. Однако, при небольших погружениях сохраняется уверенный прием сигнала GPS, что позволяет углублять приборы в грунт, прикрывая от посторонних взглядов, снижая влияние поверхностных шумов.

Производственные работы 3D. Республика Татарстан

Это небольшая, порядка 30 квадрат, 3D съемка на территории Татарстана. Участок требовал доизучения, однако техногенные объекты, расположенные в его пределах и окрестности серьезно усложняли работы. В частности, дорожная развязка между двумя промышленными городами республики Нижнекамском и Набережными Челнами, железная дорога из Нижнекамска и расположенный на юге аэропорт Бегишево.

Наличие широкополосной трассы, ответвлений от неё и железнодорожных



▲ Рис. 4. Поверхностные условия выполнения съемки 3D.

путей серьезно усложняло архитектуру кабельной системы в случае ее применения. Необходима была большая работа по согласованию пересечений линий приема коммуникаций, постоянная наладка и обслуживание телеметрии, высокий риск краж и аккумуляторов и кабеля местным населением. Рис. 3.

Для выполнения съемки было предложено применение бескабельной нодальной системы. Понимая риски получить на выходе некондиционные данные ввиду полного традиционного онлайн QC был пересмотрен дизайн съемки в сторону уплотнения, вместо стандартного варианта 200x200 50x50, спроектирован вариант 150x150 по ЛПП и ЛПВ, 25x25 по ПП и ПВ, что повысило плотность трасс на квадратный километр более чем в 7 раз.

Для мониторинга условий регистрации применяли кабельное оборудование.

На работах по размотке и смотке оборудования было задействовано в среднем 2 бригады, которые раскладывали опять же в среднем по 200-250 нодов за 3-4 часа. Участками, на некоторых полях, размотка велась пешим ходом. Подмотка шла побыстрее в среднем 2.5 часа.

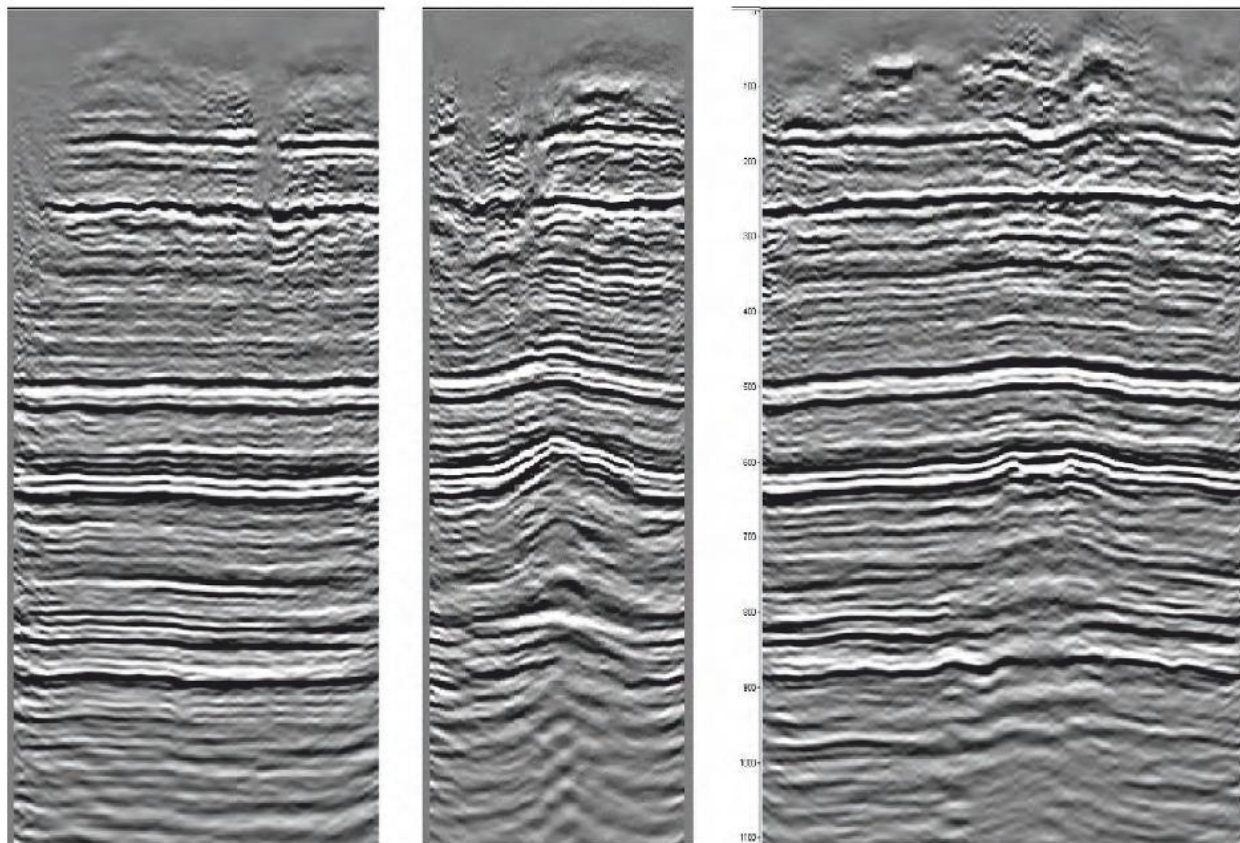
В ходе работы появилась необходимость включения в производственный цикл дополнительного вида работы: визуальный осмотр нодов. Осмотр предполагал проверку наличия нодов, правильную цветовую индикацию на их панели. Рабочие в пешем порядке обходили расстановку в течении светового дня. В процессе работ была предотвращена попытка кражи нодов, также 2 дня подряд восстанавливались участки по нескольку блоков подряд в лесном

массиве. Ноды были выкопаны ночью кабанями в лесу, данные за этот период по этим ПП забракованы.

Для начала регистрации убедившись, что размотка нодов закончена, оператор снимал тесты фоновый уровень шумов с кабельного оборудования Sercel. Линия для мониторинга естественных шумов была расположена на удалении от помехообразующих объектов. Наличие помех от самолетов также контролировалось по кабельной линии, прогнозировалось из открытых источников расписания полетов. В процессе регистрации выбирались благоприятные по техногенным помехам интервалы. Кроме того, по кабельной линии осуществлялся контроль детонации при работе со взрывным источником.

По слайсам куба можно сказать, что несмотря на пропуски в покрытии из-за смещения ПВ, обилие техногенных помех данные характеризуются доста-

▼ Рис. 4. Предварительные результаты обработки данных по площади 3D.



точно высоким соотношением сигнал/шум в целевом интервале карбона.

Производственные работы 2D. НАО Архангельская обл.

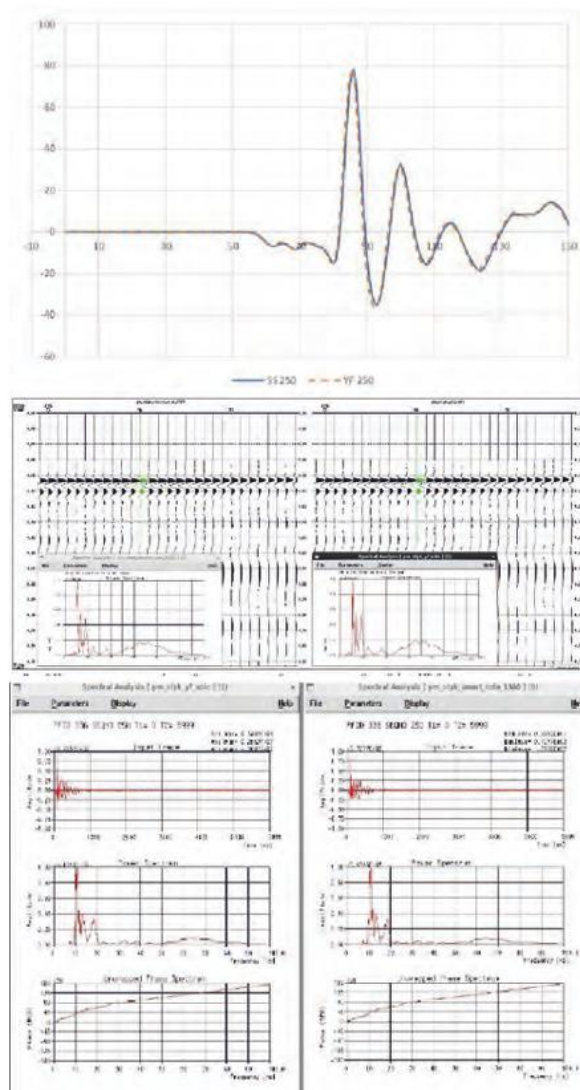
В зимнем сезоне в 2022 году оборудование Smart Solo использовалось при выполнении работ 2D (600 пог.км) на площади в 1200 кв.км.

Участок работ расположен в НАО Архангельской области и характеризуется сложным геологическим строением, так как находится на стыке надпорядковых структур, присутствуют крутые углы наклона, разрывные нарушения, взбросы.

В тектоническом отношении участок недр расположен на стыке надпорядковых структур Северо-Печороморской моноклинали и Предуральского краевого предгорного прогиба, на сочленении относящихся к ним структур I порядка – юго-восточной части Варандей-Адзвинской структурно-тектонической зоны (авлакогена), северной части гряды Чернышева и западной части Воркутского поперечного поднятия.

Для изучения сложной геологии участка необходимо было реализовать сверхплотную систему наблюдения. На проекте использовалась симметричная активная расстановка с максимальным удалением 6 км, шаг ПП 5 м и ПВ 25 м. Для маневра в работе и общего облегчения полевой системы наблюдения было предложено комбинирование 5000 нодов Smart Solo и 7000 каналов кабельного Sercel 428 с одиночным низкочастотным геофоном YF-Solo. Проектом предусматривалось также комплексирование источников взрывного и вибрационного, так как северная часть площади располагалась в особо-охраняемой зоне, которой запрещены взрывные работы.

Большое внимание при опытных работах было уделено сопоставлению

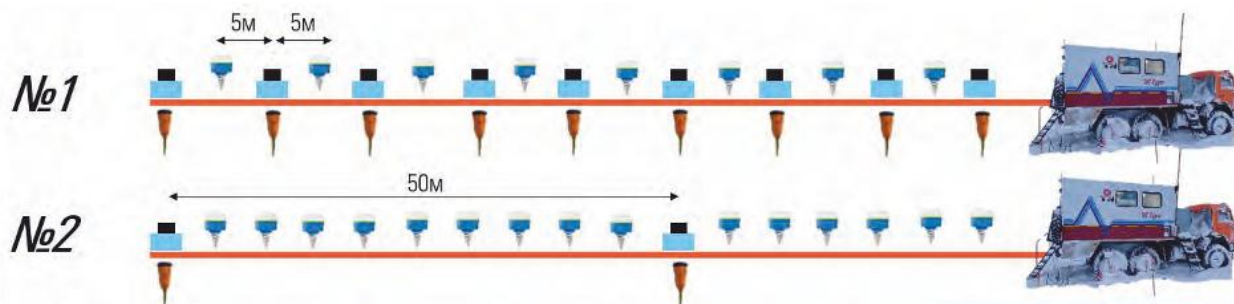


▲ Рис. 5. Сопоставление записей кабельных и бескабельных систем.

одиночных низкочастотных геофонов в составе кабельного оборудования и нодов. Сравнивались формы сигналов, АЧХ и ФЧХ.

Комбинирование оборудования позволило осуществлять онлайн контроль качества и максимально использовать преимущества нодальных небольших легких блоков.

Было реализовано несколько гибридных систем наблюдения. На начальном этапе работ кабельное и нодальное оборудование ставилось через 1 канал, то есть через 10м соответственно. Это, с одной стороны, была, мера перестраховки, чтобы в случаях отказа в работе нодов



▲ Рис. 6. Гибридные системы наблюдения при работе на проекте.

не получить значительные участки потери данных, плюс это позволило провести экспресс анализ результатов опытных работ и выдать задание на бурение до подмотки, считки и сшивки данных. Далее шаг ПП кабельного оборудования был разуплотнен до 50 м (Рис. 6). Часть профилей было отработано с разделением кабельной и нодальной систем.

Исключительно ноды использовались в северной части площади при работе с вибрационным источником. Это было одним из положительных факторов при переговорах по проведению работ с коренным населением. По площади проходил маршрут перегона оленей, и аборигены были негативно настроены на проведение работ в этот период, один из

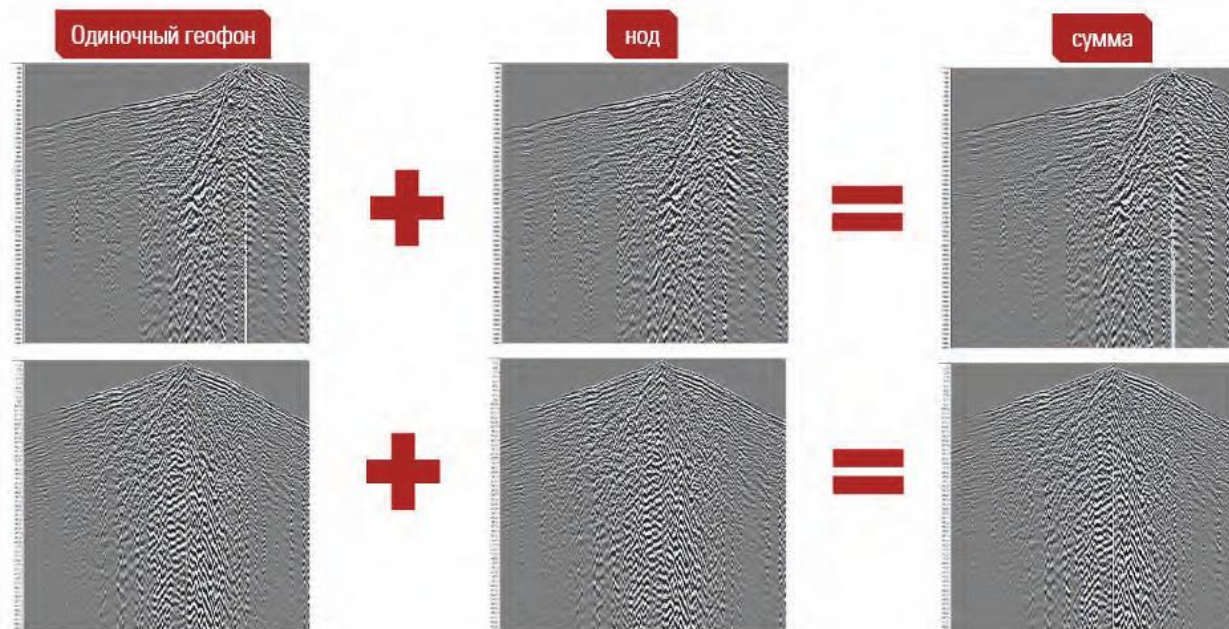
их упреков был в том, что олени путаются в проводах.

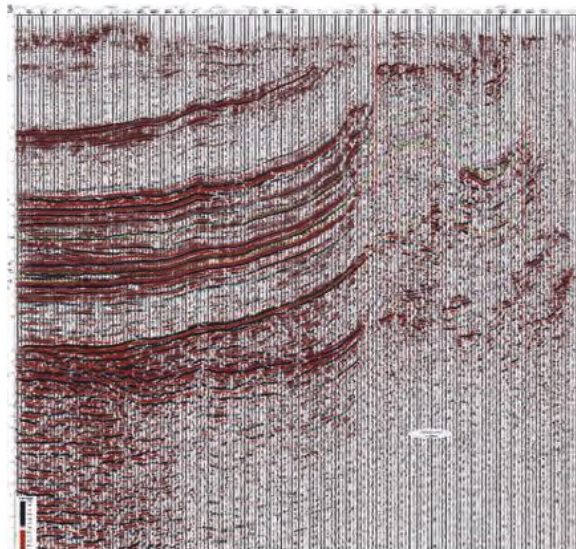
Производительность сейсмоотряда при работе с нодами получилась примерно в 2 раза больше, чем при работе с кабельными системами.

Так как расстояние от базы до удаленных участков профилей было более 50 км, было организовано мобильное место для считывания и зарядки нод, чтобы минимизировать время транспортировки. На части площади перекидка на новые участки работ уже производилась без промежуточного считывания.

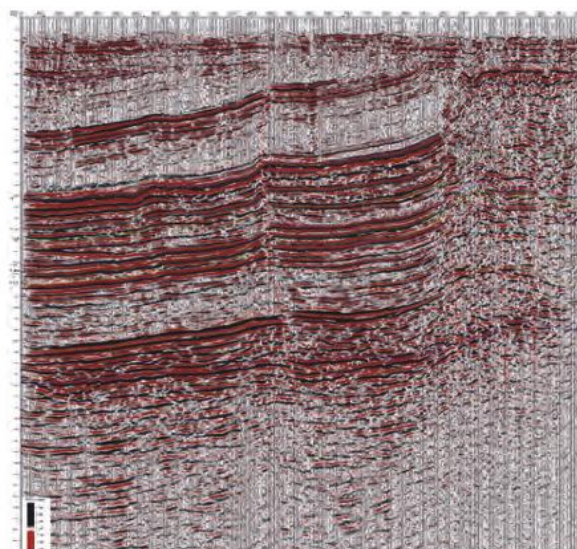
Данные полученные с комбинированными расстановками суммировались в единое физ.наблюдение на полевом ВЦ. Рис.7.

▼ Рис. 7. Получение единой сейсмограммы при использовании различных телеметрических систем на проекте.





▲ Рис. 8. Временной разрез по 2D профилю, отработанному комбинированной расстановкой в варианте №2.



▲ Рис. 9. Временной разрез по 2D профилю, отработанному только нодами Smart Solo.

Выводы и заключение

- Нодальная система Smart Solo применима для проведения работ 2D и 3D, удобна и проста в работе, риск потери информации из-за работоспособности системы – незначителен;
- Необходимо комбинирование кабельной и бескабельных систем регистрации для осуществления мониторинга и контроля уровня шумов;
- При отработке крупных площадей или большой удаленности текущего участка отработки от базы целесообразна организация мобильного места для считывания данных;
- Возникает дополнительный вид работ по мониторингу расставленного нодального оборудования, особенно при высоком проценте использования нодов на проекте;
- При планировании работ необходимо учитывать риск потери оборудования;
- Необходим дополнительный инструктаж персонала и постоянный контроль за соблюдением качества расстановки приборов;
- Необходима проработка и согласование принципов контроля качества с

заказчиком, в том числе и с выработкой особых критериев оценки.

Внедрение нового оборудования, особенно, «слепого», позволяющего повысить производительность и выполнять работы на эксклюзивных участках (сложный рельеф, высокий уровень техногенных помех), требует изменения стандартов и инструкций. Это позволит смелее внедрять новые высокоэффективные технологии, получая качественный материал, решая сложнейшие геологические задачи.

Подробнее об авторе



Будяк
Антон Валерьевич

Главный геофизик
ТНГ-Групп