

Оценка современной нодальной системы AllSeis-1C – отвечая на запросы рынка

- Красноборов Д.В., «X-Port Group», г. Москва.
- Жисян Чжу, компания GDST, г. Пекин, Китай.

О характеристиках оборудования и результатах тестирования в России.

Мировая сейсморазведка в настоящее время переживает повсеместный переход на бескабельные системы. И это свершившийся факт. В России этот переход происходит не так стремительно по целому ряду причин, в том числе, и из-за разнообразия присутствующих на рынке производителей различных систем и необходимости выбора. Однако, можно с уверенностью говорить, что этот переход произойдет в ближайшее время. И резоны те же, что и повсеместно, – сейсморазведку нужно делать дешевле, быстрее и с минимальным ущербом для окружающей среды. А значит, без легких, компактных, удобных в эксплуатации и, главное, недорогих, автономных модулей не обойтись.

При схожести и внешнего вида, и алгоритма работы различных нодальных систем, различия в них есть. И не только ценовые.

Чтобы принять правильное решение, российские геофизики проводят тщательную оценку нодальных систем. Оборудование ALLSEIS-1C от компании GDST (Китай) только появилось на российском рынке, но уже прошло тестирование в двух крупных компаниях, проводящих сейсморазведку в различных сейсмогеологических условиях.

История нодов ALLSEIS-1C

Компания GDST (Китай) специализируется на следующих видах услуг:

- Разработка и производство интеллектуального оборудования для сейсморазведки;
- Интеллектуальная сенсорная технология;

- Разработка и производство морских инженерных систем;

- Выполнение собственных проектов проекты 2,3, 4 D с использованием разных типов источников;

- Дополнительные услуги для работы с большими данными в области геолого-геофизических исследований;

- Разработка и реализация решений для «УМНОГО ГОРОДА»;

- Исследования и услуги по визуализации высокого разрешения городского подземного пространства и предотвращению чрезвычайных ситуаций.

В 2019 году были завершены промышленные испытания нового интеллектуального сейсмического блока ALLSEIS-1C land seismic solution, созданного для сейсморазведки с высоким разрешением, высокой эффективностью и надежностью. При разработке датчика особое внимание было направлено на его экономичность в производстве без ущерба для технических требований к надежности оборудования.

Компания имеет производственные площади в городах Сучжоу и Баодин. Общая площадь около 10 000 м². Производство состоит из стерильного цеха по производству интеллектуальных датчиков, испытательной платформы для тестирования сейсморазведочного оборудования, в том числе и климатика на низкие температуры. Производственный конвейер создавался сразу из расчета производительности более миллиона каналов в год, что обусловлено оценкой потребностей рынка, которые уже существуют в мире, и сохранятся в ближайшие годы. Отличная культура организации



▲ Рис. 1. Производство ALLSEIS-1C – стерильная чистота, высокие технологии организации труда.

производства, продуманный технологический цикл и отлаженная конвейерная сборка, плюс недорогая упаковка и опережающие закупки элементной составляющей обуславливают возможность минимизации цены датчика ALLSEIS-1C.

Технические характеристики ALLSEIS-1C

Allseis-1C — это универсальное высокопроизводительное и бюджетное сейсмическое нодальное решение, используемое для любых наземных условий или рельефа (Рис.2.):

- Сверхпрочный водонепроницаемый корпус (IP68), огнеупорный (5VA) и с защитой от ультрафиолетового излучения (F1);

- Уменьшенные габариты (9,8 см x 10,8 см x 11 см) и малый вес (750 г), удобен для транспортировки и развёртывания;

- 24-разрядный АЦП для регистрации сейсмических сигналов с высоким разрешением и в широком динамическом диапазоне;

- Настраиваемая частота дискретизации и усиление предусилителя;

- Встроенный высокочувствительный модуль GNSS, с поддержкой BeiDou, GPS и ГЛОНАСС, обеспечивает высокую точность глобальной синхронизации;

- Встроенный генератор тестовых сигналов, поддержка самотестирования и диагностики в поле, включая эквивалентный входной шум системы, динамический диапазон в реальном времени, сопротивление геофона постоянному

▼ Рис. 2. Датчик ALLSEIS-1C – все необходимое, для качественной работы.



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Датчик	5Гц высокочувствительный геофон (5Гц~150Гц) Опционально 10Гц высокочувствительный геофон (10Гц~240Гц) Опционально – нижняя часть корпуса с разъемом КСК для подключения внешней группы геофонов
АЦП	24 разрядный дельта-сигма АЦП с синхронизацией частоты по GNSS
Объем флэш-памяти	8 Гб флэш-память (наращиваемая до 16 Гб)
Продолжительность работы от батарей	Встроенная перезаряжаемая Li-Ion батарея (52Втч) >600 часов (25 дней) непрерывной регистрации
Точность синхронизации времени	±10мкс
Встроенные тесты	Наклон прибора, температура, эквивалентный входной шум, динамический диапазон, сопротивление геофона, собственная частота геофона, затухание, чувствительность, и т.д.
Рабочий режим	Автономный с контролем состояния и самодиагностикой с помощью Bluetooth с низким энергопотреблением, поддерживается контроль с транспортных средств и БПЛА.
Светодиодная индикация	Состояние узла, состояние синхронизации GNSS, состояние беспроводной передачи BLE
Сбор данных	Беспроводной сбор данных / Встроенная стойка для загрузки данных/зарядки аккумулятора
Конфигурирование и контроль качества на профиле	Промышленный портативный наладочный компьютер
Вес:	0.75кг (1.65lbs) включая аккумулятор и геофон
Габариты (ДхШхВ)	9.8см x 10.8см x 11см (без штыря)
Рабочая температура	-40~70°C
АНАЛОГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
АЦП	24 разряда
Шаг квантования	0.5мс, 1мс, 2мс, 4мс
Коэффициент усиления	x1, x4, x16 (0 дБ, 12 дБ, 24 дБ)
Входной импеданс	20кОм 22нФ (10Гц Геофон) 40кОм 22нФ (5Гц Геофон)
Точность усиления	0.1%
Максимальный уровень входного сигнала (амплитудное значение)	±2.5В @ 0дБ ±625мВ @ 12дБ ±156мВ @ 24дБ
Мгновенный динамический диапазон@1мс	125дБ @ 0дБ
Динамический диапазон системы	145дБ
Эквивалентный входной шум	1мкВ @ 0дБ
Общие гармонические искажения	<0.2% с 5Hz/10Hz высоко чувствительным геофоном
Полоса пропускания входного сигнала	0Гц ~ 866Гц @ 0.5мс (-3дБ) 0Гц ~ 800Гц @ 0.5мс (-0.1дБ)
Антиализинговый фильтр	Линейная фаза, -3дБ @ 86.6% Найквиста
Затухание в полосе записи	>120дБ @ Найквиста

▲ Табл. 1. Эксплуатационные характеристики датчика ALLSEIS-1C.

току, собственная частота, чувствительность, демпфирование и т.д.;

- Встроенный беспроводной модуль BLE, позволяющий осуществлять контроль качества на месте и воспроизведение сигнала в реальном времени.

- Расстояние наземной связи ≥ 20 м,

расстояние воздушной связи ≥ 100 м, поддержка инспекции в ручном режиме, с помощью транспортных средств и с помощью БПЛА;

- Режим работы Place&Record (P&R) поддерживает автоматическое сопоставление линии сбора данных и суммирова-

ния, что позволяет максимально увеличить производительность полевых работ.

- Встроенный высокоточный модуль позиционирования и синхронизации GNSS, поддерживает BeiDou, GPS, ГЛОНАСС и т.д.;

- Благодаря встроенному высокостабильному кварцевому генератору с температурной компенсацией уход часов составляет менее 1мс (в течение одного часа после потери связи со спутником);

- 600 часов непрерывной регистрации в стандартном режиме низкого энергопотребления GNSS и прерывистой синхронизации спутников;

- Поддерживает использование на глубине с настраиваемым режимом низкого энергопотребления GNSS и постоянной синхронизацией со спутником GNSS;

- Настраиваемая синхронизация сбора данных.

О тестировании ALLSEIS-1C в России

С момента создания ALLSEIS-1C в 2019 году, на рынок поставлено более 120,000 каналов сейсмических узлов, и уже более 40 сейсмических проектов успешно выполнено благодаря новому оборудованию. Уровень потерь по причине отказа оборудования – практически нулевой. Геофизические компании доверяют качеству ALLSEIS-1C, реализуя проекты с самыми разными геологическими задачами. (Рис.3).

Выход на Российский рынок в настоящее время осложнен многими факторами. Тем не менее, уже несколько российских компаний провели тестирование нового оборудования, высоко оценив его преимущества.

Компания проводила тестирование в Якутии в условиях отрицательных температур и снежного покрова. Новое оборудо-



▲ Рис. 3. Предпроектное тестирование оборудования ALLSEIS-1C в Китае.

дование сопоставлялось с регистрирующей системой SN-508 с одиночными датчиками типа YF-Solo (5 Гц). Для тестирования был использован вибратор SERCEL NOMAD 65 Neo весом 30 тонн.

Одна приёмная линия, оборудование ALLSEIS1C и SERCEL 508XT устанавливается на одних и тех-же приёмных пикетах, 280 приёмных пикетов с шагом 25 метров, общая длина приёмной расстановки 7000м. Линия возбуждения параллельна приёмной линии, ПВ и ПП расположены на одних и тех же пикетах. Интервал пунктов возбуждения 25м, группа из 2 вибраторов, 4 накопления. 280 пунктов возбуждения, всего 1120 возбуждений. (Рис.4.).

Было осуществлено обучение персонала, показавшее, что логичный и дружелюбный интерфейс оборудования ALLSEIS-1C хорошо воспринимается российскими специалистами, что определило быстрое понимание технологии и порядка работы.

Утром 10 октября было размещено и настроено 280 узлов одной бригадой (один рабочий, устанавливающий узлы, один специалист для привязки оборудования, одно транспортное средство и один водитель).

Толщина снежного покрова на тестовой линии составляла около 15 см из-за



Рис. 4.
Схема опытных работ
в Якутии.

Рис. 5. Развертывание оборудования ALLSEIS-1C для опытных работ.



непрерывного снегопада. При размещении узлов сначала следует расчистить снег на земле и строго соблюдать требования к установке "ровный, устойчивый, прямой и плотный".

В процессе работы осуществлялся мониторинг состояния приёмной расстановки ALLSEIS 1C с помощью модулей Bluetooth. После отработки запланиро-

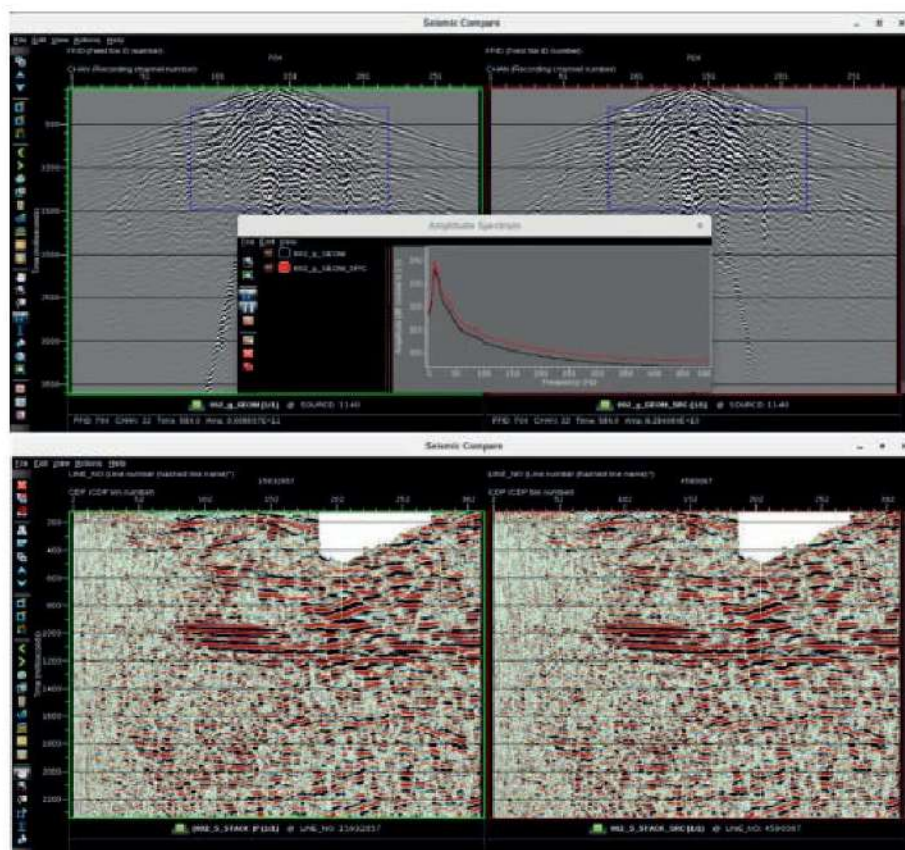
ванного числа физических наблюдений, оборудование было доставлено на базу и все материалы оперативно считаны и запущены в обработку.

Малый объем оборудования не позволил получить сейсмические материалы кратности, достаточной для геологической оценки результатов. В то же время, на уровне анализа сейсмограмм, их АЧХ,



Рис. 6. Проверка качества установки приборов и соблюдения технологических требований программы OMR.

► *Рис. 7.*
Сопоставление
сейсмических
материалов,
полученных
системами
ALLSEIS 1C (слева)
и SN508 (справа).



отношение сигнал/помеха в выбранных окнах, суммированных предварительных разрезов, можно определить идентичность сейсмоданных, полученных разными телеметрическими системами (Рис.7).

В качестве дополнительных тестов проводилась оценка работоспособности оборудования в условиях глубокого снежного покрова. Ноды засыпали снегом высотой почти 1 метр. Наблюдение за качеством сигналов спутников и рабочим состоянием нода проводилось утром и вечером. Результат мониторинга показал, что под таким снегом, оборудование ALLSEIS 1C полностью работоспособно. (Рис. 8).

Вторая компания в октябре 2022 года также выполнила тестирование оборудования ALLSEIS 1C в Республике Татарстан. Для тестирования была реализована следующая программа (Рис.9):

- 300 нодов ALLSEIS 1C были размещены на 5 линиях по 60 модулей в каждой линии. Расстояние между модулями 30см, расстояние между линиями 10см.

▼ *Рис. 8. Оценка работоспособности ALLSEIS 1C в условиях снежного покрова.*



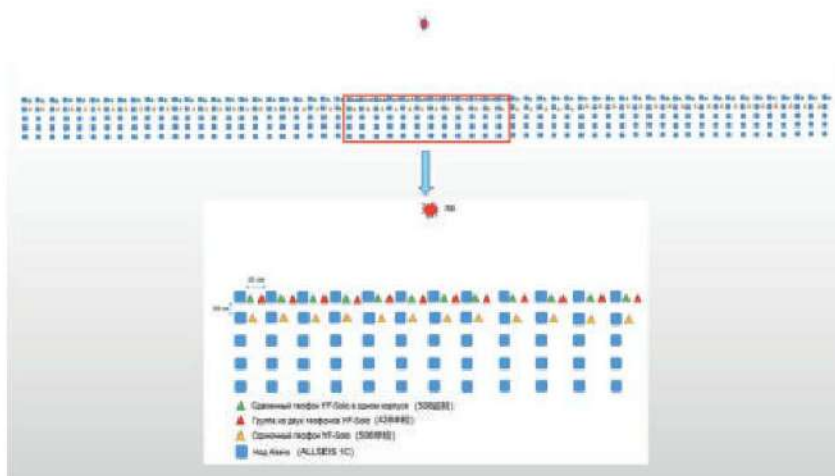


Рис. 9.
Схема
тестирования
оборудования
ALLSEIS-1C
в Республике
Татарстан.

- 60 сдвоенных геофонов YF-Solo в одном корпусе были расположены между нодами ALLSEIS 1C на первой линии и подключены к станции Sercel 428XL,

- 60 одиночных геофонов YF-Solo были расположены между нодами ALLSEIS 1C на второй линии и подключены к станции Sercel 428XL.

- 12 сдвоенных групп геофонов YF-Solo были расположены в середине первой линии и подключены к станции Sercel 428XL.

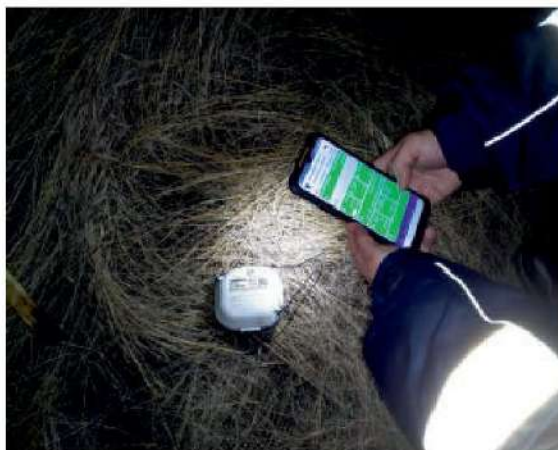
- Источник возбуждения: Взрывчатый материал (300 г).

На приёмной линии было установлено 300 нодов ALLSEIS 1C с шагом 12.5 метров. Длина приёмной линии составила

3750м. Регистрация проводилась совместно с 75 группами геофонов GS-20DX подключённым к сейсмической станции Sercel 428XL, установленными с шагом 50 метров. В группе GS-20DX используется 6 геофонов, соединение смешанное – две параллельных группы по три последовательно соединённых геофона. Из-за сложностей рельефа пикеты возбуждения начинаются с 60 пикета с начала профиля. Всего 232 пикета возбуждения с шагом 12.5м.

Оборудование ALLSEIS-1C показало свою надежность, результаты сопоставимы со стандартными данными, получаемыми с помощью кабельной системы с одиночными датчиками широкого диапазона.

Рис. 10. Развертывание оборудования ALLSEIS-1C.



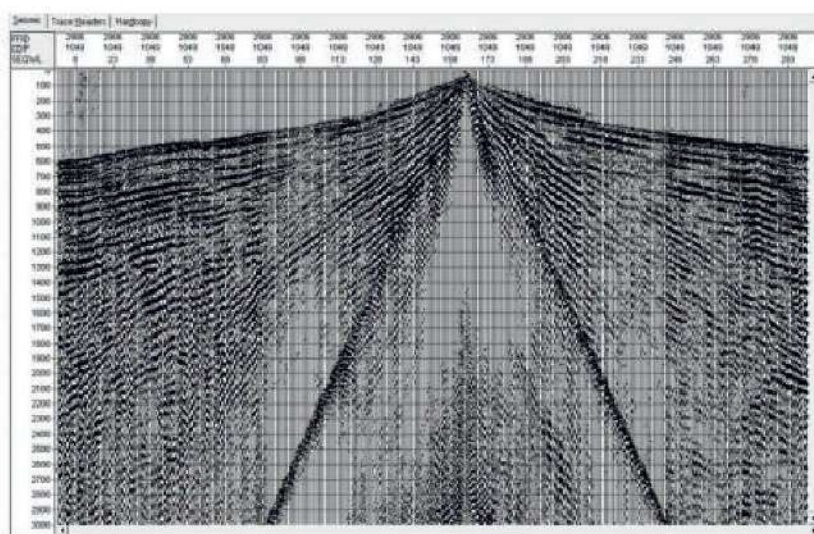
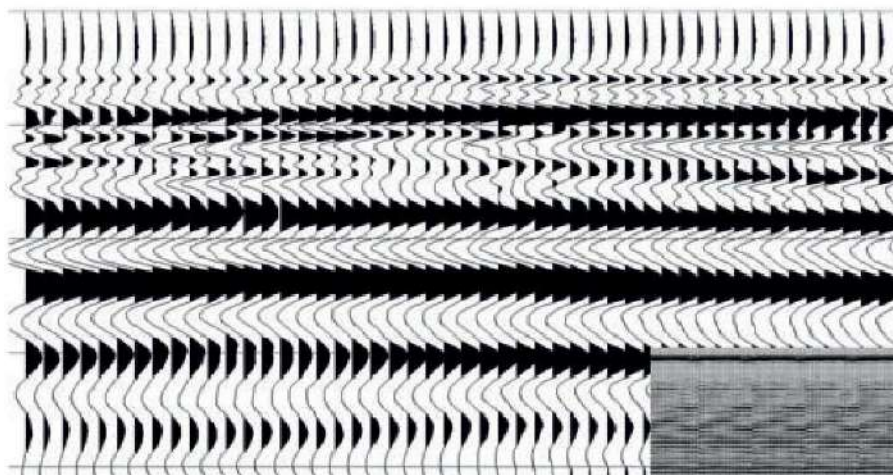
Выводы по результатам тестирования обе компании сделали идентичные:

- В результате сравнительного теста были получены обширные и достоверные данные полевых испытаний, доказывающие, что узел ALLSEIS-1C удобен, эффективен и стабилен для полевых работ

- Продолжительность работы от аккумулятора соответствует заявленной

- Техническое описание беспроводной системы регистрации ALLSEIS-1C соответствует заявленным параметрам.

► Рис. 11.
Проверка
идентичности
оборудования
ALLSEIS-1C.



◀ Рис. 12.
Сейсмограмма,
сформированная
по материалам
ALLSEIS-1C.

Высокая оценка российскими геофизиками качества нового для рынка оборудования ALLSEIS-1C создает отличный задел не только для продвижения его на рынок, но и может стать важным шагом на пути широкого внедрения в отрасли бескабельных технологий.

Подробнее об авторах



Красноборов Д. В.

Генеральный
директор
компании
«X-Port Group»
в России.



Жисян Чжу, Председатель
Совета Директоров GDST,
академик Китайской
академии наук, академик
Академии наук стран
третьего мира, член
Общества геофизиков-
исследователей (SEG)
и лауреат научной премии
Tan Kah Kee 2020 года
в области наук о Земле.