

Allseis - Удобство и эффективность: ключевые принципы комплексных технологий



Красноборов Дмитрий

Многообразие задач, которые ставят недропользователи перед сейсморазведчиками, чрезвычайно велико. Важно отметить, что, несмотря на заявления некоторых производителей о универсальности их сейсморегирующего оборудования, данные утверждения зачастую имеют маркетинговый характер. На практике каждая конкретная задача требует индивидуального подхода и специфического решения. Выбор аппаратуры должен основываться на параметрах, которые наиболее оптимально соответствуют технологиям и геологическим задачам, поставленным заказчиками. Универсальной сейсморегирующей системы, способной эффективно справляться с любыми задачами, не существует. Однако существует возможность найти надежного партнера, который предложит систему, детально ориентированную на конкретные цели заказчика и адаптированную к особенностям его проекта.

Компания GDST занимает лидирующие позиции в разработке и производстве современных интеллектуальных датчиков и систем регистрации сейсмических данных. Она предлагает инновационные решения для энергетики, разведки полезных ископаемых, прогнозного обслуживания промышленных предприятий и изучения недр в городских условиях.

С учётом растущих потребностей в

сейсморазведке с высокой плотностью и увеличенной пропускной способностью каналов, GDST полностью ориентирована на своё нодальное предложение ALLSEIS, которое предоставляет решения, отвечающие всем требованиям при минимальном воздействии на окружающую среду в практически любой местности. На данный момент оборудование GDST обслуживает более 200 клиентов и предоставляет свыше 300 000 каналов как для сейсморазведочных, так и для инженерных работ.

Компания X-Port Group понимает уникальность каждой задачи и готова предложить оптимальные аппаратурные решения, соответствующие требованиям современных геофизических исследований. Наши специалисты имеют многолетний опыт работы в отрасли и готовы проконсультировать клиентов по выбору наиболее подходящих технологий и оборудования. Мы стремимся стать надежным и эффективным партнером для недропользователей, предоставляя доступ к передовым решениям в области сейсморазведки, которые помогут достигнуть поставленных целей с максимальной эффективностью.

Нодальные модули для систем наблюдения высокой плотности

Повышение плотности сейсморазведочных систем наблюдения — это задача, связанная с усовершенствованием

методов и оборудования, используемых для геофизической разведки с целью улучшения качества и точности получаемых данных. Эта задача включает несколько ключевых аспектов.

Плотность сейсморазведочных наблюдений определяется количеством регистрирующих каналов (или датчиков), размещённых на определенной площади в процессе сейсмической разведки. Увеличение плотности может привести к более детальной картине геологической структуры, локализации ресурсов и повышению точности интерпретации данных. И первоочередная задача в создании систем высокой плотности заключается в подборе надежных и компактных сейсморегистрирующих систем.

Использование мобильных и компактных систем позволяет быстро разворачивать большое количество датчиков в труднодоступных или сложных для изучения районах. Адаптивность оборудования к возможности создания гибридных систем наблюдения также является важным аспектом при выборе оборудования для плотных и сверхплотных систем.

Повышение плотности сейсморазведочных систем наблюдения является комплексной задачей, которая требует внимания к инновационным технологиям, оптимизации процессов и учета экономических факторов. Успешное решение этой задачи может значительно улучшить эффективность сейсморазведочных работ, повысить точность результатов и увеличить шансы на успешное открытие и разработку новых месторождений.

Компания GDST представляет широкую линейку нодальных сейсморегистрирующих систем наблюдения, решающих различные задачи.

ALLSEIS-1C - нод для сейсморазведки высокой плотности:

Встроенный геофон: Устройство оснащено высокочувствительным геофоном с рабочей частотой 5 Гц (интервал 5 Гц - 150 Гц) или 10 Гц (интервал 10 Гц - 240 Гц), что обеспечивает высокое качество регистрации сейсмических данных.

- **Опциональная версия:** Доступна версия с разъемом КСК для подключения внешних групп, что позволяет значительно расширить функциональные возможности устройства.

- **Аналогово-цифровой преобразователь:** Устройство имеет 24-разрядный $\Delta\Sigma$ АЦП высокого разрешения, обеспечивающий запись сейсмических данных с высоким динамическим диапазоном для лучшей детализации и точности.

- **Настройки:** Пользователь может настроить шаг дискретизации и коэффициент усиления, что позволяет адаптировать устройство под конкретные условия работы и требования пользователей.

- **GNSS-модуль:** Встроенный высокочувствительный модуль GNSS с активной патч-антенной поддерживает множество систем навигации, включая GPS, Beidou и ГЛОНАСС, обеспечивая возможность работы в лесах и на сложном рельефе.

- **Прерывистая синхронизация:** Возможность работы в режиме прерывистой синхронизации часов GNSS с точностью менее ± 10 мкс, что критично для синхронизации систем и повышения надежности данных.

- **Аккумулятор:** Внутренний литий-ионный аккумулятор обеспечивает непрерывную регистрацию данных в течение 800 часов, что позволяет проводить длительные полевые исследования без необходимости в частой подзарядке.

- **Тестирование и диагностика:** Встроенный генератор тестовых сигналов поддерживает функции самотестирова-

Общие характеристики		Аналоговые характеристики	
Датчик	Встроенный высокочувствительный геофон 5Гц Встроенный высокочувствительный геофон 10Гц Опциональный разъем КСК для подключения внешней группы геофонов	Разрешение АЦП	24 разряда
Оцифровка	24 разрядный $\Delta-\Sigma$ АЦП с синхронизацией частоты по GNSS	Шаг дискретизации	0.5мс, 1мс, 2мс, 4мс
Ёмкость накопителя	16 Гб флэш-память (32Гб опционально)	Коэффициент усиления	x1, x4, x16 (0дБ, 12дБ, 24дБ)
Автономность	Встроенная перезаряжаемая Li-Ion батарея (52/60Втч) 28/33 дня непрерывной регистрации	Входной импеданс	40кОм 22нФ (5Гц геофон) 20кОм 22нФ (10Гц геофон)
Точность синхронизации	± 10 мкс (синхронизация по GNSS) ± 1 мс (в течение одного часа без сигналов GNSS)	Точность усиления	0.1%
Авто тестирование	Внутренний генератор тестовых сигналов для самопроверки и диагностики функций и производительности.	Максимальная амплитуда входного сигнала	$\pm 2.5В @ x1$ $\pm 625мВ @ x4$ $\pm 156мВ @ x16$
Режим работы	Автономный с беспроводным контролем качества и поддержкой патрулирования БПЛА.	Мгновенный динамический диапазон @1мс	125дБ @ x1 (типовое значение)
Светодиодный индикатор	Состояние нода, статус синхронизации GNSS, статус беспроводной передачи данных	Полный динамический диапазон	145дБ
Сбор данных	Стойка для скачивания данных/зарядки	Эквивалентный входной шум @1мс	1мкВ @ x1, 0.25мкВ @ x4 (типовое значение)
Управление в поле	Маладонный планшет на базе Android	Нелинейные искажения	-120дБ @ 31.5Гц
Вес	750г (без штыря), 800г (со штырём)	Полоса пропускания входного сигнала	0Гц ~ 866Гц @ 0.5мс (-3дБ) 0Гц ~ 800Гц @ 0.5мс (-0.1дБ)
Размеры	9.8см x 10.8см x 11см (без штыря)	Антиалязинговый фильтр	Линейный, -3дБ @ 96.6% по Найквисту
Рабочая температура	-40°C ~ +70°C	Затухание в полосе записи	>120дБ @ по Найквисту
		Ослабление синфазного сигнала	>120дБ

▲ Рис. 1. Характеристики массового нода Allseis – 1C.

ния и диагностики в полевых условиях, включая оценку эквивалентного входного шума системы, динамического диапазона в реальном времени, сопротивления геофона постоянному току, его собственной частоты и чувствительности.

- Связь: Модуль Bluetooth Low Energy (BLE) обеспечивает наземную связь на расстоянии до 20 м и воздушную связь на расстоянии до 100 м, что позволяет управлять устройством с помощью автомобиля или беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

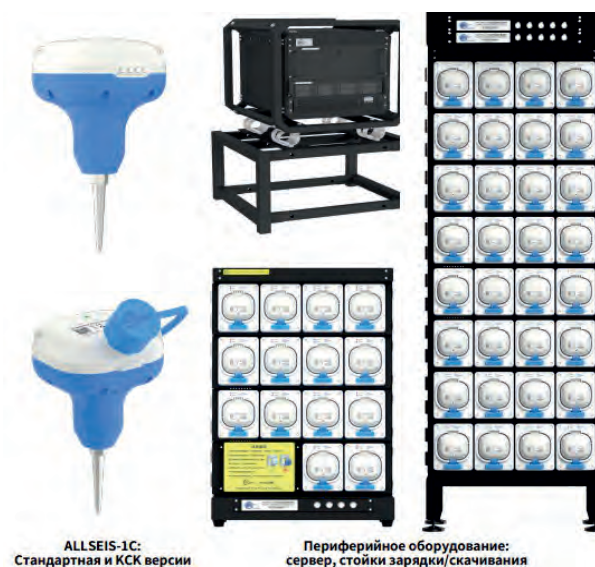
- Режим P&R (Place & Record): Данный режим обеспечивает быстрое и удобное развертывание устройства в полевых условиях. Он поддерживает автоматическое сопоставление положения GNSS с номером линии и пикета, упрощая процесс настройки.

- Портативный планшет: Устройство комплектуется промышленным портативным планшетом на базе Android, который позволяет проверять рабочее состояние нода после развёртывания. Пользователь может получать информацию о заряде батареи, температуре окружающей среды, угле наклона, уровне окружающего шума и проверять

состояние сейсмического материала.

- Корпус: Конструкция выполнена из высокопрочного инженерного пластика, что обеспечивает защиту от падений и механических повреждений. Корпус имеет степень защиты IP68 (водонепроницаемый), огнестойкий и устойчивый к ультрафиолетовому излучению (F1).

- Компактные размеры и легкость: Размеры устройства составляют 9,8 см в длину, 10,8 см в ширину и 11 см в высоту, а вес — всего 750 г, что обеспечивает



▲ Рис. 2. Нод Allseis – 1C и периферийное оборудование для зарядки и скачивания материала.



▲ Рис. 3. Нодальные системы Allseis – удобные в работе, простые в обслуживании.

удобство транспортировки и развертывания в различных условиях.

В процессе развития линейки регистрирующего оборудования активно разрабатываются новые аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и современные решения в области аккумуляторов. Это позволяет значительно повысить надежность оборудования, что особенно важно в условиях, когда сейсморазведка сталкивается с экстремальными климатическими и геологическими факторами. Такие улучшения не только повышают эффективность проведения исследований, но и позволяют успешно справляться с вызовами, работы в сложных сейсмогеологических условиях.

Хорошим примером таких усовершенствований является нод ALLSEIS-1CHR, предназначенный для сейсморазведки высокой плотности. Этот инновационный инструмент способен функционировать при температурах, опускающихся до -55°C , что делает его идеальным выбором для работы в самых суровых условиях. Важно отметить, что ALLSEIS-1CHR не только обладает высокой устойчивостью к температурным колебаниям, но и предлагает дополнительный функционал, который повышает его эффективность в эксплуатации.

Среди таких возможностей — наличие встроенной метки RFID, что обеспечивает эффективный учёт и управление оборудованием. Это позволяет легко отслеживать расположение и состояние каждого элемента системы, что значительно упрощает процесс управления и администрирования. Таким образом, новейшие разработки в области регистрирующего оборудования не только расширяют его функциональность, но и повышают общую надежность и эффективность операций в сложных условиях сейсморазведки.

Следующим этапом в развитии регистрирующего оборудования компании станет нод Minimus, который будет обладать аналогичными функциональными характеристиками, но с существенно меньшим весом — всего 550 г. Это значительное уменьшение массы открывает новые возможности для эксплуатации оборудования, делая его более мобильным и удобным в использовании. Нод Minimus предлагается как решение для сейсморазведки, где легкость и маневренность играют ключевую роль, позволяя специалистам более эффективно проводить работы в условиях ограниченного пространства или на сложных рельефах. Таким образом, компания продол-



▲ Рис. 4. Нод Minimys, разработка 2024 г.

жают следовать своим принципам инноваций и повышения производительности оборудования, что позволяет стране оставаться на передовых позициях в области сейсмических технологий.

- Геофоны: Внутренний высокоэффективный геофон с рабочей частотой 10 Гц (диапазон 10 Гц - 240 Гц). В качестве опции доступен высокочувствительный геофон с рабочей частотой 10 Гц (10 Гц - 240 Гц), а также опциональный геофон с частотой 5 Гц (5 Гц - 150 Гц).

- АЦП: Оснащён 24-разрядным Δ -Σ аналого-цифровым преобразователем высокого разрешения, что обеспечивает запись сейсмических данных с высоким динамическим диапазоном.

- Настройки: Поддерживается гибкая настройка шага дискретизации и коэффициента усиления для оптимизации записи.

- GNSS: Высокочувствительный модуль GNSS с активной патч-антенной, совместимый с системами GPS, Beidou и ГЛОНАСС. Режим прерывистой синхронизации часов GNSS позволяет достичь высокой точности синхронизации менее ± 10 мкс.

- Батарея: Внутренний литий-ионный аккумулятор обеспечивает непрерывную работу устройства на протяжении 600 часов.

- Тестирование: Встроенный генератор тестовых сигналов поддерживает функции самотестирования и диагностики в полевых условиях. Доступны параметры для измерения эквивалентного входного шума системы, динамического диапазона в реальном времени, сопротивления геофона постоянному току, а также параметры, касающиеся собственной частоты, чувствительности и затухания.

- Связь: Модуль BLE (Bluetooth Low Energy) позволяет осуществлять наземную связь на расстоянии до 20 метров и воздушную связь на расстоянии до 100 метров, что позволяет использовать устройство для инспекций с автомобиля или беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

- Режим P&R: Режим "Place & Record" обеспечивает быстрое и удобное развёртывание в полевых условиях, включая автоматическое сопоставление положения GNSS с номером линии и пикета.

- Планшет: Промышленный портативный планшет на базе Android поддерживает проверку рабочего состояния после развёртывания, включая информацию о заряде батареи, температуре окружающей среды, угле наклона, уровне окружающего шума и проверку формы сейсмического воздействия в режиме реального времени.

- Корпус: Корпус выполнен из высокопрочного инженерного пластика, что обеспечивает защиту от падений. Уровень защиты IP68 гарантирует водонепроницаемость, а огнестойкость 5VA и устойчивость к ультрафиолетовому излучению (F1) увеличивают долговечность устройства.

- Габариты и вес: Компактные размеры (65 мм x 65 мм x 170 мм) и небольшой вес (500 г) обеспечивают удобство при развёртывании в полевых условиях.



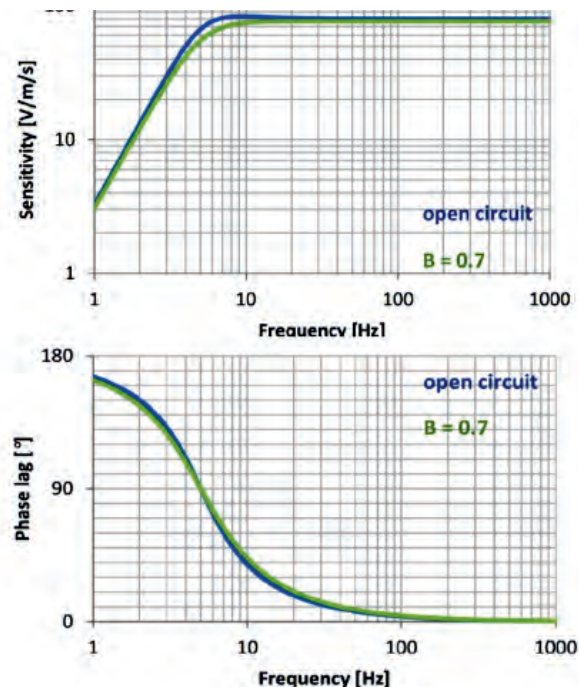
▲ Рис. 5. ALLSEIS-3C 3-компонентный нод для сейсморазведки.

ALLSEIS-3C 3-компонентный нод для сейсморазведки

ALLSEIS-3C представляет собой современную трехкомпонентную систему записи, специально разработанную для применения в сейсморазведке. Она оборудована высокоэффективными датчиками, которые осуществляют одновременное фиксирование данных в трех направлениях: вдоль, поперек и вертикально. Это обеспечивает детализированное представление о сейсмических волнах и их взаимодействии с подземными геологическими структурами.

Трехкомпонентный подход, реализованный в системе ALLSEIS-3C, существенно увеличивает чувствительность к различным типам сейсмических волн и расширяет возможности аналитической обработки получаемых данных. В результате пользователи системы получают более полное и точное понимание геологического строения, что имеет решающее значение для эффективной оценки и разработки углеводородных месторождений, а также для мониторинга геодинамических процессов и сейсмической активности.

- Датчик: Трехкомпонентный ортогональный геофон с высокой чувствительностью, работающий в диапазоне частот 5 Гц (опционально 10 Гц), что обеспечива-



▲ Рис. 6. Кривые отклика и фазового сдвига 5Гц высокочувствительного геофона.

ет качественную регистрацию сейсмических сигналов.

- Оцифровка: Использует тройной 24-разрядный дельта-сигма ($\Delta\Sigma$) аналого-цифровой преобразователь с синхронизацией частоты по системе глобального навигационного спутникового позиционирования (GNSS), что гарантирует точность и надежность записанных данных.

- Ёмкость накопителя: Встроенная память объемом 32 Гб позволяет осуществлять непрерывную регистрацию данных в течение 45 дней при шаге дискретизации 2 мс; доступна опция увеличения объема памяти до 64 Гб.

- Автономность: Оснащён встроенной перезаряжаемой литий-ионной батареей с емкостью в 69/80 Втч, что обеспечивает работу устройства в непрерывном режиме до 28/33 дней.

- Точность синхронизации: Обеспечивает точность синхронизации ± 10 мкс при непрерывном работе от GNSS. При отсутствии GNSS-сигнала точность составляет ± 1 мс в течение часа. Возмож-

на опциональная установка внешней антенны спутникового позиционирования для улучшения синхронизации.

- Режим работы: Работает в автономном режиме с возможностью беспроводного контроля качества и поддержкой патрулирования с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

- Светодиодный индикатор: Устройство оснащено светодиодным индикатором, отображающим состояние нода, статус синхронизации GNSS и статус беспроводной передачи данных, что упрощает мониторинг работы в полевых условиях.

- Авто тестирование: Внутренний генератор тестовых сигналов обеспечивает самопроверку и диагностику функций и производительности устройства, гарантируя его надежность и исправность.

- Сбор данных: Данные могут быть собраны двумя способами: через беспроводное сотовое 4G соединение или портативный кабель для загрузки данных. В помещении предусмотрен блок для загрузки данных и зарядки аккумулятора.

- Управление в поле: Устройство управляется с помощью наладонного планшета на базе Android, что обеспечивает удобный интерфейс и функциональность для оператора в поле.

- Вес: Устройство весит 1,8 кг, включая встроенный аккумулятор и геофоны, что позволяет легко транспортировать его на месте съемки.

- Размеры: Диаметр 12 см, высота 16 см — компактные размеры устройства способствуют удобству его размещения в различных условиях.

- Рабочая температура: Работает в температурном диапазоне от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$, что позволяет использовать его в

различных климатических условиях.

- Водонепроницаемость: Соответствие стандарту IP6 гарантирует защиту устройства от воздействия воды и пыли, что важно для работы в сложных условиях.

ALLSEIS-OB2C Морская донная нодальная система.

Характеристики нового 2-компонентного нода для сейсморазведки на мелководье.

- Принципиально новый дизайн: Устройство представляет собой 2-компонентный нод, который предназначен для высококачественной сейсморазведки на мелководье, позволяя проводить исследования на глубинах до 500 метров. Это делает его идеальным решением для морских и прибрежных объектов.

- Универсальная конструкция: Нод выполнен в формате "все в одном", что позволяет использовать его как в зависимости от требований — как нод на тресе (NOAR), так и транспортное средство с дистанционным управлением (ROV). Это повышает универсальность и адаптивность устройства.

- Встроенные датчики: Оснащение встроенным высокочувствительным



▲ Рис. 7. Внешний вид и принцип работы морской донной системы Allseis OB2C.

геофоном с диапазоном частот 10 Гц (рекомендуемая частота 10 Гц - 240 Гц) и поддержкой механической стойки-стабилизатора обеспечивает надежное фиксирование сейсмических сигналов.

- Гидрофон для регистрации: Включает стандартный гидрофон с рабочим диапазоном 3,4 Гц, что позволяет эффективно фиксировать акустические сигналы под водой.

- Опциональное оборудование: Возможность установки геофона с собственной частотой 1,25 Гц и активной обратной связью для широкополосной регистрации сейсмических данных расширяет функциональность устройства, особенно в сложных условиях.

- Технологические особенности: Оснащён двумя 24-разрядными дельта-сигма ($\Delta\Sigma$) аналогово-цифровыми преобразователями высокого разрешения, что обеспечивает запись сейсмических данных с высоким динамическим диапазоном и точностью.

- Гибкость настройки: Устройство предлагает настраиваемый шаг дискретизации и коэффициент усиления, что позволяет адаптировать его работу под конкретные условия и цели исследования.

- Система самодиагностики: В наличии встроенный генератор тестовых сигналов, предназначенный для самопроверки и диагностики функций и производительности, что позволяет гарантировать надежность работы устройства.

- Точная синхронизация: Стандартный высокоточный термостатический генератор (ОСХО) обеспечивает точность синхронизации на уровне ± 2 мс, что критично для качественной записи и интерпретации данных.

- Встроенный литий-ионный аккумулятор ёмкостью 240 Втч. Более 720 часов (30 дней) непрерывной записи.

- Компактность и легкость: Компактные размеры (35 см в длину, 21 см в ширину и 11 см в высоту) и небольшой вес 10,7 кг (6,5 кг в воде) обеспечивают удобство разворачивания и извлечения устройства, что является важным фактором при его использовании в полевых условиях.

Данный 2-компонентный нод сочетает в себе передовые технологии и удобство эксплуатации, что делает его ценным инструментом для сейсморазведки в условиях мелководья (до 500 м).

- Принципиально новый дизайн: Устройство представляет собой 2-компонентный нод, который предназначен для высококачественной сейсморазведки на мелководье, позволяя проводить исследования на глубинах до 500 метров. Это делает его идеальным решением для морских и прибрежных объектов.

- Универсальная конструкция: Нод выполнен в формате "все в одном", что позволяет использовать его как в зависимости от требований — как нод на тресе (NOAR), так и транспортное средство с дистанционным управлением (ROV). Это повышает универсальность и адаптивность устройства.

- Встроенные датчики: Оснащение встроенным высокочувствительным геофоном с диапазоном частот 10 Гц (рекомендуемая частота 10 Гц - 240 Гц) и поддержкой механической стойки-стабилизатора обеспечивает надежное фиксирование сейсмических сигналов.

- Гидрофон для регистрации: Включает стандартный гидрофон с рабочим диапазоном 3,4 Гц, что позволяет эффективно фиксировать акустические сигналы под водой.

- Опциональное оборудование: Возможность установки геофона с собственной частотой 1,25 Гц и активной обратной

связью для широкополосной регистрации сейсмических данных расширяет функциональность устройства, особенно в сложных условиях.

- Технологические особенности: Оснащён двумя 24-разрядными дельта-сигма ($\Delta\Sigma$) аналогово-цифровыми преобразователями высокого разрешения, что обеспечивает запись сейсмических данных с высоким динамическим диапазоном и точностью.

- Гибкость настройки: Устройство предлагает настраиваемый шаг дискретизации и коэффициент усиления, что позволяет адаптировать его работу под конкретные условия и цели исследования.

- Система самодиагностики: В наличии встроенный генератор тестовых сигналов, предназначенный для самопроверки и диагностики функций и производительности, что позволяет гарантировать надёжность работы устройства.

- Точная синхронизация: Стандартный высокоточный термостатический генератор (ОСХО) обеспечивает точность синхронизации на уровне ± 2 мс, что критично для качественной записи и интерпретации данных.

- Встроенный литий-ионный аккумулятор ёмкостью 240 Втч. Более 720 часов (30 дней) непрерывной записи.

- Компактность и легкость: Компактные размеры (35 см в длину, 21 см в ширину и 11 см в высоту) и небольшой вес 10,7 кг (6,5 кг в воде) обеспечивают удобство развёртывания и извлечения устройства, что является важным фактором при его использовании в полевых условиях.

Данный 2-компонентный нод сочетает в себе передовые технологии и удобство эксплуатации, что делает его ценным инструментом для сейсморазведки в условиях мелководья (до 500 м).

Заключение

В данной публикации представлены характеристики наиболее распространённых приборов линейки Allseis, подчёркивающих их высокую эффективность и надёжность для решения задач сейсморазведки. Однако стоит отметить, что компания предлагает и другие уникальные решения, такие как широкополосный всенаправленный высокочувствительный геофон и морская глубинная донная нодальная система ALLSEIS-OB4C, способная работать на глубинах до 1 км, а также различные модификации беспроводных систем сбора данных.

Особо важно, что все это оборудование доступно на российском рынке. В Оренбурге открыт сервисный и учебный центр, который обеспечивает квалификационную подготовку специалистов для работы с системами Allseis. Здесь также предоставляется техническая поддержка и обслуживание, что значительно облегчает внедрение и эксплуатацию оборудования. Таким образом, пользователи могут быть уверены в высоком уровне обслуживания и наличии необходимых знаний для успешной работы с современными сейсмическими технологиями.

Оборудование Allseis-1C прошло успешное тестирование в ряде ведущих компаний отрасли, что подтверждает его высокую надёжность и эффективность. В ходе экспериментов устройство продемонстрировало выдающиеся характеристики, что стало основанием для его внедрения в реальных проектах. Успешные испытания не только свидетельствуют о качестве разработки, но и подтверждают удобство и эффективность, являющиеся ключевыми принципами комплексных технологий Allseis.

Несколько успешно выполненных проектов были реализованы в производственном режиме с использованием



▲ Рис.8. Allseis уже работает в России.

исключительно оборудования Allseis-1C в качестве основной и единственной сейсморегистрирующей системы. Такая практика показывает, что пользователи полностью доверяют возможностям устройства и высоко оценивают его применение в сложных условиях. Данная система не только отвечает современным требованиям сейсмической регис-

трации, но и интегрируется в существующие процессы, обеспечивая легкость установки и эксплуатации. Таким образом, Allseis-1C подтверждает свою репутацию как отличное самодостаточное сейсморазведочное оборудование, адаптированное к российским условиям и задачам.

Контакты в России:

xPort Group

141201 Московская область,
г.Пушкино, мкр. Междуречье,
Славянская, 8

Т: +7 916 172 8767

dkrasnoborov@xportgroup.com

