

Работа нодальной системы сбора сейсмических данных QUANTUM в полевых условиях

- Деннис Павел, INOVA Geophysical
- Алексей Литвиненко, Mitcham Seismic Eurasia, LLC

Предисловие

За последние несколько десятилетий на рынке наземной сейсморазведки появилось несколько поколений беспроводных систем сбора данных. По мере развития существующих технологий системы совершенствовались для повышения операционной эффективности. Бескабельные системы стали меньше, легче и компактнее. Улучшилась синхронизация системы и увеличилась автономность работы от батарей. Надежность систем последнего поколения была подтверждена на требуемом уровне на сейсмических программах, и бескабельная съемка стала набирать обороты на рынке.

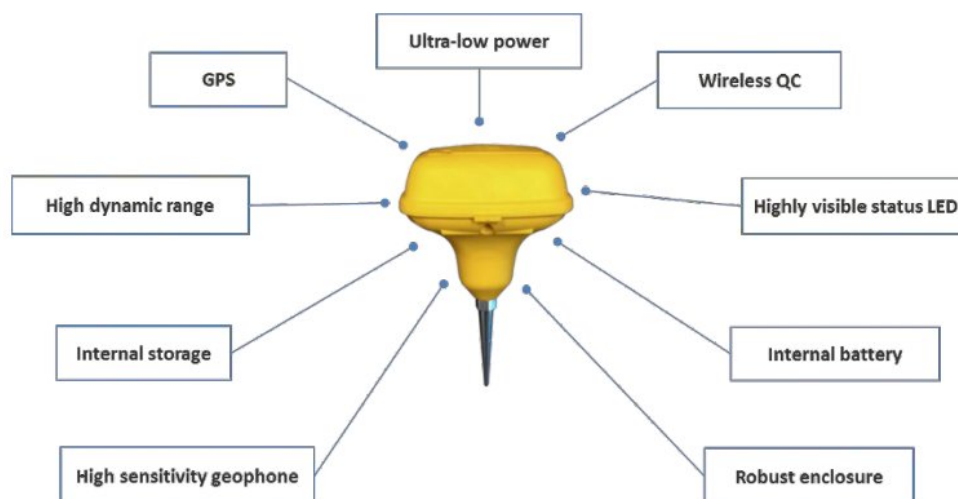
Бескабельные системы последнего поколения, называемые нодальными системами, используют современные технологии для дальнейшего улучшения характеристик, упомянутых выше. Разработчики нодов имеют доступ к общему набору доступных технологий. Однако выбор используемой технологии и способа ее применения зависит от проектных решений, основанных на поставленных задачах. Это приводит к смешению характеристик и спецификаций нодов при сравнении их друг с другом. На противоположной чаше весов находится стоимость нода, требующая достижения баланса за счет конструктивных компромиссов в функциональных возможностях нода. Если основной упор делается на стоимости нода, то его функции и рабочие характеристики должны быть сокращены или даже совсем удалены, что часто переводит необходимые базовые функции на системный уровень,

и тем самым увеличивает эксплуатационные расходы.

Нодальная система Quantum от компании INOVA является ведущим примером сбалансированного подхода к выбору между низкой стоимостью и высокой производительностью. В этой статье исследуются ключевые возможности Quantum с точки зрения работы в поле.

Обзор QUANTUM

Quantum - это многофункциональная нодальная система сбора данных. И сам нод, и вся система, обладают уникальными характеристиками, предназначенными для повышения производительности сейсмических работ. Нод Quantum легкий по весу, но в то же время прочный, имеет специальную форму корпуса, которая облегчает его расстановку в поле. В сочетании с увеличенным временем автономной работы и возможностью беспроводного контроля качества подрядчики сейсмических работ могут обеспечить сохранность и целостность сбора данных во время полевой регистрации. Система, включающая нод Quantum, названная iX1, это не второстепенное дополнение к ноду, а разработка на основе многолетнего опыта проектирования сейсмических нодальных систем сбора данных. Система iX1 состоит из аппаратного и программного обеспечения, которое обеспечивает управление источниками, визуализацию расширенного контроля качества и эффективное управление данными, и все это создано для выполнения качественных сейсмических работ. Обзор характеристик Quantum показан на Рис. 1.



▲ Рис. 1. Обзор характеристик ноды Quantum.

Конкретные примеры использования

Quantum широко используется по всему миру в различных условиях окружающей среды. В этом разделе приведены примеры производительности Quantum в экстремальных условиях и способы использования функций Quantum для повышения производительности работы.

GPS и работа при низких температурах

Система Quantum была недавно развернута в двух регионах России с суровыми климатическими условиями с целью проверки нодов с точки зрения работоспособности GPS при их погружении в снег и эксплуатации при низких температурах.

Первый тест прошел в Красноярском крае, Восточная Сибирь. Этот район известен чрезвычайно сложными условиями для проведения сейсмических работ, в первую очередь из-за своего сурового климата. Ноды в нескольких местах были закопаны в снег на различную глубину, максимально до 90 см при сильном ветре и температурах до -30 градусов по Цельсию. На протяжении всего тестирования ноды Quantum ни

разу не теряли синхронизацию со спутниками GPS и продолжали регистрацию в соответствии со спецификациями даже на самых больших глубинах под снегом.

Производительность батареи Quantum также показала отличный результат. После четырехдневной регистрации по 24 часа в сутки были сняты статусы, и на всех нодах осталось 95% от первоначального заряда батареи. Перед полевым тестом ноды Quantum были помещены в температурную камеру при -30 градусах по Цельсию. Они были запрограммированы на непрерывную регистрацию при этой температуре, и работали до тех пор, пока батарея не разрядилась. Результаты показали, что среднее время автономной работы всех тестируемых нодов составило 48 дней. Основываясь на результатах полевых испытаний, это соответствует более чем 44 дням оставшегося времени работы батареи, что указывает на то, что температура мало повлияла на емкость батареи Quantum при работе в полевых условиях при температуре до -30 градусов Цельсия.

Второе испытание проводилось в Рязанской области Центральной России. Местом проведения этого испытания был выбран густо залесенный район. На протяжении испытания шли сильные



▲ Рис. 2. Полевой тестер контроля качества iX1 и фото мест проведения испытаний.

дожди. Ноды Quantum сначала были расставлены на поверхности, а затем закопаны в песчаный грунт на глубину до 60 см. Во время тестирования статус нодов Quantum отслеживался с помощью полевого тестера контроля качества iX1. И в этот раз ноды Quantum ни разу не теряли синхронизацию со спутниками GPS и без проблем регистрировали данные под дождем и погребенные под слоем песка.

Одиночный геофон QUANTUM в сравнении с группой геофонов

Следующий тест проводился в районе Южного Урала. Целью этого теста было сравнение данных, полученных от нескольких различных групп геофонов с данными от одиночного датчика Quantum. Нод Quantum производится с высокочувствительным геофоном с частотой 5 Гц или 10 Гц. Для этого теста использовались ноды Quantum с высокочувствительными 5 Гц геофонами. Один датчик Quantum дает существенное преимущество в полевых условиях по сравнению с группой геофонов, увеличивающей общий вес системы и требующей больших трудовых ресурсов для развертывания. При сопоставимом качестве

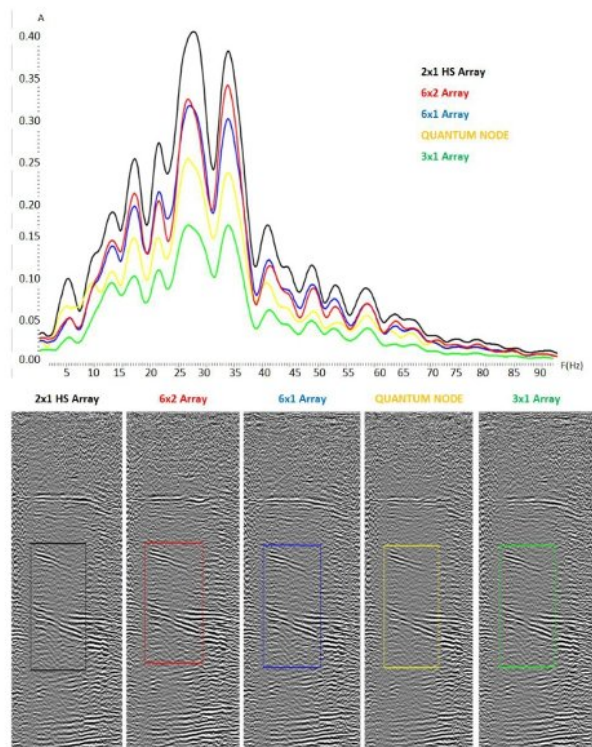
данных, один нод Quantum, который весит всего 650 граммов, будет иметь несомненное преимущество.

Всего было развернуто 480 нодов Quantum параллельно с линиями с группами геофонов в различной конфигурации, которые были подключены к кабельной системе регистрации данных. Расстояние между приемниками Quantum составляло 12,5 метра. 121 ПВ был отработан взрывным источником. Данные были записаны и обработаны.

Результаты показали, что частотный состав геофона ноды Quantum и геофонов в группах сопоставим. Амплитуды сигналов были различные в соответствии с количеством геофонов в группах и чувствительностью. Графики амплитудно-частотной характеристики и первичные суммирования для всех протестированных геофонов показаны на Рис. 3.

Максимальное использование возможностей системы

Система Quantum была развернута в дополнительном проекте, включающем горные районы, реки, деревни и города, чередующиеся с районами с густой растительностью и лесами. На этой



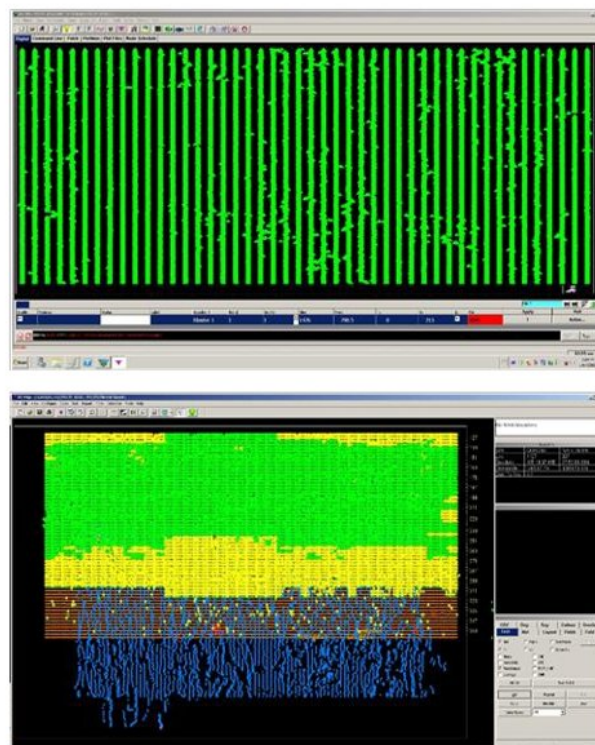
▲ Рис. 3. Графики амплитудно-частотной характеристики и первичные суммирования.

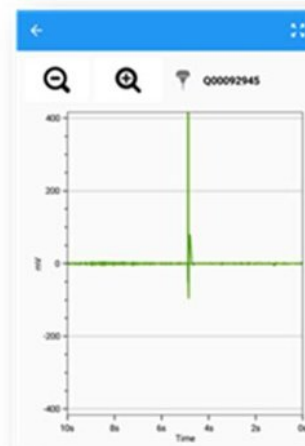
территории проект съемки включал более 74 000 ПП и более 12 000 ПВ, покрывающих рабочую площадь проекта 473 км². Работы со взрывными источниками производились исключительно из-за ограниченного доступа для виброисточников.

Система iX1 использовалась на проекте вместе с более чем 29 000 нодами Quantum. Система iX1 включала в себя регистрирующий компьютер для сбора статусов контроля качества нодов, представляя полную картину развернутых станций вместе с результатами контроля качества по каждой станции. Кроме того, для одновременной загрузки данных и зарядки аккумуляторов использовались компьютер транскрипции и стойки загрузки/зарядки нодов Quantum. Группы взрывников были оснащены системами синхронизации источников INOVA Shot Pro.

Для сбора детализированной информации о статусе приемника в поле использовались тестеры полевого контроля качества, работающие с приложением iX1 Quantum QC. Тестеры контроля качества были оснащены функцией беспроводной сотовой связи, которая позволяла передавать информацию о статусе в полевых условиях по существующей сотовой сети на центральный компьютер сбора данных iX1. Это сделало процесс сбора информации контроля качества намного более эффективным, чем просто физическая доставка информации контроля качества с поля на центральный компьютер. На центральном компьютере с программным обеспечением iX1, оператором были установлены цветовые коды градации для конкретных параметров контроля качества. Результаты отображены на карте, представляющей статус полной расстановки приемников, как показано на Рис. 4.

▼ Рис. 4. картина карты iX1 контроля качества Quantum нодов





▲ Рис. 5. iX1 монитор в реальном времени контроля качества отметок момента ПВ.

Для максимальной производительности блоки Shot Pro работали в автономном режиме. Этот метод исключает необходимость радиосвязи между инкодером сейсмостанции и декодерами в поле, тем самым устранив потенциальные проблемы с радиосвязью, которые могли бы затормозить производственные работы, что стало бы особой проблемой, учитывая рельеф местности проекта. Тестеры контроля качества с соответствующим приложением iX1 также использовались для проверки отметки момента декодеров Shot Pro с использованием функции отображения трассы в реальном времени и нодов Quantum (рис. 5). Отметки момента для каждой группы ПВ записывались и сравнивались друг с другом, чтобы убедиться, что все возбуждения были произведены в корректное время. Этот метод обеспечил контроль отметок момента всех ПВ без радиосвязи с инкодером в стационарном компьютере iX1, просто пользуясь функциями, встроенными в систему Quantum.

Характеристики и возможности нодов Quantum и системы сбора данных iX1 предоставили подрядчику возможность получения максимальной выгоды. В

результате проект площадью 473 км² был полностью завершен за 36 дней, включая мобилизацию оборудования, развертывание, отстрел, сбор данных и демобилизацию. Производственные работы были завершены за 23 дня от установки первого нода Quantum до сбора последних данных.

Заключение

Хотя здесь было представлено лишь несколько примеров, Quantum вместе с системой iX1 интенсивно использовались в поле, доказывая свою надежность в самых жестких условиях эксплуатации. Развертывание как на малых, так и на весьма крупных сейсмических проектах продемонстрировало способность Quantum работать как полнофункциональная сейсмическая нодальная система. Функции системы нацелены на простоту и эффективность работы в полевых условиях, обеспечивая идеальный баланс между низкой стоимостью и высокой производительностью.