

Контроль расстановки приёмной линии на профиле в реальном времени в бескабельной сейсмосистеме «SCOUT»

■ Гнатюк А. И., Тарасов Н.В., Цукерман И. Б., Тарасов В.Н., ОАО «СКБ СП», г. Саратов

По мнению специалистов-геофизиков, основным препятствием для массового перехода на бескабельные системы регистрации сейсмических данных является отсутствие возможности оперативно контролировать состояние полевой расстановки в части микросейсм и технической исправности полевых блоков и геофонов. Большинство бескабельных систем, представленных сегодня на рынке, либо вообще не имеют беспроводных интерфейсов, либо их использование ограничено взаимодействием одиночного полевого блока с мобильным терминалом или точкой доступа. Такой способ позволяет в один момент времени контролировать состояние только одной узловой точки наземной расстановки. Несмотря на достаточно малое время, затрачиваемое на проверку каждого полевого модуля, при серьезном увеличении канальности расстановки остро встает проблема временных затрат на проверку всей системы целиком. Отчасти, решение данной задачи может быть ускорено увеличением персонала, задействованного в этих работах. Современная электроника является достаточно надежной и процент выхода оборудования из строя крайне мал. Однако, современные требования к качеству полевого материала и скорости выполнения работ не позволяют геофизическим компаниям производить большое количество повторных отстрелов профиля в случае обнаружения какой-либо неисправности, особенно при проведении масштабных 3D работ с использованием нескольких групп вибрационных источников или взрывных команд. В итоге, успешное выполнение проекта зависит от беспере-

бойной работы наземного оборудования. Поэтому следующим этапом в развитии бескабельных систем является возможность тотального контроля всего полевого оборудования в реальном времени с управляющего компьютера в полной аналогии с кабельными системами. Именно на решении задачи оперативного контроля расстановки в бескабельной сейсмосистеме «SCOUT» были сосредоточены силы специалистов ОАО «СКБ СП» на протяжении последних двух лет. Новые возможности сейсмосистемы «SCOUT» позволят вывести удобство работы с ней на совершенно новый уровень.



▲ Рис. 1. Внешний вид БАР.

Центральным звеном сейсмосистемы «SCOUT» является блок автономной регистрации (БАР) (Рис.1). Данный блок предназначен для записи, оцифровки и передачи сейсмоинформации как по проводному, так и по беспроводному интерфейсу на планшетный компьютер. Блок БАР включает в себя от одного до трех каналов сбора данных, высокоскоростной Wi-Fi передатчик, работающий на нелицензируемых частотах 2,4 ГГц,

встроенный высокочувствительный GPS/GLONASS приемник, тактовый генератор, встроенный генератор тестовых сигналов, энергонезависимую память емкостью до 32 Гбайт, порт Ethernet для передачи данных и две аккумуляторные батареи общей ёмкостью 20А/ч. Каждый БАР периодически проводит как самотестирование по таким параметрам как: напряжение батареи, статус GPS/GLONASS, КНИ, шум, синфазный сигнал, амплитуда, так и тестирование геофона по параметрам: шум, сопротивление, изоляция, смещение 0, наклон геофонов. В случае выявления отклонения какого-либо параметра от исходных значений БАР отобразит эту информацию посредством светодиодов, выведенных на верхнюю часть корпуса, а также передаст ее на планшетный компьютер, как только он появится в зоне действия беспроводной сети.

БАР имеет прочный герметичный корпус со степенью защиты IP68 и имеет возможность краткосрочного погружения в воду на глубину до 10 м. Блок способен работать в условиях соленой воды и агрессивных соляных растворов. Допускается крепление блока на плоту с его креплением на пикете с помощью якоря. Одновременное использование двух систем глобального позиционирования GPS и GLONASS повышает точность временной синхронизации и позволяет работать практически в любой точке мира. Если сигнал систем глобального позиционирования полностью отсутствует, то БАР может поддерживать точность временной синхронизации от встроенного тактового генератора в пределах 2-3 часов.

Блоки автономной регистрации могут успешно использоваться и для реализации любых методов электроразведки [1], как при подключении приёмной петли,

так и при подключении любого датчика регистрации электрических полей. Частотный диапазон регистрирующего сигнала от 0 до 1600Гц при интервале квантования от 0.25мс. Динамический диапазон регистрации электрических сигналов составляет 140Дб при нелинейных искажениях не более 0.0003% и уровне шумов 0.13 мкВ. В блоке использовано 32 разрядное АЦП с минимально фазовым фильтром, что позволяет обеспечить равномерную АЧХ во всём диапазоне частот регистрируемого сигнала.

Помимо наземного комплекса система включает сервер с программным обеспечением «SCOUT-Service», который управляет и автоматизирует процесс сбора данных, и модульную систему заряда встроенных батарей, которая позволяет вести одновременную зарядку до 1000 автономных блоков. Встроенные батареи обеспечивают работу одноканального БАР в течение 28 суток, а в случае необходимости продления времени автономной работы всегда существует возможность подключения внешнего аккумулятора любой емкости.

Сейсмосистема «SCOUT» показала себя как надежный инструмент при выполнении как небольших 2D проектов, так и крупных 3D проектов с активной расстановкой более 20 линий приёма [2, 3], при проведении мониторинга месторождений, а также при контроле за гидроразрывом пластов. «SCOUT» успешно работает в различных климатических условиях, в том числе при больших минусовых температурах (до минус 40 градусов) с полным сохранением заявленных технических характеристик.

Одним из крупных проектов с использованием сейсмосистемы «SCOUT» является 3D проект в пустыне Сахара в Тунисе, выполняемый компанией «GEOSEIS SERVICES», где одновременно

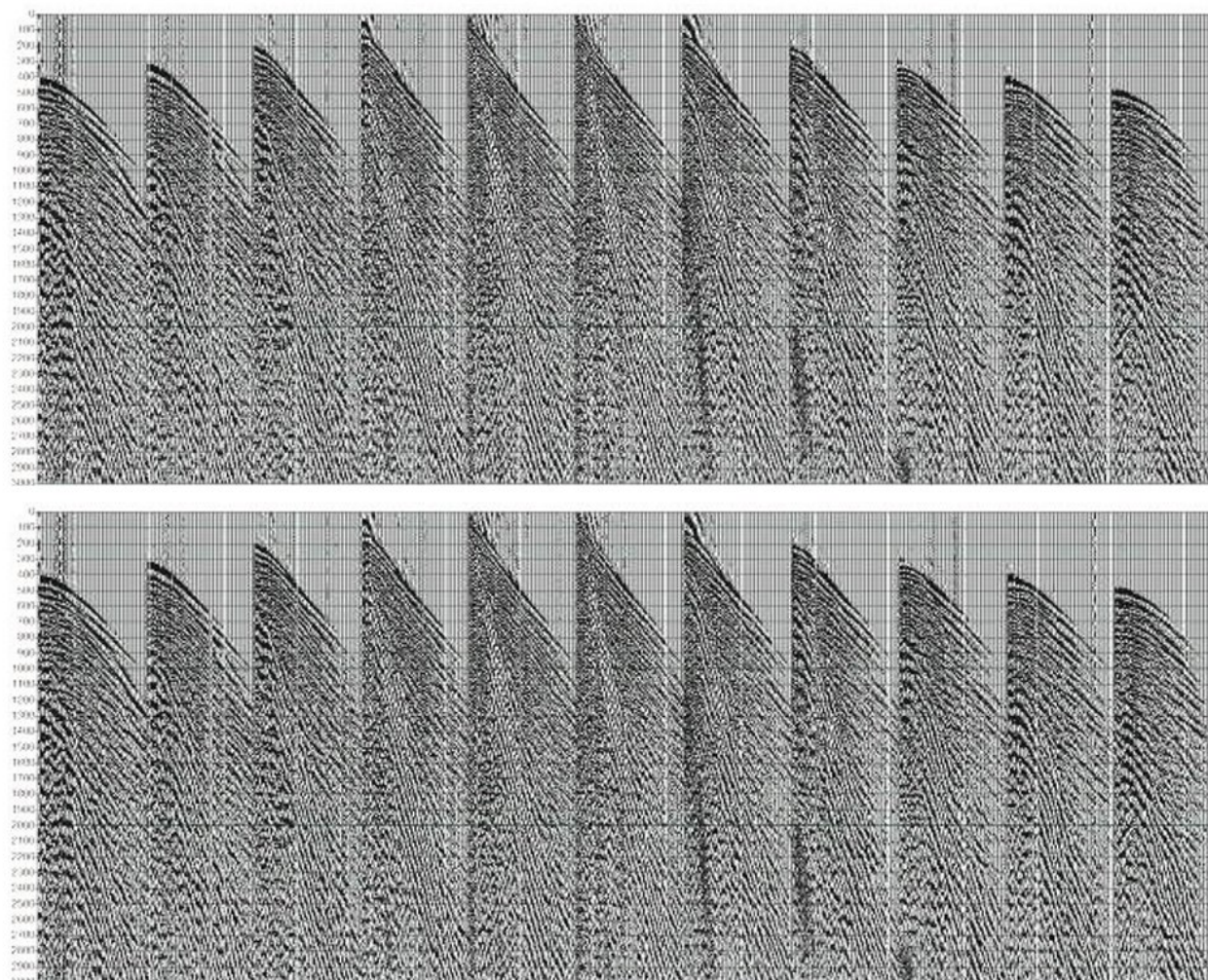
задействованы более 4000 каналов. В качестве источника возбуждения используется группа вибраторов «Nomad 65 NEO». В качестве системы управления вибраторами применена система «Seismic Source Force 3». Условия работ крайне тяжелы: это и температура окружающего воздуха выше плюс 50 градусов по Цельсию, и большие электростатические заряды, генерируемые песчаными бурями, и резкие перепады температур в ночное время. Все используемое оборудование доказало свою надежность в столь непростых условиях.

Контроль микросейсмов, технического состояния полевых модулей и геофонов, а также сбор предварительной информации по сигналам «Time break» (командная отметка момента - КОМ)



▲ Рис. 2. Пустыня Сахара. Тунис. Подготовка оборудования к работе.

осуществлялся с помощью планшетного компьютера со специализированным программным обеспечением «SCOUT-Service». При проезде вдоль профиля происходило автоматическое соединение полевого модуля с планшетным



▲ Рис. 3. Пример сейсмограммы, предоставленной компанией «GEOSEIS SERVICES» (Тунис).

компьютером с последующим тестированием модуля и считыванием с него информации по командным отметкам момента. Затем данные с планшетного компьютера загружались на сервер и происходило автоматическое формирование файлов в стандартных форматах SEG-D и SEG-Y, а также построение сейсмограмм для предварительной оценки качества полевого материала (рис. 3).

На основе анализа опыта работ в данном проекте был разработан специальный алгоритм, который позволил в полной мере задействовать беспроводные интерфейсы системы и предложить заказчику возможность вести оперативный контроль расстановки с управляющего борта. На основании этого алгоритма организована передача данных посредством протокола Wi-Fi между полевыми блоками (БАР) и управляющим компьютером через специальный блок коммутатора линии, что позволило получить оперативную информацию о состоянии всей расстановки, а так же информацию для предварительной оценки качества полевого материала в реальном времени.

Блок синхронизации и вспомогательных каналов (БСВК) обеспечивает синхронизацию процессов запуска по команде управляющего компьютера и оцифровку аналоговых сигналов вспомогательных каналов.



▲ Рис. 4. Принцип организации передачи информации в линии. Каждая часть линии передает информацию в коммутатор, который затем передает ее в управляющий компьютер через кабель.



▲ Рис. 5. Внешний вид экрана управляющего компьютера. В левом нижнем углу отображаются все параметры каждого полевого модуля. В правом нижнем углу смоделирована ситуация с высоким уровнем микросейсмов при 3D расстановке. Обновление информации производится в реальном времени через беспроводную систему передачи данных.

Для системы синхронизации возбуждений БСВК формирует сигнал «Старт» длительностью 100 мс и амплитудой 5В, который синхронизирован с одним из секундных импульсов сигнала GPS. При этом передний фронт сигнала «Старт» совпадает с передним фронтом сигнала PPS от спутника.

В БСВК от системы синхронизации возбуждений принимается сигнал «Time-break», производится измерение времени прихода переднего фронта этого сигнала и передается в компьютер сообщение о значении измеренного времени с точностью 1 мкс. Момент времени, соответствующий приходу сигнала «Time-break», запоминается в специальном файле и используется в дальнейшем при построении сейсмограмм в формате SEG-D или SEG-Y.

Сигналы, поступающие в БСВК через три аналоговых входа, преобразовываются в цифровые коды и передаются в компьютер в качестве трех вспомогательных каналов. Параметры вспомогательных каналов БСВК аналогичны параметрам сейсмических каналов блоков БАР.

Система управления данными, в которую входит БСВК и управляющий компьютер, обеспечивает:

- подготовку служебной информации для блоков БАР (время активации и перехода в спящий режим, параметры регистрации и т.д.);
- синхронизацию процессов запуска источника возбуждения сейсмических колебаний и регистрации сейсмических данных;
- формирование файла времен запуска источника сейсмических колебаний;
- передачу подготовленной для блоков БАР служебной информации с использованием беспроводной технологии передачи данных Wi-Fi или проводного подключения через Ethernet;
- прием сейсмической, служебной информации и результатов самотестирования блоков БАР;
- формирование сейсмограмм путем привязки файлов сейсмических данных, зарегистрированных блоками БАР, к соответствующим временам запуска источника возбуждения;
- привязку сейсмограмм, формируемых в процессе сортировки зарегистрированных сейсмических данных, к конкретным пикетам, используя при этом входной SPS-файл с заданными координатами расстановки профиля;
- запись сейсмограмм в одном из сейсмических форматов данных (SEG-Y или SEG-D);
- обработку результатов тестирования блоков БАР и выдачу заключения о техническом состоянии блоков и встроенных аккумуляторов.

В качестве управляющего компьютера использован высокопроизводительный компьютер-сервер с RAID массивом и специальным программным обеспечением «SCOUT-Station», на котором должно

быть точно установлено время в соответствии с часовым поясом местности, где проводятся геофизические работы, т.к. заданное локальное время пересчитывается во всемирное координированное время (UTC), используемое в системе GPS.

В случае нарушения связи по причине отказа какого-либо блока БАР в сети автоматически выполняется переход на очередной блок БАР, однако это приводит к увеличению потребления электропитания от внутренних батарей блока. Для экономии питания введён в действие прерывистый опрос всей цепочки по запросу от управляющего компьютера.

По завершении расстановки блоков БАР и блока БКЛ (блок коммутатора линии), блоки выстраиваются в общей сети в направлении к станции и посредством кабеля, подключённого к блоку коммутатора линии, передают информацию на управляющий компьютер. Оператор на мониторе видит всю расстановку и по команде может провести тестирование параметров и измерить уровень микросейсмов на профиле. Процесс регистрации проходит по программе, заданной на управляющем компьютере из входного SPS файла.



▲ Рис. 6. Внешний вид коммутатора линии. Коммутатор обеспечивает прием, обработку и передачу информации с БАР каждой линии в управляющий компьютер.

Для оперативного просмотра отдельных сейсмограмм оператор может по сигналам «Time-break», провести выборочное считывание «сырых» данных и построить сейсмограммы по каналам активной расстановки. При работе с виброисточником оператор собирает данные по всем накопленным виброграммам и на сервере получает сумму виброграмм или коррелограмм.

Сейсмосистема SCOUT полностью совместима с последним поколением систем управления виброисточниками, такими как FORCE 3 и GDS-II, что позволяет реализовывать самые современные методики проведения полевых работ, таких как Flip-Flor и Sleep-Sweep.

Внедрение в сейсмосистему SCOUT технологии оперативного контроля полевой расстановки с борта управляющего компьютера через беспроводную сеть позволяет существенно повысить гибкость и скорость выполнения полевых работ, сократить число задействованного персонала и свести к минимуму повторные отстрелы профиля. Непрерывная запись полевой информации во внутреннюю память гарантирует ее сохранность, а наличие возможности выборочной передачи информации позволяет существенно продлить срок автономной работы от встроенных батарей.

Одним из важнейших аспектов успешной реализации проектов с использованием бескабельных сейсмосистем является качественная техническая поддержка со стороны производителя. ОАО «СКБ СП» предлагает своим клиентам полное сопровождение проекта от пуско-наладки и обучения специалистов до выделения персонального сервисного инженера для постоянного присутствия в полевой партии на всем протяжении выполнения работ. В отличие от инос-

транных производителей, нахождение нашей компании на территории Российской Федерации позволяет оперативно реагировать на запросы клиентов при возникновении трудностей в работе с оборудованием, будь то информационная поддержка или поставка запасных частей.

Литература

1. Бучарский Б.В., Бондаренко Д.Н., Горячев В.В., Ларин С.В., К возможности использования блоков сбора данных бескабельной сейсморегистрирующей системы "SCOUT" в электроразведке ЗС-ЗИ, Приборы и системы разведочной геофизики, 4(54)/2015
2. Орлов В.В., Бусыгин А.И., Панченко А.И., Опробование технологии бескабельного сбора полевой сейсмической информации при выполнении опытных работ в предгорных районах Республики Ингушетии и Чеченской Республики, Приборы и системы разведочной геофизики, № 4(46)/2013
3. Берешполец А.И., Гавшин А.Н., Рюмин В.А., Середенко О.А., Чомахидзе З.Г., Сейсморазведочные работы МОГТ 2D в транзитной зоне с использованием бескабельной сейсморегистрирующей системы "SCOUT", Приборы и системы разведочной геофизики, №1(51)/2015