

Инновационная российская телеметрическая сейсморегистрирующая система нового поколения с уникальной комбинированной архитектурой

■ Бескоровайный В.Л., Гнатюк А.И., Тарасов Н.В., Цукерман И.Б., Сосновцев Д.В., АО «СКБ СП», г. Саратов.

В соответствии с Соглашением, заключенным между АО «СКБ СП» и Минпромторгом РФ, АО «СКБ СП» является исполнителем работ по комплексному проекту - «Разработка и производство отечественной интеллектуальной сейсморегистрирующей платформы «Сейсмосистема», предназначенной для поиска нефтяных и газовых месторождений на суше, ледовой поверхности акватории арктических морей, в транзитных и экологически чувствительных зонах».

Реализация Проекта должна поднять отечественное геофизическое приборостроение на качественно новый уровень и обеспечить конкурентоспособность, необходимую для реализации задачи импортозамещения в области геофизического приборостроения.

Уникальная конфигурация системы наблюдения.

Отличительной особенностью предлагаемой архитектуры сейсморегистрирующей системы является совместное использование преимуществ кабельных и бескабельных систем регистрации сейсмической информации в единой «Сейсмосистеме» для обеспечения регистрации в непрерывном режиме в любых районах проведения наземных сейсморазведочных работ, включая транзитные зоны и обход препятствий (железные и автомобильные дороги, и т.д.) (Рис.1.).

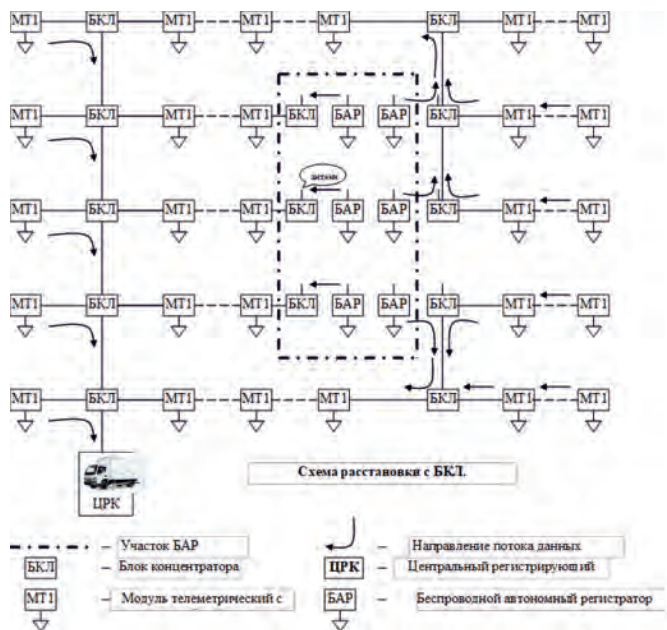
В случае применения смешанной конфигурации важно было предусмотреть совместимость кабельной расстановки и автономных бескабельных

блоков, то есть было необходимо решить главную задачу - получить однородную сейсмическую информацию по всем типам каналов с установленными одинаковыми параметрами регистрации в одном выходном формате.

Преимуществом предложенной «Сейсмосистемы» является то, что при возникновении неисправности в кабельном канале «Сейсмосистема» либо выберет новый маршрут передачи данных на соответствующем участке наземной расстановки, либо перейдет в режим записи информации в автономные блоки. Передача данных произойдет при восстановлении кабельного участка, либо нахождения иного маршрута. Такое технологическое решение архитектуры «Сейсмосистемы» обеспечивает работу без временных простоев, связанных с необходимостью устранения неисправностей кабельного канала передачи данных в процессе выполнения работ.

В процессе разработки данной «Сейсмосистемы» была поставлена задача обеспечения расстановки длинной линии до 2500 каналов в одну линию приёма и регистрации информации в реальном времени. Однако при увеличении канальности в линии приёма необходимо преодолеть ряд проблем:

- возрастание тока питания линии, что приводит к увеличению диаметра, веса и стоимости кабеля;
- увеличение нестабильности синхронизации работы АЦП блоков регистрации и передачи цифровых данных в центральную регистрирующую систему (ЦРС).



▲ Рис. 1. Схема обхода препятствий.

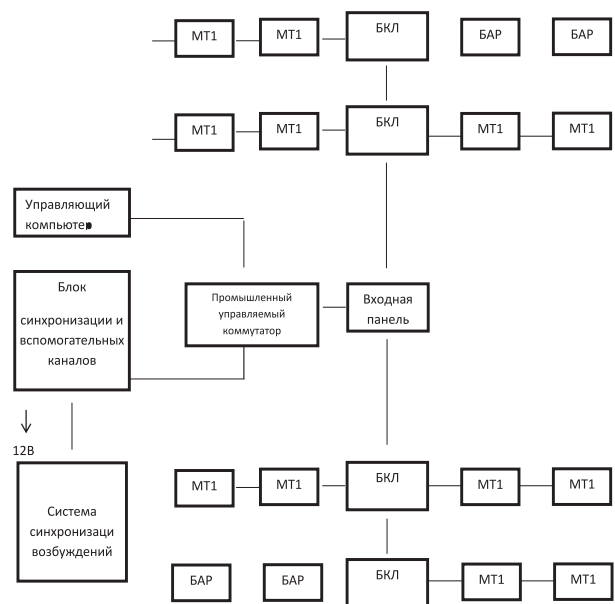
- требование увеличения скорости передачи данных или частоты синхронизации.

Решением проблем явилось размещение блока концентратора (БКЛ) в сейсмической линии. То есть длинная линия, состоящая из модулей телеметрических (MT-1), делится на сегменты, в которых каждый БКЛ обслуживает только свой сегмент кабельных модулей (до 60 каналов в одном сегменте.). Все БКЛ в линии соединяются с помощью 4-х жильного кабеля, обеспечивающего передачу зарегистрированной информации от каждого сейсмического канала, и дополнительно выполняют функцию блока питания сегмента линии (рис.2).

БКЛ соединяются с бортовым компьютером ЦРС с помощью оптоволоконного кабеля, что позволяет снизить требование к сечению проводов кабеля, сигналы синхронизации подвергаются меньшему искажению, а также происходит увеличение скорости передачи сейсмической информации.

БКЛ обеспечивает:

- управление кабельными телеметрическими модулями (MT-1);



▲ Рис. 2. Структурная схема «Сейсмосистемы» с БКЛ.

- приём данных от бескабельных автономных регистраторов (БАР);

- синхронизацию работы БКЛ с сигналами спутниковой навигации GPS /ГЛОНАС;

- прием параметров или команд, поступающих из ЦРС, и их передачу в нижнюю и верхнюю ветви линии наблюдения, в которой установлен данный БКЛ;

- прием сейсмоданных с нижней и верхней ветвей линии наблюдения, в которой установлен данный БКЛ;

- передачу поступивших данных по магистральной линии в ЦРС;

- регенерацию сейсмической информации при передаче данных между линиями наблюдения и в ЦРС;

- создание вспомогательной магистральной линии с целью, обхода препятствия, путем установки в линию дополнительного БКЛ, связанного с ЦРС;

- диагностирование технического состояния подключенных к БКЛ блоков (MT, БАР) и геофонов;

- сохранение поступающей в БКЛ сейсмической и служебной информации во внутренней памяти БКЛ при отсут-

тствии или временной потере связи с ЦРС;

- передачу информации, сохраненной во внутренней памяти блока либо в мобильное устройство сбора данных (планшет) по радиоканалу, либо в ЦРС по кабельному каналу при восстановлении прерванной связи между ЦРС и БКЛ;

- использование БКЛ в качестве ретранслятора при размещении в линии для обхода препятствия, при этом часть трафика геофизической информации будет проходить через модули МТ-1.

Интеллектуальное программное обеспечение реализует алгоритм обхода препятствий и автоматически определяет направление потока геофизической информации до ЦРС посредством кабельных линий и с использованием радиоканала бескабельных блоков БАР и БКЛ,

С целью увеличения канальности в линии и регистрации сейсмических сигналов в реальном времени в БКЛ выполняется «сжатие» информации и передача её по оптоволоконному кабелю в ЦРС для последующей записи в память компьютера.

Процедура сжатия состоит из следующих шагов:

- определение и запись в заголовок смещения нуля данных участка;
- определение максимальной амплитуды отсчетов участка для устранения избыточных разрядов и определение минимальной разрядности отсчетов данного участка;
- преобразование 24-разрядного формата в формат с выбранным числом разрядов и запись числа разрядов в заголовок;
- запись количества отсчетов участка в заголовок.

В результате сжатия объем данных существенно сокращается, что и позволя-



▲ Рис. 3. Кабельный элемент «Сейсмосистемы» (модуль телеметрический МТ-1).



▲ Рис. 4. Бескабельный автономный регистратор «Сейсмосистемы» (блок БАР) для организации обходов препятствий на линии профиля.



▲ Рис. 5. Блок концентратора линии (БКЛ) с внешними антеннами.



▲ Рис. 6. Бескабельный автономный регистратор «Сейсмосистемы» (блок БАРС) со встроенным геофоном.

ет увеличить канальность «Сейсмосистемы» в одной линии наблюдения.

После поступления «сжатых» данных в бортовой компьютер сейсмосистемы производится распаковывание данных и преобразование их в 24 разрядный код, и, в конечном итоге, формируется массив в формате SEG-D или SEG-Y.

На рисунках 3-7 представлены фотографии составных элементов «Сейсмосистемы».

После завершения изготовления опытного образца «Сейсмосистемы» будут проведены полевые испытания с различными типами источников возбуждения сейсмического сигнала.

В настоящее время подписано соглашение между Акционерным обществом «Росгеология» и Акционерным обществом «Специальное конструкторское бюро сейсмического приборостроения» о развитии долгосрочных отношений в части создания и испытания отечественного кабельно-бескабельного сейсморегистрирующего комплекса и другого



▲ Рис. 7. Общий вид компонентов системы.

сопутствующего оборудования, предназначенных для проведения сейсморазведочных работ на суше, в транзитной зоне и континентальном шельфе Российской Федерации с использованием современных технологий и материалов.

Срок выхода на опытно-промышленные испытания «Сейсмосистемы» ожидается во втором полугодии 2023 г.

Технические решения защищены патентами на изобретение и полезную модель.

Таким образом, техническим результатом, воплощённым в разработке, является повышение потребительских возможностей новой сейсмосистемы за счет:

- удлинения линии расстановки до 2500 сейсмических каналов при 2D работах и обеспечения режима 3D при площадных полевых работах с канальностью до 100000 сейсмических кабельных и бескабельных каналов.
- обхода препятствий без разрыва линии наблюдения и, тем самым, сокращения сроков выполнения заданного объема работ.