

Особенности технологии выполнения полевых работ с использованием автономной БТСС «SCOUT»

Гнатюк А.И., ОАО «СКБ СП», г. Саратов

Сегодня затраты на проведение полевых работ составляют порядка 80% от стоимости полного цикла сейсморазведочных работ, включающих также обработку и интерпретацию данных. Недостаточно высокая производительность при выполнении полевых сейсморазведочных работ ведет к большим экономическим потерям, ограничивает использование современных технологий выполнения сейсморазведочных работ. Все это требует активного внедрения инновационных технологий в разведку.

Многие геофизики считают, что основой общего успеха отрасли должен стать отказ от кабелей в регистрирующем оборудовании и широкое внедрение в практику выполнения сейсморазведочных работ бескабельных телеметрических сейсморегистрирующих систем (в дальнейшем БТСС). Однако совершенно очевидно, что технология выполнения полевых работ с использованием БТСС имеет свои особенности, связанные не только с отсутствием кабельного канала передачи данных, но и с типом самой БТСС (сетевой, полуавтономный и автономный типы) и только всесторонний учет этих особенностей может обеспечить реализацию всех потенциальных возможностей БТСС того или иного типа [1, 2, 3]. В частности, при создании автономной БТСС, предназначенной для изучения глубинной части разреза земной коры, помимо типовых для сейсморегистрирующих систем задач, связанных с поиском схмотехнических решений тракта усиления и аналого-цифрового преобразования сейсмических сигналов, разработчику приходится решать задачи, связанные с особенностями технологии выполнения сейсморазведочных работ с использованием таких сейсморегистрирующих систем.

К проблемам такого рода можно отнести:

1. Обеспечение высокой производительности работ при формировании сейсмической расстановки.
2. Загрузка в полевые блоки программы работы на профиле с использованием либо проводного, либо WiFi канала передачи данных.
3. Обеспечение возможности выполнения полевыми блоками операций самотестирования и тестирования подключенных к ним геофонов с записью результатов тестирования в память блока и внешней индикацией технического состояния блока.
4. Съем результатов тестирования технического состояния блока и подключенных к нему геофонов с использованием либо проводного, либо WiFi канала передачи данных, оперативная обработка данных тестирования и выдача заключения о работоспособности тестируемого оборудования.
5. Обеспечение автоматической привязки каждого блока к своему пикету либо в процессе установки блока на пикет, либо после съема из полевых блоков зарегистрированных сейсмоданных с использованием входного SPS-файла с заданными координатами расстановки профиля в проекции Гаусса-Крюгера.

6. Обеспечение синхронной работы всех автономных полевых блоков, размещенных на профиле.
7. Обеспечение привязки каждого отсчета зарегистрированных сейсмоданных к Всемирному Скоординированному Времени (UTC).
8. Обеспечение привязки начала каждого возбуждения сейсмических колебаний к UTC.
9. Регистрация и длительное хранение информации, регистрируемой в течение значительного периода времени (неделя и больше);
10. Обеспечение высокой скорости съема сейсмоданных, хранящихся во внутренней памяти полевых блоков.
11. Формирование сейсмограмм путем привязки файлов сейсмических данных, выгруженных из памяти полевых блоков, к соответствующим временам запуска источника возбуждения сейсмических колебаний.
12. Обеспечение минимального потребления электроэнергии электроникой полевых блоков.
13. Создание оптимальной системы электропитания полевого оборудования.
14. Создание оптимальной системы обслуживания аккумуляторных батарей, являющихся первичным источником электроэнергии для полевого оборудования.
15. Обеспечение высокой эксплуатационной готовности всей системы, независимо от условий ее использования.

Все эти задачи успешно решены при создании автономной БТСС «SCOUT», разработанной ОАО «СКБ СП». Технические характеристики БТСС «SCOUT» достаточно подробно представлены в [3, 4]

Естественно, что реализация вышеперечисленных задач в той или иной БТСС имеет свои особенности. В частности, одной из отличительных особенностей автономной БТСС «SCOUT» является обеспечение высокой производительности работ при формировании сейсмической расстановки путем максимального упрощения процесса размещения полевых блоков на профиле. При включении питания установленного на профиле полевого блока начинается прием сигналов спутниковой группировки GPS. Дальнейшие действия оператора, устанавливающего блоки на профиле, зависят от качества приема сигналов спутников.

1. В случае уверенного приема GPS-приемником блока сигналов нескольких спутников, полевой блок определяет и запоминает свои координаты и переходит в режим синхронизации генератора временных отметок блока сигналами UTC одного спутника группировки GPS. Данный цикл занимает не более 1 мин. Контроль качества приема сигналов спутников и переход блока в режим синхронизации генератора осуществляется с помощью внешней светодиодной индикации блока.

Естественно, что при данном способе погрешность определения координат значительная и может составить порядка 20 м. Одна-

КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



Рис. 1 Установка полевых блоков БТСС «SCOUT» на профиле

ко, поскольку при изучении глубинной части разреза земной коры интервал между пикетами, как правило, составляет 50 м., то эта погрешность не мешает в дальнейшем, используя в процессе формирования сейсмограмм на компьютере входной SPS-Файла с заданными координатами пикетов профиля, привязать получаемые сейсмограммы к конкретным пикетам с точными координатами.

2. В случае неуверенного приема GPS-приемником блока сигналов нескольких спутников на данном пикете, что случается чрезвычайно редко и, как правило, связано с наличием на профиле объектов, сильно экранирующих сигналы спутников, необходимо с помощью светодиодной индикации блока найти точку уверенного приема сигналов и после перехода блока в режим синхронизации генератора временных отметок сигналами UTC одного спутника, загрузить в блок номер пикета с использованием беспроводной технологии передачи данных WiFi и вернуть блок на его пикет.

3. В том случае если интервал между пикетами расстановки меньше 50 м., загрузка в блок номера пикета после перехода блока в режим синхронизации генератора временных отметок сигналами UTC одного спутника – обязательна.

Необходимо отметить, что современная сейсмическая расстановка имеет регулярную (симметричную), как правило, ортогональную геометрию. И, как показано в [5], свободное размещение полевых модулей на профиле, помимо необходимости точного определения полевыми блоками своих координат, что невозможно сделать без использования дифференциальной системы определения координат, приведет к существенному снижению качества конечной сейсмической информации. Это касается свободного размещения не только полевых БСД, но и источников возбуждения сейсмических колебаний.

Таким образом, перспективность использования описанной выше технологии размещения полевых блоков автономной БТСС не вызывает сомнений. Данная технология обеспечивает высокую производительность полевых работ, снижение требований к точности определения блоком своих координат и вполне согласуется с современными требованиями к технологии выполнения сейсморазведочных работ.

Ниже описана технология выполнения полевых работ, реализуемая с использованием

БТСС «SCOUT».

I. Подготовка оборудования к работе на базе партии.

1. Включить питание полевых блоков;
2. Выполнить проверку заряда аккумуляторных батарей полевых блоков;
3. Выполнить тестирование технического состояния полевых блоков с использованием системы самотестирования блока;
4. Выполнить проверку групп сейсмоприемников тестером на предмет замыкания;
5. Занести в полевые блоки информацию о параметрах записи (шаг дискретизации, усиление предусилителей, параметры фильтрации, продолжительности работы на профиле в часах и

т.д.) с использованием беспроводной технологии передачи данных WiFi при помощи Ноутбука с соответствующим программным обеспечением;

6. Выключить питание полевых блоков.

7. Установить на крыше кунга сейсмостанции магнитную антенну блока вспомогательных каналов (БВК), идентичного полевому блоку БТСС, и убедиться, что БВК вошел в режим синхронизации генератора временных отметок блока сигналами UTC одного спутника группировки GPS.

II. Установка оборудования на профиле

1. Установить полевой блок на пикет. При этом физический номер блока не принимается во внимание;

2. Подключить к полевому блоку сейсмоприемник (или группу сейсмоприемников);

3. Включить питание полевого блока и по светодиодной индикации убедиться в работоспособности блока, в частности, в том, что блок определил свои координаты и перешел в режим синхронизации генератора временных отметок по спутнику.

III. Регистрация сейсмоданных

С момента установлении режима синхронизации генератора временных отметок полевого блока, установленного на пикете профиля, по спутнику, блок непрерывно регистрирует информацию, поступающую с сейсмоприемника, с привязкой ее к синхронизированным по спутнику времени (UTC) временным отметкам.

Дальнейший процесс полевых работ осуществляется аналогично работе с кабельной системой. Старт задается с управляющего компьютера сейсмостанции. В контроллере сейсмоисточника формируются отметки момента возбуждения от каждого ПВ, которые регистрируются в БВК с привязкой к синхронизированному по спутнику времени.

IV. Съём зарегистрированных сейсмоданных и формирование сейсмограмм

Система «SCOUT» обеспечивает возможность съема сейсмоданных, зарегистрированных полевыми блоками, тремя способами:

1. При наличии в комплекте устройства «точка доступа» (ACCESS POINT), установленного на сейсмостанции, возможен сбор зарегистрированной блоками сейсмоинформации и их координат непосредственно в сейсмостанции в радиусе до 1 км от антенны «точки доступа» с использованием беспроводной технологии передачи данных WiFi. При этом в пределах

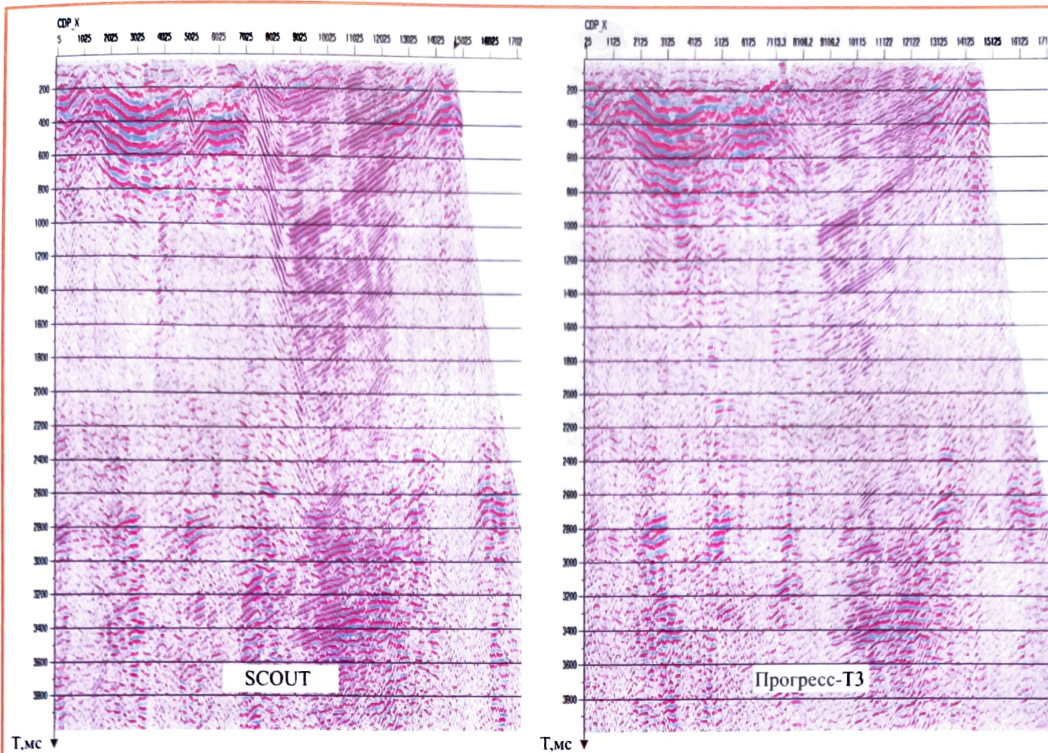


Рис. 2 Временной разрез по профилю № 15

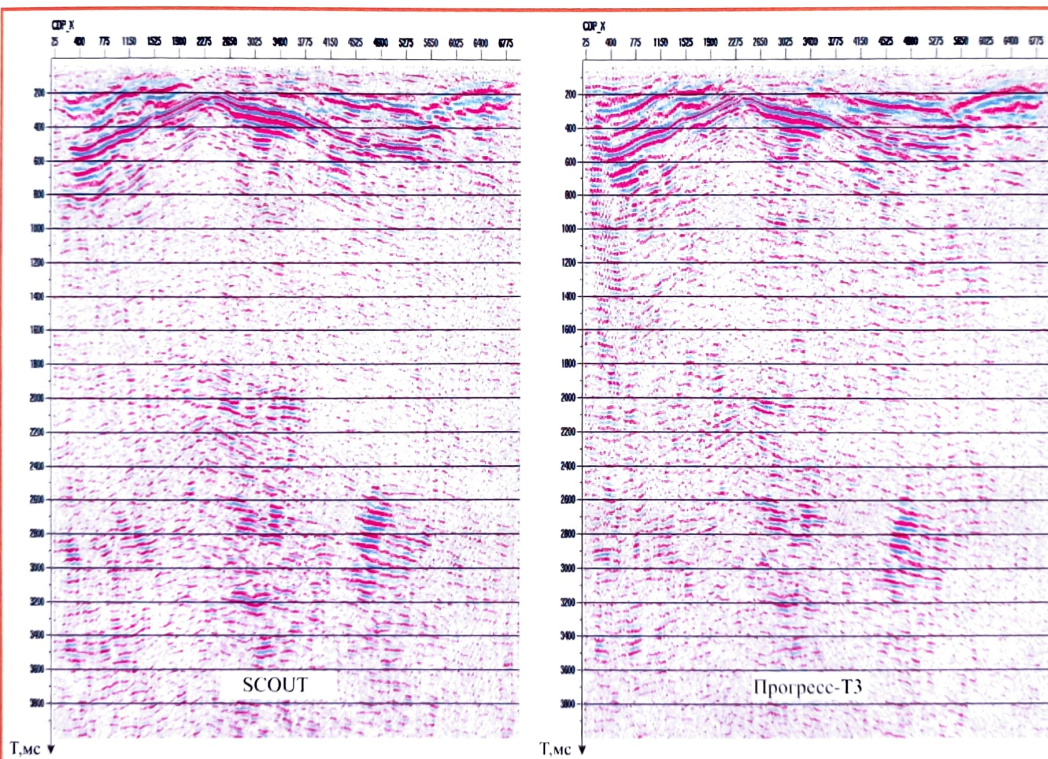


Рис. 3 Временной разрез по профилю № 31

данной зоны (в радиусе 1 км) возможно также осуществление контроля в реальном времени всех параметров регистрации;

2. Все остальные блоки, либо все блоки, можно опросить с использованием беспроводной технологии передачи данных WiFi при помощи Ноутбука с соответствующим программным обеспечением либо в пешем порядке, либо с использованием какого-либо транспортного средства;

3. Можно собрать блоки по окончании работы и произвести считывание зарегистрированной блоками сейсмоинформации и их координат, используя специальный блок с 24 отводами, подключёнными к компьютеру через порт Ethernet.

V. Формирование сейсмограмм

Формирование сейсмограмм осуществляется в сейсмостанции с использованием специальной программы, обеспечивающей:



1. Привязку сейсмической информации, зарегистрированной полевым блоком, к соответствующему пикету, на котором был размещен блок. В качестве исходных данных для выполнения этой процедуры используются определенные и зарегистрированные блоком его координаты и входной SPS-файл с заданными координатами расстановки профиля в проекции Гаусса-Крюгера.

2. Привязку отдельных сейсмоотрасс, зарегистрированных полевыми блоками, к соответствующим отметкам момента, зарегистрированным в БВК, и формирование окончательных сейсмограмм в формате SEG-D.

В качестве исходных данных для выполнения этой процедуры используются: номер пикета, на котором был установлен блок; время регистрации сейсмоотрассы; время регистрации отметки момента.

3. Выполнение операций накопления, корреляции, редактирование шумов и воспроизведения.

Результаты опытных работ, выполненных с использованием БТСС «SCOUT» показали, что технология выполнения полевых работ, реализуемая данной системой, обеспечивает высокую производительность при выполнении полевых сейсморазведочных работ.

В ходе выполнения опытных работ было отработано 123 погонных километра МОГТ-2Д с кратностью профилирования $k=60$ по сети ранее отработанных сейсмических профилей с использованием телеметрической кабельной системы «Прогресс-ТЗ». При этом для обеспечения корректной сравнимости результатов сбора данных при дублировании отработываемых профилей были максимально выдержаны все параметры системы наблюдения и возбуждения сейсмических колебаний.

Район производства работ (рис.1) отличался набором многочисленных техногенных помех: железная дорога, железнодорожная станция, населенный пункт (райцентр), многочисленные линии электропередач и связи, автомобильная магистраль, карьер, газопровод, прудовые и сельскохозяйственные предприятия, которые в значительной степени усложняли проведение сейсмических исследований МОГТ при разворачивании на местности длинных (10 и более км.) телеметрических кабельных систем регистрации. И, несмотря на все вышеперечисленные помехи, а также на сравнительно малую канальность представленной на испытаниях БТСС «SCOUT» (163 канала), средняя производительность при выполнении полевых работ составила 6.5 пог. км (130 ф.н.) за приборосмену.

Хронометраж считывания информации показал:

1. Чистое время скачивания информации с 24-х блоков составило ~1 мин. Естественно, время скачивания напрямую зависит от объема информации, т.е. от времени работы блока на профиле. В нашем случае запись велась на протяжении 12 часов и составила около 70 Мб на каждый блок;
2. Общий цикл съема информации из 24-х блоков (подключение, скачивание и отключение) составил ~3 мин;
3. Сортировка информации и формирование 163 канальной сейсмограммы в формате SEG-D занимает порядка 20 мин.

Сравнительная обработка полевых материалов, зарегистрированных сейсмостанциями ТСС «Прогресс-ТЗ» и БТСС «SCOUT», была

выполнена с использованием программного комплекса PROMAX

На рис.2 и 3 приведено сопоставление предварительных временных разрезов по профилям №15 и 31, полученных в результате обработки полевых материалов, зарегистрированных сейсмостанциями ТСС «Прогресс-ТЗ» и БТСС «SCOUT». Результатом сопоставления явилась полная сходимость информации о геологическом строении изучаемой территории, полученной кабельной и автономной системами. Сходимость результатов съемки в процессе обработки подтверждена и на других профилях.

Выводы

1. Результаты опытных работ, выполненных с использованием автономной БТСС «SCOUT» показали, что технология выполнения полевых работ, реализуемая данной системой, обеспечивает высокую производительность при выполнении полевых сейсморазведочных работ.
2. Поскольку технические параметры тракта регистрации БТСС «SCOUT» и кабельных телеметрических сейсморегистрирующих систем ряда «Прогресс» идентичны по исполнению, то БТСС «SCOUT» может быть использована как дополнение к кабельным ТСС ряда «Прогресс» в районах с набором многочисленных техногенных помех, где существенно затруднена работа с кабелем, либо в районах, в которых использование кабельного канала передачи данных ограничивается по экологическим причинам;
3. Технические характеристики автономной системы «SCOUT» обеспечивают широкие возможности ее использования для выполнения 3D и 4D сейсмических наблюдений, особенно при использовании многоканальных и сверхмногоканальных расстановок, а также районах с помехами техногенного характера и с экологическими ограничениями.

Литература

1. «Анализ технических решений существующих сейсморегистрирующих систем», промежуточный отчет по этапу I базового проекта 7.4-14/09 Федерального Агентства по недропользованию, Саратов, 2009
2. «Требования к составу и техническим параметрам сейсморегистрирующих систем, предназначенных для изучения верхней части разреза (ВЧР), осадочного чехла и фундамента, земной коры в целом», промежуточный отчет по этапу II базового проекта 7.4-14/09 Федерального Агентства по недропользованию, Саратов, 2010
3. «Моделирование, макетирование составных частей сейсморегистрирующих систем, проекты технических заданий на проведение ОКР по созданию сейсморегистрирующих систем», заключительный отчет по этапу III базового проекта 7.4-14/09 Федерального Агентства по недропользованию, Саратов, 2011
4. Опробование технологии бескабельного сбора полевой геофизической информации отечественной сейсморегистрирующей системой «SCOUT», Аккуратов О.С. и др. Приборы и системы разведочной геофизики. №02(36), 2011, стр.22-25
5. Noise suppression, prestack imaging and freedom of choice, Gijs J.O.Vermeer, 3DSymSam, Geophysical Advice, July 2008