

Опробование технологии бескабельного сбора полевой геофизической информации отечественной сейсморегистрирующей системой «SCOUT»

Аккуратов О.С. (ФГУП «ВНИИГеоСистем»), Селезнёв В.А, Матвеев В.В. (филиал «СГЭ» ФГУП «ВНИИГТ») г. Саратов, Гнатюк А.И., Тарасов Н.В. (ОАО «СКБ СП») г.Саратов, Абдулвалиев М.Т., Навроцкий А.О. (ООО «Сибгеотехсервис») г.Москва

В ноябре 2010г. в рамках выполнения Государственного Контракта на проведение геофизических исследований на территории Саратовской области в сложных сейсмогеологических условиях солянокупольной тектоники Прикаспийской впадины впервые была опробована технология бескабельного сбора полевой геофизической (сейсмической) информации с использованием отечественной Системы бескабельной телеметрической сейсморегистрирующей «SCOUT» (СБТС «SCOUT»), производства ОАО «СКБ СП».

Работы по опробованию новой технологии сбора данных выполнялись специалистами филиала «Саратовская геофизическая экспедиция» ФГУП «ВНИИГТ», ОАО «СКБ Сейсмического приборостроения» и ООО «Сибгеотехсервис». В результате было отработано 123 погонных километра МОГТ-2Д с кратностью профилирования $k=60$ по сети сейсмических профилей, ранее отработанных с использованием телеметрической кабельной системы «Прогресс-ТЗ». При

этом, для обеспечения корректной сравнимости результатов сбора данных при дублировании обрабатываемых профилей были максимально выдержаны все параметры системы наблюдения и возбуждения сейсмических колебаний. Район производства работ отличался набором многочисленных техногенных помех: железная дорога, железнодорожная станция, населённый 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. Сравнение параметров кабельной и бескабельной систем в процессе выполнения съёмки на местности приведено в таблице 1.

На все работы по опробованию СБТС «SCOUT» было затрачено 20 приборосмен: на разворачивание, настройку и опытные работы ушла одна приборосмена (что подтверждает традиционную надёжность изготавливаемого ОАО «СКБ СП» оборудования) и 19 приборосмен ушло на собственно производство наблюдений по технологии МОГТ-2Д.

СБТС «SCOUT» является автономной бескабельной системой сбора сейсмоданных и включает в себя (рисунок 1):

- Систему управления данными;
- Полевые блоки сбора данных (бескабельные регистрационные регистраторы БОР-1, представленные на рисунке 2);
- Модуль зарядки внутренней батареи;
- Модуль переноса данных;
- Модуль вспомогательных каналов;
- Портативный компьютер.

Особенностями системы являются:

- Встроенные GPS-приёмник и синхронизируемые часы;
- Встроенный генератор тест-сигналов с высоким разрешением.

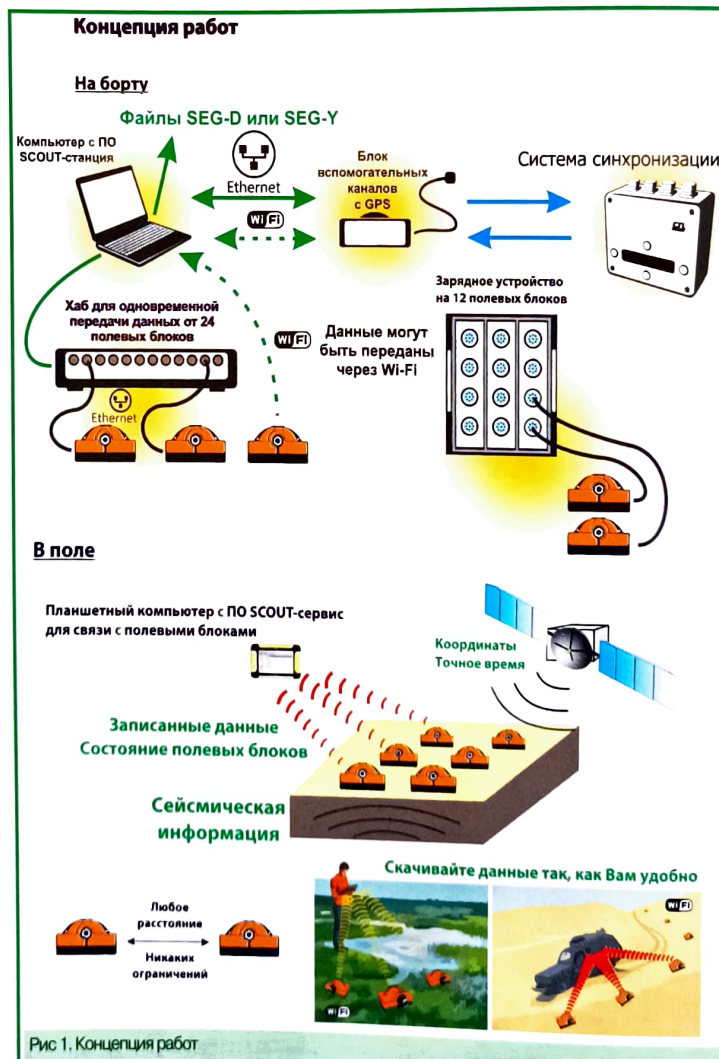


Таблица 1.
Сравнение параметров кабельной и бескабельной систем сейсмической съемки.

№ пп	Содержание	Прогресс-ТЗ	SCOUT
1	Район работ	РФ Приволжский ФО	РФ Приволжский ФО
2	Местонахождение (название объекта)	70-42	70-42
3	Характеристика полевых работ (производ., опытные, оп.-метод.)	Производственные Озинская зона	Производственные Озинская зона
4	Масштаб съемки	Региональные работы	Региональные работы
5	Общее количество физических наблюдений	2460	2474
6	Заказчик полевых работ	«Саратовнедра»	«Саратовнедра»
7	Сейсмическая партия / год проведения полевых работ	№7/2010г	№7/2010г
Методика сейсмических работ			
8	Тип съемки	МОГТ-2Д (ВП ОГТ)	МОГТ-2Д (БСПГИ)
9	Расстановка (фланговая; центр. симметр., асимметр.)	Ассиметричная	Ассиметричная
10	Количество активных каналов на одной ЛПП	2x120	120
11	Минимальное удаление ПВ - ПП (м)	50	50
12	Максимальное удаление ПВ - ПП (м)	5000	5000
13	База группирования приборов (м)	0	45
14	Расстояние между центрами групп (м)	50	50
15	Полная кратность системы наблюдения:	60	60
Параметры возбуждения колебаний			
16	Тип источника возбуждения (взрыв, виброисточник, импульсный)	Виброисточник	Виброисточник
17	Пиковое усилие, кН	300,6	300,6
18	Рабочее усилие, кН	180,36	180,36
19	Количество вибраторов	3	3
20	Тип вибраторов, изготовитель	СВ 27-150БКГ, ЗАО «ГЕОСВИП»	СВ 27-150БКГ, ЗАО «ГЕОСВИП»
21	Количество накоплений (п)	6	6
22	База возбуждения (м)	24	24
23	Характеристики свип-сигнала (тип, f, t, конус)	ЛЧМ 10-75гц 10 сек 0,5 сек	ЛЧМ 10-75гц 10 сек 0,5 сек
Параметры регистрации колебаний			
24	Тип сейсмостанции	Прогресс -ТЗ	SCOUT
25	Тип сейсмоприемников (СП)	GS-20DX-1	GS-20DX
26	Тип соединения СП в группе (послед., параллельно-послед.)	последовательный	последовательный
27	Количество СП в группе / база группы (м)	5 в точке	16 на базе 45 м
28	Характеристики антиаляйсинг-фильтра (тип, f)	250	250
29	Шаг дискретизации (мс)	2	2
30	Длительность регистрации (с)	8	8
31	Фильтрация на записи (ФВЧ, ФНЧ, РФ) (Гц)	ОК	ОК
32	Тип полевого носителя записи сейсмограмм	CD-диск	CD-диск
33	Объем работ пог.км	123	123

- Флэш-память до 32 ГБ;
- Возможность неограниченного наращивания канальности системы;
- Непрерывная запись в течение 180 часов;
- Совместимость с взрывными, вибрационными и другими импульсными источниками возбуждения сейсмических колебаний;
- Светодиодный индикатор, показывающий состояние регистратора и его готовность к работе;
- Прием сигналов от стандартных аналоговых датчиков.

Регистратор БОР-1 спроектирован для записи сейсмоданных без использования кабелей и радиоканала. БОР-1 включает в себя: один канал с 24-х разрядной оцифровкой, встроенный высокочувствительный GPS-приемник, тактовый генератор, встроенный генератор тестовых сигналов, энергонезависимую память емкостью до 32 Гбайт и высокоскоростной порт ETHERNET для передачи данных. При потере сигнала GPS тактовый генератор может сохранять точное время в те-

ние 2-х часов.

Регистратор БОР-1 имеет герметичный корпус, на котором имеются два разъема: один для подключения геофона, а второй для присоединения блока внешнего аккумулятора большой емкости, проведения процедуры заряда внутренней аккумуляторной батареи, а также считывания записанной информации.

СБТС «SCOUT» выполняет тестирование работоспособности цепей сейсмического канала и геофонов. Пользователь может задать программу тестирования – одиночный или пакетный тест. По желанию пользователя можно вывести либо результаты полного тестирования, либо только данные о неполадках. Собираемые и используемые для анализа данные записываются во флэш-память регистратора БОР-1. При проведении тестов программа автоматически управляет последовательностью выполнения тестов и параметрами генератора тест-сигналов. Все тесты проводятся в рабочей конфигурации всех параметров регистратора БОР-1.

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГЕОФИЗИКА- СЕЙСМОРАЗВЕДЧИКА



Рис 2. Общий вид полевого блока (сверху). Полевые блоки фото (снизу)

СБТС «SCOUT» может использоваться для выполнения полевых работ комбинированным способом, когда на одном профиле размещены кабельная сейсмосистема и бескабельные блоки BOR-1, регистрирующие сейсмические сигналы, возбуждаемые единым источником возбуждения сейсмических колебаний. Формирование единой сейсмограммы производится в формате SEG-Y.

Программный комплекс СБТС «SCOUT» состоит из двух программных модулей: «БОР-сервис» и «БОР-станция».

Программный модуль «БОР-сервис» используется для:

- диагностирования регистраторов BOR-1 и подключенных к ним групп геофонов;
- задания параметров регистрации регистраторам BOR-1;
- считывания информации о состоянии регистраторов BOR-1;
- считывания сейсмической информации.

В процессе программирования регистраторов BOR-1 перед их размещением на местности устанавливаются такие параметры как период дискретизации, коэффициент предварительного усиления, режим записи, параметры тестирования.

Программный модуль «БОР-станция» используется для:

- описания топологии расстановки и списка ПВ вручную или импортированием из SPS файлов;
- получения точных значений ОМ для каждого накопления на каждом ПВ и сохранения их в базе данных;
- построения сейсмических записей для каждого ПВ с использованием следующей информации:
- данных о точных временах ОМ, сохраненных в базе данных;
- файлов сейсмических данных, зарегистрированных регистраторами BOR-1;
- SPS R-файлов, содержащих топологию пунк-

Таблица 2

Наименование параметра	Значение параметра
Общие характеристики	
Максимальное число каналов	Нет ограничений
Режимы работы	Автономный
Максимальная длительность регистрации в автономном режиме, обеспечиваемая внутренней памятью при 12 ч. рабочем дне и периоде дискретизации 2мс, не менее, ч	300
Максимальная длительность регистрации в автономном режиме, обеспечиваемая внутренней батареей при 12 ч. рабочем дне, не менее, ч	180
Выходной формат	SEG-Y, SEG-D
Блок сбора данных	
Число каналов в регистраторе BOR-1	1
Число двоичных разрядов АЦП	24
Период дискретизации, мс	0.5, 1.0, 2.0, 4.0
Внутренняя память, Гбайт	до 32
Точность временной синхронизации, мкс	25
Максимальный входной сигнал, В, не менее	3
Фиксированный коэффициент усиления	1, 4, 16, 64
Частотный диапазон, Гц	0 – 1600
КНИ, %	0.0005
Уровень собственных шумов в полосе частот от 10 до 125 Гц, мкВ эфф., не более	0,2
Фильтры	ФВЧ, ФНЧ, РФ
Общий динамический диапазон, дБ	140
Мгновенный динамический диапазон, дБ	104
Коэффициент подавления синфазного сигнала, дБ, не менее	100
Потребляемая мощность (регистрация), Вт	0.4
Внутренняя батарея	Есть
Внешняя батарея	Есть
Вес с внутренней батареей, кг	1,2
Встроенные системные тесты	Состояние батареи Состояние GPS Уровень собственных шумов КНИ Напряжение смещения нуля Коэффициент подавления синфазного сигнала
Встроенные тесты геофона	Шум Сопротивление Синфазный сигнал Наклон
Индикация технического состояния блока	Светодиоды
Тип используемых датчиков	Геофоны
Наличие встроенной GPS	Есть
Радиопередача	В нереальн. времени
Используемая технология радиосвязи	Wireless LAN Wi-Fi Ethernet
Рабочий температурный диапазон с внутренней батареей, °C	- 30 ± + 60
Рабочий температурный диапазон с внешней батареей, °C	- 40 ± + 70
Влажность.	0 – 100%



ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГЕОФИЗИКА- СЕЙСМОРАЗВЕДЧИКА

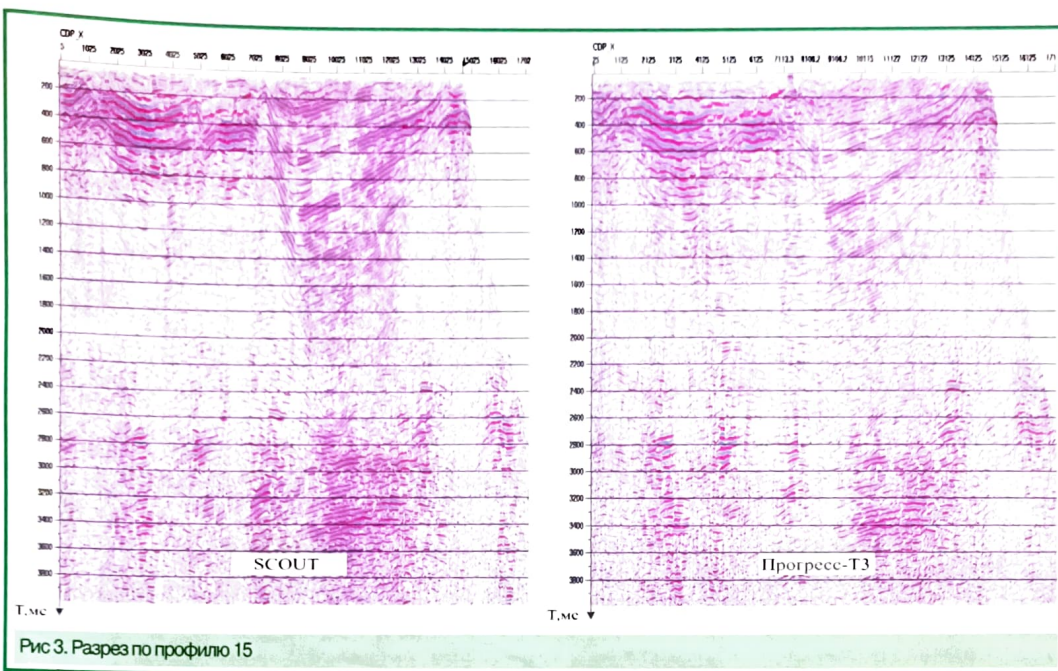


Рис 3. Разрез по профилю 15

тов приема.

В таблице 2 приведены технические характеристики автономной бескабельной телеметрической сейсморегирующей системы «SCOUT», предназначенной для изучения глубинного строения разреза земной коры.

Обеспечение надежности работы полевого оборудования

Проблема обеспечения высокой надежности работы оборудования особенно важна для автономных многоканальных СБТС, не имеющих обратной связи с Центральным регистрирующим комплексом в реальном времени. Высокая надежность регистраторов БОР-1 обеспечивается входным контролем всех электронных компонентов регистраторов и длительным циклом их тестирования в широком температурном диапазоне. В полевых условиях контроль технического состояния регистраторов БОР-1 обеспечивается посредством специальных точек доступа, которые размещаются на профиле и через направленную антенну передают информацию о техническом состоянии регистраторов на управляющий компьютер. Сейсмическая информация, записываемая в память регистраторов БОР-1, доступна только после завершения приборосъемки.

СБТС «SCOUT» в полной мере реализует все требования, необходимые при производстве сейсморазведочных работ.

Обеспечение максимальной производительности

Наиболее важными факторами, влияющими на производительность СБТС, являются:

- вес оборудования;
- энергия, потребляемая электроникой регистрирующих модулей;
- используемые батареи питания и управление системой питания;
- оптимальное управление источниками возбуждения и расстановкой;
- оптимальная система съема и первичной обработки зарегистрированной информации;
- возможность "горячей" замены внешней батареи;
- скорость заряда аккумуляторных батарей.

СБТС «SCOUT», обладая оптимальными вышеперечисленными

характеристиками, уже на этапе внедрения

позволила повысить среднюю производительность до 6.5 пог. км (130 ф.н.) за приборосмену при наличии всего 163 полевых регистраторов БОР-1. Очевидно, что при увеличении числа регистраторов в расстановке, производительность работ должна существенно увеличиться.

Одной из особенностей работы с автономной СБТС «SCOUT» является то, что при расстановке регистраторов в процессе конвейерной работы на профиле физический номер регистратора не учитывается и блоки, используя сигналы GPS, самостоятельно привязывают себя к пикету, определяя координаты своего пикета с некоторой погрешностью, которая затем исключается в процессе формирования сейсмограмм на компьютере с использованием входного SPS-Файла с заданными координатами расстановки профиля в проекции Гаусса-Крюгера.

Таким образом, СБТС «SCOUT»:

- 1) обеспечена полным набором программных и аппаратных средств, необходимых для производства полевых работ по технологии МОГТ-2D и 3D.
- 2) обеспечивает сбор сейсмоданных, не уступающих по информативности сейсмоданным, регистрируемым современными кабельными телеметрическими сейсмосистемами.
- 3) позволяет выполнять сейсмическую съемку с более высокой производительностью за счёт исключения смоточно-размоточных операций с сейсмическим кабелем, повышая тем самым рентабельность полевых работ.
- 4) существенно снижает нагрузку на экологию района проведения сейсморазведочных работ.

Сравнительная обработка полевых материалов, зарегистрированных сейсмостанциями «Прогресс-Т3» и «SCOUT», была выполнена с использованием программного комплекса PROMAX

На рис.3 приведены предварительные временные разрез по профилю №15. Очевидна полная сходимость информации о геологическом строении изучаемой территории, полученной кабельной и автономной бескабельной системами. Сходимость результатов съемки в процессе обработки подтверждена и на других профилях.