

Телеметрическая сейсморазведочная станция SGD-SET для инженерных геофизических исследований

Золотарёв В.Н., Ревунов А. Б., Сыроватин Д.В., Черепанов В.П.,
ООО НПК «СибГеофизПрибор», г. Новосибирск

В мае 2007 года ООО НПК «СибГеофизПрибор» завершило разработку и выпустило первый образец многоканальной телеметрической сейсмической станции SGD-SET на восемьдесят каналов регистрации. Сейсмостанция SGD-SET предназначена для проведения инженерных сейсмических исследований, работы в составе систем сейсмического мониторинга техногенных объектов, охран-ных систем сейсмического мониторинга и т.п. с применением взрывных, электромагнитных импульсных источников типа «ГЕОТОН», «ЕНИСЕЙ» и т.п., а также невзрывных источников возбуждения сейсмический колебаний типа «КУВАЛДА» или «ПАДАЮЩИЙ ГРУЗ». Этот образец был изготовлен по заказу Красноярского филиала «ИнжГео-Енисей» ЗАО НИПИ ИнжГео.

С учётом замечаний, полученных в ходе полевых работ 2007 - 2008 гг. с первым образцом станции, завершается изготовление второго образца станции на 192 канала регистрации, который будет передан Заказчику в августе-сентябре 2008 года.

В настоящее время резко выросли требования к качеству так называемых инженерных геофизических исследований как при выполнении сейсмических работ в «большой сейсморазведке» - изучении зоны малых скоростей, так и при строительстве высотных зданий и сооружений, автомобильных и железнодорожных мостов, насыпей и путепроводов, железнодорожных туннелей, метро и т.п.

Еще одно применение многоканальных телеметрических сейсмических станций - это создание систем постоянного и мобильного сейсмического мониторинга техногенных и других объектов.

Повышение качества инженерных геофизических исследований предполагает увеличение количества каналов регистрации с 24 до 240, увеличение частотного диапазона регистрируемого сигнала и одновременную регистрацию продольной и поперечной составляющей сейсмического сигнала. Однако, увеличение количества каналов регистрации при использовании классических линейных сейсмических станции типа SGD-SEL, «Прогресс ЛМ» или «Лакколит 24М» приводит к резкому росту веса и стоимости используемого оборудования.

Ниже приведена зависимость весовых показателей от количества каналов для двух сейсмостанций SGD-SEL и SGD-SET, в состав которых входит весь комплект оборудования, необходимого для проведения работ в течении 8-10 часов:

Из приведенных данных видно, что уже при 48 каналах регистрации или 24 каналах двухкомпонентной регистрации масса канала телеметрической станции SGD-SET в два раза меньше массы канала линейной станции SGD-SEL, а это очень важно при работе в труднодоступной местности.

Еще одной важной составляющей является также стоимость канала.

Из приведенных данных следует, что стоимость канала для телеметрической станции SGD-SET становится сопоставимой со стоимостью канала

Тип сейсмостанции		Количество каналов				
		24	48	96	192	384
Сейсмостанция SGD-SEL	Общая масса, кг	33	80	257	908	3498
Сейсмостанция SGD-SEL	Масса двух каналов, кг	2.75	3.33	5.35	9.46	18.2
Сейсмостанция SGD-SET	Общая масса, кг	26	41	78.5	153.5	303.5
Сейсмостанция SGD-SET	Масса двух каналов, кг	2.17	1.71	1.64	1.6	1.58

линейной станцией SGD-SEL при количестве около 80 и уменьшается при дальнейшем увеличении количества каналов.

Применение телеметрических сейсморазведочных станций типа 408UL, 428XL, Input/Output, ARAM, Прогресс Т2 и т.п. также не целесообразно по двум причинам: большой объем и вес используемого оборудования и его высокая стоимость.

Таким образом, необходима инженерная телеметрическая сейсмическая станция, которая должна

Тип сейсмостанции		Количество каналов				
		24	48	96	192	384
Сейсмостанция SGD-SEL	Общая стоимость, тыс.руб.	364	650	1267	2704	6298
Сейсмостанция SGD-SEL	Стоимость двух каналов, тыс.руб.	30.3	27.0	26.4	28.2	32.8
Сейсмостанция SGD-SET	Общая стоимость, тыс.руб.	446	772	1295	2440	4730
Сейсмостанция SGD-SET	Стоимость двух каналов, тыс.руб.	37.2	30	27	25.4	24.6

- 1) иметь небольшой вес всего оборудования, в том числе вспомогательного;
- 2) легко переноситься персоналом «на руках» в условиях труднодоступной местности;
- 3) оптимально конфигурироваться в зависимости от количества каналов;
- 4) регистрировать одновременно продольную и поперечную составляющую сейсмического сигнала;
- 5) иметь высокую надежность;
- 6) работать в диапазоне температур для полевого оборудования от минус 40 до + 60 °С;
- 7) работать в диапазон температур для бортового модуля от минус 20 до + 60 °С;
- 8) иметь низкую стоимость.

Такие станции выпускают компании Seismic Instruments, Inc. (USA) и Deutsche Montan Technologie (Germany).

Необходимо отметить, что в первых образцах станций SGD-SET использовались геофоны GS-32CT и GS-20DX-2B производства ОИО-ГЕО ИМПУЛЬС ИНТЕРНЭШНЛ (г.Уфа), гарантированный частотный диапазон регистрации сейсмического сигнала которых 250 Гц.

Если же использовать геофоны другого типа, например L-40A (L-40A1, L-40A2 или L-40A3) производства компании Sercel или EST-20DX40 (EST-20DX60 или EST-20DX100) производства компании EARTH SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD, тогда частотный диапазон регистрации сигнала может быть расширен до 600...1000 Гц.

Состав и структура телеметрической сейсмостанции SGD-SET.

Модуль бортовой SGD-SET/CU - предназначен для управления полевыми модулями, сбора и визуализации зарегистрированной сейсмической информации, управления системами синхронизации источника возбуждения сейсмических колебаний.

Звено полевых модулей SGD-SET/LFU - состоит из шести (восьми, десяти или двенадцати) полевых двухканальных или одноканальных модулей SGD-SET/FU и предназначено для усиления, аналого-цифрового преобразования, регистрации, хранения и последующей передачи сейсмической информации в бортовой модуль SGD-SET/CU.

Блок аккумуляторных батарей SGD-B2408/R - предназначен для питания одного или нескольких



ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ: НОВЕЙШИЕ
РАЗРАБОТКИ РОССИЙСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ



Рис. 1. Телеметрическая сеймостанция станция SGD-SET

звеньев полевых модулей SGD-SET/LFU, ретрансляции команд управления и данных между бортовым и полевыми модулями.

Устройство зарядное SGD-BC15012 – предназначено для зарядки одновременно шесть блоков аккумуляторных батарей SGD-B2408/R.

Технические характеристики бортового модуля SGD-SET/CU.

1. Максимальное количество каналов регистрации – 480.
2. Количество дополнительных (служебных) каналов регистрации – два.
3. Количество каналов связи («RS-485») для подключения полевых модулей – четыре.
4. Интерфейс для подключения систем синхронизации SGD-S, SGD-SP и т.п.
5. Количество каналов связи (интерфейсов «RS-485») для подключения акселерометра SGD-ADSS или источника «ГЕОТОН» («ЕНИСЕЙ») – два.
6. Количество интерфейсов USB 2.0 для подключения стандартных внешних устройств (клавиатура, манипулятор «мышь», принтер, ЗУ типа USB Flash и т.п.) – четыре.
7. Сетевой интерфейс – ETHERNET 100 Мбит/с Full Duplex.
8. Емкость оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) – 32 Мбайта.
9. Емкость энергонезависимого ЗУ для регистрации данных типа NAND Flash – 512 Мбайт.
10. Тип цветного дисплея – TFT 800x600 16 bit
11. Тип процессора ARM-архитектуры – AT91RM9200 180 MHz
12. Тип операционной системы – LINUX (Ver. 2.6.24)
13. Диапазон рабочих температур окружающей среды от минус 20 до + 50 С
14. Напряжение питания от источника постоянного тока – от 10,5 до 28 В.
15. Максимальная потребляемая мощность – 9 Вт
16. Габаритные размеры – 270·246·124 мм
17. Масса не более 3,5 кг

Технические характеристики полевого модуля SGD-SET/FU.

1. Количество каналов регистрации полевого модуля – один или два.
2. Тип встроенного «вертикального» геофона – GS-32CT.
3. Тип встроенного «горизонтального» геофона – GS-20DX-2B.
4. Уровень собственных шумов канала регистрации (без датчиков), не более 0,15 мкВ.



Рис. 2. Модуль полевой SGD-SET/FU

5. Коэффициент усиления предварительного усилителя – 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 и 128

6. Мгновенный динамический диапазон регистрирующего канала – не менее 105 дБ

7. Полный динамический диапазон регистрирующего канала – не менее 144 дБ

8. Частотный диапазон регистрирующего канала – от 0 до 245 (490, 980, 1960, 3920) Гц

9. Период квантования регистрирующего канала – 2, 1, 0,5, 0,25 или 0,125 мс.

10. Коэффициент нелинейных искажений регистрирующего канала – не более 0,003%

11. Количество разрядов АЦП типа деления сигма – 23 плюс знак.

12. Количество каналов связи (интерфейс «RS-485») полевого модуля – два.

13. Напряжение питания полевого модуля – от 10,5 до 28 В.

14. Потребляемая мощность двух(одно)канальным полевым модулем – 0,7 (0,5) Вт.

15. Полевой модуль предназначен для эксплуатации в полевых условиях при прямом воздействии атмосферных осадков и относительной влажности от 5 до 100%.

16. Диапазон рабочих температур полевого модуля от минус 40 до + 60 С.

17. Масса двухканального (одноканального) полевого модуля – 0,9 (0,8) кг.

Технические характеристики звена полевых



Рис. 3. Блок аккумуляторных батарей SGD-B2408/R

модулей SGD-SET/LFU.

1. Количество полевых модулей в неразъемном звене – 6, 8, 10 или 12 шт.
2. Расстояние между полевыми модулями в звене – 2, 2,5, 4, 5, 8, 7,5, 10 или 12 метров.
3. Звено полевых модулей предназначено для эксплуатации в полевых условиях при прямом воздействии атмосферных осадков и относительной влажности от 5 до 100%.
4. Диапазон рабочих температур звена полевых модулей – от минус 40 до + 60 С.
5. Масса звена полевых модулей – 8...16 кг.

Технические характеристики блока аккумуля-



ляторных батарей SGD-B2408/R.

1. Номинальное выходное напряжение блока аккумуляторных батарей – 24 В.
2. Номинальная емкость блока аккумуляторных батарей – 8,5 А·ч.
3. Тип аккумуляторной батареи – герметичный свинцово-кислотный (DELTA HR12-34W или аналогичный).
4. Количество аккумуляторных батарей – две.
5. Время полного заряд блока аккумуляторных батарей – 10...14 часов.
6. Блок аккумуляторных батарей предназначен для эксплуатации в полевых условиях при прямом воздействии атмосферных осадков и относительной влажности от 5 до 100%.
7. Диапазон рабочих температур устройства зарядного – от минус 20 (40) до + 50 °С.
8. Габаритные размеры блока аккумуляторных батарей – 270 × 246 × 174 мм.
9. Масса блока аккумуляторных батарей – 7,5 кг.

Технические характеристики устройства



Рис. 4. Устройство зарядное SGD-BC15012

зарядного SGD-BC15012.

1. Количество одновременно заряжаемых аккумуляторных батарей – двенадцать.
2. Тип аккумуляторной батареи – герметичный свинцово-кислотный.
3. Метод заряда аккумуляторной батареи – IU согласно DIN 41773
4. Время заряда блока аккумуляторных батарей – 10...14 часов.
5. Напряжение питания устройства зарядного от сети переменного тока 50(60) Гц – 187...264 В.
6. Устройство зарядное предназначено для эксплуатации внутри неотапливаемых помещений, кузовов и салонов транспортных средств и относительной влажности от 5 до 95%.
7. Диапазон рабочих температур устройства зарядного – от минус 10 до + 50 °С.
8. Габаритные размеры устройства зарядного – 339 × 295 × 152 мм.
9. Масса устройства зарядного – 4,5 кг.

Режимы регистрации данных.

Регистрация сейсмического сигнала при одиночном воздействии взрывного или невзрывного источника возбуждения сейсмических колебаний осуществляется с помощью системы синхронизации SGD-S или аналогичной. Регистрация сейсмического сигнала осуществляется непосредственно в запоминающем устройстве полевого модуля, а затем передается в бортовой модуль или через адаптер в компьютер, отображается на экране и записывается в энергонезависимое ЗУ бортового модуля или на «твердый диск» компьютера.

Регистрация сейсмического сигнала с накоплением при использовании невзрывного электромагнитного импульсного источника возбуждения (ГЕОТОН, ЕНИСЕЙ и т.д.) осуществляется с помощью системы синхронизации и управления SGD-SP. Регистрация и накопление сейсмического сигнала

осуществляется непосредственно в запоминающем устройстве полевого модуля, а затем передается в бортовой модуль или через адаптер в компьютер.

Регистрация сейсмического сигнала при одиночном воздействии или с накоплением, с использованием в качестве источника возбуждения сейсмических колебаний ударного источника типа «КУВАЛДА» или «ПАДАЮЩИЙ ГРУЗ», осуществляется с помощью цифрового акселерометра SGD-ADSS. Регистрация и накопление сейсмического сигнала осуществляется непосредственно в запоминающем устройстве полевого модуля. Затем данные передаются в бортовой модуль или через адаптер в компьютер.

Сейсмостанция SGD-SET может работать в двух вариантах:

- 1) под управлением бортового модуля с регистрацией данных в энергонезависимом запоминающем устройстве большой емкости;
- 2) под управлением персонального компьютера через бортовой адаптер с регистрацией данных на «твердый диск» (HDD) компьютера.

Синхронизация работы источников возбуждения сейсмических колебаний и сейсмостанции SGD-SET осуществляется несколькими способами, в зависимости от выбранного источника возбуждения сейсмических колебаний.

Первый способ – для взрывных источников может быть использована система синхронизации SGD-S, которая выпускается нашей компанией с 1999 года и сертифицирована компанией Sercel.

Второй способ – для импульсных электромагнитных источников (ГЕОТОН, ЕНИСЕЙ и т.д.) может быть применена система синхронизации, управления и контроля SGD-SP, которая выпускается нашей компанией с 2003 года и не имеет аналогов. Возможен вариант управления источником по специальному кабелю без использования системы синхронизации SGD-SP.

Третий способ – для ударных источников типа «КУВАЛДА» или «ПАДАЮЩИЙ ГРУЗ» может быть применен специальный цифровой акселерометр SGD-ADSS, который выпускает наша компания с 2004 года, или обычный сейсмоприемник (традиционный способ), который подключается к одному из дополнительных каналов бортового модуля. Однако, необходимо отметить, что этот способ не очень хорош, так как большая погрешность запуска сейсмостанции на регистрацию (примерно 1-2 мс) может привести к «потере» высокочастотной составляющей сейсмического сигнала при накоплении и, как следствие, к снижению детальности изучения среды.

Встроенное программное обеспечение полевого и бортового модулей обеспечивает:

- тестирование работоспособности полевого модуля, регистрирующих каналов и линий связи
- контроль сопротивления сейсмических датчиков
- контроль уровня шумов сейсмического профиля (микросейсм)
- регистрация и накопление сейсмической информации в энергонезависимое ЗУ
- управление источниками возбуждения с помощью систем синхронизации SGD-S, SGD-SP
- просмотр зарегистрированной информации на экране дисплея
- вывод результатов тестирования и сейсмической информации на принтер
- перезапись данных из ЗУ бортового модуля на ЗУ USB Flash или на компьютер

Программное обеспечение для IBM PC обеспечивает:

- перезапись данных из станции в компьютер, просмотр и архивация зарегистрированных данных в формате SEG-Y
- формирование и распечатка рапорта оператора в формате SEG-Y
- диагностика, просмотр, архивация и распечатка параметров регистрирующих каналов с использованием внутреннего тестового генератора.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ: НОВЕЙШИЕ РАЗРАБОТКИ РОССИЙСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ