

ТЕЛСС-3 - эффективный инструментарий для проведения сейсморазведочных работ по технологиям 2D, 3D, 4D

Федотов А.С., ООО «ГЕОСИГНАЛ», г. Москва

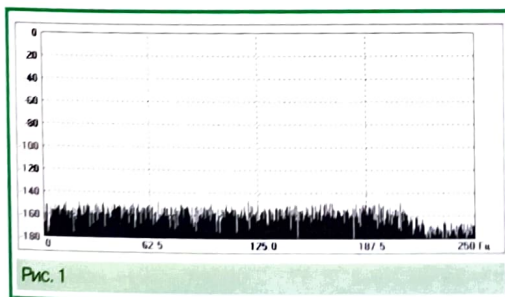
В последнее десятилетие в отечественном геофизическом приборостроении появился целый ряд телеметрических сейсморегистрирующих систем, созданных на базе 24-х битных аналого-цифровых преобразователей и соответствующих высоким требованиям, предъявляемым потребителем к данной продукции. Во второй половине 2010 года в ООО «ГЕОСИГНАЛ» была завершена разработка сейсморазведочной системы ТЕЛСС-3, первой российской телеметрической системы, построенной на основе 32-х разрядных аналого-цифровых преобразователей, и предназначенной для проведения сейсмических работ по технологиям 2D, 3D, 4D. Система успешно прошла сертификацию на соответствие заявленных технических характеристик и внедрена в серийное производство.

Поскольку в (1, 2) уже приведено описание состава сейсморазведочной системы, отражены возможные варианты конфигурации ТЕЛСС-3, предназначенные для проведения работ в различных условиях, обозначены возможности использования, то в данной статье рассмотрим вопросы, связанные с применением системы для выполнения работ с использованием различных технологий, а также осветим некоторые аспекты, не вошедшие в предыдущие статьи.

На завершающем этапе разработки ТЕЛСС-3 удалось реализовать следующие основные технические характеристики сейсмического канала (Таблица 1).

Мгновенный динамический диапазон, дБ	130
Полный динамический диапазон, дБ	156
Уровень шума, мкВ	0,08
Коэффициент нелинейных искажений, не более %	0,0003

Среди приведенных выше параметров стоит отметить высокое значение мгновенного динамического диапазона, а также низкие значения собственных шумов и коэффициента нелинейных искажений, что говорит о высоком качестве построения аналогового тракта, а, как следствие, возможности получения данных высокого качества. Спектр шума, записанного при $t_d = 2$ мс, $k_f = 1$, приведен на рис. 1.



Построение сейсмического канала на новой элементной базе, с учетом увеличения степени интеграции, позволило заметно уменьшить габаритные размеры и вес кабельного 4-х канального полевого модуля (рис. 2) относительно полевых модулей предыдущих систем ТЕЛСС-1 (разработка 2005 г.) и ТЕЛСС-2 (разработка 2008 г.). Вес корпуса уменьшился до 400 г, продольный размер до 140 мм, а диаметр до 40 мм, что сопоставимо с диаметром концевой разъемы на соединительном телеметрическом кабеле. Это позволяет минимизировать зацепы и, соответственно, обрывы, возникающие в процессе размотки, смотки и при перемещении по



Рис. 2

профилю нескольких соединенных секций, состоящих из телеметрических модулей и кабелей. Стоит также отметить, что конструкция корпуса, разработанная совместно с ЗАО «Соединитель», обеспечивает полную защиту электроники от атмосферных явлений, что позволяет использовать сейсморазведочную систему для работ в транзитных зонах.

Небольшие конструктивные изменения коснулись автономных полевых модулей. В частности, в корпус встроена Wi-Fi антенна, что, несомненно, увеличивает надежность модуля в работе и предотвращает повреждения при транспортировке.

Питание полевых модулей ТЕЛСС-3 осуществляется по телеметрическому кабелю от аккумуляторной батареи (АБ) с номинальным напряжением 12 В или батарейного блока (ББ) с напряжением 24 В. Количество модулей, запитанных от одной АБ или ББ, зависит от длины телеметрического кабеля, применяемого для конкретной расстановки. Поэтому для проведения малоуглубинных геофизических исследований достаточно одной АБ (при использовании кабеля с выводами под сейсмодатчики через 2 м) или одного ББ (при использовании кабеля с выводами под сейсмодатчики через 5 м) на 100 каналов. В случае проведения более глубоких сейсмических работ, для обеспечения питанием полевых модулей строится система распределенного питания по профилю и при применении телеметрических кос с расстоянием между сейсмодатчиками 50 м от одного ББ обеспечивается питанием до 60 каналов.

Пропускная способность цифрового канала сбора данных с одной телеметрической линии обеспечивает регистрацию и передачу в реальном времени в центральную регистрирующую систему (ЦРС) данных от 400 сейсмических каналов при шаге дискретизации АЦП $t_d = 2$ мс.

Таким образом, для проведения профильных работ 2D эффективно применение кабельной телеметрической системы. Использование беспроводных полевых модулей (рис. 3) целесообразно лишь на тех участках профиля, где существуют неблагоприятные геоморфологические условия для развертывания проводной системы.

Для проведения площадных 3D сейсморазведочных работ имеется возможность использовать до 8 телеметрических линий, что обеспечивает регистрацию до 3200 каналов для $t_d = 2$ мс.

Однако, с увеличением количества сейсмических каналов до необходимого для организации работ, а также с увеличением площади исследований, заметно возрастает общий вес сейсморазведочного оборудования. Причем большую его часть составляют соединительные телеметрические кабели, которые необходимо транспортировать до места проведения полевых работ, расставлять и перемещать во время их выполнения. На это требуются значительные человеческие ресурсы и, конечно же, время. Сопоставление размеров кабельного и автономного полевых модулей и 100 метровой телеметрической косы приведено на рис. 4.

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГЕОФИЗИКА- СЕЙСМОРАЗВЕДЧИКА



Рис. 3

Таким образом, в случае проведения сейсморазведочных работ на значительной площади, с требуемым количеством каналов более 400, потребитель имеет возможность оптимально проектировать работы с частичным или полным применением автономных полевых модулей ТелСС-3. Тем более, что в случае использования беспроводной системы регистрации отсутствуют материальные затраты на техническое обслуживание и ремонт кабелей.

Сейсмический канал автономного полевого модуля построен с использованием тех же схемотехнических решений, что и кабельный полевой модуль. Соответственно, качество информации, регистрируемой автономными модулями, не уступает качеству информации, регистрируемой кабельными модулями, а за счет непосредственной близости сейсмодатчиков к регистратору, измерения, проводимые с помощью автономных модулей, являются даже более предпочтительными.



Рис. 4

Автономные модули могут осуществлять регистрацию данных в одном из двух режимов: непрерывном и дискретном. В непрерывном режиме регистрация данных во встроенную флэш-память начинается непосредственно после включения модулей и продолжается постоянно на всем протяжении времени проведения сейсморазведочных работ. Совокупность записанной информации, соответствующей конкретному воздействию на изучаемый объект, в этом случае выявляется на этапе передачи данных из флэш-памяти в ЦРС и записывается в суммарный файл, сформированный при считывании носителей информации со всех автономных полевых модулей. Преимущества данного режима работы заключаются в том, что пользователь может осуществлять воздействия на исследуемую среду в моменты времени, не привязанные к какому-то определенному графику или расписанию. При этом в автономном модуле происходит периодическая подстройка GPS внутреннего тактового генератора по сигналу GPS.

В дискретном режиме регистрация данных во флэш-память начинается по сигналу, поступающему с GPS приемника, в соответствии с расписанием, занесенным в модуль перед началом проведения работ, и продолжается в течение заданного пользователем времени. В промежутках между записями модули находятся в режиме пониженного энергопотребления. Соответственно, в дискретном режиме

более эффективно используется рабочее пространство флэш-памяти и возрастает энергоэффективность работы модуля. Таким образом, первый режим работы автономного модуля наиболее применим для проведения сейсмического мониторинга, второй – для работ с импульсными и вибрационными источниками, а также с источниками типа «падающий груз».

В случае применения автономных полевых модулей возникает вопрос оценки качества регистрируемой информации в процессе выполнения сейсморазведочных работ. Перед началом исследований, при установке каждого автономного модуля, осуществляется полный контроль параметров сейсмического канала, а также сейсмодатчика или группы сейсмодатчиков, подключенных к модулю, измеряется напряжение на аккумуляторной батарее. Отметим, что в случае организации WLAN сети, данные, регистрируемые от части беспроводных модулей, можно передавать в ЦРС в реальном времени, а во время технологических пауз оператор может производить полное тестирование автономных полевых модулей, хотя, как показывает практика эксплуатации полевых модулей ТелСС-3, успешное тестирование модуля при включении – залог его работоспособности на протяжении всего рабочего цикла.

Несмотря на дополнительные задачи, возникающие в работе при применении беспроводных модулей, таких как: считывание флэш-памяти, заряд аккумуляторной батареи для каждого автономного модуля, в итоге, время, затраченное на проведение работ с использованием беспроводных модулей, уменьшается по сравнению со временем выполнения работ с применением кабельной системы ТелСС-3. Это уменьшение связано с сокращением времени расстановки, а также с уменьшением объема и веса полевого оборудования.

Для проведения сейсмического мониторинга 4D, в зависимости от поставленных геологических задач, выбранной методики проведения работ, рельефа местности, на которой проводятся сейсмические работы, а также окружающих условий (наличие скважины, буровой установки, интенсивности движения людей и автотранспорта и др.), возможно применение только кабельных или только автономных полевых модулей телеметрической системы ТелСС-3, а также использование комбинированной системы, состоящей из модулей одного и другого типа.

Начиная с 2005 года, произведено и поставлено заказчикам более полутора десятка телеметрических систем семейства ТелСС. Из них 3 уже непосредственно ТелСС-3, используемых потребителями для эффективного изучения глубин от 100 метров до 2 километров.

Высокая надежность применяемой элементной базы, проведение климатических и вибрационных испытаний в процессе производства оборудования, позволяют ООО «ГЕОСИГНАЛ» выпускать высоконадежную аппаратуру, дающую возможность пользователю эффективно решать геологические задачи различного типа с использованием технологий 2D, 3D, 4D. За счет высоких технических характеристик аналогового канала телеметрической сейсморазведочная система ТелСС-3 обеспечивает получение данных высочайшего качества, а возможность комбинированного применения кабельных и автономных полевых модулей позволяет находить оптимальные решения, увеличивая производительность и качество проведения сейсморазведочных работ.

Литература

1. Федотов А. С. ТелСС-3 – телеметрическая система на основе 32-х разрядных аналого-цифровых преобразователей с использованием беспроводных модулей. /Приборы и системы разведочной геофизики № 3, 2010
2. Федотов А. С., Харламов А. В. Телеметрическая система ТелСС-3: новые возможности. /Приборы и системы разведочной геофизики № 4, 2010