

РАЗВИТИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Федотов С.А., ГФУП "ВНИИГеофизика", Москва

Развитие геофизических методов исследований при поиске и разведке месторождений нефти и газа в последние десятилетия постоянно находится на острие технического прогресса как в создании передовых информационно-измерительных технологий, так и средств обработки получаемых данных. Именно для этой области знаний характерен сбор сверхбольших объемов информации информационно-измерительными системами, располагаемыми на протяженных профильных наблюдениях более десяти километров до площадных измерений в десятки квадратных километров с числом каналов в системах от двухсот до нескольких тысяч и более. Именно такие объемы информации дают возможность решать задачи, связанные со сложным строением нефтегазовых объектов.

Анализ развития информационно-измерительных систем для поисков и разведки месторождений нефти и газа показывает, что в процессе развития постоянно возрастают технические требования к регистрирующим системам, как по числу каналов, так по их параметрам.

И если первые сейсмостанции делали записи в аналоговом виде при числе каналов 624, то переход к цифровой записи произвел революцию как в геофизическом приборостроении, так и в обработке данных. В 70-х годах цифровые сейсмические и электроразведочные системы прочно вошли в геофизические исследования, потянув за собой цифровую регистрацию коротажных данных.

Вторым этапом развития цифровых геофизических информационно-измерительных систем явилась разработка в 80-х годах телеметрических комплексов, способных значительно увеличить число каналов регистрации со 100200 до 10002000, а в дальнейшем и более.

В процессе развития электронной элементной базы в начале 90-х годов были разработаны принципиально новые информационно-измерительные системы на основе нового поколения аналого-цифровых преобразователей (дельта-сигма технология). Этот фактор совместно с новым поколением процессоров позволил существенно снизить габариты, энергопотребление и принципиально улучшить характеристики измерительных систем.

Эти факторы определили третий этап развития геофизического приборостроения в 90-х годах.

Рассмотрим далее основные преимущества этого поколения систем регистрации данных по сравнению с предыдущим поколением.

Структура всех геофизических информационно-измерительных систем поколения 80-х годов (а в части и до настоящего времени Рис.1) включает предваритель-

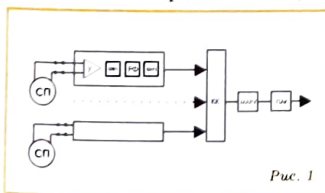


Рис. 1

ные усилители, фильтры ФНЧ, ФВЧ, РФ, усилитель с меняющимся коэффициентом усиления в функции амплитуды сигнала (МАРУ) и АЦП поразрядного уравнивания (или

другого типа) на 12-16 разрядов.

В результате работы МАРУ цена младшего разряда АЦП постоянно меняется, что приводит к разноточностным измерениям сигнала, и именно этот фактор затрудняет обработку сигналов, особенно на фоне интенсивных помех. Этот фактор не столь важен для ряда методов, в т.ч. для сейсморазведки, так как проводится в основном обработка сигнала с целью получения кинематических характеристик и только в последние годы обработка динамических параметров сейсмических сигналов.

При регистрации данных электромагнитных зондирований важнейшим фактором является постоянство младшего разряда, что создает существенное ограничение динамического диапазона на уровне 96

дБ. Схема измерений отличается от сейсморазведочной гальванической развязкой с помощью предварительного усилителя на входе и отсутствием системы МАРУ.

Появление дельта-сигма преобразователей позволяет строить систему регистрации на принципиально новой основе (Рис.2).

Дельта-сигма преобразователь проводит измерение разности между текущим значением сигнала и суммой предыдущих значений. Так как сравнение проводится на очень высоких частотах, то эта разница невелика. Полученная разность (дельта-сигма) обрабатывается цифровым фильтром, включающим в себя децимацию и фильтрацию.

Последнее проводится с помощью специализированных математических цифровых фильтров с помощью быстродействующих процессоров. Наличие оперативной памяти для данных позволяет реализовать канал приема-передачи в реальном и трансформированном масштабах времени.

Как следует из вышеизложенного, представленная схема измерений на основе дельта-сигма модуляции имеет совершенно новые качества при следующих отличительных особенностях:

- высокий мгновенный динамический диапазон до 130 дБ;
- малые нелинейные искажения, менее 0001%;
- линейная фазовая характеристика;
- возможность работ при любом выборе регистрируемой полосы за счет используемых цифровых фильтров.

Эти преимущества учитываются при разработке технических средств с целью обеспечения оптимальных условий регистрации, в т.ч. слабых полезных сигналов на фоне помех.

Анализ амплитудно-частотных характеристик, представленных на рис. 3 и 4, показывает лучшие частотные характеристики и канала с "дельта-сигма" модуляцией, при линейной фазовой характеристике.

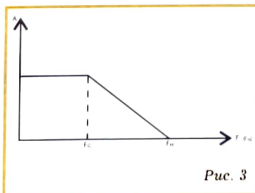


Рис. 3

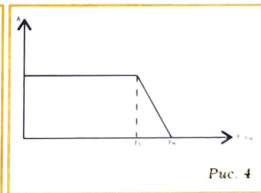


Рис. 4

Освоение современной зарубежной элементной базы разработчиком российской компанией позволило в последние несколько лет создать конкурентоспособные геофизические информационно-измерительные системы.

Это линейные сейсмические станции "Прогресс-Л", "Интромарин", а также телеметрические: ТМСМС, Прогресс-Т, ИСМ-24, СТС-24, ТМСМС-2000 и ряд других.

К сожалению, замедление сроков выхода отечественной телеметрической аппаратуры на геофизический рынок страны привел к заполнению этого пространства компаниями I/o и "Sersel".

Тем не менее необходимо развивать новое четвертое поколение систем сбора геофизических данных, где наряду с высоким качеством канала существенно повышается их количество (несколько тысяч) и активно используются высокоскоростные каналы связи (10100 Мбит/с), как проводные, так и радиоканалы

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР