



Редакция продолжает знакомить читателей с подготавливаемой к печати книгой В.Ю. Зайченко «Страницы истории отечественного геофизического приборостроения». В данном номере журнала приведен фрагмент книги, касающийся истории создания отечественных телеметрических сейсморегистрирующих систем. Желаящие статью спонсорами публикации книги могут обратиться в редакцию журнала «Приборы и системы разведочной геофизики»

Страницы истории отечественного геофизического приборостроения

Зайченко В.Ю., ВНИИгеосистем, г. Москва

Телеметрические сейсмические системы

В 70-е годы, несмотря на несомненные успехи использования цифровых сейсмических станций при сейсморазведочных работах, появилась необходимость повышения плотности пространственных наблюдений, увеличения числа каналов записи, а также обеспечения возможности произвольного расположения пунктов регистрации на площади для реализации технологий 3-D. Однако, применение многожильного кабеля, соединяющего полевые геофоны и регистрирующую сейсмические сигналы станцию, не позволяли удовлетворить указанные потребности сейсморазведки. Так появились первые телеметрические сейсморегистрирующие системы (ТСС), реализующие измерения сейсмических сигналов на расстоянии. Одной из первых зарубежных ТСС была система SGR, созданная компанией Amoco Production (США) в 1974 году. Система состояла из полевых модулей, обслуживающих один канал, которые имели кассетный регистратор 3М с 4мя дорожками записи. Емкость кассеты, используемой в регистраторах, составляла 75 пятисекундных записей. Такую же систему несколько позже выпустила компания GUS Manufacturing (США). В этой системе каждый полевой модуль имел автономное питание и обслуживал один канал. Система не имела ограничений по канальности; в ней использовался 4-х дорожечный магнитофон ДС-300, на кассете которого можно было разместить порядка 160 6-ти секундных записей. Номера записи и другая информация передавалась на полевой модуль по радио. Кассеты, собранные со всех модулей, перезаписывались на центральной станции и передавались в обрабатывающий центр.

В 1976 году компанией Globe Universal Sc (США) была выпущена ТСС с кабельным каналом передачи данных – система GUS-BUS.

В 1977 году компания SERSEL (Франция) выпустила свою ТСС под маркой SN-348, а несколько позже и ТСС SN-368. Максимальная канальность систем составляла 400 каналов при записи 4 мсек. Питание полевых модулей осуществлялось через телеметрический кабель как из центрального пункта регистрации (ЦПР), так и с помощью специальных блоков питания. Система обслуживала до 10-ти линий наблюдений, подключаемых к входному блоку ЦПР.

В дальнейшем за рубежом шло непрерывное совершенствование телеметрических сейсмических станций многими компаниями, и осваивались производством новые разработки такие как: МДС-14 (1981г.), МДС-16 (1983г.), МДС-18 (1988г.) компании "Халибартон", DS-100 компании Texas Instruments (1990 г.), "Инпут/Аутпут" и др.

Первой отечественной телеметрической сейсмической системой следует считать разработку командной радиоуправляемой автоматической сейсмической станции (КРАС), созданной в 1962-1964 гг. во Львовском физико-математическом институте АН УССР – Б.И. Башкевич, В.Н. Гончерский, Я.М. Греско, Н.И. Калашников, В.Е. Корепанов, В.Б. Полишко, М.И. Романский с участием УкрНИГРИ – И.В. Гонтовой, Л.Д. Райхер, К.С. Гасиловский (табл. 16), для реализации технологии так называемой планшетной сейсморазведки на базе автономного радиоуправляемого сейсмографа АРС-Ф, работающего по принципу регистрации сейсмических колебаний методом оптической записи на фотопленку. Описание устройства сейсмографии АРС-Ф приведено в разделе 2.2.1 "Сейсмоприемники". Необходимо отметить, что, несмотря на ограниченные технические возможности того времени, КРАС по своему устройству соответствовала телеметрическим принципам измерений сигналов на расстоянии. В ее состав входили: наполные радиоуправляемые блоки, станция с радиоуправлением, перезаписывающее устройство и т.д. Детальное описание сейсмической станции КРАС приведено в разделе 2.2.4 "Аппаратура для специальных сейсмических работ".

Данная конструкция послужила прототипом для разработки более совершенных отечественных телеметрических сейсмических систем в последующие годы. На новой элементной базе в 1969-1976 гг. в Сибирском научно-исследовательском институте геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС) совместно с Сибирским опытно-конструкторским бюро (СибОКБ) был создан многоканальный телеметрический комплекс УКВ-АРС, предназначенный для исследований методом объемной сейсморазведки в различных климатических и орогидрографических условиях.

В базовый состав телеметрического комплекса УКВ-АРС входят 50 полевых 6-канальных модулей, бортовой модуль, обеспечивающий управление регистраторами и сбор с них информации по проводному каналу связи, технологический модуль,

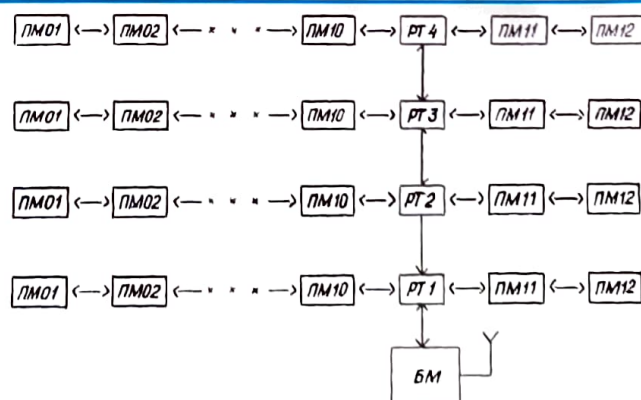


Рис. 1. Структурная схема УКВ-АРС. ПМ – полевой модуль; РТ – ретранслятор; БМ – бортовой модуль

Таблица 16

Наименование	Командная радиоуправляемая автоматическая сейсмическая станция
Марка	КРАС
Год разработки	1962-1964
Организации и авторы разработки	Львовский физико-математический институт АН УССР; Б.И. Бражневич, В.Н. Гончаровский, Я.М. Греско, Я.И. Калашников, В.Е. Корепанов, В.Б. Полишко, М.И. Романский, И.З. Гонтаров, К.С. Гасиловский, А.О. Райхер и др.
Технические особенности систем	Регистрация сейсмических сигналов осуществляется в ряде мастерских отдельных напольных сейсмостанций «Украина-3» (ЗУР-3) треста «Укргеофизразведка» входит устройство, размещаемое на станции радиоуправления.
Заводы-изготовители	Опытное производство СибОКБ
Описание системы	- количество каналов регистрации сейсмической информации – до 2880; - количество полевых модулей, подключаемых к одному регистратору, не более 30; - количество регистраторов, подключаемых к одной линии связи, не более 8; - время сбора сейсмической информации для 240 каналов, не более 80 сек.

обеспечивающий энергоснабжение комплекса и транспортное средство, обеспечивающее доставку модулей, каналов и сейсмостанций. Структурная схема УКВ-АПС показан на рис. 2.68.

Основные технические характеристики полевых станций:

- количество сейсмических каналов 6
- частотный диапазон измеряемого сигнала, Гц 5-250
- период квантования измеряемого сигнала, мс 1, 2, 4, 8
- длительность регистрации сейсмического сигнала, с 2, 4, 8, 16
- максимальная длина линии связи между регистраторами, м не более 400
- диапазон рабочих температур, °С от 400 до +600
- основные технические характеристики бортовой станции:

сейсмическое количество регистраторов, подключаемых к одному регистратору, не более 30

максимальное количество регистраторов, подключаемых к одной линии связи, не более 8

максимальное время сбора и записи сейсмической информации 240 каналов измерения

Бортовая станция УКВ-АПС смонтирована в легковой автомашине ЗИЛ-131 или КАМАЗ-4310. При необходимости бортовая станция может устанавливаться в полевом лагере.

Полная комплектация телеметрической системы заключается в следующем:

- телеметрическая установка режима регистрации сейсмического сигнала в полевых модулях при работе с невзрывными (импульсными) источниками возбуждения;

- передача сейсмической информации и команд телеуправления по двухпроводной линии связи (витая пара);

- визуализация информации во время регистрации; - полностью автоматизированный телеметрический контроль работоспособности комплекса с периодической проверкой метрологических характеристик измерительных каналов;

- синхронизация работы сейсмического комплекса и источника возбуждения с помощью точных кварцевых часов;

- бортовой комплекс построен на базе IBM PC AT 386, 486;

- первоначальная запись на винчестер; - перезапись информации на различные типы носителей: магнитную ленту (МЛ), картридж стримера, видеокассету;

Полевые приемные испытания УКВ-АПС были проведены в Томской области и комплексе был разработан к промышленному производству, которое было организовано на опытное производство СибОКБ. Начиная с 1982 года, было выпущено несколько телеметрических комплексов УКВ-АПС, которые поступили в геофизические экспедиции и были использованы при производстве сейсморазведки в Томской области, на юге Красноярского края и в Прикаспийской впадине. Телеметрический комплекс УКВ-АПС хорошо себя зарекомендовал как надежно работающий в различных

РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЕЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

климатических условиях нефтегазоносных бассейнов современный отечественный аппаратный комплекс, позволяющий получать высокочастотные материалы 3-D. В дальнейшем данный комплекс претерпел несколько модернизаций и выпускался под маркой УКВ-АРС-Т(2) и УКВ-АРС-Т(3), а в последующем этими же организациями были разработаны более совершенные телеметрические системы: СТС-24 (1996-1998 гг.), СТС-24р (2000-2001 гг.) и РОСА (2002-2004 гг.).

Следует отметить весьма важное обстоятельство в истории создания отечественных телеметрических систем в геофизике.

Как показали исследования, первые телеметрические системы в СССР были созданы в области аппаратуры для геофизических исследований скважин, поскольку все возрастающее количество применяемых датчиков в скважинных приборах потребовало разработки технических решений, обеспечивающих передачу измеряемых параметров по ограниченному числу проводных линий кабеля. Применение одножильного каротажного кабеля обусловило разработку специальных телеметрических систем с уплотнением каналов для одновременной передачи нескольких параметров. Использование частотной модуляции взамен амплитудной в скважинном геофизическом приборостроении было впервые предложено в 1953 г. Р.С. Челокьяном (Грозненская лаборатория ВНИИ-геофизики). Теоретическое обоснование этого направления, а также его практического использования, осуществили в 1976-1977 годы С.Г. Комаров и Н.А. Савостьянов (ВНИИгеофизика).

Частотная модуляция широко применялась до конца 80-х годов, а в некоторых скважинных приборах используется и до настоящего времени. Телеизмерительная система (ТИС) с частотной модуляцией и разделением каналов объединяла различные типы каротажной скважинной аппаратуры и позволила выполнить наземную часть в виде унифицированного измерительного пульта ИПЧМ (разработчики: Ч.И. Гозак и О.И. Мильман, Киевское ОКБ, 1968 г.). Они же создали и последующие модификации унифицированного пульта – ИПЧМ-2М и другие. В последующие годы это направление достаточно быстро развивалось и в 1973 году в Киевском ОКБ была создана первая цифровая телеметрическая система ИСКИМ, в котором информация кодировалась двоичным кодом (автор В.К. Черныш), а с 1989 г. стала внедряться система фазокодоимпульсной модуляции по международному стандартному коду Манчестер-II (автор Д.В. Белоконов и др.).

В последующие годы в Киевском ОКБ была создана система ТЛС "Тандем", а затем и более совершенная система "Тисса", которые продолжают использоваться и до настоящего времени.

Из приведенного выше видно, что отечественные разработки в области геофизической аппаратуры для исследования скважин (ГИС), использующие телеметрические принципы измерения параметров на расстоянии, опережали аналогичные разработки в области сейсмического приборостроения. Это было связано с тем, что геологи-

ческие задачи, решаемые сейсморазведкой, в то время, удовлетворяли требованиям геологической разведочных работ, однако последующее усложнение поиска и подготовки сложнопостроенных объектов под бурение потребовало их объема и изображения, которое могло быть осуществлено только при применении технологии сейсморазведки 3-D. В этом направлении развивались и зарубежные сейсмические технологии.

На этом заканчивается период создания отечественных телеметрических систем в СССР и начинается эпоха разработок ТСС уже в России, описание которых выходит за рамки настоящей монографии. Однако необходимо отметить, что развитие ТСС пошло по пути использования новой элементной базы, технологии дельта-сигма-модуляции обеспечивающей мгновенный динамический диапазон до 120 дБ при нелинейных искажениях менее 0,001 %. В последующие годы были созданы такие телеметрические системы как СТС-1 – НПО "Нефтегеофизприбор" и ВНИИгеофизика (1993 г.); ТСМ-24 – ВНИИгеофизика, АО АВТЭКС, СНИИГГМС и АО СибОКБ (1995-1996 гг.), СТС-24 – СНИИГГМС и АО СибОКБ (1996-1998 гг.); Прогресс-Т – СКБ СП (г. Саратов) (2001 г.); СТС-24р – СНИИГГМС и АО СибОКБ (2000-2001 гг.); Прогресс-Т2 – СКБ СП (г. Саратов) (2002-2003 гг.) и ряд других, которые по своим характеристикам не уступали зарубежным аналогам телеметрических систем.

Характерными особенностями новых отечественных ТСС являются:

- использование 24-х разрядных аналого-цифровых дельта-сигма преобразователей;
- возможности высокоточной корреляции данных в поле;
- широкие возможности пространственного квантования;
- обеспечение тестирования и анализа состояния сейсморегистрирующей системы, включая калибровку и проверку состояния всего развернутого полевого оборудования, в том числе и вибраторов;
- использование сетевой телеметрии.

Можно констатировать, что современные отечественные телеметрические системы являются вполне конкурентоспособными на геофизическом рынке и при надлежащем сервисном обслуживании могут весьма успешно использоваться при производстве сейсморазведочных работ как в России, так и за рубежом.

ПОДПИШИСЬ

Персональная информация о подписчике/Почтовый адрес организации

ФАМИЛИЯ		ИМЯ		ОТЕЧЕСТВО	
ПОЛНОЕ НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ					
ОТДЕЛ/ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ			ДОЛЖНОСТЬ		
ИНДЕКС	СТРАНА	ГОРОД	ОБЛАСТНОЙ		
АДРЕС					
КОД ГОРОДА	ТЕЛЕФОН	ФАКС	E-MAIL		
Россия, 410019, г. Саратов, ул. Крайняя 129, СО "ЕАГО" - в редакцию "Приборы и системы разведочной геофизики"					

Стоимость годовой подписки (с почтовой пересылкой и НДС - 10%)

Наименование издания	1 комплект	2 комплекта	3 комплекта	4 комплекта
Журнал "Приборы и системы разведочной геофизики" на 2009 г.	2420 руб.	4840 руб.	7260 руб.	9680 руб.