

Принцип работы и некоторые конструктивные особенности сейсмостанции "Прогресс - Л"

Бескоровайный В.Л., Гнатюк А.И., Одинокоев Н.В.,
Селезнева Т.В., Цукерман И.Б., Яныгина И.Б., СКБ СП, Саратов

СКБ сейсмического приборостроения имеет 40-летний стаж разработок сейсморазведочной аппаратуры и многолетний опыт работы показывает, что каждое новое поколение сейсмостанций требует особого подхода к разработке. Меняется элементная база, постоянно совершенствуются методики геофизических исследований, растут требования к качеству выполняемых объемов, кроме того, прекращение бюджетного финансирования разработок, появление зарубежных конкурентов заставляют разработчиков взглянуть на суровую действительность под другим углом зрения, и, руководствуясь при этом естественным чувством самосохранения и ответственностью за геофизическое приборостроение, находить неординарные решения при создании и производстве аппаратуры, отвечающей современным стандартам и требованиям эксплуатационников. Сейсмостанция "Прогресс - Л" родилась как продукт модернизации сейсмостанции "Прогресс-96", которая была самой массовой аппаратурой, и с 1985 года до настоящего времени продолжает трудиться несмотря на морально устаревшее оборудование и на значительный физический износ. Модернизация заключалась в значительном уменьшении числа блоков и компьютеризации процесса управления и регистрации геофизической информации. Разработчикам удалось вдохнуть вторую жизнь в более чем пятьдесят станций, приобретая таким образом опыт разработки компьютеризированной аппаратуры. Имея обратную связь с производственными организациями, удалось сформировать требования к новому классу аппаратуры и, по нашему мнению, воплотить в сейсмостанции "Прогресс-Л".

Сейсмостанция "Прогресс-Л", разработанная и выпускаемая ОАО "СКБ сейсмического приборостроения", предназначена для полевых сейсморазведочных работ с использованием взрывных и невзрывных источников импульсного и вибрационного действия. Сейсмостанция осуществляет в полевых условиях все необходимые для геофизических исследований режимы регистрации геофизической информации.

Нормируемые параметры и технические характеристики сейсмостанции "Прогресс - Л" соответствуют современным требованиям, предъявляемым к данному классу аппаратуры.

Функциональная схема сейсмостанции "Прогресс - Л", описывающая принцип ее работы, представлена на рис. 1.

Сейсмические сигналы от сейсмоприемников поступают на входы коммутатора входных каналов, предназначенного для подключения группы пунктов приема из заданной расстановки к входам предварительных усилителей сейсмических каналов сейсмостанции. Коммутатор входных каналов представляет собой программно управляемое устройство, которое в зависимости от канальности сейсмостанции, количества и канальности линий приема может иметь разные конфигурации. Коммутатор входных каналов, имеющий входов в два раза больше, чем выходов, обеспечивает подключение к каждому сейсмическому каналу сейсмостанции одного из двух каналов сейсмической косьы.

На входы предварительных усилителей через коммутатор тестовых воздействий может быть подключен и тестовый сигнал, который

формируется под действием управляющей и синхронизирующей информации в формирователе тестовых воздействий (ФТВ). ФТВ в зависимости от режима работы может формировать синусоидальный, экспоненциально-затухающий синусоидальный или импульсный сигнал.

Коэффициент усиления предварительных усилителей может быть выбран из ряда 1, 4, 16 и 64. Выходной сигнал предварительных усилителей каждого сейсмического канала подвергается фильтрации в области нижних частот. Граничная частота фильтра ФНЧ выбрана равной 526 Гц на уровне минус 3 дБ. Фильтр имеет нулевой коэффициент передачи на частоте 1000 Гц и коэффициент подавления в полосе заграждения фильтра для частот более 1000 Гц не менее 40 дБ.

Выходные аналоговые сигналы ФНЧ поступают в аналого-цифровые преобразователи, где в каждом канале осуществляется дельта-сигма аналого-цифровое преобразование с частотой выходных данных 2000 Гц.

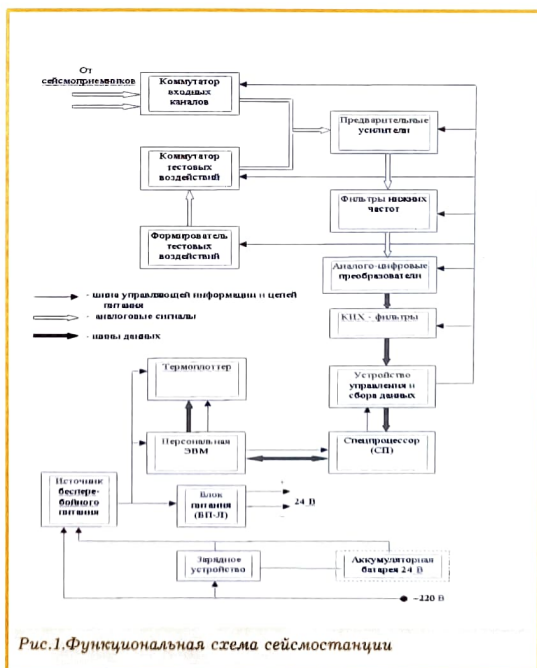
Далее цифровые данные подвергаются поканальной фильтрации в области нижних частот цифровым фильтром с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтр). Амплитудно-частотная характеристика КИХ-фильтра описывается формулой:

$$|k(f)| = \left(\frac{1}{N} \cdot \frac{\sin \left(N\pi \frac{f}{f_n} \right)}{\sin \left(\pi \frac{f}{f_n} \right)} \right)^3$$

где $k(f)$ - коэффициент передачи; N - коэффициент сверх дискретизации, $f(n)$ - частота преобразования.

При частоте выходных данных КИХ - фильтра 2000 Гц и частоте преобразования 512 кГц коэффициент сверх дискретизации, определяемый как отношение этих величин, равен 256, следовательно, граничная частота этого фильтра, определяемая на уровне минус 3 дБ, равна 526 Гц.

22-разрядные слова данных каждого канала с



частотой 2000 Гц поступают в устройство управления и сбора данных (УУСД), с выхода которого в виде кадра данных каждые 0.5 мс поступают в спецпроцессор сейсмостанции.

Спецпроцессор сейсмостанции выполняет ряд процедур обработки сейсмических данных во всех режимах регистрации данных, обслуживает интерфейс между компьютером и блоком аналоговым сейсмостанции, принимает сейсмическую информацию и выполняет в реальном времени цифровую обработку информации. Спецпроцессор выполняет для каждого канала сейсмостанции дополнительную операцию цифровой фильтрации с конечной импульсной характеристикой в области нижних частот. Выходные 24-разрядные данные КИХ-фильтра подвергаются операции децимации с целью перехода от Тд, равного 0.5 мс, к Тд, выбранного оператором.

Спецпроцессор выполняет операции определения кода смещения нуля и коэффициента масштаба для автокалибровки каждого канала сейсмостанции. Если параметр "Коррекция нуля" установлен в положение "ВКЛ", то полученный код смещения нуля вычитается из каждой выборки канала. Если параметр "Калибровка" установлен в положение "ВКЛ", то на полученный коэффициент масштаба умножается каждая выборка канала. Спецпроцессор осуществляет цифровую фильтрацию, используя фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтр) типа ФВЧ (фильтр верхних частот), ФНЧ (фильтр нижних частот) и РФ (режекторный фильтр). Процедуры цифровой фильтрации будут включены в обработку входных данных в случае установки необходимых параметров в положение "ВКЛ". Расчет коэффициентов фильтров осуществляется персональной ЭВМ и загружается в спецпроцессор. Если в процесс регистрации сейсмической информации включена процедура накопления, то спецпроцессор выполняет операцию суммирования сейсмических данных от ряда синхронных возбуждений с дальнейшим нормированием, то есть делением на заданное число накоплений. Каждая выборка регистрируемой сейсмограммы является суммой всех выборок с одинаковым порядковым номером от каждого возбуждения. Наиболее сложной процедурой обработки сейсмической информации является определение функции взаимной корреляции (ФВК) сигналов сейсмических каналов с опорным сигналом вибрационного источника возбуждений колебаний.

Спецпроцессор обеспечивает построение раstra изображения сейсмограмм в режимах воспроизведения регистрируемых сейсмограмм на экран монитора и бумажный носитель. В процессе контрольного воспроизведения текущей информации спецпроцессор использует данные, хранимые в его собственной памяти. При воспроизведении ранее зарегистрированных сейсмограмм данные загружаются из персональной ЭВМ. Процесс воспроизведения сейсмограмм может включать в себя операции цифровой фильтрации типов ФВЧ, ФНЧ и РФ, регулировки усиления и интерполяции.

Персональная ЭВМ, входящая в состав сейсмостанции, выполняет следующие функции:

- управление блоками сейсмостанции;
- регистрация сейсмической информации;
- визуализация сейсмической информации;
- визуализация результатов диагностирования.

Регистрация сейсмической информации производится на жесткий диск ("винчестер") или на магнитооптический диск (MODD). Визуализация сейсмической информации производится на экране монитора или на бумаге термоплоттера (принтера). Также на экране монитора отображаются результаты диагностирования сейсмостанции и контроля сейсмической косы.

Сейсмостанция может работать в рабочих, вспомогательных и диагностических режимах.

Рабочие режимы используются для регистрации сейсмической информации на выбранный носитель с

одновременным воспроизведением на экране монитора и термоплоттере и с занесением текущих параметров, описывающих условия регистрации, в рапорт оператора. Рабочие режимы сейсмостанции различаются источником возбуждения, типом данных, которые регистрируются на диск, набором процедур, которые включены в цикл регистрации, причем заданный тип данных и выбор процедур должны соответствовать источнику возбуждения. Раздел редактора параметров "Методика работы" содержит параметры, определяющие рабочий режим сейсмостанции. Выполнение рабочего режима инициируется оператором из окна "Регистрация" выбором из меню команды "Регистрация".

Вспомогательные режимы используются для контроля проводимости и утечки каналов сейсмической косы, контроля профиля (уровень микросейсма), для редакции испорченной записи, для воспроизведения любой зарегистрированной сейсмограммы, для задания параметров работы и диагностирования.

Диагностические режимы используются для проверки соответствия параметров всех сейсмических и двух вспомогательных каналов сейсмостанции значениям, которые определяются техническими требованиями или задаются оператором.

Управление сейсмостанцией "Прогресс-Л" осуществляется пакетом программ, работающим на IBM совместимом компьютере РС/АТ.

Диалог с оператором построен по принципу многоуровневого меню, то есть при выборе пункта текущего уровня открывается либо меню следующего (нижнего) уровня, либо блок диалога, позволяющий задать режимы и параметры выполнения команды, либо в простейшем случае следует выполнение команды.

Выбор параметров и режимов работы осуществляется посредством трех редакторов: "Конфигурация сейсмостанции", "Редактор параметров", "Текущее положение", вызов которых осуществляется из основного меню.

При выходе из редакторов производится контроль параметров на взаимное соответствие и при обнаружении ошибки открывается окно с сообщением о неверно введенных параметрах. Работа с сейсмостанцией блокируется до исправления всех обнаруженных ошибок.

В основном рабочем окне на фоне пунктов расстановки отображаются линии приема с обозначением их номеров. Стрелочками указаны положения минимального и максимального действительных пунктов приема первой линии с их координатами (пикет/линия), подсвеченными зеленым цветом, минимального и максимального пунктов расстановки с координатами (пикет), подсвеченными голубым цветом, а также положение сейсмостанции и пункта возбуждения с указанием их координат. Одновременно открыто окно, в котором столбиками отображается уровень сигнала по каналам или группам каналов и показывается уровень сигнала того канала из этой группы, который имеет максимальное значение.

Порядок проведения сейсморазведочных работ зависит от вида источника возбуждения, выбранной методики наблюдения, канальности сейсмостанции и режима ее работы.

Работа на местности включает подготовительные операции, регистрацию сейсмической информации на выбранный носитель и воспроизведение ее на бумаге или экране.

Сейсмические косы с подключенными к ним группами сейсмоприемников располагаются на местности в соответствии с выбранной методикой наблюдения.

Входная панель соединена с электронным программно-управляемым коммутатором, встроенным в блок аналоговый. Переключение

коммутатора происходит автоматически в соответствии с используемой методикой после каждой процедуры регистрации до тех пор, пока возможности коммутатора не будут исчерпаны.

Сейсмостанция конструктивно выполнена в виде отдельных функционально законченных устройств, соединенных между собой электрическими жгутами. Блок-схема сейсмостанции "Прогресс-Л" представлена на рисунке 2. Основные устройства сейсмостанции размещены в 2-х тумбовом аппаратном столе. Монитор и клавиатура персональной ЭВМ размещены на столе. Аппаратурный стол снабжен пружинными амортизаторами, обеспечивающими защиту устройств сейсмостанции от вибрационных и ударных нагрузок в процессе транспортирования. Кроме того, монитор сейсмостанции снабжен индивидуальной системой амортизации. Накопитель на магнитооптических дисках установлен в системный блок персональной ЭВМ с помощью штатных элементов крепления.

Спецпроцессор сейсмостанции выполнен в виде печатной платы, на которой имеется разъем для установки субблока интерфейса. В свою очередь субблок интерфейса имеет разъем связи с блоками аналоговыми сейсмостанции. Спецпроцессор с закрепленным субблоком интерфейса устанавливается в один из свободных слотов шины ISA системного блока персональной ЭВМ.

Источник бесперебойного питания снабжен индивидуальной системой амортизации и крепления.

Зарядное устройство и щит питания выполнены в виде конструктивно законченных устройств и снабжены необходимыми элементами крепления.

Сейсмостанция монтируется "под ключ" в геофизическом кузове и обеспечена несколькими вариантами подключения питания:

- от аккумуляторных батарей 24В;
- от генератора дизель-электростанции 220В;
- от электрической сети 220В в период подготовки к работе на базе;
- от аккумуляторной батареи источника бесперебойного питания (резерв в течение одного часа).

Некоторые термины по метрологии

- Утверждение типа средств измерений - решение (уполномоченного на это государственного органа управления) о признании типа средств измерений узаконенным для применения на основании результатов их испытаний государственным научным метрологическим центром или другой специализированной организацией, аккредитованной Госстандартом страны.
- Поверка средств измерений - установление органом государственной метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждении их соответствия установленным обязательным требованиям.
- Первичная поверка средств измерений - поверка, выполняемая при выпуске средства измерений из производства или после ремонта, а также при ввозе из-за границы партиями, при продаже.
- Периодическая поверка средств измерений - проверка средств измерений, находящихся в эксплуатации или на хранении, выполняемая через установленные межповерочные интервалы времени.
- Внеочередная поверка средств измерений - поверка средств измерений, проводимая до наступления срока его очередной периодической поверки.
- Инспекционная поверка средств измерений - поверка, проводимая органом государственной метрологической службы при проведении государственного надзора за состоянием и применением средств измерений.
- Комплексная поверка средств измерений - поверка, при которой определяют метрологические характеристики средства измерений, присущие ему как единому целому.
- Позлементная поверка средств измерений - поверка, при которой значения метрологических характеристик средств измерений устанавливаются по метрологическим характеристикам его элементов или частей.
- Выборочная поверка средств измерений - поверка группы средств измерений, отобранных из партии случайным образом, по результатам которой судят о пригодности всей партии.
- Калибровка средств измерений - совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений.
- Градуировка средств измерений - определение градуировочной характеристики средства измерений.
- Метрологическая экспертиза - анализ и оценивание экспертами-метрологами правильности применения метрологических требований, правил и норм, в первую очередь связанных с единством и точностью измерений.
- Метрологическая аттестация средств измерений - признание метрологической службой узаконенным для применения средства измерений единичного производства (или ввозимого единичными экземплярами из-за границы) на основании тщательных исследований его свойств.
- Сертификация продукции - деятельность по подтверждению соответствия продукции (услуг и иных объектов) установленным требованиям.
- Добровольная сертификация средств измерений - сертификация, проводимая на добровольной основе по инициативе изготовителя (исполнителя), продавца (поставщика) или потребителя средств измерений.
- Сертификационные испытания средств измерений - контрольные испытания средств измерений, проводимые с целью установления соответствия характеристик их свойств национальным и (или) международным нормативным документам.
- Измерительный контроль - контроль, осуществляемый с применением средств измерений.

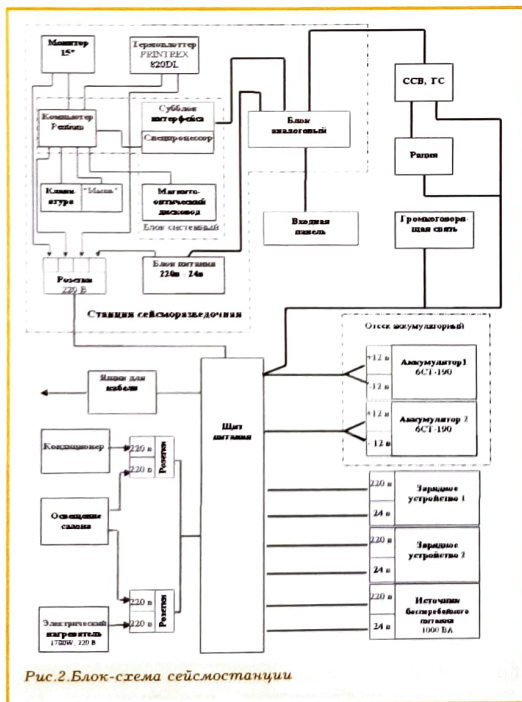


Рис.2. Блок-схема сейсмостанции

ЛИНЕЙНЫЕ СЕЙСМОСТАНЦИИ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ