ПРИБОРЫ и СИСТЕМЫ
РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ

МАЙ-АВГУСТ
01/2002

ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ САРАТОВСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ЕВРО-АЗИАТСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ТЕМА НОМЕРА:

ЛИНЕЙНЫЕ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫЕ СТАНЦИИ

ТАКЖЕ В НОМЕРЕ:

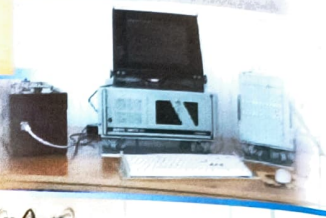
Геофизическое приборостроение в условиях российского рынка
«ПРОГРЕСС-Л» - 5 лет гарантии
«ИНТРОМАРИН-L» - расширение функционального ряда
ССВ - новые решения
Что такое GPS?

СКБ СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

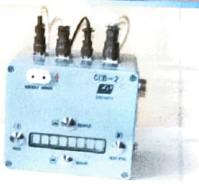
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

ПРОГРЕСС-Л
ТЕСТ-СП
ССВ-2
БЛИК-2











МИРОВОЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫЕ СТАНЦИИ

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СЕЙСМОРЕГИСТРИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ

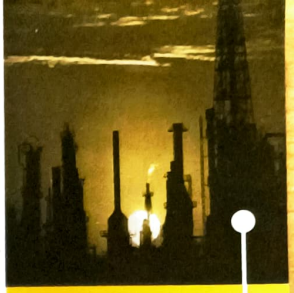
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ СКВАЖИН

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ

КАРОТАЖНЫЕ РЕГИСТРАТОРЫ

Россия, 410019, Саратов, ул. Крайняя 129
Тел.: (8452)69-25-37, 64-14-32, 64-09-51
Факс: (8452)64-14-52
E-mail: skbsp@overta.ru

Саратов



СОДЕРЖАНИЕ

Колонка редактора

Мы начинаем ... 03

Тематический обзор

Геофизическое приборостроение в условиях российского рынка ... 05
Линейные сейсморазведочные станции: вчера, сегодня, завтра ... 09
Развитие геофизических информационно-измерительных систем ... 39

Приборы и системы

Линейные сейсмостанции

Сейсмостанция "Прогресс-Л"- пятый год на геофизическом рынке ... 17
Принцип работы и некоторые конструктивные особенности сейсмостанции "Прогресс-Л" ... 19
Интромарин-L2 - второе поколение сейсмостанций серии "Интромарин" ... 22

Источники возбуждения

Разработка, изготовление и внедрение невзрывных источников продольных сейсмических колебаний для работ в регионах России ... 26
Белорусская "Сейсмотехника" информирует ... 48

Системы синхронизации

Система Синхронизации Возбуждений (ССВ-2) ... 28
Опыт подконтрольной эксплуатации ССВ-2 ... 30
SGS-S ... 30
SHOT-PRO ... 31

Системы позиционирования

Что такое GPS? ... 32
Опыт освоения GPS оборудования в ОАО "Саратовнефтегеофизика" ... 34

Средства измерения

Прогресс-Л - средство измерения?!

К вопросу о метрологическом обеспечении линейных сейсморегистрирующих систем ... 36
Разработка системы метрологического обеспечения сесмостанции "Прогресс-Л" ... 36

Средстства коммутации

Соединители в полевой геофизике ... 40

За чертежной доской

Система "Евромеханика" - перспективы применения в геофизическом приборостроении ... 49

Образование-инвестиции в будущее

Современные компьютерные технологии приходят в ВУЗы ... 44
Аппаратурная компонента в курсе "Сейсморазведка" ... 45

Хроника событий

40 лет Саратовскому конструкторскому бюро сейсмического приборостроения ... 42

Главный редактор:
Турлов П.А.

Выпускающий редактор:
Минеев Д.С.

Менеджер проекта:
Голубев Р.А.

Дизайн, верстка:
Мокроусов Д.В.

Корректор:
Мокроусова Е.И.

Адрес редакции:
Россия, 410019, г. Саратов,
ул. Крайняя 129

E-mail: skbsp@overta.ru

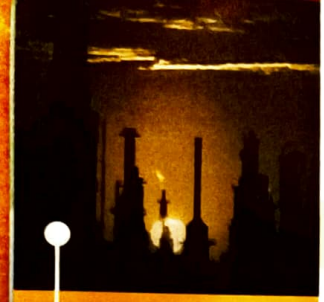
Тел. (8452) 64-14-32
Fax (8452) 64-14-52

Зарегистрировано в Государственном комитете РФ по печати,
рег. ПИ №77-7906
от 27 апреля 2001г.

Тираж отпечатан
ООО «Полиграф-Дело»,
г. Саратов, ул. Челюскинцев, 59
Т. 26-39-85

Тираж: 500 экз.

От редколлегии
Ответственность за подбор и изложение фактов в статьях несут авторы.
Редколлегия может публиковать статьи не разделяя точки зрения авторов.



КОЛОНКА РЕДАКТОРА

Мы начинаем!

Турлов П.А., СО ЕАГО, Саратов

Вы держите в руках первый номер журнала "Приборы и системы разведочной геофизики", и этот факт дает нам повод объясниться с вами, нашими сегодняшними и (рассчитываем на это) завтрашними читателями по поводу мотивов, побудивших инициативную группу общественников Саратовского отделения Евро-Азиатского геофизического общества взяться за это рискованное дело - издание журнала.

Геофизическое приборостроение как подотрасль существует, динамично развивается, имеет свои традиции, школы, каноны. И печатная трибуна у нее была - сборник "Геофизическое приборостроение", который выпускался Ленинградским ОКБ и издательством "Недра" в 50-70-е гг. Статьи этого сборника с интересом читали как геофизики-разведчики, так и приборостроители. Восстановить исчезнувшую трибуну для обмена взглядами, мнениями, идеями, использовать коллективный разум для профессиональной оценки новых технических решений и для создания пользовательских требований к профессионально создаваемой технике - задача, которую ставит перед собой редакция нового журнала.

Все сотрудники редакции абсолютно уверены в том, что

журнал может и должен стать **оперативным информатором** читателей-геофизиков о новинках в технологических процессах сбора, регистрации, обработки полевых материалов, о новых методиках геофизических исследований, о новых аппаратных и программных средствах для реализации новых методик, о новых возможностях "классического" инструментария;

журнал может и должен стать **трибуной для обмена мнениями** геофизиков-пользователей аппаратуры и оборудования и создателей этого оборудования. Без обратной связи геофизиков с приборостроителями трудно рассчитывать как на целенаправленное "на злобу дня" создание технических средств для решения сегодняшних поисковых задач, так и на рациональное и экономичное использование вновь создаваемого оборудования;

журнал может и должен стать **накопителем и хранителем** тех находок в технологиях, методиках, технических (аппаратных и программных) средствах, которыми так полна наша повседневная производственная деятельность, и которые должны стать достоянием всего профессионального круга геофизиков-разведчиков.

По мнению редакции, интерес читателя должны вызвать такие предлагаемые журналом рубрики, как "Официальный раздел", в котором планируется размещение в ближайших номерах материалов о новых формах приобретения геофизического оборудования с помощью финансового лизинга, о способах защиты интеллектуальной собственности разработчика, о нововведениях таможенного и патентного законодательства и других нормативных документах;

"За чертежной доской" - где будут размещаться материалы о новых программных продуктах автоматического проектирования как полевых, так и конструкторских работ;

"Приборы и системы" - одна из центральных рубрик, содержанием которой явится информация от разработчиков и изготовителей о новых изделиях и новых программных средствах;

"Опыт эксплуатации" для обмена опытом использования технических средств геофизиками-пользователями;

"Хроника" с информацией о текущих событиях в жизни геофизиков (юбилеи, памятные даты, выставки, конференции, новые книги, вести из Internet).

Журнал будет выходить ежеквартально, т.е. четыре раза в год. Кроме постоянных рубрик в каждом номере будет своя Тема номера, объединяющая материалы по тематическому принципу. На ближайшие выпуски журнала запланированы следующие темы:

"Линейные сейсморегистрирующие системы";

"Телеметрические сейсморегистрирующие системы";

"Сейсмоприемники и полевое оборудование";

"Геофизическое оборудование для работы на шельфе и мелководье";

"Источники возбуждения искусственного волнового поля";

"Программные обрабатывающие и интерпретационные комплексы".

Редакция приглашает всех геофизиков России стать не только нашими заинтересованными читателями, но и постоянными авторами, неравнодушными к судьбам отечественной геофизики.

Итак, мы начинаем!

Главный редактор П.А.Турлов

Геофизическое приборостроение в условиях российского рынка.

Савостьянов Н.А., ЕАГО, Москва



Россия все более уверенно идет по пути рыночной экономики, хотя цивилизованным этот рынок называть еще рано. Российская геофизическая служба, будучи изначально сервисной, оказалась более подготовленной к рыночным отношениям и быстрее других адаптируется в новых условиях. Прошло десять лет с начала приватизации и реформ, и сегодня можно уже сделать вывод о том, что этот непростой период в жизни страны отечественная геофизика выдержала, сохранив в основном свой производственный и творческий потенциал. Этот вывод справедлив, прежде всего, применительно к нефтегазовой геофизике, которая по объемам производственных работ составляет более 90 % (в денежном выражении) от общего объема работ, выполняемых геофизической службой страны, поэтому в дальнейшем мы будем говорить, главным образом, о делах в нефтегазовой геофизике.

Революционные изменения в технологии геофизических работ на нефть и газ произошли с появлением цифровой регистрации, обработки и интерпретации геофизических данных. Это позволило вывести геофизическую службу на новый качественный технико-методический уровень: существенно увеличился объем и качество получаемой геофизической информации, резко повысилось качество и количество ее обработки, существенно улучшились результаты геолого-геофизической интерпретации данных. Нынешний удивительный по своим масштабам и скорости разработок прогресс в компьютерных технологиях в мире самым благоприятным образом сказался на эффективности геофизических работ.

Объем геофизической информации, получаемой при проведении полевых и морских работ, а также при ГИС огромен. В течение одного года в России при выполнении в среднем 60 тыс. погонных километров профилей сухопутной сейсморазведки (2D) и 4 тыс. кв. км пространственной сейсморазведки (3D) объем регистрируемой информации достигает $1{,}3*10^{}$ байт. Морская сейсморазведка, являющаяся значительно более производительной по сравнению с сухопутной, дает почти такой же объем информации. Результаты геофизических исследований скважин (ежегодно исследуется около 15 млн. м открытого и 18 млн. м закрытого ствола разведочных и эксплуатационных скважин) также содержат большой объем геофизической информации.

Таким образом, геофизики ежегодно собирают $2\text{-}2{,}5*10$ байт информации, которая обрабатывается и интерпретируется в крупных вычислительных центрах, имеющих на вооружении современную высокопроизводительную компьютерную технику. Вряд ли можно сегодня найти в России другую такую подотрасль промышленности как нефтегазовая геофизика, собирающую и обрабатывающую такие большие массивы информации.

В сейсмической разведке в последние годы получили мощное развитие передовые технологии: по пространственному изучению земных недр - сейсморазведка 3D, объемы которой постоянно растут; по прогнозированию геологического разреза и выявлению в нем нефтегазоносных залежей.

При геофизических исследованиях скважин (ГИС) наряду с применением широко распространенных электрических методов появились новые возможности для оценки коллекторов с использованием данных ядерно-магнитного каротажа, новых модификаций радиоактивного каротажа, широкополосного акустического каротажа и других методов.

Геофизическое приборостроение, тесно связанное с производством сервисных работ, характеризуется относительно небольшой серийностью и частой сменой номенклатуры выпускаемой продукции. Это объясняется большим разнообразием условий для применяемой в геофизике техники, изменением технологии геофизических работ в зависимости от решаемых геологических задач, особенно при геофизических исследованиях скважин.

Имеет место очевидная корреляция между объемами производственных геофизических работ и геофизического приборостроения. В условиях рыночной экономики эта зависимость стала еще более четкой.

Спрос рождает предложение - этот рыночный постулат действует сегодня повсеместно.

В годы плановой экономики, централизованного управления отраслями геофизическое приборостроение развивалось, хотя и с учетом запросов производства, но в большой степени в зависимости от управленческих решений того или иного ведомства, министерства. В этой связи обратим ретроспективный взгляд на ситуацию, которая сложилась в советском геофизическом приборостроении к началу перестройки экономики страны, взяв за исходную точку 1988 г., когда уровень добычи нефти и газа в СССР был максимальным, а геофизические работы имели весьма большие объемы.

Производство геофизической аппаратуры и оборудования находилось в системе трех Министерств: приборостроения, геологии СССР и нефтепрома.

Основной объем крупносерийной продукции (табл.1) выпускался приборостроительными заводами Минприбора: "Нефтеприбором" в г. Москве (сейсмические станции "Прогресс", каротажные и газокаротажные станции), Мытищинским приборостроительным заводом (каротажные, электроразведочные и др. станции), Туймазинским приборостроительным заводом (каротажные подъемники, кузова), Уфимским заводом "Геофизприбор" (сейсмоприемники, ряд каротажных приборов). Собственных конструкторских разработок геофизической техники Минприбор, как правило, не вел, пользуясь разработками ученых и конструкторов других Министерств (например, сейсмическая станция "Прогресс" была создана в Саратовском СКБ СП Миннефтепрома).

В Министерстве геологии СССР велось создание и был организован малосерийный выпуск широкой номенклатуры различной геофизической техники: в г. Ленинграде на заводе "Геологоразведка" (радиометрическая аппаратура, магнитометры, гравиметры и др.), в г. Москве головным НИИ - ВНИИГеофизика (сейсмическая и электроразведочная аппаратура, гравиметры и т.д.), в г. Киеве - Киевским ОКБ и заводом "Геофизика" (промыслово-геофизические скважинные приборы), в Башкирии во ВНИИГИС (г. Октябрьский) и в г. Калинине во ВНИИГИК (скважинная геофизическая техника), в Новосибирском ОКБ (сейсморазведочная и другая техника), в Казахстане на опытно-экспериментальном заводе "Казгеофизприбор" (аппаратура для рудной геофизики).

В Миннефтепроме в течение 20 лет (1967-1987 гг.) была создана собственная опытно-конструк-



торская и приборостроительная база: в Саратовском СКБ СП и на заводе "Сейсмоаппарат" проводились разработка и изготовление сейсморазведочной техники (станция "Волжанка", позже - "Прогресс"), в СКБ СТ (г. Гомель) - создание ряда невзрывных источников упругих колебаний (импульсных и вибрационных), в НИИГИ (г. Грозный) - разработка и изготовление скважинной термобаростойкой аппаратуры и цифрового каротажного регистратора "Триас", в СКБ СЭТ (г. Краснодар) были созданы спецпроцессоры для цифровой обработки сейсмических данных, в СКБ "Геотрон" (г. Тюмень) разрабатывался и изготавливался целый ряд скважинной аппаратуры по контролю за разработкой, в СКБ "Геофит" (г. Томск) велась разработка каротажной регистрирующей техники, во ВНИИнефтепромгеофизике (г. Уфа) проводились опытно-конструкторские работы и изготавливались малые серии различной промыслово-геофизической техники.

Технико-методический уровень разработок этой геофизической аппаратуры был не очень высок по сравнению с лучшими западными образцами аналогичного назначения. Он соответствовал тем реальным возможностям, которые имели советские приборостроители в то время. На этом уровне отрицательно сказывались многие факторы: громоздкость и слабая оперативность организационной приборостроительной структуры, неоправданная сложность в подготовке опытно-конструкторской документации, отсутствие современной базы комплектующих деталей и материалов, медленно и трудно решаемые проблемы материально-технического обеспечения приборостроительного производства, слабая оснащенность КБ и заводов необходимой оргтехникой. И если в этих условиях все же создавалась хорошая геофизическая аппаратура, некоторые образцы которой находились на уровне мировых стандартов, то в этом основная заслуга творцов этой техники: ученых, конструкторов, высоко квалифицированных специалистов, мастеров "золотые руки". Наша страна никогда не была бедна талантами и в геофизическом приборостроении их было немало. Многие оригинальные, неординарные технические решения той или иной конструкции порой были вызваны к жизни отсутствием нужных комплектующих деталей, в обход "лобовому" подходу. Последний является типичным для западных разработчиков, технические решения которых зачастую весьма громоздки и прямолинейны.

С началом перестройки объемы геофизических работ в России резко упали как в разведочной геофизике, так и в ГИС.

Распад СССР привел к тому, что ряд приборостроительных геофизических предприятий оказался в других странах (на Украине, в Белоруссии, Казахстане, Азербайджане). Грозненский НИИГИ уже с 1993 г. в результате чеченских событий прекратил свою деятельность. Прежняя система приборостроительных заводов Минприбора, выпускающих геофизическую технику, оказалась практически разрушенной. Московский завод "Нефтеприбор" в результате приватизации полностью отошел от выпуска геофизической продукции. На Мытищинском заводе номенклатура геофизической аппаратуры и оборудования резко сократилась. Некоторые приборостроительные предприятия распались на более мелкие структуры. Произошел весьма ощутимый отток талантливых конструкторов и разработчиков на Запад, в Израиль.

В этой ситуации российские геофизические сервисные предприятия, особенно сейсморазведочные, многие из которых уже приватизировались, оказались в сложном положении из-за отсутствия современной техники. В то же время была реальная угроза вторжения на российский сервисный рынок западных геофизических компаний, таких как "Шлюмберже", "ЦЖЖ", "Халлибартон" и других, прекрасно оснащенных и жаждущих работы в России. Для российских геофизиков нужно было искать выход, чтобы не допустить "гостей" к производству сервисных геофизических работ.

Такой выход был найден. В сейсморазведке российскими сервисными компаниями была осуществлена массовая закупка импортных телеметрических систем компаний "Инпут-Аутпут" (США) и "Серсель" (Франция). Некоторые из них закупили также сейсмические вибраторы. Хотя это решение, по мнению отечественных приборостроителей, и не является лучшим, нужно быть реалистами и понимать, что в то время другого решения не могло быть. Быстрое переоснащение российских сейсмических партий импортной техникой позволило не допустить на российский рынок западные компании со своими сервисными работами. К сожалению, имеющиеся сегодня отечественные разработки сейсмических телесистем пока не составляют реальной конкуренции западным. Чтобы это произошло, нужно иметь, по крайней мере, сопоставимые технические и эксплуатационные характеристики и относительно невысокую их цену.

В геофизических исследованиях скважин (ГИС) ситуация складывалась по-иному.

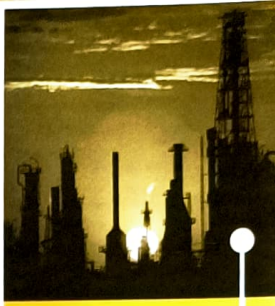
При проведении ГИС с началом периода перестройки и реформ в геофизическом производстве применялись прежняя техника и оборудование, которые модернизировались с использованием появившихся новых возможностей по приобретению современных комплектующих изделий и материалов за рубежом. Поэтому геофизический сервис при исследовании скважин осуществлялся все эти годы главным образом российскими компаниями с использованием отечественной каротажной техники. Относительно небольшие объемы промыслово-геофизических работ выполняли западные компании "Шлюмберже", "Халлибартон" и "Бейкер Атлас". Другими словами, отечественные приборостроители, занимавшиеся разработкой и выпуском промыслово-геофизической аппаратуры и оборудования , сумели выстоять в сложный период и, пусть не полностью, но сохранить свой технический и кадровый потенциал.

Сегодня отечественное геофизическое приборостроение представляет собой достаточно пеструю картину (табл. 1). Его структуру, объемы работ, техническую оснащенность определяют законы рынка, т.е. спрос заказчика, качество и цена поставляемой продукции.

Рассмотрим наиболее важную приборостроительную продукцию, выпускаемую в настоящее время в России и за рубежом, которая используется отечественной геофизической службой.

В сейсморазведке, как уже было отмечено выше, отечественными геофизиками применяются телеметрические системы западных компаний "Серсель" и "Инпут-Аутпут".

Эта техника имеет высокие технические и эксплуатационные характеристики, и конкуренция со стороны российских разработчиков и приборостроителей сильно осложняется постоянным совершенство-ванием западными поставщиками этих характеристик. Но, хотя имидж компаний "Серсель" и "Инпут-Аутпут" заслуженно высок, все же есть возможность создания конкурентоспособной российской техники. Мы в России располагаем современной базой комплектующих элементов и материалов зарубеж-ного производства, имеем талантливых специалис-тов-разработчиков и можем производить эту продукцию при более низкой ее себестоимости. К сожалению, ни Саратовское СКБ СП, ни Новосибирское ОКБ никак не выйдут со своими разработками на широкую дорогу массового выпуска сейсморазведочных телесистем то ли из-за финансовых проблем, то ли из-за отсутствия современного менеджмента и слабой маркетинговой политики. Выражаю надежду, что перелом здесь все же произойдет и российские телеметрические



ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

сейсморазведочные системы будут составлять реальную конкуренцию западным.

А предпосылки тому есть, поскольку Саратовское СКБ СП уже в этом году готовится представить на суд геофизической общественности страны свою новую, относительно недорогую телеметрическую сейсморегистрирующую систему "ПРОГРЕСС-НТ".

В настоящее время Саратовское СКБ СП выпускает различные модификации сейсморазведочной станции "ПРОГРЕСС-Л" (за два последних года выпущено более 50 сейсмостанций), имеющие хорошие эксплуатационные характеристики и применяемые при проведении сейсмических работ по методике 2-D. Объем этих работ, хотя и несколько сокращается относительно 3-D сейсморазведки, однако остается весьма большим. Сейсмостанция "ПРОГРЕСС-Л" сертифицирована Госстандартом РФ и имеет 3-х летнюю гарантию изготовителя.

Широким спросом у геофизиков-сейсморазведчиков пользуется выпускаемая СКБ СП система синхронизации возбуждений "ССВ-2", имеющая все необходимые согласования с Госгортехнадзором РФ.

Выпуск сейсмоприемников в нашей стране в доперестроечный период был организован на Уфимском приборостроительном заводе "Геофизприбор". С началом реформ на базе этого производства в 1990 г. было образовано совместное российско-американо-японское предприятие "Ойо-гео-импульс". Американская сторона вошла в это СП с современной технологией по производству базовой модели сейсмоприемников типа JS-20DX, которые выпускались американской компанией "Гео-спейс". В Уфу из США было поставлено контрольно-тестирующее оборудование, была проведена закупка ряда конструкционных материалов. Башкортостан вошел в СП со своими производственными площадями, механическим оборудованием. Основные кадры изготовителей были российскими, прошедшими курс обучения за рубежом и имеющими опыт работы по сборке российских сейсмоприемников.

Объемы работ отражают спрос российских сервисных компаний, а, следовательно, колебания в объемах сейсморазведки в России. К сожалению, в 2002 г. произойдет существенное снижение этих объемов по сравнению с предыдущим годом (ожидаемый спрос на сейсмоприемники не более 150 тыс.), что связано с неблагоприятной ситуацией на российском сейсморазведочном рынке.

В течение прошедших со дня основания СП лет японской и американской сторонами осуществлялись немалые финансовые инвестиции в производство сейсмоприемников для обновления технологического оборудования и повышения качества продукции. Эти инвестиции не покрывались финансовой прибылью СП, в результате чего доля США возросла до 85 % и сегодня практически это уже не СП, но американская компания ООО "Ойо-гео-импульс интернэшнл", работающая на территории Башкортостана.

Говоря о номенклатуре производства этой компании, необходимо отметить, что наряду с базовой моделью здесь также изготавливаются несколько других типов сейсмоприемников (горизонтальные, трехкомпонентные, для болотных условий и т.д.), сейсмические косы для телесистем, разъемы, другое вспомогательное оборудование. Освоено производство телеметрических, линейных и прочих кабелей для сейсморазведочных работ. В планах "Ойо-гео-импульс интернэшнл" дальнейшее расширение объемов производства с широким выходом за рубежи России - в страны СНГ, Юго-Восточной Азии, Европы и др. Следует отметить, что эта продукция сертифицирована на Западе и в России (сертификат ЕАГО).

Наряду с продукцией компании "Ойо-гео-импульс интернэшнл", на российском рынке используются также сейсмоприемники компании "Сенсор" (Голландия) и китайского производства. Объемы их применения относительно невелики из-за более высокой цены ("Сенсор") или по причине невысоких технических характеристик (Китай).

Говоря о сейсмоприемниках, нельзя не упомянуть об устройстве контроля работоспособности сейсмоприемников "ТЕСТ-СП", выпускаемым Саратовским СКБ СП и нашедшим широкое применение в геофизических предприятиях страны.

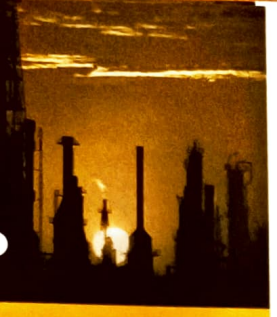
Важное значение в современной технологии производства сейсморазведочных работ имеют невзрывные источники упругих колебаний. Организация их выпуска в России сегодня производится ЗАО "Геосвип", мозговой центр которого перебрался из Беларуси в Москву, а также Армавирским ОАО СКБ ИМ.

Основной объем производства вибраторов приходится на долю ЗАО "Геосвип", который изготавливает в среднем 20-25 источников в год. Это гусеничные и колесные вибраторы СВС 24РС 27, СВ 14, СВ 27150 БКГ и другие. Неплохие технико-экономические характеристики этой техники и ее относительно невысокая стоимость (почти в два раза ниже западных аналогичных образцов) позволяет говорить о ее конкурентоспособности. Западные вибраторы производства компаний "Инпут-Аутпут" и "Сересль" несомненно обладают высокими эксплуатационными параметрами, но их стоимость (600-700 тыс.) несомненно повлияет на возможность их массового приобретения сервисными компаниями. На российский рынок со своей продукцией выходит также белорусский завод "Сейсмотехника" (бывшее Гомельское СКТБ с опытным производством Миннефтепрома). Таким образом, наличие в России нескольких поставщиков источников упругих колебаний говорит о реальной конкуренции на их рынке сбыта и выиграет эту конкурентную борьбу тот, кто даст более высококачественную продукцию при оптимальной цене.

В области создания и выпуска аппаратуры ВСП в России работает ряд предприятий: ЗАО НПФ "СейсмоСетСервис", "ГИТАС", ОАО НПП "ВНИИГИС". Ими создана цифровая многомодульная телеметрическая аппаратура АМЦ-ВСП-3-48. Эта аппаратура имеет хорошие метрологические и эксплуатационные характеристики. В настоящее время ею выполняются основные объемы ВСП в России. Разработкой аппаратуры ВСП занято также ряд НИИ и производственных сервисных компаний.

Востребованность метода ВСП со стороны нефтяных и геофизических компаний постепенно увеличивается и это вселяет надежду на увеличение выпуска аппаратуры ВСП в будущем. Серьезной конкуренции со стороны Запада здесь пока не предвидится.

Вопросы приборостроения для геофизических исследований и работ в скважинах (ГИРС) в значительной степени освещаются в научно-техническом вестнике "Каротажник", где ведется постоянная рубрика "Ярмарка геофизической продукции" с подробной технико-экономической характеристикой промыслово-геофизической аппаратуры, выпускаемой российскими и зарубежными компаниями. К сожалению, статей, содержащих серьезный анализ рынка технических средств для ГИРС, в "Каротажнике" нет. Полагаю, что это отчасти вызвано очень широкой номенклатурой выпускаемой аппаратуры и оборудования для ГИРС (более 150 типов). Разобраться в этом объеме техники и дать объективную оценку того или иного прибора - сложно. Рынок здесь не всегда предсказуем и зачастую определяется не только обоснованными требованиями - высокое качество и оптимальная цена поставляемой приборостроительной продукции, но и личными связями и контактами между



продавцом и покупателем.

В приборостроении для ГИРС больше, чем в сейсморазведке, переплетены НИОКР и производство аппаратуры и оборудования. Это связано, прежде всего, с тем, что для комплектации каротажной партии обычно создается единый аппаратно-программный комплекс, включающий компьютеризированную станцию на одном шасси с подъемником, цифровую модульную комплексную скважинную аппаратуру, а также программное и метрологическое обеспечение. Создание такого комплекса - это и серьезная научно-исследовательская работа, и емкая сложная констру-кторская разработка. Сегодня это под силу только крупным, хорошо организованным компаниям, таким как ОАО НПЦ "Тверьгеофизика", ОАО НПФ "Геофизика" (г. Уфа). Следует заметить, что финансирование научно-исследовательских работ в этих компаниях было обеспечено главным образом за счет выпуска ими приборостроительной продукции.

Понимая, что настоящий журнал предназначается, в первую очередь, для приборостроителей - сейсморазведчиков, на этом я завершаю свои рассуждения о рынке приборостроения для ГИРС с надеждой, что со временем в этом журнале будут публиковаться большие серьезные статьи, посвященные проблемам каротажной техники.

В целом геофизическое приборостроение в России в результате происходящих реформ существенно потеряло свои прежние объемы, однако приобрело новое качество - конкурентоспособность, благодаря использованию западных технологий, комплектующих деталей и материалов, современному менеджменту в приборостроении. Я оптимист и полагаю, что выход российских приборостроителей на мировой геофизический рынок дело не столь отдаленного времени. Первые признаки этого уже имеются (Китай, Вьетнам, страны СНГ).

В завершение хочу высказаться по вопросу будущего российского геофизического приборостроения, которое должно быть стабильным и конкурентоспособным. Пути для этого, по нашему мнению, следующие:

- Интеграция мелких и средних приборостроительных компаний в крупные корпорации, в составе которых будут проводиться НИОКР, осуществляться производство геофизической техники, а также выполняться сервисные геофизические работы. Деятельность крупнейшей сервисной корпорации "Шлюмберже", с которой не зазорно брать пример, убеждает в этом.
- Диверсификация приборостроительной деятельности, выход на нефтегазовые компании, обладающие большим капиталом, для выполнения их заказов по аппаратуре и оборудованию в области бурения, добычи, транспорта нефти и т.д.
- Более смелый, решительный выход на мировой геофизический рынок, создание привлекательного имиджа для российской техники. Для этого потребуется заметное повышение качества продукции и новизна разработок.

Все эти пути несомненно носят стратегический характер и, на первый взгляд, выглядят весьма далекой перспективой. Но, если выжидать и не идти вперед, можно в скором времени оказаться у отечественного "разбитого корыта", а приборостроительный и геофизический рынок будет находиться в руках западных конкурентов.

В заключение хочу пожелать новому журналу успешной деятельности, творческого настроя, интересных, нужных геофизическому приборостроению статей.

Таблица 1.

Основные производители геофизической техники.

1988 г. (СССР)
Минприбор
1.Завод "Нефтеприбор" (г. Москва)
2.Мытищинский приборостроительный завод
3.Туймазинский приборостроительный завод
4.Уфимский завод "Геофизприбор"
Мингео СССР
5. Завод "Геологоразведка" (г. Ленинград)
6.Киевские ОКБ и завод "Геофизика"
7.ВНИИГеофизика и ее опытные производства (г.г. Москва и Наро-Фоминск)
8.Новосибирское ОКБ и опытное производство
9.Опытно-экспериментальный завод "Казгеофизприбор" (г. Алма-Ата)
10.ВНИИГИС и опытное производство (г. Октябрьский)
11.ВНИИГИК и опытное производство (г. Калинин)
Миннефтепром
12.Саратовское СКБ сейсмического приборостроения и завод "Сейсмоаппарат"
13.СКБ сейсмической техники и опытно-промышленное производство (г. Гомель)
14.СКТБ сейсмоэлектронной техники и опытное производство (г. Краснодар)
15.НИИГИ и опытно-экспериментальный завод (г. Грозный)
16.Тюменское СКТБ промыслово-геофизической техники с опытным производством
17.Томское СКТБ геофизической техники
18.ВНИИнефтепромгеофизики с опытным производством (г. Уфа)
19.Бакинский опытно-экспериментальный завод геофизических приборов
20.Опытно-методическая экспедиция ПО "Татнефтегеофизика" с опытным производством (г. Бугульма)

2002 г. (Россия)
1.СКБ сейсмического приборостроения с опытным производством (г. Саратов) (собст. ОАО "Саратовнефтегеофизика")
2.ОАО "Геосвип" с заводом (г. Москва)
3.ООО "Ойо-Гео-Импульс Интернэшнл" (г. Уфа)
4.ЗАО "СИБОКБ" с опытным производством (г. Новосибирск)
5.ФГУНПП завод "Геологоразведка" (г. Санкт-Петербург)
6.ОАО НПЦ "Тверьгеофизика"
7.ОАО НПФ "Геофизика" (г. Уфа)
8.ОАО ИМС (г. Москва)
9.ЗАО "Луч" (г. Новосибирск)
10.ОАО "Геотрон" (г. Тюмень)
11.ОАО "Нефтегеофизприбор" (г. Краснодар)
12.ОАО "Геофит" (г. Томск)
13.ОАО НПЦ "Геофизмаш" (г. Саратов)
14.ОАО "ГИС-прибор" (г.г. Москва, Псков, Туймазы)
15.ОАО НПП ВНИИГИС с опытным производством (г. Октябрьский)
16.ЗАО "Си технолоджи" (г. Геленджик)
17.ОАО СКБ ИМ (г. Армавир)
18.Мытищинский приборостроительный завод
19.Киевское ОКБ с опытным производством (собств. ОАО "Тюменьпромгеофизика", Россия)
20.ОМЭ ОАО "Татнефтегеофизика" с опытным производством (г. Бугульма)
21.ООО "Велка" (г. Жуковский, Моск. обл.)
и другие



ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Линейные сейсморазведочные станции: вчера, сегодня, завтра

Бондарев В.И., Крылатков С.М., УГГГА, Екатеринбург

*Линейные сейсморазведочные станции - это сейсморегистрирующие системы, в которых для соединения сейсмоприемников с регистратором используется отдельная двухпроводная линия (топология коммуникационной структуры типа "звезда"- см. врезку **"Коммуникационные структуры"**). Возможен и другой вариант соединения топология типа "шина", использующаяся в телеметрических сейсморазведочных системах.*

В этом номере журнала подобрана информация именно по линейным станциям: об эволюции структуры, элементной базы и конструкторско-схематических решений, о технических характеристиках современных станций, о проблемах метрологического обеспечения эксплуатации станций, признанных средствами измерения, о новых, одобренных Госгортехнадзором РФ устройствах для синхронизации источников возбуждения волнового поля с регистраторами, об опыте внедрения современных средств навигации элементов сейсморегистрирующего комплекса, да и о многом другом прямо или косвенно связанном с линейными сейсморегистрирующими системами.

Введение

Первые сейсморазведочные работы в СССР были начаты методом преломленных волн в окрестностях г. Грозный в 1929 году под руководством проф. Никифорова П.М. Широкое промышленное применение метода началось в 1931 году. В качестве регистрирующих устройств на первых этапах этих работ использовались механические сейсмографы системы Минтропа и Швейдера с оптической регистрацией данных. Однако вскоре они были вытеснены более совершенными электромагнитными и электродинамическими сейсмографами зарубежного производства фирмы "Аскания" (Германия). В эти же годы в Сейсмической лаборатории Нефтяного геолого-разведочного института (НГРИ) под руководством проф. Гамбурцева Г.А. были разработаны первые отечественные микрофонные сейсмографы СМ - 4. В последующем в Ленинградском электрофизическом институте были разработаны более совершенные сейсмографы СМ - 5 (6) ЛЭФИ.

В 1933 году был подписан договор между Всесоюзной конторой геофизических разведок (ВКГР) и французской фирмой "Шлюмберже" о внедрении в ряде районов нашей страны новых геофизических технологий в области электрического каротажа скважин и сейсморазведки методом отраженных волн. Переданные этой фирмой комплекты узлов шестиканальной сейсморазведочной аппаратуры (сейсмографы, усилители, осциллографы регистраторы и др.) позволили отечественным специалистам уже весной 1934 года (профессор Гамбурцев Г.А. и Рябинкин Л.А., работы на озере Байкал) впервые в стране зарегистрировать отраженные волны. Летом того же года в Башкирии и на Эмбе (Западный Казахстан) под руководством Коридалина Е.А., Масарского С.И., Больших С.Т. и Островского А.Е. были также успешно зарегистрированы отраженные волны.

В 1936 году фирма "Шлюмберже" дала разрешение на копирование в СССР их аппаратуры на отечественной элементной базе. Уже в 1938 г. в геофизических мастерских ВКГР была создана первая отечественная (8 - канальная) сейсморазведочная станция СС - 8 под руководством Шведчикова Л.К. Всего было выпущено 14 комплектов такой аппаратуры. Именно на этой аппаратуре, включая несколько действующих французских комплектов аппаратуры фирмы "Шлюмберже", и работали отечественные сейсморазведчики все предвоенные и военные годы. Имеющаяся аппаратура позволила сейсморазведке в СССР достичь за это время значительных успехов как в методическом отношении (освоение и внедрение метода отраженных волн, создание основ корреляционного метода преломленных волн и др.), так и в результативном плане (открыто крупное Бузовнинское месторождение на Апшероне, достигнуты крупные успехи в разведке новых залежей нефти и газа в районе Южной Эмбы, в юго-западных районах Туркмении и др.). Начиналась эпоха быстрого совершенствования конструкций отечественных сейсморазведочных станций.

Вчера

В Ленинграде во Всесоюзном институте разведочной геофизики (ВИРГ) на основе опыта эксплуатации вышеупомянутых первых отечественных 8-канальных станций были разработаны более совершенные конструкции 12 и 24-канальных сейсморазведочных станций. Однако начавшаяся война прервала эти работы. Серийное изготовление сейсморазведочной аппаратуры на советских заводах началось только в 1947 году. На базе выполненных предвоенных разработок был начат серийный выпуск в заводских условиях первых отечественных многоканальных сейсморазведочных станций типа "ЭХО - 1" (1947 г.), СС - 24 - 48 (1948 г.), СС - 26 - 51Д (1951 г.) с прямой осциллографической записью сейсмограмм на фотобумагу. Всего их было выпущено около 60 экземпляров. Их выпуском завершилось формирование основных элементов структуры сейсморазведочных **станций первого поколения** - сейсморазведочных станций с прямой осциллографической записью на бумажном носителе. Характерной и главной особенностью конструкций таких станций являлось получение в процессе записи сейсмограммы в окончательном виде, без возможности ее последующего воспроизведения (без производства повторного возбуждения). Упомянутые сейсморазведочные станции имеют общую принципиальную блок - схему, показанную на рис.1. К станциям первого поколения можно отнести:

- Сейсморазведочную станцию СС - 30/60 - 58 конструкции 1958 года, содержавшую уже 60 сейсмических каналов (4 группы по 15 каналов) с раздельными фильтрами НЧ и ВЧ.
- Сейсморазведочную станцию СС - 24П, представляющую собой первую отечественную

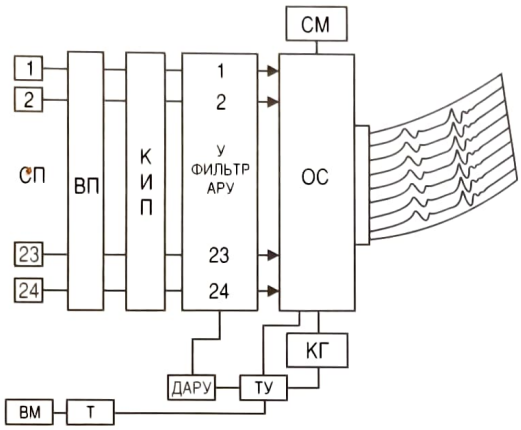


Рис.1.Принципиальная блок-схема сейсморазведочной станции с осциллографической записью: СМ - смеситель; КГ - камертонный генератор; ТУ - телефонный узел; Т - телефон; ВМ - взрывная машинка; ПАРУ - полуавтоматический регулятор усиления; ВП - входная панель; КИП - контрольно-измерительная панель; У - усилители; ОС - осциллограф шлейфовый.

многоканальную переносную станцию с 24 каналами (выпущена большим тиражом более 1500 экземпляров).

- Сейсморазведочную станцию СС - 60 - 5, содержавшую 60 сейсмических каналов и ставшую первой отечественной широкодиапазонной станцией, приспособленной для регистрации колебаний в диапазоне от 15 до 350 Гц при сейсморазведочных работах методом отраженных волн (МОВ) и корреляционным методом преломленных волн (КМПВ).

Пик популярности сейсморазведочных станций первого поколения на производстве пришелся на середину 60-х годов прошлого века. Работы с использованием станций этого типа при разведке месторождений нефти и газа после 1975 г. практически уже не велись. Лишь при проведении инженерно - геологических работ сейсморазведочные станции этого поколения использовались и в последующие годы.

Достигнутые с использованием аппаратуры первого поколения практические успехи, особенно в области нефтяной геологии, выдвинули сейсморазведку в бесспорные лидеры среди геофизических методов разведки. Это лидерство сейсмическая разведка сохраняет и укрепляет до наших дней.

Сейсморазведочные станции с промежуточной аналоговой записью

Уже в начале применения сейсмического метода разведки многим геофизикам стало ясно, что возможность "воспроизвести" сейсмическую запись (без проведения дополнительного взрыва) открывала бы новые широкие перспективы сейсмической разведки. При этом вначале полагали, что главным преимуществом "воспроизводимости" записи было бы использование различных видов фильтраций.

В 1935г. Ф. Рибер (США) предложил регистриру-ющее устройство ("сонограф"), при котором зарегистрированные сейсмические записи можно было многократно "воспроизводить". В его аппарате запись велась на фотопленку способом переменной плотности. При воспроизведении интенсивность светового луча, прошедшего через фотопленку, регистрировалась фотоэлементом. Это позволяло использовать "сонограф" для определения изменения амплитуды сейсмической волны в зависимости от величины кажущегося угла выхода. Подобные идеи, развиваемые в СССР Л.А.Рябинкиным независимо от Ф. Рибера, к началу пятидесятых годов позволили создать весьма эффективный и простой метод сейсмической разведки - метод регулируемого направленного приема (МРНП), который широко применялся у нас в стране до 1975 года. Для практической реализации метода в СССР выпускалась аппаратура АРНП - 2. В этой аппаратуре регистрация сейсмических колебаний, прошедших через усилители обычной сейсморазведочной станции, осуществлялась в осциллографе поперечной записи ОПЗ - 2. Записи получались при помощи зеркальных гальванометров на двух кинопленках шириной 35 мм каждая. На каждую пленку записывалось девять трасс способом переменной плотности. Их совокупность образовывала одну "сейсмопленку" с 17 трассами. Воспроизведение осуществлялось в перопишущем фотоэлектрическом сумматоре ПФС - 2. Фотоэлектрическое воспроизведение и суммирование записи производилось при помощи девяти равномерно освещенных узких щелей, способных перемещаться относительно друг друга и дающих световые полоски на трассах пленки. Световые пучки, проходящие сквозь отдельные дорожки (трассы) движущейся "сейсмопленки", собирались на катоде фотоэлемента. Возбужденный в нем ток усиливался, фильтровался в специальном усилителе и поступал в перописец. С его помощью записывались суммарные колебания на бумажной ленте.

В истории отечественной сейсморазведки эта аппаратура оставила весьма заметный след: она позволила успешно выполнять сейсмические работы в сложных сейсмогеологических условиях (в областях развития соляно-купольной тектоники) и получать достоверные геологические результаты.

Однако главным средством создания воспроизводимой сейсмической записи оказалась магнитная аналоговая запись. Первые результаты в этом направлении на Западе были получены в 1952 году. В СССР уже к 1957 году была разработана и выпущена первая отечественная станция с промежуточной магнитной записью ССМ - 57. С этого времени началась эра сейсморазведочных **станций второго поколения** - станций с аналоговой магнитной записью.

Принципиальная блок - схема станций с аналоговой промежуточной магнитной записью показана на рис.2. Сейсморазведочные станции этого типа состоят из двух основных частей: блока записи и блока воспроизведения.

Блок записи содержал в себе входную панель, контрольно - измерительную панель (КИП), усилители с фильтрами и системами регулирования усиления (АРУ, РУ), магнитный регистратор (МР), блок управления (БУ), содержащий устройства для управления процессами записи, воспроизведения, включения и выключения различных узлов станции и проверки их исправности. По взрывной линии ВЗР осуществляется связь с пунктом возбуждения с целью синхронизации времени взрыва (воздействия) с работой регистрирующих узлов. По этой же линии поступает в станцию отметка момента возбуждения.

Блок поканального (последовательного)

воспроизведения содержал только один тракт воспроизведения, состоящий из блока считывающих головок, расположенных в магнитном регистраторе МР, усилителя воспроизведения с системой АРУ и фильтрами Ф, переписца П, записывающего колебания на бумагу, укрепленную на барабане ВБ. При протягивании магнитной ленты МЛ мимо блока магнитных головок воспроизведения к входу усилителя присоединяется одна или несколько магнитных головок, считывающих запись с соответствующих трасс МЛ. Одновременное присоединение нескольких головок позволяет осуществить смешение или накапливание сигналов. При каждом обороте барабана ВБ

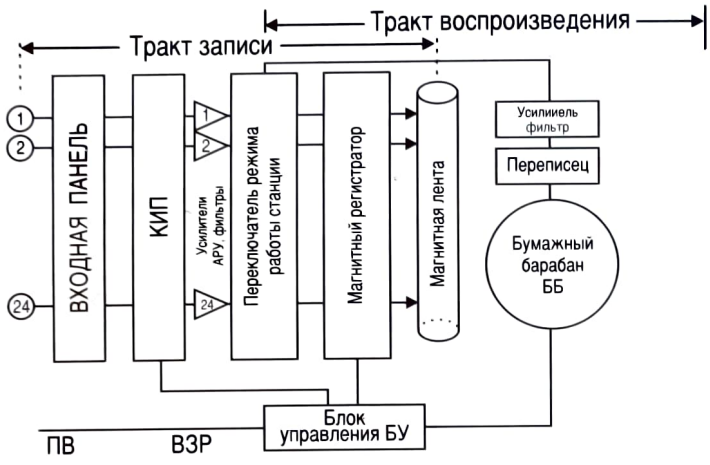


Рис.2.Принципиальная блок - схема сейсморазведочной станции с аналоговой магнитной записью

переписывается одна трасса. Блок управления БУ обеспечивает автоматический режим последовательного воспроизведения всех трасс.

При параллельном воспроизведении блок воспроизведения имеет более сложную структуру. В этом случае каждая считывающая головка МР соединена со входом отдельного усилителя, содержащего системы АРУ, РУ и фильтров. Число усилителей УВ равно числу каналов станций. К входу каждого усилителя присоединяют, как и ранее, одну или несколько магнитных головок, расположенных в регистраторе МР. При движении магнитной ленты МЛ к входу каждого усилителя подаются считываемые сигналы, которые после усиления, фильтрации и регулирования попадают каждый на свой гальванометр, объединяясь в одном блоке - шлейфовом осциллографе Ос. Здесь осуществляется запись колебаний на светочувствительную бумагу. Сейсморазведочная станция ССМ-57 в силу ряда причин не получила широкого распространения на производстве.

ППМЗ - 2 - приставка промежуточной магнитной записи - была предназначена для применения совместно с осциллографическими станциями того времени. В состав входило 25 усилителей записи - воспроизведения, магнитный регистратор, усилитель отметки взрыва, контрольно-измерительный блок. При воспроизведении применяются те же магнитные головки и усилители, что и при записи. Сигналы с выхода каждого усилителя поступали на вход усилителей стандартной осциллографической станции для записи на фотобумаге. Модернизированный вариант этой аппаратуры ППМЗ - 4 имел 30 регистрирующих каналов и улучшенные характеристики всей аппаратуры. Широкого применения на практике этот вариант аппаратуры не получил.

АПМЗ - ЧМ - аппаратурная приставка для промежуточной магнитной записи с частотной модуляцией - была предназначена для работы с широко распространенной станцией того времени типа СС 60 - 5. Имела 30 каналов записи и 5 каналов для записи служебной информации. Частотный диапазон регистрируемых колебаний от 3 до 400 Гц. Запись осуществлялась рулонным магнитным регистратором на магнитную ленту шириной 35 мм. Длительность записи - до 5 мин. Воспроизведение - одновременное с использованием сейсмической станции с осциллографической записью.

Сейсморазведочная станция СС-24-61М имела 24 основных канала записи и 4 вспомогательных канала для регистрации марок времени, отметки моментов взрыва и вертикального времени. Использовался прямой способ записи на ленту с высокочастотным подмагничиванием. Имелась система АРУ, РУ, ПРУ и разные способы смешения колебаний, что позволило добиться достаточно хороших характеристик.

Сейсморазведочная станция СМП - 24 разработки Саратовского СКБ СП (в последующем СМОВ - ОВ - 24) была предназначена для разведки нефтегазоносных структур в сложных сейсмогеологических, климатических и дорожных условиях и содержала 24 рабочих канала и 4 вспомогательных канала (для записи вертикального времени, отметки момента взрыва, марок времени и кривой усиления). В режиме воспроизведения станция позволяла получать сейсмическую запись в видимой форме на бумаге путем поканальной записи при помощи чернильного переписца.

Усилитель воспроизведения имел смеситель для смешивания сигналов соседних трасс, набор фильтров низких и верхних частот с различной граничной частотой и различными значениями крутизны срезов, программированный и автоматический регулятор усиления с различными параметрами срабатывания и отпускания. Конструктивно станция была выполнена в виде двух блоков: блока записи и блока регистрации. *Это первая отечественная станция, выполненная полностью на транзисторах.* В силу своих конструктивных удобств и надежности получила широкое распространение на производстве. Тираж ее выпуска был рекордно большим (более 2300 экз.) для отечественных и зарубежных станций и не перекрыт до сих пор. Ее выпуск был начат в конце шестидесятых годов и продолжался более 15 лет. Эта станция, на наш взгляд, является одним из самых ярких и совершенных представителей отечественных станций второго поколения. Отдельные экземпляры в ряде непрофильных (неспециализированных) сейсмических организаций работают до сих пор.

В начале 60-х годов в СССР было разработано целое семейство сейсморазведочных станций различного назначения (МОВ, КМПВ, малые глубины). Эти сейсморазведочные станции имели одновременно тракты аналоговой осциллографической и магнитной записи. Они получили

общее название "Поиск".

Для работы методом отраженных волн предназначались следующие сейсморазведочные станции: Поиск - 1 - 24 - МОВ - ОВ, Поиск - 1 - 48 - МОВ - ОВ, Поиск - 1 - 72 - МОВ - ОВ, Поиск - 1 - 24 - МОВ - ПВ, Поиск - 1 - 48 - МОВ - ПВ (последние две станции были известны также под названием СМ - 24 и СМ - 48). Наибольшее распространение на практике получили сейсморазведочные станции типа Поиск - 1 - 48 -МОВ - ОВ (выпущено более 400 экз.). Эта сейсморазведочная станция (как и все другие варианты станций ряда "Поиск") представляла собой гибрид аппаратуры первого и второго поколений. Она содержала входную панель, блок усилителей с ручной, автоматической и полуавтоматической регулировкой усиления, блок фильтров НЧ и ВЧ с широким набором значений граничных частот и крутизн. Выходы усилителей соединены одновременно с магнитными головками и гальванометрами. Осциллографическая запись могла быть получена одновременно с записью на магнитную ленту (или без записи на магнитную ленту) или в процессе воспроизведения с магнитной ленты. Блок управления станцией позволял выполнять контроль работы усилителей, проверку режимов питания станции, проверку сейсмоприемников и кос, включение и выключение станции, программную регулировку коэффициентов усиления усилителей в процессе записи, двустороннюю связь между оператором и взрывпунктом и целый ряд других функций. Используемый способ записи на магнитную ленту шириной 125 мм - прямой, с высокочастотным подмагничиванием. Время записи - 5 или 10 с. Качество осциллографического тракта записи (как станции первого поколения) в аппаратуре этого типа достигло достаточно высокого уровня. Эти станции, по существу, были последними видами аппаратуры первого поколения. Аппаратура типа "Поиск" достаточно широко применялась на производстве с 1965 года до начала 80 - х годов. Именно эта аппаратура (и СМОВ - ОВ - 24) работала на производстве до прихода (1978 - 1982 гг.) надежной аппаратуры третьего поколения - станций с цифровой магнитной регистрацией.

Сейсморазведочные станции с цифровой магнитной регистрацией

По мере того, как аналоговая магнитная запись входила в практику сейсморазведочных работ, сейсморазведчики все более ясно стали осознавать, что повышение качества и эффективности работ требует высокого уровня автоматизации процессов обработки получаемой информации. Особенно остро это ощущалось в связи с началом внедрения (1965 г.) в СССР новой технологии - метода общей глубинной точки (МОГТ). При этом стало очевидным, что аналоговая магнитная запись, имеющая низкий динамический диапазон (40 - 46 дБ), несмотря на все аппаратурно - технические ухищрения в процессе обработки (на базе аналоговых обрабатывающих устройств типа ПСЗ - 2,4, Луч, МС - 2 и др.) не способна принципиально изменить качество получаемой информации. Назрел вопрос о создании принципиально новой записывающей **аппаратуры третьего поколения** - аппаратуры с цифровой магнитной записью. Предполагалось, что она позволит принципиально сильно изменить как качество исходной информации (за счет резкого расширения динамического диапазона), так и, в особенности, качество и результативность обработки получаемой информации за счет более эффективного и широкого применения современной вычислительной техники.

Преимущества цифровой регистрации сейсмических колебаний реализуются за счет количественного измерения мгновенных значений входного сигнала сейсмоприемников, формирования его цифрового кода и записи полученного кода на магнитной ленте. Принципиальная блок - схема цифровой сейсморазведочной станции показана на рис.3.

Сигналы от сейсмоприемников поступают на широкополосной аналоговый предварительный усилитель (ПУ) 1 с трансформаторным входом. В усилителе осуществляется аналоговая частотная фильтрация трех видов: ФНЧ для подавления высокочастотных помех с большой крутизной среза (до 50 дБ/окт.), ФВЧ для подавления интенсивных низкочастотных поверхностных волн; РФ - для подавления помех промышленной частоты. Выходы усилителя I подаются на коммутатор каналов 2, обеспечивающий квантование сигналов по времени путем последовательного циклического опроса всех каналов со строго определенной частотой. Дискретизированные сигналы всех каналов в виде амплитудно - импульсных выборок по единому тракту поступают в основной усилитель 3, осуществляющий окончательное усиление с сохранением широкого динамического диапазона сигналов, на основе системы МАРУ. С выхода усилителя 3 сигналы поступают на преобразователь 4 "аналог - код" (ПАК), осуществляющий квантование сигналов по амплитуде. Двоичный код каждой выборки сигнала подается в устройство 5, обеспечивающее

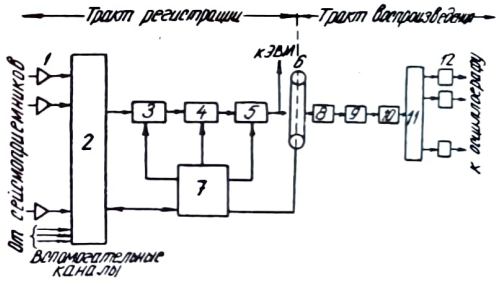
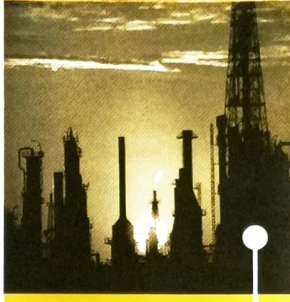


Рис.3.Принципиальная блок - схема цифровой сейсморазведочной станции

формирование кода сигнала в соответствии с избранным в станции форматом записи. Код с форматера 5 записывается магнитным регистратором 6. Магнитный регистратор снабжен устройством для управления и контроля, автоматической нумерации записей и маркировки их начала и конца. Вышеназванные узлы работают под управлением блока логики 7. Регистратор заканчивает тракт записи цифровой сейсморазведочной станции.

Схема оперативного контроля качества получаемых записей предусматривает тракт их воспроизведения. Считанные с помощью тракта чтения регистратора 6 и усиленные схемами кодовые сигналы подаются в систему восстановления динамического диапазона, после чего подвергаются действию цифрового АРУ 9 и преобразуются в аналоговую форму преобразователем "код - аналог" 10. После демультиплексирования 11 аналоговые сигналы подвергаются фильтрации ФНЧ, ФВЧ и регулированию 12 и подаются на электростатический плоттер (или осциллограф).

Первой отечественной цифровой сейсморазведочной станцией была станция ССЦ - 1,



созданная в 1966 г. под руководством Г.М. Борковского. Она имела 24 основных канала, 10 - разрядный преобразователь "аналог - код". В силу целого ряда конструктивных недоработок станция в производственных организациях была воспринята негативно. Было выпущено всего 16 экземпляров. Станция использовалась, главным образом, для обучения операторного корпуса работе с цифровыми сейсморазведочными станциями.

Сейсморазведочная станция ССЦ - 2 была первой отечественной цифровой сейсморазведочной станцией, которая достаточно успешно и долго (1970 - 1976 гг.) работала на производстве. Было выпущено более 150 экземпляров станции. Она имела 24 рабочих канала, один вспомогательный канал, 12 - разрядный преобразователь аналог - код, систему МАРУ на 36 дБ; время опроса каждого канала - 2 мс, длительность записи до 20 с. По существу все конструктивные решения, заложенные в этой станции, определили облик отечественных цифровых сейсморазведочных станций последующих лет. В ней впервые в СССР (и в мире) была применена система МАРУ, другие важные конструктивные решения. В последующих моделях станций отказались только от использования широкой магнитной ленты и шлейфового осциллографа. Другие конструктивные решения и параметры этой станции в последующих моделях только улучшались и совершенствовались.

Сейсморазведочная станция ССЦ - 3 была разработана институтом ВНИИГЕОФИЗИКА (Москва) при участии фирмы "Серсель" (Франция) в 1972 году. Ее выпуск был начат в 1974 году. С 1976 года выпускался модернизированный вариант станции под маркой ССЦ - 4. Сейсморазведочная станция ССЦ-3 (ССЦ - 4) была предназначена для работ МОВ, МОГТ и МПВ.

Общий вид этих станций и многие конструктивные решения, используемые в них, были близки к тем, которые имеются у французской станции SN - 338 фирмы "Серсель". Станции были достаточно широко распространены на производстве с середины 70 - х годов до середины 80-х.

В 1975 - 1976 гг. Саратовским СКБ сейсмического приборостроения был разработан и начат выпуск новой серии отечественных цифровых сейсморазведочных станций типа "Волжанка". Станции были разработаны по единой схемно - конструктивной основе и имели четыре модификации:

"Волжанка - А" 24 - канальная аппаратура для работы со взрывными источниками;

"Волжанка - Б" 48 - канальный вариант для работы со взрывными источниками;

"Волжанка - АН" 24 - канальная аппаратура с накопителем для работы со взрывными и невзрывными источниками;

"Волжанка - НК" 24 - канальная аппаратура с накопителем - коррелятором для работы с различными источниками, в том числе и с вибрационными.

Все модификации станций "Волжанка" устанавливались в специальном кузове СГК - 6 на шасси автомобиля ЗИЛ - 131. Основная аппаратура конструктивно оформлена в виде трех стоек и содержала тракт записи и воспроизведения, комплект сервисной аппаратуры: пульт проверки входных линий, коммутатор ОГТ и аппаратуру ССВ - 1, обеспечивающую передачу по радиоканалу команды на производство возбуждения и приема по радиоканалу отметок момента возбуждения и вертикального времени. Запись осуществлялась на магнитную ленту шириной 12,7 мм в формате С - 1, представляющим некоторый модернизированный вариант формата SEG - B. Воспроизведение записанной информации в видимой форме впервые в СССР осуществлялось электростатическим плоттером либо одновременно с записью информации, либо после записи. Выпуск этих станций продолжался сравнительно недолго - до конца семидесятых годов. В 1978 году отечественным заводам, производящим сейсморазведочные станции, было разрешено использовать элементную базу высшего качества. Это позволило в короткий срок ОКБ завода "Геофизприбор" (Москва) переработать конструкцию выпускаемых станций "Волжанка" и на этой основе, с учетом конструктивных особенностей американской сейсморазведочной станции DFS-IV фирмы TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED, подготовить и начать выпуск лучших отечественных цифровых сейсморазведочных станций 80-х годов - станций типа "Прогресс". Развернутый на заводе "Геофизприбор" к началу 80-х годов ежегодный выпуск станций в количестве 250 экземпляров позволил уже в 1983 г. в СССР полностью перейти на цифровую запись (при работах на нефть и газ).

Сейсморазведочные станции "Прогресс" выпускались в трех вариантах:

"Прогресс - 1 " - 48 - канальная станция для регистрации колебаний от взрывных источников;

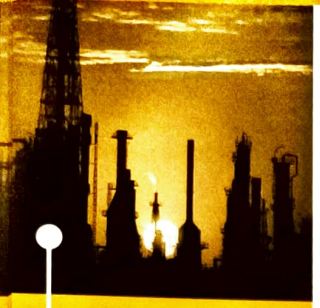
"Прогресс - 2" - 48 - канальная станция для работы в режиме накопления (или без него) с импульсными источниками (взрывным или невзрывными);

"Прогресс - 3" - 48 - канальная станция с накопителем - коррелятором для работы с вибрационными источниками.

Линейная функциональная блок - схема цифровой сейсморазведочной станции (ЦСС) типа Прогресс - 1 по существу мало отличается от принципиальной блок - схемы цифровой

Основные технические характеристики цифровых сейсморазведочных станций ССЦ-3 и ССЦ-4

Характеристики	ССЦ - 3	ССЦ 4
Число сейсмических каналов	24;48	24; 48
Интервал квантования, мс	22;	4
Число разрядов ПАК	14 + знак	14 + знак
Частотный диапазон	4-125	3-120
Уровень шумов, приведенных к входу, мкВ	0.3	0.3
Диапазон регулировки усиления, дБ	0-60	0-60
Формат магнитной записи: тип	С-2	С-2
число дорожек	9;21	9
ширина ленты, мм	12.7; 25.4	12.7
плотность записи, имп/мм	32; 14	32
Число разрядов преобразователя "код - аналог"	9 + знак	9 + знак
Способ визуализации записи	Осциллограф ОС-11	Осциллограф ОС-11
Потребляемая мощность, Вт	360	360



Основные технические параметры сейсморазведочной станции Прогресс - 1

Число сейсмических каналов	48
Число вспомогательных каналов	5
Полоса регистрируемых частот, Гц	0-125
Число разрядов ПАК	14 + знак
Период квантования, мс	2, 4
Максимальный входной сигнал, мВ	360, 180
Длительность записи, сек	2-32
Потребляемая мощность, Вт	600

сейсморазведочной станции, описанной ранее. Из числа устройств, не описанных ранее в тракте записи, следует назвать устройство контроля кос (УКК), состоящее из омметра и схем коммутации. Использовалось для определения сопротивления линии станция - сейсмоприемник - станция. С его помощью также было возможно определение наличия утечек тока в этой цепи на землю.

В станциях типа Прогресс - 1,2,3 форматор кодов вырабатывает специальный формат С - 1 записи на магнитную ленту. Магнитный регистратор осуществляет запись информации на ленту, движущуюся со скоростью 1,15 или 2,1 м/с, с плотностью записи 32 имп /мм (800 бит/дюйм). В магнитофоне использовались катушки диаметром 10 дюймов, содержавшие 732 м ленты шириной 12,7 мм. Запись информации на ленту производилась методом без возврата к нулю с реакцией на единицу (БВН-1). Тракт воспроизведения станции предназначался для визуализации сейсмической информации с магнитной ленты для целей оценки качества полевых записей. Поскольку теоретический динамический диапазон записи составлял 168 дБ, то для воспроизведения таких записей на бумаге необходимо осуществлять его сжатие до приемлемого уровня. В станциях ряда Прогресс различные варианты фильтрации и автоматического регулирования амплитуды записи при воспроизведении осуществлялись одним и тем же устройством - блоком ФАРУ (блоком фильтрация и АРУ).

ЦСС Прогресс - 2 отличалась от станции Прогресс - 1 наличием дополнительной стойки с накопителем сейсмической информации НЦС - 48. Это позволяло станции иметь следующие новые возможности:

- накопление до 999 слабых воздействий;
- исключение импульсной помехи в каждом канале путем редактирования входных данных по уровню стационарного шума;
- задержку пуска источников возбуждения между накоплениями в цикле от 0 до 99 секунд с шагом 1 секунда;
- запись 24 - канальных сейсмограмм длительностью до 31 с при шаге квантования 2 мс, на 48 каналах - при шаге 4 мс.

ЦСС Прогресс - 3 могла работать во всех режимах станций Прогресс - 1, Прогресс - 2 и дополнительно - работать с источниками вибрационного действия. Для этого в ЦСС Прогресс - 3 предусмотрена возможность осуществления операции свертки (вычисление функции взаимной корреляции - ФВК) сейсмических сигналов по каждому каналу с опорным сигналом (свипом) вибратора в месте излучения. Результат выполнения свертки - коррелограмма - выдавалась в блок воспроизведения для визуализации с целью оценки качества записи. На магнитную ленту регистратора станции записывалась только виброграмма - запись сейсмических сигналов от сейсмоприемников. Виброграммы подлежали окончательной обработке в вычислительном центре.

В начале 80-х годов всем сейсморазведчикам стало очевидно, что дальнейшее совершенствование регистрирующей сейсморазведочной аппаратуры возможно только на базе широкого использования быстро совершенствующейся микропроцессорной техники. Уже в 1985 году отечественным конструкторам сейсморазведочной аппаратуры удалось создать первый прообраз такой регистрирующей аппаратуры четвертого поколения - цифровой компьютеризированный комплекс "Горизонт" (1985 г.). Сейсморегистрирующая система "Горизонт" представляла собой первый отечественный образец компьютеризированной аппаратуры, состоящей:

- из аналого - цифрового блока, обеспечивающего мультиплексирование, высококачественное усиление и кодирование информации по 96 основным и 5 вспомогательным каналам,
- процессора мини - ЭВМ,
- оперативной памяти большой емкости,
- накопителя информации на магнитной ленте

и ряда других вспомогательных устройств.

Система предназначена для проведения работ как со взрывными, так и с вибрационными источниками. Однако в силу целого ряда конструктивных недоработок эта модель не была запущена в серийное производство.

Последней моделью сейсморазведочной станции советского периода, запущенной в серийное производство, была разработка Саратовского СКБ геофизического приборостроения 1987 года цифровая сейсморазведочная станция Прогресс - 96. Выпуск этой аппаратуры был начат в 1989 году на Московском заводе Геофизприбор. За все время производства было выпущено две модификации станции общим числом более 150 штук. ЦСС Прогресс - 96 была предназначена для работы с взрывными и импульсными невзрывными источниками, в том числе, в режиме накопления. Другая модель - сейсморазведочная станция Прогресс - 96В могла работать во всех режимах станции Прогресс - 96 и, в силу наличия коррелятора, дополнительно могла работать с вибрационными источниками колебаний. В структуру ЦСС типа Прогресс - 96 впервые в отечественной практике была органически встроена микропроцессорная техника. Эта сейсморазведочная станция открыла эру отечественных **станций четвертого поколения** компьютеризированных сейсморазведочных станций. На основе применения микропроцессорной техники в этих станциях впервые в отечественной практике была создана развитая система диагностики и контроля основных параметров канала записи и система поиска неисправностей станции в полевых условиях. Наличие микропроцессорной техники в станции позволяло гибко формировать ее конфигурацию в соответствии с условиями работ.

В станции было предусмотрено три рабочих режима:

- регистрация одиночных возбуждений 48 каналами с периодом квантования 2 мс и 4 мс, и 96 каналами с периодом квантования 4 мс;
- регистрация одиночных возбуждений 48 каналами с периодом квантования 0,5 мс и 1 мс, и 96 каналами с периодом квантования 1 мс и 2 мс;
- регистрация в режиме накопления слабых

Основные технические параметры ЦСС Прогресс - 96	
Число сейсмических каналов	48, 96
Число вспомогательных каналов	5
Число входных каналов коммутатора ОГТ	192
Период квантования, мс:	
в режиме 96 каналов	1, 2, 4
в режиме 48 каналов	0.5, 1, 2, 4
Частотный диапазон регистрации колебаний, Гц	3-500
Разрядность ПАК	14 + знак
Скорость движения магнитной ленты, м/с	2, 1
Плотность записи бит/дюйм	800
Формат мультиплексной записи	С-1 (SEG-B)
Потребляемая мощность, Вт	1400

воздействий при любых согласованных значениях канальности и времени квантования сигналов.

Первый режим предполагал запись информации на магнитную ленту в реальном масштабе времени. При работе во втором и третьем режимах скорость выдачи информации на выходе устройства кодирования превышает возможности магнитного регистратора. Поэтому информация предварительно записывалась в накопитель, а затем из него переписывалась на магнитную ленту регистратора с обычной для него скоростью. Одновременно с записью на магнитную ленту во всех трех режимах сейсмограмма могла воспроизводиться на электростатическую бумагу группами по 48 каналов. Был возможен также просмотр любого участка записи на экране видеоконтрольного устройства.

Сегодня

К середине 90 - х годов отечественные конструкторские бюро сейсмического приборостроения в сложившихся неблагоприятных условиях, после некоторого периода поисков, начали создавать новые типы отечественных линейных сейсморазведочных станций с широким использованием уже зарубежной элементной базы. Среди них следует назвать разработку Саратовского конструкторского бюро (СКБ) сейсмического приборостроения - сейсморазведочную станцию типа Прогресс - Л и разработку конструкторского бюро ЗАО СИ Технолоджи (г. Геленджик) с торговой маркой Интромарин L2. Авторские материалы по указанным изделиям читайте в этом номере журнала.

Помимо указанных отечественных типов станций в России в том или ином количестве используются также и зарубежные сейсморазведочные станции производства фирм США и Франции. В настоящее время в ряде производственных организаций успешно продолжают работать несколько линейных сейсморазведочных станции типа SN-358 французской фирмы SERCEL.

Заметное место среди производителей линейной сейсморазведочной аппаратуры, поставляемой на рынки России, занимает объединенная японо-американская фирма OYO GEOSPACE Instuments, Inc. Имея опыт разработки и выпуска малоканальных (12-24 канала) сейсморегистрирующих систем в Японии для ведения малоглубинных сейсмических исследований (системы McSEIS - 1500, McSEIS - SX и др.), фирма создала на основе своих традиций новую сейсморегистрирующую систему DAS - 1 (Data Acquisition System), пригодную для использования в нефтяной сейсморазведке. В основу структуры станции положены блочные принципы построения, что позволяет ее транспортировать.

В настоящее время эта фирма приступила к выпуску более совершенной станции подобной идеологии DAS - 2.

Завтра

Все выше описанные сейсморазведочные станции по современной классификации относятся к классу линейных станций, у которых аналоговые сигналы сейсмоприемников обрабатываются и регистрируются в одном центральном блоке. Этот блок и принято называть сейсморазведочной станцией. Качественное представление о жизненном цикле сейсморазведочных станций первого (и последующих) поколений линейных станций дает рис.4, на котором показана в условном масштабе (в долях от максимума) относительная плотность распространения во времени на производстве сейсморазведочных станций каждого поколения. С момента появления первой конструкции сейсморазведочной станции каждого данного поколения до пика ее популярности на производстве обычно проходило около 15 лет. Столько же лет после этого еще проходило до момента полного прекращения использования на производстве аппаратуры данного поколения.

Сейсморазведочные станции линейного типа

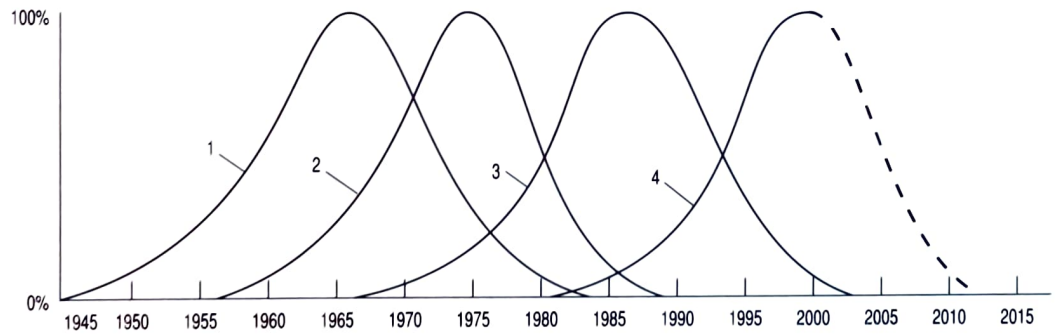


Рис.4.Относительная плотность распространения во времени на производстве отечественной сейсморазведочной аппаратуры разных поколений: 1 - сейсморазведочная аппаратура с прямой осциллографической записью; 2 - сейсморазведочная аппаратура с аналоговой магнитной записью; 3 - цифровая сейсморазведочная аппаратура; 4 - компьютеризированная сейсморазведочная аппаратура



сыграли свою выдающуюся роль в истории сейсморазведки. В настоящее время принципы построения этих станций подвергаются переосмыслению. Объем использования этих станций на производстве непрерывно уменьшается за счет все более широкого применения телеметрических сейсморегистрирующих систем. Объяснений этому может быть два: относительное уменьшение объемов работ по технологии 2D и снижение интересов нефтяных компаний заказчиков сейморазведочных работ к результатам работ, получаемых с использованием таких станций.

По ориентировочным данным авторов в 2001 году в России в работах на нефть и газ было задействовано около 150 - 170 сейсморазведочных систем сбора сейсмической информации, структура парка которых отражена в нижеследующей таблице.

Структура парка сейсморазведочных станций в России на конец 2001 года

Наименование комплексов	Количество работающих комплексов в 2001г.	Средняя относительная доля комплексов, %
INPUT/OUTPUT - TWO	60 - 65	38
Прогресс - 1,2,3,96,Л	45 - 50	29
Интромарин L, L2	25 - 30	18
Sersel SN-358, 368, 388, 408	15 - 20	12
DAS 1	2 - 3	2
SYNTRAK 480 - 24	3 - 2	1
Итого	150 - 170	100

С позиций сегодняшнего дня в мировом сейсмическом приборостроении достаточно четко просматриваются три тенденции в развитии конструкции линейных сейсморазведочных станций. Первая из них - это построение сейсморазведочной станции для разведки нефти и газа с достаточно большим числом каналов (до 144) по традиционной схеме с высоким уровнем сервисного программного обеспечения на стадии самоконтроля технического состояния и ведения предварительной обработки сейсмических данных. Типичный пример этому - отечественная станция типа "Интромарин - L2". Вторая тенденция создание высокотехнологичных, компактных и универсальных сейсморазведочных станций для использования в самых разнообразных целях от решения задач малоглубинной сейсморазведки при инженерно-геологических исследованиях до региональных сейсмических работ. Типичный пример станции такого типа "DAS - 1", "DAS-2". Третья - выпуск различных модификаций сейсмостанций, выполненых на базе унифицированных узлов и блоков с возможностью быстрой адаптации аппаратурных и программных возможностей сейсмостанции к конкретным задачам геофизического предприятия. Это направление развития демонстрирует "Прогресс-Л". По какому из этих путей пойдет развитие и совершенствование сейсморазведочных станций, покажет будущее. Можно предположить, что линейные компьютеризированные сейсморазведочные станции выйдут из употребления где - то после 2010 - 2015 года. Правильность данного прогноза покажет время.

Коммуникационные структуры (Турлов А.П., ООО «Трайтек-системс», Саратов)

При построении распределенных измерительно-управляющих систем (ИУС) важную роль играет правильный выбор коммуникационной топологии системы, влияющей на распределение интеллектуальных возможностей и протокол взаимодействия между компонентами ИУС.

Общепринятыми являются следующие термины:

- коммуникационная инфраструктура ИУС - набор коммуникационных элементов ИУС, объединяющих все компоненты ИУС в единую систему по правилам коммуникационной топологии;
- узел функциональный компонент ИУС, обменивающийся информацией с другими компонентами ИУС посредством коммуникационной инфраструктуры ИУС;
- центр функциональный компонент ИУС, выполняющий также объединительную коммуникационную функцию для нескольких узлов;
- линия связи - элемент коммуникационной инфраструктуры ИУС, выполняющий функцию связи типа "узел-узел" или "узел-центр".

Коммуникационные структуры могут иметь одну из двух топологий: типа "звезда" и типа "общая шина" (достаточно редко из-за экономических соображений используется вырожденный вариант топологии типа "кольцо").

Наиболее распространенными коммуникационными топологиями являются топологии типа "звезда" и типа "общая шина".

Топология "звезда" характеризуется обязательным наличием центра, с которым связаны все узлы посредством линий связи. Топология "шина" состоит из узлов, последовательно соединенных линиями связи. Объединение разных топологий в рамках одной коммуникационной инфраструктуры, как правило, не допускается, т.к. в этом случае либо возникают разные типы узлов, либо требуется излишняя функциональность узла.

Рассмотрим различия между топологиями с точки зрения различий в уровне интеллектуальности компонентов ИУС.

Под интеллектуальностью будем понимать:

а) способность компонента к диалоговому общению;

б)возможность отличать компоненты одного типа друг от друга в рамках одной коммуникационной инфраструктуры (адресуемость).

Функциональные возможности компонента ИУС не будем считать интеллектуальными.

В рамках топологии "звезда" узлы могут быть абсолютно неинтеллектуальными, т.е. быть не адресуемыми и не диалоговыми. Они могут работать по принципу непрерывной передачи информации к центру или от него по линии связи. В этом случае узел однозначно идентифицируется центром по номеру линии связи, а все узлы делятся на две группы по направлению передачи информации "от узла" или "к узлу". Очевидно, что в такой топологии стоимость центра будет существенно выше стоимости узла и линии связи.

В рамках топологии типа "шина" каждый узел выполняет также функцию центра для двух соседних узлов. Узлы должны быть адресуемыми и диалоговыми, поскольку связаться друг с другом узлы, не являющиеся соседними, смогут только передавая информацию через другие узлы. Стоимость такого "шинного" узла будет значительно выше, чем у имеющего такую же функциональную нагрузку "звездного" узла.

Таким образом, выбирая коммуникационную топологию для ИУС, можно достаточно легко построить алгоритм оптимизации структуры ИУС с точки зрения удельной цены интеллектуальности различных типов узлов и центров, а также суммарной стоимости линий связи в составе ИУС. В частности, при определенном количестве узлов, экономически выгоднее может оказаться топология "звезда", минимизированная по длине линий связи. В то же время, при большом удалении узлов друг от друга выгоднее может быть топология "шина", позволяющая сильно уменьшить суммарную длину линий связи и снизить стоимость системы.

Сейсмостанция "Прогресс-Л" пятый год на геофизическом рынке

Кузнецов И.М., Тарасов Н.В., ТурловП.А., СКБ СП, Саратов

Сейсморазведочная станция "Прогресс-Л" создана и выпускается ОАО "СКБ Сейсмического Приборостроения" (Саратов). Она представляет собой систему с линейным разделением каналов.

Можно подумать, что в век телеметрии это возврат к старому. Однако "Прогресс-Л" коренным образом отличается от своих аппаратурных предшественников новыми конструкторскими и инженерными решениями, которые и обеспечивают ей широкие функциональные возможности при высокой надежности и низкой себестоимости.

Пошел пятый год эксплуатации сейсмостанций "Прогресс-Л" в геофизических предприятиях России и других стран СНГ. Этот срок вполне достаточен для того, чтобы ответить на вопрос в какой степени разработчикам удалось реализовать в сейсмостанции основные требования, которые предъявляются к аппаратуре данного класса:

- высокое качество материала, регистрируемого в поле;
- удобство работы оператора;
- надежная работа аппаратуры;
- широкий диапазон различных модификаций сейсмостанции;
- обеспечение возможности совершенствования аппаратуры и математического обеспечения сейсмостанции.

Сейсмостанция "Прогресс-Л" предназначена для выполнения полевых сейсморазведочных работ с использованием взрывных и невзрывных источников возбуждения импульсного и вибрационного действия. Основные технические характеристики сейсмостанции приведены на врезке. Блок-схема сейсмостанции показана на рисунке.

Сейсмостанция осуществляет в полевых условиях:

- накопление регистрируемых сейсмоданных;
- корреляцию до и после суммирования;
- предварительную обработку и визуализацию сейсмических сигналов;
- контроль основных параметров канала сбора данных.

Основными качественными характеристиками сейсмостанции являются:

- возможность редакции и снижения шумов во входном сигнале путем исключения высокоуровневых помех и уменьшения влияния продолжительных низкоуровневых помех с помощью процедуры взвешенного суммирования;
- автоматическая калибровка усиления и автоматическая поправка смещения нуля;
- формирование по выбору оператора выходного формата SEG-Y или SEG-D;
- автоматическое созда-

Сейсморегистрирующая система "Прогресс-Л": технические характеристики

Канальность системы. Коммутатор ОГТ может иметь от 12 до 1024 (с кратностью 12) входов, обеспечивая от 1 до 16 линий приема. Число сейсмических каналов может меняться от 6 до 512 с кратностью в 6 каналов. Число вспомогательных каналов традиционно равно 4.

Аналоговый тракт сейсмического канала реализуется комплектом от 1 до 4 аналоговых блоков по 128 каналов в каждом и обеспечивает четыре значения фиксированного коэффициента усиления (1, 4, 16, 64) при относительной погрешность 5 %.

Входное сопротивление при 39 Гц- 54,7 кОм, коэффициент ослабления синфазного сигнала составляет не менее 86 дБ.

Динамический диапазон канала. Максимальный входной сигнал при допустимых нелинейных искажениях не менее 0,713 В эф, уровень собственных шумов не превышает 0,2 мкВ эф, динамический диапазон по входу при этом составляет 130 дБ.

Коэффициент взаимных влияний 78 дБ, коэффициент нелинейных искажений 0,01%, мгновенный динамический диапазон не хуже 80 дБ.

Цифровой тракт сейсмического канала. Период дискретизации может иметь значения 0,5, 1, 2 или 4 мс при относительной погрешности ее определения не хуже 0,005%. Частотный диапазон - от 0 до 526 Гц. Цифровой ФНЧ с линейной фазово частотной характеристикой имеет граничные частоты на уровне 3 дБ соответственно 87, 103, 196, 205, 222, 374, 401, 437, 526 Гц при коэффициенте подавления в полосе заграждения не менее 100 дБ. Цифровой ФВЧ обеспечивает возможность установки граничной частоты начиная с 1 Гц до граничной ФНЧ с шагом в 0,01 при крутизнах среза 12, 24, 36 дБ/окт. Цифровой режекторный фильтр обеспечивает подавление (режекцию) трех частот, глубина подавления не менее 60 дБ. Разрядность входного кода 24, формат записи SEG-D и SEG-Y демультиплексный.

Канал воспроизведения. Фильтр ВЧ обеспечивает для сигнала полосу прозрачности, изменяемую по указанию оператора от 1 Гц до граничной частоты ФНЧ канала записи с шагом в 0,01 Гц при крутизнах среза 12, 24 или 36 дБ/окт. Фильтр НЧ имеет те же характеристики, но начиная с 16 Гц.

Режекторный фильтр обеспечивает возможность режекции до трех нежелательных частот при глубине подавления не хуже 90 дБ. Диапазоны АРУ и РРУ равны соответственно 160 дБ каждый. Информация может быть отражена на экране дисплея и, с помощью высокоскоростного термоплоттера, на бумажном носителе.

Накопитель. Магнитооптический дисковод, выполняющий запись информации в требуемом формате на диски 3,5" объемом не менее 230 Мб, или 8-мм Exabyte 8505.

Спецпроцессор реального времени устанавливается в свободный слот управляющего компьютера и обеспечивает в реальном времени накопление данных, редакцию импульсных помех, фильтрацию входных данных, корреляцию до и после накопления данных, цифровую фильтрацию и регулировку усиления при воспроизведении, просмотр микросейсм, текстовый и функциональный контроль параметров аналогового тракта.

Условия эксплуатации. Рабочая температура от +10 до +40 С, влажность 5-95% без конденсации.

Электропитание. Напряжение питания 24 В, постоянный ток, потребляемая мощность аналогового блока 10 Вт, общая (при максимальной канальности) 300 Вт, предусмотрено подключение к сети 220 В, 60 Гц.

Габаритные размеры: аналогового блока 480x420x315 мм, аппаратурного стола 1200x592x1250 мм, термоплоттера 290x300x100 мм.

Масса: аналогового блока 20 кг, аппаратурного стола 120 кг, термоплоттера 6 кг.

Сервисное обслуживание: консультации при разработке спецификации поставки комплекта аппаратуры; оформление метрологического аттестата на специфицированную систему; подготовка в учебном центре СО ЕАГО специалистов по эксплуатации и техническому обслуживанию системы; сертификация; пусконаладочные работы; гарантийное (три года) и послегарантийное обслуживание; обеспечение сертифицированными расходными материалами.

ние ежедневного рапорта оператора, в который заносится информация обо всех проводимых возбуждениях текущего дня с указанием параметров и условий их проведения с возможностью просмотра рапорта на экране и распечатки рапорта на термоплоттере;

- возможность вывода на экран и термоплоттер последней зарегистрированной сейсмограммы по выбору оператора из записанных на диск, при этом сейсмограмма, которая воспроизводится на термоплоттере, сопровождается короткой или расширенной этикеткой, содержащей информацию о параметрах регистрации и параметрах воспроизведения, а около каждой десятой трассы печатаются координаты пункта приема, относящегося к данной трассе в виде "координата пикета/координата линии";
- автоматический контроль сейсмических каналов и сейсмических кос по амплитудной неидентичности, фазовой неидентичности, коэффициенту взаимных влияний, коэффициенту нелинейных искажений, подавлению синфазного сигнала;
- автоматический контроль сейсмических каналов по напряжению, смещению нуля и уровню собственных шумов;
- автоматический контроль каналов сейсмической косы по изоляции, сопротивлению и уровню микросейсма;
- возможность диагностирования сейсмических каналов и сейсмогрупп как в режиме одиночного теста, так и в режиме пакетного теста, по сформированному оператором списку из возможного набора контролируемых параметров. При этом результат проверки отображается на экране в удобном для оператора виде, позволяющем провести экспресс-оценку исправности всех каналов или сейсмогрупп;
- возможность контроля оператором уровня микросейсма в реальном времени во время регистрации, что позволяет оператору своевременно принять решение о необходимости приостановки работы в случае появления на профиле нерегулярных помех высокого уровня, а затем о продолжении работы после их исчезновения или устранения.

Как показал опыт эксплуатации сейсмостанции "Прогресс-Л" технические параметры сейсмостанции и ее качественные характеристики обеспечивают возможность получения полевого материала очень высокого качества.

По отзывам операторов сейсмостанция удобна в работе, что очень важно, учитывая чрезвычайную загруженность оператора при проведении работ.

Одним из ключевых моментов, определяющих производительность при проведении полевых работ и высокое качество получаемого материала, является надежность работы аппаратуры в полевых условиях. Сейсмостанция "Прогресс-Л" единственная сейсмостанция данного класса, имеющая трехлетний срок гарантии. Более того, опыт эксплуатации сейсмостанции "Прогресс-Л" показывает, что срок гарантии изготовителя на данную сейсмостанцию может быть увеличен до 5 лет.

В сейсмостанции реализована эффективная и надежная система энергообеспечения.

Сервисная служба ОАО "СКБ СП" быстро реагирует на все запросы пользователей, сводя к минимуму время простоя сейсмостанций, вызванного теми или иными причинами.

Сейсмостанции "Прогресс-Л" могут использоваться для проведения различных видов сейсмических наблюдений от изучения верхней части разреза до проведения сейсморазведочных работ по методике 3D. Для обеспечения такой возможности ОАО "СКБ СП" выпускает различные модификации сейсмостанции от малоканальных сейсмостанций (минимальная канальность 6) до 512-ти канальных сейсмостанций с возможность работы с несколькими линиями наблюдения. Гибкая структура сейсмостанции и ее матобеспечение позволяют оперативно реализовывать любые пожелания заказчика. В частности, имеются модификации сейсмостанции, используемые для проведения сейсморазведочных работ по методике ВСП с наземной расстановкой как с цифровыми, так и с аналоговыми зондами, для исследования околоскважинного пространства непосредственно в процессе бурения, для проведения обучения студентов в различных учебных заведениях страны и т.д.

Более чем 4-х летний срок эксплуатации сейсмостанций "Прогресс-Л" показывает, что данные сейсмостанции востребованы производственниками и во многих случаях являются идеальным средством решения задач, возникающих у геофизиков.

5 ЛЕТ ГАРАНТИИ

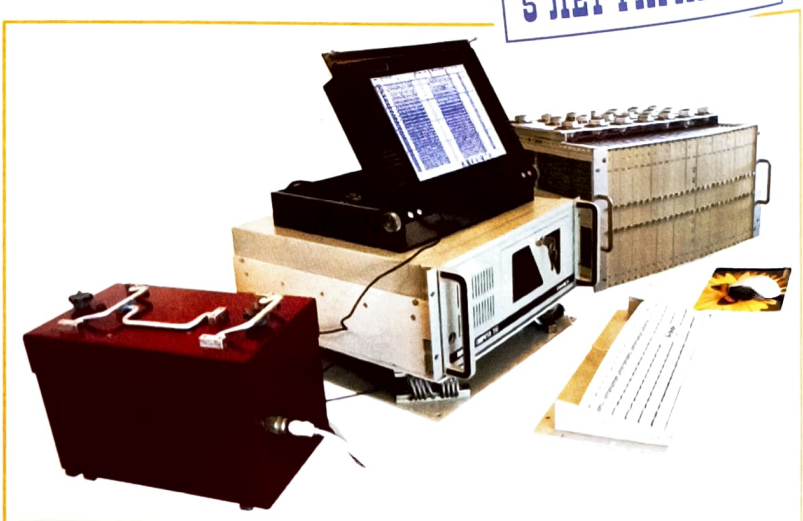


Рис.2.Внешний вид 128-и канальной сейсмостанции «Прогресс-Л» (портативное исполнение)

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

Бескоровайный В.Л., Гнатюк А.И., Одиноков 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 особенного 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, приобретя 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 "Погресс-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 косы.

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:

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

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 526Гц.

22-разрядные слова данных каждого канала с

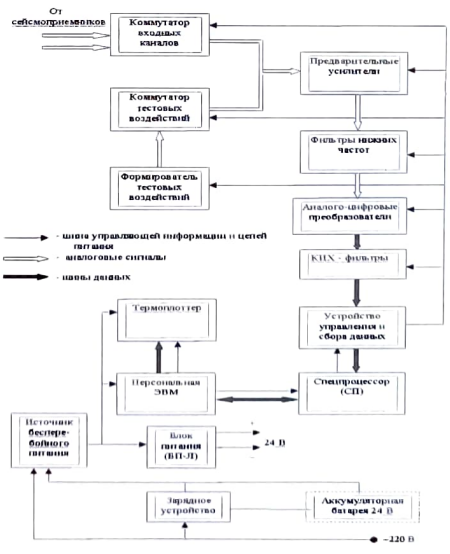
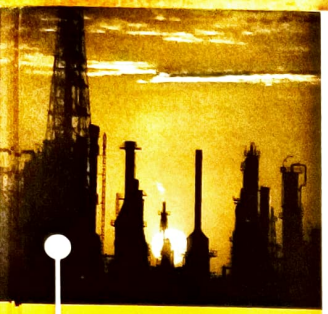


Рис.1.Функциональная схема сейсмостанции



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 растра 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 PC/AT.

Диалог с оператором построен по принципу многоуровнего 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 аппаратурном 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 JSA 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).

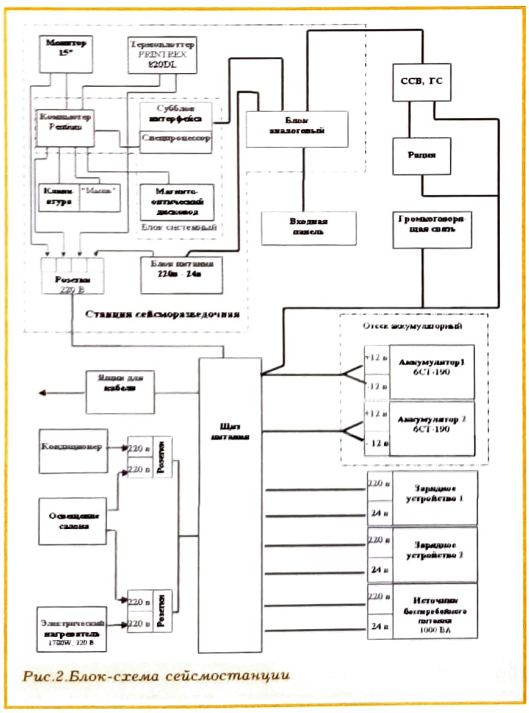


Рис.2.Блок-схема сейсмостанции

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 подтверждения 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.
- Поэлементная 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.

Интромарин-L2 - второе поколение сейсмостанций серии "Интромарин®"

Запорожец Б.В., Крутов А.И., ООО «СиТехнолоджи», Геленджик

Предприятие "Си Технолоджи" уже около 10 лет на российском рынке геофизического оборудования. В 1995 году была изготовлена и поставлена Заказчику первая линейная сейсморегистрирующая станция "Интромарин-L" из большого ряда "Интромарин®". Станция сразу приглянулась сейсморазведчикам. Она по техническим характеристикам не уступала зарубежным образцам в своем классе и, в то же время, имела ценовое преимущество. Рассматривая данные о количестве и составе проданного оборудования, можно отметить, что наиболее популярным при заказе было 120 каналов, хотя станция позволяет регистрировать до 480 каналов. География пользователей станций "Интромарин" приведена на рис.1



Рис.1. География пользователей станций Интромарин L и L2.

На фоне интенсивно развивающихся технологий, в том числе и сейсморазведочных, оборудование, разрабатываемое и производимое предприятием, совершенствовалось в не менее стремительном темпе. Свидетельством тому явилась станция для сбора и регистрации данных сейсморазведки второго поколения серии "Интромарин®" - "Интромарин-L2".

В 1999 году специалисты "Си Технолоджи", взяв за основу хорошо зарекомендовавшую себя станцию "Интромарин-L", используя самые современные технологии, учитывая замечания и предложения от потребителей (к тому моменту было выпущено и уже работало в полевых условиях около 25 станций), разработали и изготовили новую сейсмостанцию "Интромарин-L2".

Для решения задуманной модернизации оборудования "Интромарин®" были поставлены следующие задачи:

сейсмостанции "Интромарин-L2" должны

- обладать универсальностью для использования их в любых технологиях сейсморазведки;
- иметь высокую производительность сейсморазведочных работ;
- обладать относительно малой стоимостью при высокой функциональности.

Вышеперечисленные задачи были решены за счет использования передовых технологий и оригинальных инженерных решений при высоком качестве получаемого материала.

Высокий уровень универсальности - это одно из основных преимуществ станций "Интромарин-L2", достичь которого позволили знания и опыт, накопленные в процессе работы и тесное сотрудничество с полевыми партиями.

Основой этой универсальности является высокая функциональная насыщенность станций.

Станции серии "Интромарин-L2" работают и с вибрационными, и с импульсными сейсмическими источниками. Для синхронизации может использоваться практически любая система синхронизации.

Большой универсальностью обладает коммутатор каналов ОГТ, реализованный в станциях "Интромарин-L2". Он позволяет с легкостью работать как при фланговой, так и при центральной системах наблюдений, осуществлять раздвижку каналов и отключать неисправные каналы, изменять соответствие между логическими и физическими каналами. На рис.2 приведен пример программной перестановки каналов с использованием коммутатора каналов.

Электронный коммутатор каналов позволяет удвоить число групп датчиков, одновременно подключенных к станции. Коммутатор имеет программное управление и выполнен с минимальным количеством электронных ком-

понент, что обеспечивает его высокую надежность.

Наличие гибкого и легко управляемого коммутатора делает возможным использование станций "Интромарин-L2" в различных технологиях, требующих оперативной смены системы наблюдений. Коммутатор дает возможность легко сменить порядок следования каналов сегмента косы на обратный, поменять каналы местами, а также провести другие манипуляции, позволяющие избежать механических коммутаций и использования специализированных переходников.

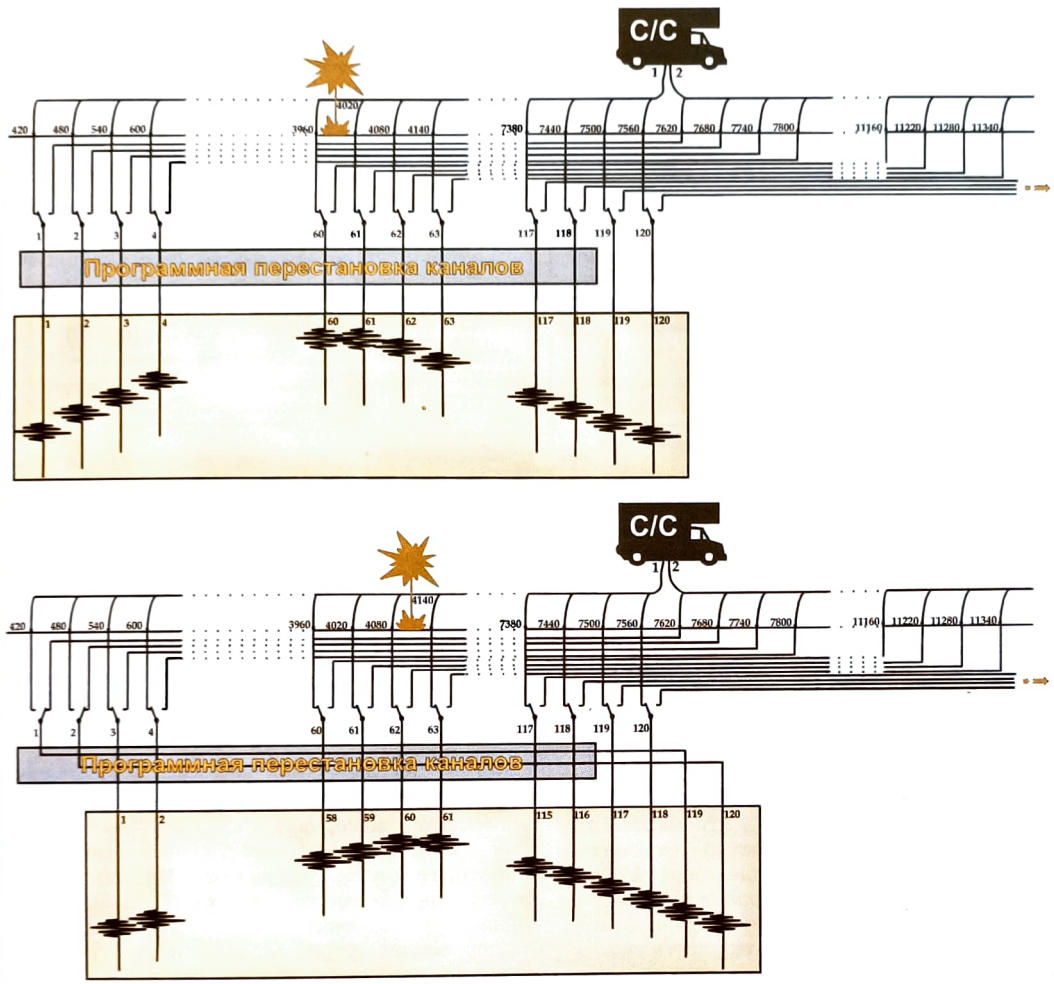


Рис. 2.Пример программной перестановки каналов с использованием коммутатора каналов.

Функциональные возможности коммутатора позволяют с одной стоянки зарегистрировать участок профиля, соответствующий длине используемой косы, что сокращает непроизводительные расходы времени на переезд. Управление коммутатором осуществляется посредством удобного и понятного интерфейса с программной реализацией. Имеется возможность установки автоматических режимов работы коммутатора в соответствие с используемой технологией, в том числе возможна установка однозначного соответствия между пикетом профиля и позицией коммутатора.

Эти возможности позволяют избежать ошибок, связанных с неправильным позиционированием коммутатора.

Использование быстрых и емких накопителей позволяет в жесткие временные рамки регистрировать большие объемы данных, которыми отличается многоканальная сейсморазведка. В станциях реализована возможность использования полного спектра накопителей: от, ставших классическими, цифровых магнитофонов и накопителей EXABYTE, до магнитооптики и устройств DLT. Выбор остается за заказчиком.

"Интромарин-L2" - универсальные станции не только по своим функциям, но и по конструктивному исполнению. В зависимости от задач "Интромарин-L2" выпускается в двух модификациях: стоечной и портативной. Несмотря на свой малый размер, портативный вариант "Калипсо" по своей функциональности ничем не уступает стоечному варианту.

Высокая производительность станций серии "Интромарин-L2" являлась одной из главных целей, которые преследовались при разработке станции.

Достичь этого оказалось возможным, сделав управление станцией простым и понятным. Для этого был создан дружественный и интуитивно понятный графический интерфейс оператора на русском языке, что является неоспоримым достоинством станций. Использование графического интерфейса позволяет легко оперировать мощным набором средств, входящим в состав комплекса, концентрируя внимание на конечном результате, а не на

поиске путей его достижения.

Для просмотра такое решение позволяет охватывать одним взглядом все необходимые параметры, не отвлекаясь на ненужные в данный момент.

Хорошо продуманный русскоязычный интерфейс "Интромарин-L2" позволяет быстро освоить управление таким сложным комплексом.

Большое значение для быстрого устранения неполадок имеет оперативный контроль параметров и качества. Интегрированный комплекс диагностики и контроля характеристик дает возможность оперативно контролировать качество получаемых данных. Наглядное отображение ключевых характеристик станции позволяет быстро проверить качество сейсмических каналов и локализовать части комплекса, характеристики которых не удовлетворяют требованиям производимых работ. Время, необходимое для такого контроля, столь незначительно, что позволяет провести его во время передвижения источника на следующий пикет.

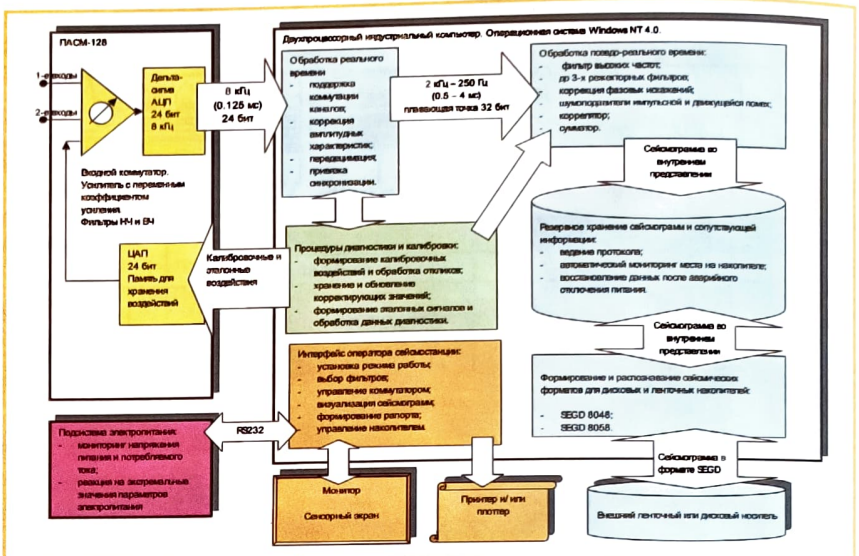


Рис.3.Блок схема и алгоритм работы сейсмостанции "Интромарин-L2".

Возможности тестирования косы в том виде, в каком они представлены в станциях "Интромарин-L2", повышают производительность работы сейсмической партии, так как резко сокращаются потери на подготовку к измерениям после каждой расстановки.

При разработке серии "Интромарин-L2" особое внимание было уделено снижению мощности, потребляемой изделиями. Малая потребляемая мощность позволяет не тратить время на подзарядку аккумуляторов и тем самым повышается производительность работы полевой партии.

"Интромарин" - это станции по цене, которую вы можете себе позволить. Они были созданы, исходя из требований современного геофизического рынка, где геофизикам-разведчикам требуется качественная и надежная аппаратура по цене, которая устроит даже небольшую геолого-геофизическую экспедицию. Создать такую аппаратуру оказалось задачей непростой, но все же вполне осуществимой. Высокая функциональность станций "Интромарин-L2" при их минимальной стоимости достигнута не в ущерб качеству, а за счет совместного применения стандартных технологий и оригинальных технических решений.

При разработке станций "Интромарин-L2" были использованы серийно производимые комплектующие признанных мировых лидеров, это позволило с одной стороны создать аппаратуру высокого качества, а с другой - снизить затраты на ее разработку и производство. Также немаловажную роль в снижении стоимости сыграл и тот факт, что при создании станций был выбран путь минимизации аппаратной части за счет программной реализации основных функций на базе мощных процессоров и оптимальных алгоритмов цифровой обработки сигналов. Многие функции, которые в станциях других производителей выполняет специализированная аппаратура, в станциях серии "Интромарин-L2" исполнены в виде программно-аппаратных модулей. На рис.3 приведены блок схема и алгоритм работы сейсмостанции.

Это благотворно сказалось не только на стоимости станций, но и повысило их надежность. Станции серии "Интромарин-L2" характеризуются наличием практически всех встроенных систем, необходимых для производства работ, что позволяет отказаться от затрат на дополнительное оборудование.

Часто, по окончании полевого сезона, перед геофизиками встает необходимость преобразования полевого материала в один из общепринятых стандартов, а это естественно приводит к дополнительным затратам. Использование стандартных форматов данных в "Интромарин-L2" позволяет избежать этих затрат. Станции поддерживают форматы SEG-D 8048 и SEG-D 8058, а для оперативной обработки полевого материала, регистрируемого на дисковый накопитель, программными обрабатывающими комплексами (тип ProMax) поддерживается формат SEG-Y для дискового накопителя.

Высокое качество получаемого материала достигается благодаря применению в станциях "Интромарин-L2" новейших технологических достижений и оригинальных алгоритмов обработки сигналов. Алгоритм обработки сигналов приведен на рис. 4.

Добиться минимального искажения сигнала при регистрации возможно используя особенности оцифровки сигнала, реализованные в станциях "Интромарин-L2": большую разрядность и линейность, а также цифровую коррекцию в момент регистрации аналоговых характеристик, в том числе смещения нуля, амплитудную и фазовую неидентичность. Качественная обработка сигнала обеспечивается за счет высокоточной фильтрации на длинной выборке при малом шаге дискретизации. Большое значение для получения качественного материала имеет наличие в станциях "Интромарин-L2" сверхточного сумматора-коррелятора, позволяющего выполнять высокоточную корреляцию с использованием синтетического или введенного по

одному из служебных каналов опорного сигнала. Сумматор, помимо основной задачи накапливания сигнала, дает возможность подавить поверхностные волны и исключить случайные помехи.

Производительная и эффективная эксплуатация характерна для всего оборудования, созданного компанией "СИ Технолоджи", что обеспечивается благодаря целенаправленным усилиям по повышению производительности, надежности и экономичности своего оборудования, налаженной службе сервиса и качественной подготовке операторов.

Свидетельство хорошей репутации компании - наши заказчики, которых у "СИ Технолоджи" за время существования появилось немало. Среди них такие предприятия, как ОАО "Тюменнефтегеофизика", ОАО "Пермнефтегеофизика", ОАО "Ямалгеофизика", ОАО "Костромагеофизика", ГГП НПО "Южморгеология", ОАО "Удмуртгеофизика", НПФ "Данк", ГП Баженовская ГФЭ, ОАО Новосибирская ЦГЭ, ПГРГП "Геосервис", "Восточно-Украинская ГРЭ", ОАО "Петроальянс", АК "АЛРОСА", ОАО "Оренбургская геофизическая экспедиция", ЗАО "Геохазар" и другие. Сейсмическое оборудование "Интромаринtm" хорошо зарекомендовало себя при работе на местности любого характера и в любых климатических условиях.

С появлением новых технологий, как пользователи, так и профессионалы нуждаются в специальном обучении, обслуживании и поддержке. "СИ Технолоджи" предлагает комплексное решение этих проблем, предоставляя услуги по обучению профессиональных кадров, поддержке и обслуживанию аппаратной и системной частей, прикладных программ, т.е. всего того, что повышает эффективность применения продукции нашей фирмы. Услуги предоставляются быстро, добросовестно, эффективно и на профессиональном уровне.

Предлагается полный спектр специальных курсов подготовки персонала Заказчика для дальнейшей его работы со станцией "Интромаринtm". Обучающие курсы созданы в соответствии со специфическими требованиями и проводятся по специальной программе, предусматривающей теоретические и практические занятия с обязательной проверкой уровня и качества полученных слушателями знаний. Наши преподаватели имеют обширные знания, и мы заинтересованы в повышении квалификации наших пользователей. Такое обучение позволяет максимально повысить эффективность работы оборудования. На сегодняшний день в обучающем центре "Си Технолоджи" прошли обучение около 120 операторов сейсмостанций.

"СИ Технолоджи" оказывает поддержку на уровне программного обеспечения всем потребителям, заключившим контракт. Мы предоставляем быстрое решение проблем и полезные информационные сообщения по техническим вопросам. Документация "СИ Технолоджи" соответствует промышленным стандартам. Инструкции по использованию станции регулярно обновляются.

Наши высококвалифицированные специалисты могут оказать помощь в вопросах инсталляции, конфигурировании и проверки надежности всех обновленных версий программного обеспечения.

Некоторые ведущие ВУЗы страны ввели в учебный процесс курс по изучению основ работы со станцией Интромарин-L2. В 2001 году создан обучающий центр в Уральской горной академии, лаборатория которого была оснащена учебной станцией Интромарин-L2. В Казанском государственном университете на кафедре геофизики в учебном процессе используется станция Интромарин-L2. Открытие специального курса и лаборатории в ближайшем будущем планируется в Кубанском государственном университете на кафедре прикладной математики.

Станции Интромарин-L2 в последнее время перспективны и востребованы для таких работ как изучение "верхней части разреза" и "зоны малых скоростей", а также для работ вертикального сейсмического профилирования (ВСП).

Станции перспективны благодаря своим возможностям регистрации высокочастотных сигналов с частотным спектром сигналов до 2 кГц при частоте дискретизации 8 кГц. Для примера, станция Интромарин-L2 используется в поисковых работах на кимберлитовые трубки (АК "Алроса"), в режиме регистрации большого числа накоплений 120-канальных сейсмограмм при 8 кГц дискретизации каждого канала.

В настоящее время компания "Си Технолоджи" приступила к выпуску нового поколения сейсморегистрирующих систем для работ на мелководье, в переходных зонах и на суше - семейства телеметрических систем XZone. Но это - тема последующих номеров журнала "Приборы и системы разведочной геофизики".

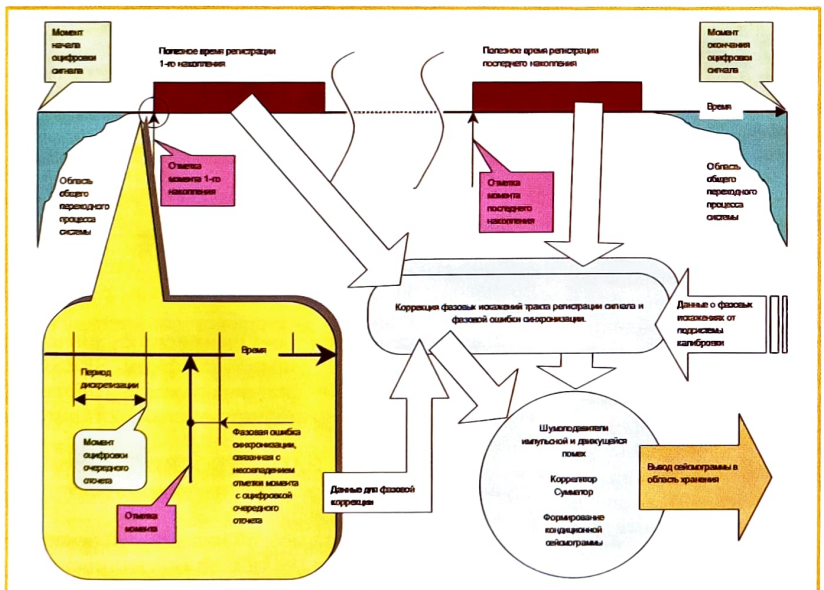


Рис.4.Алгоритм обработки сигналов

Разработка, изготовление и внедрение невзрывных источников сейсмических колебаний для работ в регионах России

Асан-Джалалов А.Г., Алелюхин Н.П., Насыбулин Е.Х., ЗАО «ГЕОСВИП», Москва

Вибрационные источники существенно снижают экологическую нагрузку на среду... По своим эргономическим характеристикам вибрационную технологию можно считать технологией XXI в.

ЗАО "ГЕОСВИП" обладает достаточным научно-производственным потенциалом, позволяющим в течении семи лет выпускать конкурентноспособное оборудование для проведения сейсморазведочных работ по поиску углеводородного сырья.

Для удовлетворения возросших требований к качеству и информативности сейсморазведочных работ ЗАО "ГЕОСВИП" разработан и поставлен на производство ряд невзрывных источников продольных сейсмических колебаний для различных геологических, поверхностных и климатических условий.

Возбудители вибрации развивают усилие на грунт от 14 до 27 тс и могут устанавливаться на различных транспортных базах.

Транспортные базы источников - это новые разработки на основе серийно выпускаемых заводами ОАО "КАМАЗ" и ОАО "УРАЛАЗ" шасси, а также специализированные шасси для работы по глубокому снежному покрову, бездорожью в условиях низких до -40°С температур. Среди этих транспортных баз особое место занимает универсальное колесно - гусеничное шасси, обеспечивающее высокую проходимость на снежном покрове и слабых грунтах; при снятых гусеницах на колесном ходу это шасси является обычным внедорожником с формулой 8х8 отвечающее всем требованиям дорожных стандартов.

Для реализации проектов по изготовлению оборудования ЗАО "ГЕОСВИП" имеет производственные мощности, оснащенные передовым технологическим оборудованием, испытательными стендами для проверки и обкатки агрегатов и гидроузлов. Большое внимание уделяется полигонным испытаниям, на которых обстоятельно проверяются и настраиваются технические параметры виброисточников. Одновременно ЗАО "ГЕОСВИП" использует кооперационные связи в изготовлении ряда узлов виброисточников с такими фирмами, как ЗАО "Завод "Универсалмаш", ОАО "Савма" и ряд других.

В настоящее время потребителям предлагаются сейсмические виброисточники различной мощностью и следующими транспортными базами:

- СВ 27/150К на шасси а/м КАМАЗ -6350 (8х8), с усилием 27тс (см.Фото 1);
- СВ-14/150 на шасси а/м УРАЛ-4320-31 (6х6), с усилием 14 тс;
- СВ-27/150-362 на шасси МоАЗ -6910 (типа "Краб") с усилием 27 тс;
- СВ-27/150 БКГ на колесно-гусеничном шасси с усилием 27 тс (см.Фото 3);
- СВС-24/РС 27 на гусеничном снегоболотоходном шасси, усилием 27 тс (см.Фото 2).

Все виброисточники сейсмических сигналов сертифицированы Госстандартом РФ.

На снимках показан ряд сейсмических вибрационных источников на разных транспортных базах.

Возбудитель вибрации с усилием 27тс, насосная станция, основные компоненты гидросистемы унифицированы, их можно устанавливать на три различные базы, а именно на шасси а/м КАМАЗ-6350; на колесно-гусеничное шасси и гусенично-снегоболотоходное шасси, что дает возможность более широкого маневра при запуске



Фото 1. СВ 27/150К на шасси а/м КАМАЗ -6350 (8х8), с усилием 27тс

виброисточников сейсмических сигналов в производство и при осуществлении ремонтных работ.

Виброисточники сейсмических сигналов оснащены системами управления фирм "SERSEL"и "PELTON", которые синхронно могут работать с сейсмическими регистрирующими станциями аналогичных фирм.

Одновременно ЗАО "ГЕОСВИП" проводит сервисное обслуживание и послегарантийный ремонт данного оборудования.

Для обеспечения высокой надежности основные комплектующие изделия для гидросистем: возбудитель вибрации и шасси, приобретаются у лучших мировых фирм - производителей соответствующего оборудования. С учетом пожеланий отечественных геофизических предприятий в настоящее время разрабатывается собственная электронная система управления виброисточниками, в которой будут учтены реальные требования российских сейсморазведчиков. Разумное сочетание зарубежных и отечественных комплектующих позволяет увеличить надежность и срок службы данного оборудования, а также снизить стоимость обслуживания источников при оптимальном соотношении цена-качество.

Выше перечисленные сейсмические виброисточники с различными транспортными базами нашли должное применение в разных регионах

России (Урал-Поволжье, Север Европейской части, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский национальные округа и т.д.).

В частности, в Пуровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа в сезон 1999-2000 года осуществлялся мониторинг характеристик виброисточников СВС-24/РС 27, который свидетельствует об их хорошей стабильности и высокой надежности. В конце сезона по заданию фирмы TOTAL проводился их технический аудит



Фото 2. СВС-24/РС 27 на гусеничном снегоболотоходном шасси,с усилием 27 тс.

французскими специалистами от "Серсель" и "Тоталь" с целью выявления возможности их использования в конкретных работах. По заключению экспертов, все виброисточники (5 шт.) признаны технически пригодными для проведения сейсморазведки 3D, и их характеристики соответствуют мировым стандартам.

В целом по результатам проведенных в последние годы работ на большом фактическом материале доказано, что практически во всех сейсмогеологических условиях, где применялись вибрационные источники, обеспечивается получение сейсмических материалов, сопоставимых или близких по качеству (отношение сигнал/помеха и разрешенность) с получаемыми со взрывными источниками.

Прогресс в эффективном использовании вибрационных источников, достигнутый в последние годы, можно объяснить следующими основными обстоятельствами:

- существенное повышение надежности работы самих вибраторов и их технических характеристик, что позволяет планировать и обеспечивать стабильную высокопроизводительную работу полевых партий;
- внедрение достаточно совершенных и стабильных систем управления вибраторами (компания "PELTON"), что позволило значительно снизить уровень технологических шумов (нерегулярных отклонений) от заданных программ развертки свип-сигналов и, естественно, расширило мгновенный динамический диапазон получаемых коррелограмм, приблизив их к сейсмограммам от взрывных источников;
- использование регистраторов с повышенной разрядностью АЦП также расширило диапазон корректной работы линейных преобразований, лежащих в основе перехода от виброграмм к импульсным сейсмограммам;
- существенное расширение технических и программно-алгоритмических возможностей обрабатывающих центров, что также способствует повышению качества и информативности полученных данных.

Вибрационные источники сейсмических волн являются единственно возможным для эффективного проведения сейсморазведочных работ в районах и на площадях с ограничениями в использовании буровзрывной технологии возбуждения сейсмических волн, а именно: в пределах действующих месторождений для их доразведки и изучения глубокозалегающих горизонтов, что показано работами в пределах Самотлорского месторождения; в районах с высокой насыщенностью объектами промышленной инфраструктуры, что показано работами в Кузбассе с его шахтными полями, многочисленными поселками и линиями коммуникаций.

Вибрационные источники существенно снижают экологическую нагрузку на среду, что позволяет проводить сейсмические исследования на особоохраняемых территориях, например в пределах водоохранных зон крупных рек и озер, в зонах особого землепользования Ямало-Ненецкого автономного округа.

По своим эргономическим характеристикам вибрационную технологию можно считать технологией XXI в., повышающей культуру сейсморазведочных работ. С одной стороны - очень тяжелая и грязная работа буровых и взрывных бригад на морозе пронизывающем ветре, опасная работа со взрывчатыми материалами, которая приносит в масштабах страны ежегодно несколько тяжелых несчастных случаев. С другой стороны - полностью механизированный и высокоавтоматизированный процесс с высококвалифицированным персоналом, выполняющим работы в комфортных условиях.

Достигнутый технологический уровень вибросейсморазведки ставит перед методистами задачи объективной оценки возможностей разрабатываемых технических средств и новых направлений, которые можно реализовать при их использовании.



Фото 3. СВ-27/150 ВКГ на колесно-гусеничном шасси с усилием 27 тс

Такими задачами являются:

- исследование надежности новых типов вибраторов путем достаточно длительного мониторинга их работы;
- исследование возможности повышения мощности и расширения частотного диапазона виброизлучения путем детального изучения и оптимизации амплитудно-частотных характеристик системы "вибратор-грунт" и закона развертки управляющего сигнала.

Система синхронизации возбуждений (ССВ-2)

Вейхт Б.А., Ливеровский И.Г., ОАО «Саратовнефтегеофизика», Саратов

При проведении сейсморазведочных работ, как с взрывными, так и с невзрывными источниками возбуждения возникает необходимость синхронизации их работы с сейсмостанцией, для чего разработан целый ряд систем. Стандартной технологией сбора полевых сейсморазведочных данных предусмотрено некоторое количество процедур, таких как: синхронизация начала запуска сейсмостанции и источников возбуждения колебаний; инициирование источников возбуждения колебаний; формирование сигналов отметки момента и вертикального времени на пункте возбуждения колебаний; передача сигналов отметки момента и вертикального времени с пункта возбуждения колебаний на сейсмостанцию.

На протяжении последних 20 лет практически единственным устройством подобного рода было ССВ-1, выпуском которого вплоть до 1993 года занимался Московский завод "Геофизприбор". Однако это устройство устарело и морально и физически. Физическое старение приборов, имевших 6-летний срок службы, усугубляется невозможностью их ремонта из-за прекращения выпуска элементной базы, использовавшейся при производстве. Моральное же старение связано с невозможностью эксплуатации ССВ-1 кроме как в сочетании с регистрирующими системами ряда "Прогресс".

Весь перечень проблем был учтен в современной практике производства, что привело к появлению на свет целого ряда систем синхронизации, таких как: ССВ-2, SGS-S, SHOT-PRO, о чем и пойдет речь в данном номере журнала. Материалы предоставлены разработчиками систем и их пользователями.

Система ССВ-2предназначена для работы в составе отечественных многоканальных сейсморазведочных станций ряда "Прогресс", "Интромарин", а также в составе зарубежных типа "SN-388", "UL-408", "INPUT/OUTPUT", и др. при проведении сейсмических исследований с взрывными и невзрывными (импульсными) источниками возбуждения сейсмических колебаний.

Система состоит из 2-х универсальных синхронизирующих блоков, один из которых выполняет функцию шифратора, а другой - дешифратора.

Основными потребительскими свойствами системы ССВ-2 являются:

- высокая точность;
- программируемая в широких пределах энергия подрыва;
- взаимозаменяемость блоков шифратора и дешифратора;
- защита от несанкционированного доступа;
- жесткая герметичная конструкция;
- контроль первичного напряжения питания;
- контроль уровня микросейсм;
- матричный знакосинтезирующий светодиодный дисплей с регулируемой яркостью;
- возможность считывания по интерфейсу RS-232 цифрового значения ТВ;
- широкий диапазон рабочих температур.

Все эти потребительские качества стали следствием следующих основополагающих принципов, заложенных на этапе разработки:

- безопасность;
- надежность;
- наращивание возможностей системы.

Обеспечение безопасности работы ССВ-2.

Безопасность при проведении взрывных работ обеспечивается, в первую очередь, запретом несвоевременной подачи Дешифратором тока в боевую линию.

При дистанционном режиме управления Дешифратором прохождение импульса тока в боевую линию происходит только в том случае, если выполнены следующие условия:

- номера кодов синхронизации Шифратора и Дешифратора совпадают;
- правильно набран шифрокод взрывника (общее количество кодов 4);
- накопительный конденсатор заряжен до заданного уровня;
- Дешифратор принял и расшифровал две кодовые посылки команды "Подготовка", следующие одна за другой с точно заданным временным интервалом;
- взрывник нажал кнопку "Пуск" на Дешифраторе и удерживает ее все время, пока не произойдет возбуждение;
- блок Дешифратора принял и расшифровал три кодовые посылки команды "Огонь" ("Свип А", "Свип В" и "Свип С"), следующие одна за другой с точно заданными временными интервалами.

Если все условия выполнены, но подачу тока в боевую линию необходимо все же отменить, взрывнику достаточно отпустить кнопку "Пуск", после чего он может разрядить накопительный конденсатор.

У оператора, работающего с Шифратором, тоже есть возможность предотвратить подачу тока в боевую линию после выдачи Шифратором команды "Подготовка". По нажатию кнопки "Выход" будет выдана кодовая посылка, прием которой Дешифратором приведет к разряду накопительного конденсатора.

Гнезда для подключения боевой линии до и после подачи в нее тока закорочены. За счет этого исключается возникновение "наведенной" разности потенциалов между проводами боевой линии.

Обеспечение надежности работы ССВ-2.

Надежность работы ССВ-2 обеспечивается:

- применением только высоконадежных комплектующих, в основном зарубежного производства;
- использованием герметичных разъемов и прочного герметичного алюминиевого корпуса, соответствующего по международной спецификации классу защиты Ip66;
- гальванической развязкой с радиостанцией.

Технические характеристики системы:

Погрешность синхронизации,	мс± 0,1
Количество кодов синхронизации	3
Диапазон устанавливаемого напряжения на накопительном конденсаторе,	В50...500
Максимальная электрическая энергия подрыва,	Дж12,5
Максимальный ток подрыва,	А32
Диапазон измерения сопротивления, Ом:	
сейсмоприемника вертикального времени	0-4000
боевой линии	0-200
Диапазон измерения момента первого вступления сейсмоприемника вертикального времени,	мс1-200
Напряжение питания,	В10...15
Диапазон рабочих температур,	°С от -40 до +70
Габаритные размеры, мм (выс.*шир.*гл.)	220x250x192
Масса, кг,	не более7,5

сейсмостанцией, а также со встроенной взрывмашинкой;

- установкой разрядников на входе канала ТВ и на выходе боевой линии;
- проведением на этапе изготовления систем 100% тестирования всех блоков в диапазоне температур - 45°С +75°С;
- встроенной системой диагностики, позволяющей контролировать в полевых условиях правильность работы системы;
- использованием корреляционного метода обработки сигналов, позволяющего точно выделять полезный сигнал на уровне помех.

Наращивание возможностей системы.

В ССВ-2 в качестве памяти для хранения программ используется память типа Flash, что позволяет менять программу работы системы без каких-либо аппаратных изменений.

С момента выпуска первых систем ССВ-2 до настоящего времени был внесен ряд дополнений, расширяющих возможности системы:

- введен тестовый режим Шифратора, позволяющий проверить стыковку сейсмостанции с Шифратором без блока Дешифратора;
- добавлена возможность прервать с Шифратора рабочий цикл возбуждения с выводом Дешифратора из режима ожидания команды "Огонь" и разрядом накопительного конденсатора;
- добавлена возможность оперативного контроля сопротивления боевой линии непосредственно перед зарядом накопительного конденсатора по нажатию функциональной кнопки;
- введен дополнительно однокомандный режим запуска системы ССВ-2 только под действием внешнего сигнала "Старт ССВ";
- значительно расширен объем команд, принимаемых и выполняемых по интерфейсу RS-232.

При модернизации программного обеспечения постоянно учитываются замечания и пожелания пользователей систем ССВ-2. По просьбе потребителей в блоках системы ССВ-2, находящихся в эксплуатации, устанавливаются более поздние версии программного обеспечения.

В последней версии программы предусмотрена возможность загрузки дополнительного программного блока, обеспечивающего работу системы по специализированной методике, учитывающей требования заказчика, при условии, что эти требования можно реализовать для данного устройства. При этом сохраняется возможность работы по стандартной методике как со взрывными, так и с импульсными источниками возбуждения.

Разработка и загрузка дополнительного программного блока по индивидуальным требованиям заказчика осуществляется по отдельному договору.

В настоящее время разработан и успешно используется дополнительный программный блок, позволяющий использовать систему ССВ-2 при производстве морских работ и обеспечивающей алгоритм работы с ведущим Дешифратором и ведомым Шифратором.

Задачей текущего дня является уменьшение массогабаритных показателей блока. В этом направлении ведется поиск новых схемотехнических решений с использованием новейшей элементной базы.

При этом разработчики не отступают от основополагающих принципов, заложенных на этапе разработки:

- безопасность;
- надежность;
- наращивание возможностей.





Госгортехнадзор дает добро!



Ряд аппаратных средств, используемых при проведении сейсморазведочного эксперимента, требует разрешения на применение от Госгортехнадзора России. К таковым относятся, прежде всего средства, используемые для возбуждения искусственного волнового поля, особенно при работе с взрывными источниками.

Одним из центральных параметров системы синхронизации возбуждения, с точки зрения Госгортехнадзора, является помехоустойчивость системы. Помехоустойчивость определяется способом кодирования, передаваемого от станции к взрывному устройству.

Разработанная в 1986 году Саратовским ОАО "СКБ сейсмического приборостроения" и широко используемая в геофизических организациях России и странах ближнего зарубежья система ССВ-1 обладает достаточно слабой помехоустойчивостью. В связи с этим разработчики Саратовского "СКБ сейсмического приборостроения" предложили для использования в отрасли ССВ-2 (1999 год). Система успешно прошла Государственные приемочные испытания и продемонстрировала улучшенные значения ряда главных параметров, в том числе и помехоустойчивость. В частности, помехоустойчивость не только с помощью выбора нового оптимального помехоустойчивого способа кодирования командных сигналов, но и путем предоставления оператору возможности выбора рабочей частоты, отличной от занятых в районе проведения работ.

Специалистами нашего ведомства была проведена экспертиза рабочей конструкторской документации в том числе с характеристиками, функциональными возможностями и условиями эксплуатации нового устройства, после чего представитель Госгортехнадзора непосредственно участвовал в полевых испытаниях системы ССВ - 2. Результаты экспертизы позволяют утверждать, что данное устройство, а именно ССВ-2, полностью отвечает требованиям предъявляемым к системам синхронизации возбуждении и на этом основании Госгортехнадзором выдано разрешение № РРС 04-1503 от 24 апреля 2000г.: "На применение Системы синхронизации возбуждения" ССВ-2 Технические условия Яд2.556.003 ТУ. Система ССВ-2 предназначена для управления и синхронизации взрывными и невзрывными (импульсными) источниками возбуждения сейсмических колебаний при проведении сейсморазведочных работ при соблюдении требований Руководства по эксплуатации Яд2.556.003РЭ и "Единых правил безопасности при взрывных работах". При этом аннулировано разрешеие на применение ССВ-1.

Начальник отдела по надзору в нефтегазодобыче и на геологоразведочных работах Госгортехнадзора РФ *Журавлев И.Е.*

Опыт подконтрольной эксплуатации ССВ-2

Вейхт Б.А., ОАО «СКБ СП», Саратов

На настоящий момент времени вот уже 14 геофизических организаций России, Казахстана и Узбекистана стали счастливыми обладателями системы ССВ-2. Пакет заказов постоянно пополняется как за счет новых заказчиков, так и уже опробовавших ее в полевых условиях сезона 2000/2001г.

Регулярно происходит обновление программного обеспечения системы, согласно пожеланий пользователей. На данный момент времени последней является версия 2.7.

Система ССВ-2 является процессорной системой с программным управлением, что позволяет управлять ею как аппаратно с помощью собственных функциональных кнопок, так и программно с помощью компьютеризированных сейсморегистрирующих станций.

Во многих геофизических организациях система ССВ-2 состыкована и работает со станциями "SN-388", "INPUT/OUTPUT", "UL-408" иностранного производства и "Прогресс", "Интромарин" - отечественного. При этом для "SN-388" и "Прогресс" стыковка осуществлена с записью на этикетку временного интервала вертикального времени.

При стыковке с различными сейсмостанциями проявились особенности системы, заложенные еще на этапе разработки:

- возможность инициализации внешнего запуска системы синхронизации, как по положительному, так и по отрицательному фронту сигнала;
- формирование по выбору прямого или инверсного сигнала "КОМ" для запуска сейсмостанции;
- независимые установки задержки "Тзад" команды "Огонь" в Дешифраторе и команды "КОМ" в Шифраторе;
- точная настройка "DTзад" в Дешифраторе с шагом 0,01мс.

При работе с различными по сопротивлению боевыми линиями удобным оказалось решение варьировать энергию подрыва с помощью задания напряжения накопительного конденсатора в диапазоне от 50 до 500В.

Немаловажным при работе на ярком свету является наличие регулятора яркости свечения светодиодного дисплея.

СКБ СП осуществляет авторский надзор за выпущенной продукцией и совершенно бесплатно предлагает потребителям проведение регламентных работ и обновление версий программного обеспечения.

SGS-S

Источник информации: http://www.sibgeoseis.ru

Система синхронизации SGS-S предназначена для работы в составе многоканальных сейсморазведочных станций отечественного производства, а также зарубежного производства I/O SYSTEM TWO фирмы INPUT/OUTPUT, Inc.(США), SN-368, SN-388, 408UL фирмы Sercel (Франция), G-DAPS-4 фирмы Japex Geoscience Institute, Inc.(Япония) и т.п., при проведении профильных и площадных сейсморазведочных работ, а также региональных геофизических исследованиях с применением взрывных и невзрывных (импульсных) источников возбуждения сейсмических колебаний.

В состав системы входят один Шифратор, устанавливаемый на сейсморазведочной станции и несколько (до 5 штук) Дешифраторов, которые устанавливаются на пунктах возбуждения.

Высокая точность передачи команды "Начало отсчета" и сигналов "Декодированная отметка момента", и "Подтверждение отметки момента", "Вертикальное время" и надежность работы системы синхронизации в условиях сильнопересеченной местности обеспечивается за счет передачи команды и сигналов данных в цифровом коде с использованием случайных последовательностей и традиционных УКВ-радиостанций, которые одновременно используются для оперативной связи. Встроенный (дополнительно) GPS приемник обеспечивает синхронизацию работы сейсморазведочной станции и источников возбуждения с точностью до 1мкс.

Конструктивно система выполнена в виде двух блоков: шифратора и дешифратора с выносным пультом управления.

Это позволило:

- снизить стоимость системы в целом и повысить надежность за счет отказа от дублирующих узлов;
- уменьшить габаритные размеры и вес в 3-4 раза по сравнению с импортными аналогами;

Основные технические характеристики:

- погрешность передачи команды "Начало отсчёта" без использования приемника спутниковой навигационной системы GPS, не более ± 100 мкс;
- погрешность передачи команды "Начало отсчёта" с использованием приемника спутниковой навигационной системы GPS не более ± 1,0 мкс;
- погрешность передачи сигналов "Отметка момента", "Вертикальное время" не более ± 100 мкс;
- программируемая задержка от момента окончания передачи команды "Начало отсчёта" до запуска сейсморазведочной станции от 200 до 1100 мс;
- диапазон регистрируемых значений сигнала

"Вертикальное время" от 1 до 199,9 мс;
- диапазон регистрируемых значений сигнала "Отметка момента" от -700 мс до 1300 мс;
- диапазон индикации сопротивления сейсмоприёмника "Вертикальное время" и сопротивления боевой линии 0 до 999 Ом;
- объём энергонезависимого запоминающего устройства для хранения данных канала "Вертикальное время" равен 4 Мбайт;
- выполнение команды подрыва заряда только по команде телеуправления, поступающей от шифратора;
- механическая блокировка выполнения команды подрыва заряда с помощью ключа (защита от несанкционированного доступа);
- питание Шифратора и Дешифратора осуществляется от блока аккумуляторных батарей с выходным напряжением от 10 до 15В;
- максимальный потребляемый Шифратором ток - 0,3А;
- максимальный потребляемый Дешифратором ток в режиме ожидания команды - 0,3А, во время заряда накопительного конденсатора - 3А;
- диапазон рабочих температур Шифратора и Дешифратора от -20 до 60 °С;
- масса Шифратора (Дешифратора) не более 2кг;
- масса пульта дешифратора не более 0,5кг.

За сезон 2000-2001гг. было произведено шифраторов 62, дешифраторов 114, в том числе 42 специально предназначены для работы только с импульсными источниками типа "Енисей".

Применение Дешифратора системы SGS-S разрешено Госгортехнадзором России. Разрешение № РРС 04-603 от 31 августа 1999 года.

SHOT-PRO

Источник информации: http://www.geophysic.ru

Помимо чисто Российского варианта систем по синхронизации возбуждения ССВ и SGS в практике геофизических работ широко используются и импортные аналоги, к которым относится SHOT-PRO. К отличительным ее особенностям можно отнести:
- два блока - синхронизирующий и полевой;
- возможность управления работой по радио и по проводам;
- простой и быстрый переход сейсмостанции из вибросейсмического режима работы на взрывной;
- возможность замены синхронизирующего блока стандартным синхронизирующим генератором ESG "ADVANCE II Model 6";
- установка и хранение информации по каждому подрыву, в том числе:
  - номер пикета;
  - координаты GPS;
  - форма и параметры сигнала сейсмоприемника вертикального времени;
  - дополнительные параметры и комментарии;
- хранение информации о 999 подрывах;
- автоматическая передача на сейсмостанцию текущих данных о параметрах и качестве подрыва;
- экономия электропитания в режиме ожидания;
- продолжительность непрерывной работы после полной зарядки - до 10 часов;

"SHOT PRO" может поставляться в переносном варианте, содержащем:
- полевой блок;
- радиостанцию;
- аккумуляторную батарею 12 В;
- скважинный сейсмоприемник вертикального времени;
- приемник системы топографической привязки GPS фирмы Pelton Company, Inc.

Технические характеристики SHOT-PRO:

Установка напряжения на накопительном конденсаторе, В	50...400
Номинальная электрическая энергия подрыва, Дж	8
Ток подрыва до, А	30
Ток проверки сопротивления боевой линии не более, мА	1,5
Принудительное прерывание импульса тока подрыва, мс	1
Точность момента подрыва, мкс	20
Регистрация сигнала сейсмоприемника вертикального времени с интервалом квантования, мс	0,5
Полный контроль за состоянием и параметрами сейсмоприемник вертикального времени	

Эксплуатационные характеристки

Диапазон рабочих температур, °С	-40...+60
Напряжение питания, В	10...15
Потребляемый ток, А	
- при работе	0,26...1,2
- в режиме ожидания	0,23
Габаритные размеры, мм	215x280x90
Вес, кг	3,6

Безопасность

Защита от несанкционированного доступа;
Подрыв только по связи с сейсмостанцией;
Защита устройства и исполнителя от воздействия электрического импульса

ЧТО ТАКОЕ GPS?

Источник информации: http://www.prin.ru

GPS (Global Position System) - спутниковая радионавигационная система или, как она еще называется, глобальная система определения местоположения. Применяется для высокоточного определения координат и скорости объектов в любой точке земной поверхности, в любое время суток, в любую погоду, а также для точного определения времени. В последнее время GPS начинает находить применение в практике сейсморазведочных работ с целью привязки профилей и непосредственного позиционирования на них полевого оборудования.

Пять идей, лежащих в основе GPS

Во всех сегментах и элементах GPS используется оборудование, построенное на самых современных "высоких технологиях", но идеи в ее основе удивительно просты. Давайте рассмотрим из них пять наиболее важных.

1. Местоопределение по расстояниям до спутников.
2. Измерение расстояний до спутников.
3. Обеспечение точной привязки по времени.
4. Определение положения спутника в пространстве.
5. Компенсация погрешностей.

Идея первая: **Местоопределение по расстояниям до спутников.**

GPS основана на определении координат местоположения по расстояниям до спутников. Это означает, что наши координаты на земле вычисляются на основе измеренных системой расстояний до группы спутников в космосе. Спутники выполняют роль точно координированных точек отсчета.

Например, если мы знаем, что от нас до спутника А, скажем, 11000 км, то это значит, что мы находимся где-то на воображаемой сфере радиусом в 11000 км с центром, совпадающим со спутником А.

Если одновременно расстояние до спутника В составляет 12000 км, то это еще больше сократит пространство, где мы можем находиться. Так как единственная область, где мы будем на расстоянии 11000 км от спутника А и 12000 км от спутника В, есть линия пересечения двух сфер, т.е. окружность.

Затем, если мы произведем измерение дальности еще и до третьего спутника, то сможем свести возможное местоположение до двух точек. Эти две точки находятся там, где сфера радиусом в 13000 км пересекается с окружностью, получившейся от пересечения сфер с радиусами 11000 км и 12000 км.

Обычно, одна из двух точек - это неправдоподобное решение. Вычислители GPS-приемников снабжены различными устройствами, автоматически определяющими истинное местоположение из двух возможных.

Вместе с тем, если Вы точно знаете свою высоту, как например моряки, находящиеся на уровне моря, Вы можете исключить одно из спутниковых измерений. Одна из сфер на рисунках может быть заменена на сферу с центром в центре Земли и радиусом, равным радиусу Земли плюс высота.

Идея вторая: **Измерение расстояния до спутника.**

Удивительно, но идея, лежащая в основе измерения расстояния до спутника, есть всего-навсего старое равенство, с которым все мы встречались в школе: "расстояние есть скорость, умноженная на время движения". GPS работает, измеряя время, за которое радиосигнал доходит от спутника до нас, а затем по этому времени вычисляет расстояние.

Радиоволны распространяются со скоростью света: 300 000 км в секунду. Если мы сможем точно определить момент времени, в который спутник начал посылать свой радиосигнал, и момент, когда мы получили его, мы будем знать, как долго он шел до нас. И тогда, умножая скорость распространения сигнала на время в секундах, получим расстояние до спутника.

Естественно, что наши часы должны быть весьма точны, так как свет распространяется непостижимо быстро. Если бы спутник находился прямо над головой, потребовалось бы всего около 0,06 секунды для прохождения радиосигнала от спутника до нас.

GPS строится с применением совершенного способа измерения времени, основанного на атомном стандарте частоты, который обеспечивает ход бортовых часов спутника с наносекундной точностью. А это 0,000000001 секунды!

Главной трудностью при измерении времени прохождения радиосигнала является точное выделение момента времени, в который сигнал передан со спутника. Для этого разработчики GPS обратились к разумной идее: синхронизировать спутники и приемники так, чтобы они генерировали один и тот же код точно в одно и то же время.

А далее, все, что нам остается сделать, так это принять код от спутника и посмотреть, как давно наш приемник сгенерировал тот же код. Выявленный таким образом сдвиг одного кода по отношению к другому будет соответствовать времени прохождения сигналом расстояния от спутника до приемника. Преимуществом использования кодовых посылок (кодовых последовательностей) является то, что измерения временного сдвига могут быть проведены в любой момент времени.

Как спутники, так и приемники генерируют очень сложные цифровые кодовые последовательности. Коды усложняются специально, чтобы их можно было бы надежно и однозначно сравнивать, а также по некоторым другим причинам. Так или иначе, коды настолько сложны, что они выглядят как длинный ряд случайных импульсов. В действительности они являются тщательно отобранными "псевдо-случайными последовательностями", которые повторяются каждую миллисекунду.

Идея третья: **Обеспечение совершенной временной привязки.**

Если спутник и приемник имеют расхождение шкал времени (выходят из синхронизации) даже на 0,01 с, измерение расстояния будет произведено с ошибкой в 2993 км!

По крайней мере одну сторону проблемы синхронизации часов обеспечить достаточно просто.

На борту спутников установлены атомные часы. Они исключительно точные и дорогие. Они стоят около 100000 долларов, и каждый спутник имеет их 4 штуки, чтобы можно было гарантировать, что во всяком случае хотя бы одни работают обязательно.

К счастью, существует способ обойтись в наших приемниках часами умеренной точности - секрет в том, чтобы произвести измерение дальности еще до одного спутника.

Он состоит в том, что если три точных измерения определяют положение точки в трехмерном пространстве, то четыре неточных позволят исключить относительное смещение шкалы времени приемника.

Конечно, GPS - трехмерная система, но принцип, который мы обсуждаем, для простоты изложения мы рассмотрим на плоскости, т.е. в двух измерениях.

Вот как это происходит. Предположим, часы приемника не так совершенны, как атомные. Их ход соответствует кварцевым часам, но они не вполне сверены с единым временем системы. Скажем, они отстают на одну секунду. Давайте посмотрим, как это скажется на вычислении нашего местоположения.

Предположим, что мы находимся в четырех секундах от спутника А, и в шести секундах от спутника В. На плоскости этих двух измерений было бы достаточно для привязки нашего местоположения к какой-либо одной точке фактического местоположения.

Если бы мы использовали приемник с часами, отстающими на секунду, он определил бы, что расстояние до спутника А составляет пять секунд, а до спутника В - семь секунд. В результате появятся две новые окружности, пресекающиеся уже в другой точке.

Давайте добавим еще одно измерение. В двухмерном варианте это означает использование третьего спутника.

Предположим, (если у нас совершенные часы) спутник С находится в восьми секундах от нашего истинного положения и все три окружности пересекаются в одной точке, так как они соответствуют истинным дальностям до трех спутников.

Если добавить одну секунду отставания ко всем трем измерениям, то новые окружности, соответствующие уже не истинным дальностям, а так называемым "псевдодальностям", не пересекутся в одной точке, а образуют некоторый треугольник, и вероятное местоположение окажется где-то внутри него.

Таким образом, не существует точки, которая может быть одновременно в 5, 7 и 9 секундах соответственно от точек А, В и С. Это физически невозможно.

При обработке ошибочных сигналов компьютер приемника начинает вычитание (или прибавление) некоторого (одного и того же для всех измерений) интервала времени, к измеренным им псевдодальностям. Он продолжает корректировать время во всех измерениях до тех пор, пока не найдет решение, которое "проводит" все окружности через одну точку.

Из сказанного следует, что при трехмерном местоопределении (т.е. при одновременном определении трех координат - долготы, широты и высоты точки над принятым в расчетах земным эллипсоидом) необходимо выполнить четыре измерения, чтобы исключить погрешность временной привязки часов приемника к единому системному времени.

Необходимость в 4-х измерениях самым существенным образом сказывается на проектировании GPS-приемников. Если необходимо выполнять непрерывное местоопределение в реальном масштабе времени, то следует использовать приемник, имеющий по крайней мере четыре канала измерений. То есть такой, у которого с каждым из четырех спутников постоянно работает отдельный канал приема и первичной обработки сигналов.

Идея четвертая: **Определение положения спутника в космическом пространстве.**

До сих пор во всех наших рассуждениях мы принимали, что знаем точно, где в космическом пространстве находятся спутники и, исходя из этого, можем вычислить наше местоположение по их координатам и расстояниям до них. Но как узнать, где в космическом пространстве располагается нечто, двигающееся с большой скоростью и удаленное от нас на расстояние в 18000 км?

Англичане говорят: "Кому на месте не сидится, тот добра не наживает". Для высоколетящего спутника 18000-километровая высота является настоящим приобретением. Все на такой высоте находится полностью вне земной атмосферы. А это означает, что полет по орбите вокруг Земли будет описываться очень простой математикой. Подобно Луне, которая надежно вращается вокруг нашей старой планеты миллионы лет без каких-либо значительных изменений в периоде обращения, спутники GPS совершают такое же очень предсказуемое орбитальное движение вокруг Земли.

Орбиты известны заранее, а приемники имеют "альманах", размещаемый в памяти их компьютеров, из которого известно, где будет находиться каждый спутник в любой момент времени.

Чтобы сделать систему более совершенной движение спутников GPS находится под постоянным контролем специальных наземных станций слежения. Обращаясь вокруг планеты один раз за 12 часов, спутники GPS проходят над контрольными станциями дважды в сутки. Это дает возможность точно измерять их высоту, положение и скорость.

После того, как станции определили параметры движения спутника, они передают эту информацию обратно на спутник, заменяя ею в памяти бортового компьютера прежнюю. Далее эти небольшие поправки вместе с дальномерными кодовыми сигналами будут непрерывно передаваться спутником на Землю.

Спутники GPS передают не только псевдослучайный дальномерный код, но также и информационные сообщения о своем точном положении на орбите и о состоянии своих бортовых систем.

Все виды приемников GPS используют эту информацию вместе с информацией, заключенной в альманахе, для того, чтобы установить точное положение каждого спутника в космическом пространстве.

Идея пятая: **Ионосферные и атмосферные задержки сигналов.**

Но как бы совершенна ни была система, существуют два источника погрешностей, которые очень трудно избежать. Наиболее существенные из этих погрешностей возникают при прохождении радиосигналом ионосферы Земли - слоя заряженных частиц на высоте от 120 до 200 км.

Эти частицы существенным образом влияют на скорость распространения света, а следовательно, и на скорость распространения радиосигналов GPS. А это делает невозможными наши вычисления расстояний до спутников, поскольку они построены на предположении о том, что скорость распространения радиоволн строго постоянна.

Существуют два метода, которые можно использовать, чтобы сделать ошибку минимальной.

Во-первых, мы можем предсказать, каково будет типичное изменение скорости в обычный день, при средних ионосферных условиях, а затем ввести поправку во все наши измерения. Но, к сожалению, не каждый день является обычным.

Другой способ состоит в сравнении скоростей распространения двух сигналов, имеющих разные частоты несущих колебаний.

Таким образом, если мы сравним время распространения двух разночастотных компонент сигнала GPS, то сможем выяснить, какое замедление имело место. Этот метод корректировки достаточно сложен и используется только в наиболее совершенных, так называемых "двухчастотных" приемниках GPS.



Опыт освоения GPS оборудования в ОАО «САРАТОВНЕФТЕГЕОФИЗИКА»

Соколов В.Г., ОАО «Саратовнефтегеофизика», Саратов

С середины 2001г. ОАО "Саратовнефтегеофизика" перешло на проведение топографических работ при помощи спутниковой системы позиционирования - GPS.

Для привязки и разбиения профилей были выбраны GPS приемники типа PRO-XRS, а для регистрации точного положения координат виброустановок на пункте возбуждения - AGRO GPS, производства фирмы "TRIMBLE", США. Поставщик оборудования ЗАО "ПРИН" г. Москва. Указанные приборы являются 12-канальными одночастотными GPS приемниками с возможностью применения спутниковой дифференциальной коррекции реального времени.

Приемник PRO-XRS оснащен контроллером TSC с удобным жидкокристаллическим дисплеем и памятью для записи координат и может использоваться как для разбиения сейсмических профилей так и для записи в поле координат намеченных пикетов. Накопленные на TSC данные через последовательный порт перекачиваются в компьютер для дальнейшего использования. AGRO GPS контроллера не имеет и может только периодически выдавать свои текущие координаты. Для получения координат пунктов возбуждения он устанавливается непосредственно на виброустановку. Его данные через электронику управления PELTON ADVANS2 по радио пересылаются на сейсмостанцию SN-388 и попадают в рапорт оператора. Кроме того, эти координаты запоминаются и в компьютере системы управления виброустановками.

Для уточнения измеренных координат полученные от GPS спутников данные должны подвергаться так называемой дифференциальной коррекции. Эта коррекция производится с использованием данных дополнительного базового GPS приёмника с известными координатами. Она может производиться как в реальном времени, что необходимо при вынесении профилей на местность, так и в режиме постобработки данных, собранных на подвижном и базовом приемнике при помощи прикладного пакета программ. Для приборов фирмы "TRIMBLE" это пакет "Pathfinder Office". В режиме постобработки дифференциальная коррекция может производиться кодовым и фазовым методом. Кодовый метод аналогичен поправке в реальном времени, а фазовый, использующий запись дополнительных фазовых данных GPS спутников, позволяет получить более высокую точность измерений. Однако для него повышаются требования к качеству связи с GPS спутниками и требуется дополнительный объем памяти для записи фазовых данных. Поскольку AGRO GPS приемник не снабжен контроллером для записи данных, для его координат применима дифференциальная коррекция только в режиме реального времени.

В реальном времени GPS приёмники предназначены для приема дифференциальных поправок, уточняющих измеренные координаты, в двух основных режимах.

Во-первых, от специальной сети наземных базовых станций дифференциальных поправок общего пользования через геостационарный спутник связи. Но, в связи с тем, что Россия плохо охвачена сетью базовых станций, регион ее действия ограничен. В частности, северо-восточные районы Саратовской области находятся на границе ее действия, что приводит к снижению точности измерения координат и даже в некоторых местах к отключению связи со спутником дифференциальных поправок.

Во-вторых, от индивидуальной базовой станции, представляющей собой такой же, стационарно установленный GPS приемник, координаты которого заранее определяются по специальной методике с использованием сети пунктов триангуляции. Передача поправок на подвижный приемник производится посредством радиомодемов. Этот режим требует дополнительного дорогостоящего оборудования и обслуживающего персонала, дальность связи ограничивается 10-15 км, но может использоваться в любой точке земного шара.

Так, имеющийся у нас комплект GPS оборудования укомплектован радиомодемами "Pacific Crest" модель RFM-96 американского производства. Модемы работают в диапазоне частот 140-170 MHz и имеют две модификации - с мощностью передатчика 35 W, для передающего, и 2W для приемного модема. Связь между базовой станцией и подвижным приемником односторонняя.

Следует отметить, что радиомодемы RFM-96 зарекомендовали себя не с лучшей стороны. При настройке приемного модема на высокую чувствительность, что должно обеспечивать максимальную дальность связи, наблюдается наводка от GPS приемника, возбуждение приемного канала модема и потеря связи с базовой станцией. Снижение же чувствительности приводит к уменьшению и без того не слишком большой дальности связи до 5-7 км. Такая дальность может быть достаточной при проведении 3D работ, но для разбиения линейных профилей она слишком мала. По этой причине пришлось дважды производить замену приемного модема. Однако, при расширении количества базовых станций GPS, были приобретены еще два таких же модема, проблем с ними не возникло.

Работа со спутниковой дифференциальной поправкой, конечно, значительно технологичней, так как сокращается количество оборудования и отпадает значительный объём работ по разбиению опорной сети для размещения базовой станции и передислокации аппаратуры по мере продвижения по профилям.

Но, в связи с упомянутым географическим расположением Саратовской области, мы столкнулись с проблемой снижения точности определения координат в этом режиме. И если по плановым координатам точность ещё укладывается в требуемый метровый предел, то по высотам она может снижаться до 3-5 метров. Выходом из этого положения явилось использование и в этом режиме базовой станции. Достаточная точность плановых координат в режиме спутниковой дифференциальной коррекции позволяет производить вынос профилей на местность, а затем полученные данные, особенно по высотам, уточняются в режиме постобработки на компьютере в пакете программ "Pathfinder Office". Такой способ, особенно при использовании фазового метода дифференциальной коррекции, дает хорошие результаты, точность порядка 0,5 м, при удалении подвижного GPS приемника от базового на расстояния до 30 и даже 50 км.

Несколько слов об особенностях преобразования координат пикетов приема и возбуждения из географической системы координат в прямоугольную. При помощи GPS приемников координаты измеряются сначала в географической системе координат WGS-84, а затем производится их перевод в использующуюся в России прямоугольную систему СК-42. Преобразование координат пунктов приема производится в реальном времени при помощи

контроллера TSC управления GPS приемником PRO-XRS или в постобработке в пакете "Pathfinder Office".

Преобразование координат пунктов возбуждения производится в окружении "POSITIONING" программного обеспечения SN-388 в реальном времени, после чего они заносятся в рапорт оператора и SPS файлы типа "source" при их формировании. Для того чтобы добиться идентичности перевода координат из одной системы в другую для координат пунктов приема и возбуждения в окружении "POSITIONING" SN-388 использовалось преобразование эллипсоида WGS-84 в CS-42 в соответствии с параметрами пересчета, использующимися в "Pathfinder Office".

В программном обеспечении SN-388 не предусмотрена функция создания так называемой местной системы координат, то есть набора поправочных коэффициентов для уточнения преобразования координат, которая создается по измеренным и каталожным значениям координат пунктов триангуляции. Это создает систематическую ошибку, снижающую точность координат при применении спутниковой дифференциальной коррекции, в то время как при использовании базовой станции эта ошибка устраняется на этапе привязки пункта установки базового GPS приемника.

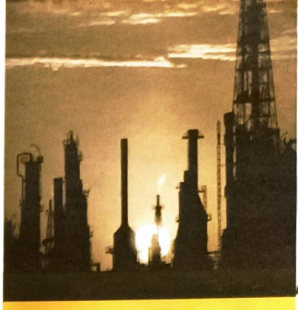
Значение параметра "Alti Correction" в окружении "POSITIONING" SN-388 вычислялось опытным путем и позволяет выполнить преобразование координаты высоты из значения высоты над эллипсоидом (ВНЭ) в значение высоты над средним уровнем моря (СУМ), которое используется в системе координат СК-42. Функция пересчета высот в SN-388 не предусмотрена.

Кроме этого специалисты ЗАО "ПРИН" любезно предоставили в наше пользование программу для преобразования формата GPS данных из формата SP1, использующегося для записи координат точек возбуждения в электронике управления вибраторами фирмы "PELTON" в формат SSF для "Pathfinder Office". Так открывается возможность для преобразования систем координат в пакете "Pathfinder Office" и для координат профилей возбуждения.

Конечная цель использования системы GPS-формирование файлов "source" и "receiver" описания координат пунктов возбуждения и приема в формате SPS для автоматического ввода их в систему обработки сейсмической информации. По результатам фактически выполненных сейсморазведочных работ SPS файлы формируются в окружении "SPS" программного обеспечения SN-388 на основе автоматически формируемых рапортов оператора о произведенных работах. И если координаты пунктов возбуждения, как уже упоминалось, автоматически заносятся в "source" файл, то в "receiver" файле поля прямоугольных координат по данным рапорта оператора заполнены быть не могут. Поэтому была создана специальная программа для заполнения этих полей на основе данных записанных в поле при разбиении профилей. Так удалось получить реальные данные по координатам, в том числе и по высотам, пикетов без дополнительных работ по нивелировке профилей.

Использование системы GPS позволило:

- перевести производство топографических работ на современный технический уровень;
- автоматизировать регистрацию результатов топографических измерений и их занесение в электронные рапорты и отчеты по проведению сейсморазведочных и геодезических работ;
- повысить точность измерений;
- облегчить работу персонала и повысить производительность работ.



Терминология

ETRF - European Terrestrial Reference Frame (Европейская Земная Система Отсчета)

EUREF - European Reference Frame (Европейская Система Отсчета)

GIS - Geographical Informational System (Географическая Информационная Система)

DGPS - Differential GPS (Дифференциальная GPS)

IERS - International Earth Rotation Service (Международная Служба Вращения Земли)

IAG - International Association of Geodesy (Международная Геодезическая Ассоциация)

IGS - International Geodynamics GPS Survey (Международная геодинамическая GPS Служба)

ITRF - International Terrestrial Reference Frame (Международная Земная Система Отсчета)

LIS - Land Informational System (Земельно-Информационные Системы)

LLR - Lunar Laser Ranging (Лазерная Дальнометрия Луны)

SLR - Satellite Laser Ranging (Спутниковая Лазерная Дальнометрия)

WGS - World Geodetic System (Всемирная Геодезическая Система Координат)



"Прогресс-Л" - средство измерения?!

По меткому выражению Д.И.Менделеева "... наука начинается с тех пор, когда начинают измерять..." А недавно это случилось в разведочной геофизике: сейсморазведочная станция "Прогресс-Л" сертифицирована компетентным органом Госстандарта РФ и зарегистрирована в государственном реестре средств измерения за №19271-00.

К вопросу о метрологическом обеспечении линейных сейсморегистрирующих систем

Тарасов Н.В., ОАО «СКБ СП», Саратов

Более трех лет назад был принят закон Российской Федерации "Об обеспечении единства измерений", призванный регулировать отношения государственных органов управления с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, эксплуатации, ремонта и продажи средств измерений. Однако длительное время ситуация в области метрологического обеспечения сейсморазведочной аппаратуры существенно не менялась.

Нельзя сказать, что этот вопрос не обсуждался на разных уровнях. В ряде публикаций в "Геофизическом вестнике" на основе анализа технического состояния метрологических служб отрасли и их технической оснащенности неоднократно делались выводы о неудовлетворительном положении дел с метрологическим обеспечением в сейсморазведке. Многочисленные совещания по вопросам метрологии сейсморазведки, проводившиеся соответствующими Управлениями Министерства Энергетики и Министерства Природных Ресурсов, не приводили к выработке единой концепции.

Правда, наблюдались и позитивные моменты. К их числу следует отнести создание пакета стандартов ЕАГО, предназначенных для целей сертификации сейсморазведочной аппаратуры:

Ст 023-01-98 Геофизическая аппаратура и оборудование. Блоки сбора данных. Методы измерения основных параметров.

Ст 022-01-98 Геофизическая аппаратура и оборудование. Станции сейсморазведочные цифровые. Методы измерения основных параметров.

Ст 020-01-96 Геофизическая аппаратура и оборудование. Блоки сбора данных. Параметры и характеристики.

Ст 019-01-96 Геофизическая аппаратура и оборудование. Станции сейсморазведочные. Параметры и характеристики.

Однако и эта работа не была полностью завершена из-за отсутствия финансирования.

Переломным моментом следует считать март 2000 г., когда Госстандартом РФ сейсморазведочная станция "Прогресс-Л" была сертифицирована и зарегистрирована в государственном реестре средств измерения под №19271-00.

В кругах специалистов, занимающихся разработкой и эксплуатацией геофизической аппаратуры, вот уже четверть века ведутся споры: является ли данная аппаратура средством измерения. С выходом документов МИ 2438-97, МИ 2439-97, МИ 2440-97, МИ 2441-97, утвержденных Госстандартом России, появляется понятие "информационно-измерительная система", которому в полной мере соответствуют современные сейсмостанции, используемые при проведении поисковых работ на нефть и газ.

Действительно, если взглянуть на функциональную схему любой сейсморегистрирующей станции, то становится очевидным, что ее канал записи представляет собой совокупность устройств для приема, преобразования и записи сейсмических сигналов и, в итоге, создающих измерительную установку для измерения напряжения (амплитуды) сигнала и интервалов времени. Следовательно, сейсморегистрирующую станцию можно отнести к классу информационно-измерительных систем, которые в свою очередь характеризуются рядом метрологических и технических характеристик и соответственно требуют периодического контроля, являющегося залогом повышения точностных показателей в процессе регистрации геофизической информации.

Признание станции средством измерения в целом повысило технологическую дисциплину при ее эксплуатации. Невозможным стало выполнять поверку в произвольные моменты времени, произвольным образом, с использованием неповеренных штатных приборов. Необходимо было ориентироваться на нормализованную методику поверки, нормализованный инструментарий, нормализованный регламент поверок. Поверки должны выполняться компетентным персоналом. Обеспечение этих условий требует дополнительных затрат: временных, финансовых, организационных. Однако затраты эти должны окупиться сторицей, поскольку качество регистрируемого полевого материала находится в прямой зависимости от состояния параметров канала записи сейсморазведочной станции.

Разработка системы метрологического обеспечения сейсмостанции "Прогресс-Л"

Верховых Ю.Ф., Карпов О.В., Кубышкин В.В, ВНИИФТРИ, Москва
Тарасов Н.В., Тарасова О.В., ОАО «СКБ СП», Саратов

Разработана система метрологического обеспечения сейсмостанции "Прогресс-Л". Работа состояла из нескольких этапов, основные из которых следующие (в хронологическом порядке):

- Создание методики поверки сейсмостанции на базе разработанного в СКБ СП программно-вычислительного комплекса "КОНТР-Л" с использованием штатных приборов, генерирующих тестовые сигналы

и измеряющих параметры рабочих сигналов: генератор Г3-118, измеритель нелинейных искажений СК6-13, частотомер электронно-счетный Ч3-57, генератор шума низкочастотный Г2-57, вольтметр универсальный В7-16.

● Проведение испытаний сейсмостанции "Прогресс-Л" с целью утверждения типа средства измерений основных параметров сейсмических сигналов: времен прихода сигналов, интервалов времени, амплитуды сигналов сейсмоприемников, отношения сигнал/шум. Параметры сейсмостанции вычислялись по разработанным алгоритмам путем обработки тестовых сигналов, прошедших через каналы записи сейсмостанции. Для каждого параметра разработан свой тестовый сигнал с заданными характеристиками. В таблице 1 приведены результаты испытаний сейсмостанции. Приведены основные метрологические и технические характеристики сейсмостанции, полученные при испытаниях, и их значения по ТУ.

Разработка генератора цифровых тестовых сигналов и проведение на его основе метрологической аттестации программного комплекса "КОНТР-Л". Аттестация проводилась в соответствии с нормативными документами МИ 2517-99 "Метрологическая аттестация программного обеспечения средств измерений параметров физических объектов и полей с использованием компьютерных программ генерации цифровых тестовых сигналов" и МИ 2518-99 "Метрологическая аттестация алгоритмов и программ генерации цифровых тестовых сигналов" с помощью специальных модельных сигналов (см. врезку).

Таблица 1.

Наименование характеристики (параметра)	Результаты испытаний	Значение параметра (характеристики) по ТУ
Диапазон измеряемых значений напряжения входного сигнала сейсмического канала записи, мкВ	$0,2 \div 713*10^3$	$0,2 \div 713*10^3$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения, %	± (0,059 ÷ 0,103)	± 1
Диапазон измеряемых временных интервалов, мс	$0,5 \div 99*10^3$	$0,5 \div 99*10^3$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения интервалов времени, %	± (0,0029 ÷ 0,0039)	± 0,005
Среднеквадратическое значение собственных шумов, мкВ	не более 0,141	0,200
Амплитудная неидентичность между каналами, %	не более 0,171	0,2
Коэффициент нелинейных искажений,%	не более 0,0076	0,01
Коэффициент взаимных влияний каналов, дБ	-82,4	≤ -78
Допускаемые пределы напряжения смещения нуля сейсмического канала записи, мкВ	0,002 ÷ 0,002	± 0,5

В результате метрологической аттестации определены метрологические характеристики программно-вычислительного комплекса "КОНТР-Л" погрешности определения основных параметров сейсмических сигналов, которые приведены в таблице 2.

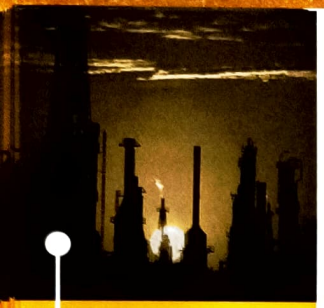
Таблица 2.

Основные метрологические характеристики "Контр - Л"

Наименование измеряемого параметра	Частота тестового сигнала, Гц	Заданное значение параметра тестового сигнала	Вычисленное (измеренное) значение параметра	Относительная погрешность измерения " Контр - Л", %	Допускаемое значение погрешности по тех. документам на "Контр - Л"
Амплитуда напряжения сигнала	39	9.2 мВ	9.201 мВ	± 0.011	± 0.2
	39	36.875 мВ	36.878 мВ	± 0.008	± 0.2
	39	147.5 мВ	147.520 мВ	± 0.0135	± 0.2
	39	500 мВ	500.11 мВ	± 0.022	± 0.2
	39	590 мВ	590.130 мВ	± 0.022	± 0.2
	20	590 мВ	590.025 мВ	± 0.004	± 0.2
	50	590 мВ	589.975 мВ	± 0.004	± 0.2
	437	147.3 мВ	147.32 мВ	± 0.0136	± 0.2
Период квантования	20	1 мс	0,9999997 мс	± 0,00003	± 0,0005
Интервал времени	20	50 мс	50.000016 мс	± 0.000032	± 0,0005
Уровень собственных шумов при максимальном коэффициенте усиления	3 ÷ 125	0,2 мкВ	0,195784 мкВ	± 2,1	± 5

Результаты аттестации свидетельствуют о том, что "КОНТР-Л" по своим метрологическим характеристикам вполне пригоден для проведения поверки сейсмостанций серии "Прогресс-Л", в пределах допустимых погрешностей.

Работа завершилась выдачей Свидетельства о метрологической аттестации программного комплекса "КОНТР-Л".



Модельные сигналы для тестирования программного комплекса "КОНТР-Л".

В качестве генератора цифровых тестовых сигналов для испытаний программного комплекса "КОНТР-Л" в соответствии с методикой испытаний сейсмостанции "Прогресс-Л", указанной в технических условиях Яд1530.044ТУ использовались модельные сигналы 4-х видов.

1-й из них кроме основной гармоники содержит дополнительные гармонические составляющие, имитирующие нелинейные искажения реальной системы;

2-й предусматривает в своем составе шумовую составляющую;

3-й и 4-й обеспечивают условия для обнаружения амплитудной и фазовой неидентичности каналов испытуемой системы.

I

$$U_n = U_1 * \sin(2\pi f_1 * nT_{кв}) + \sum_{i=2}^{5} U_i * \sin(2\pi i f_1 * nT_{кв}) +$$

$$+ \sum_{k=10}^{125} U_{ш} * \sin(2\pi k * nT_{кв}) + U_{см} + U^{вв} * \sin(2\pi f_1 * nT_{кв}) + U^{псс} * \sin(2\pi f_1 * nT_{кв})$$

II

$$U_{пс} = K_г U_1 * \sin(2\pi f_1 * nT_{кв}) + \sum_{i=2}^{5} [U_i * \sin(2\pi i f_1 * nT_{кв})] +$$

$$+ \sum_{k=10}^{125} U_{ш} * \sin(2\pi k * nT_{кв}) + U_{см} + U^{вв} * \sin(2\pi f_1 * nT_{кв}) + U^{псс} * \sin(2\pi f_1 * nT_{кв}).$$

$$K_г = 1 + \frac{A_n}{100 * L} * (e - \frac{L}{2} - 1) \quad для \quad e = 1 \div \frac{L}{2}$$

$$K_г = 1 + \frac{A_n}{100 * L} * (e - \frac{L}{2}) \quad для \quad e = (\frac{L}{2} + 1) \div L$$

III

$$U_{пс} = U_1 * \sin[2\pi f_1 * (nT_{кв} + F_n)] + \sum_{i=2}^{5} [U_i * \sin(2\pi i f_1 * nT_{кв})] +$$

$$+ \sum_{k=10}^{125} U_{ш} * \sin(2\pi k * nT_{кв}) + U_{см} + U^{вв} * \sin(2\pi f_1 * nT_{кв}) + U^{псс} * \sin(2\pi f_1 * nT_{кв}),$$

$$F_n = \frac{F_n^*}{1000 * L} * (e - \frac{L}{2} - 1) \quad для \quad e = (\frac{L}{2} + 1) \div L$$

$$F_n = \frac{F_n^*}{1000 * L} * (e - \frac{L}{2}) \quad для \quad e = 1 \div \frac{L}{2}$$

IV

$$U_n = \sum_{K=1}^{460} U_{ш} * \sin(2\pi k * nT_{кв})$$

Ниже указаны формулы приведения величин, используемых в модельных сигналах, к виду аналогичному сигналам, полученным с выхода АЦП сейсмостанции "Прогресс-Л"

$$U_i = \frac{U_i^T * \sqrt{2}}{Ш * 10^{-6}}, \quad i = 1 \div 5$$

$$U_{ш} = \frac{U_{ш}^T * \sqrt{2}}{Ш * 10^{-3} * \sqrt{K_г}}$$

$$U_{см} = \frac{U_{см}^T * м}{Ш * 10^{-3}}$$

$$U^{вв} = \frac{U_i^T * \sqrt{2}}{K^{вв} * Ш * 10^{-6}}$$

$$K^{вв} = 10^{\frac{K_г^{вв}}{20}}$$

$$U^{псс} = \frac{U_i^T * \sqrt{2}}{K^{псс} * Ш * 10^{-6}}$$

$$K^{псс} = 10^{\frac{K_г^{псс}}{20}}, \quad где$$

U_i — амплитуды сигналов основной частоты и ее гармоник, i = 1?5;

$U_{ш}$ — амплитуда каждой шумовой составляющей сигнала;

$U_{см}$ — величина смещения нуля;

$U^{вв}$ — амплитуда сигнала, обусловленного взаимными влияниями между каналами записи;

$U^{псс}$ — амплитуда синфазного сигнала;

$Ш$ — величины, соответствующие цене младшего разряда мантиссы при фиксированных коэффициентах усиления сейсмостанции "ПРОГРЕСС-Л":
- Ш = 120,29 при кус=1
- Ш = 30,074 при кус=4
- Ш = 7,5185 при кус=16
- Ш = 1,8796 при кус=64

f_1 — частота тестового сигнала в Гц, соответствующая методике испытаний Яд1.530.044ТУ на сейсмостанцию "Прогресс-Л";

U_i^T — эффективные значения сигналов основной частоты и ее гармоник в мВ, соответствующие области реальных сигналов сейсмостанции "Прогресс-Л";

$U_{ш}^T$ — среднеквадратическое значение собственных шумов канала записи в мВ, в полосе частот от 10 Гц до 125 Гц;

$U_{см}^T$ — напряжение смещения нуля канала записи в мкВ;

$K_г^{вв}$ — коэффициент взаимных влияний между каналами записи в дБ;

$K_г^{псс}$ — коэффициент подавления синфазного сигнала в дБ;

F_n^* — фазовая неидентичность между каналами записи сейсмостанции "Прогресс-Л";

A_n — амплитудная неидентичность между каналами записи сейсмостанции "Прогресс-Л";

$K_г$ — количество составляющих шумового сигнала;

n — номер дискретного отсчета модельного сигнала;

L — количество каналов записи сейсмостанции "Прогресс-Л";

$T_{кв}$ — период квантования тестового сигнала, соответствующий значениям периода квантования сейсмостанции "Прогресс-Л"

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, таки 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 каротажных 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 предварительные 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.

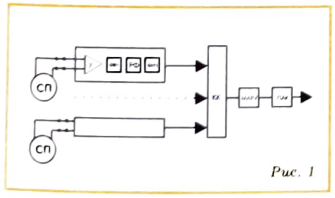


Рис. 1

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).

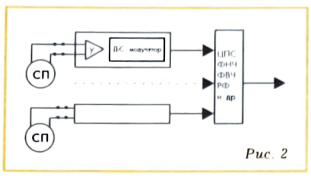


Рис. 2

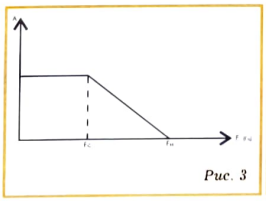
Дельта-сигма преобразователь проводит измерение разности между текущим значением сигнала и суммой предыдущих значений. Так как сравнение проводится на очень высоких частотах, то эта разница невелика. Полученная разность (дельта-сигма) обрабатывается цифровым фильтром, включающим в себя децимацию и фильтрацию.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

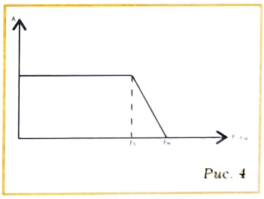
Как следует из вышеизложенного, представленная схема измерений на основе дельта-сигма модуляции имеет совершенно новые качества при следующих отличительных особенностях:

- 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 информационные 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



СОЕДИНИТЕЛИ В ПОЛЕВОЙ ГЕОФИЗИКЕ

Самойлов А.В., КБ ЗАО «Соединитель», Миасс

Одним из важнейших элементов сложных электрических и электронных систем являются средства коммутации. Их качественное и бесперебойное функционирование возможно только при наличии надежных электрических контактов. Это в полной мере относится и к аппаратуре, используемой для проведения геофизических исследований.

Учитывая условия, в которых используется геофизическая аппаратура в процессе проведения работ, можно сформулировать следующие основные требования, которым должны отвечать соединители, используемые в данной аппаратуре:

Диапазон рабочих температур: -60 +80град.С;

Герметичность: влаго-, пылезащищенные;

Ток: $I = 10$ А;

Переходное сопротивление контактной пары: низкое.

КБ ЗАО "Соединитель" поставило перед собой задачу создания соединителей для полевой геофизической аппаратуры, отвечающих вышеперечисленным требованиям, а также ряду дополнительных требований НИИ и КБ занимающихся разработкой геофизического оборудования.

Решение данной задачи было разделено на два этапа:

1 этап. Создание серии соединителей, взаимозаменяемых с соединителями, уже используемыми в геофизической аппаратуре.

2 этап. Создание серии новых соединителей, отвечающих требованиям разработчиков геофизической аппаратуры.

В процессе эксплуатации соединителей производства ряда иностранных фирм геофизиками был и выявлены следующие недостатки данных соединителей:

1) **Отслоение изоляционного материала от корпуса изолятора (вставки) в процессе эксплуатации соединителя и, как следствие, смещение контактного поля и нарушение герметичности соединителя.** Особенно это касается гнезд в розетке соединителя, поскольку для обеспечения герметичности изолятора и сохранения при этом подвижности гнезд в изоляторе иностранные изготовители опрессовывают гнезда резиноподобной массой, что при:

- эксплуатации соединителей в условиях низких и резких перепадов температур;
- нарушении или неточном соблюдении технологического процесса изготовления соединителей;
- отсутствии фиксирующих лысок на корпусе изолятора;
- приводит к разгерметизации изоляторов соединителей.

2) **Разрушение корпуса изолятора розетки и срезание направляющих шпонок в процессе проведения полевых работ.** Это является результатом применения в корпусе изолятора мягких алюминиевых сплавов и малой толщины стенок корпуса при экстремальных температурных условиях эксплуата-ции соединителя.

3) **Быстрый износ покрытия контактной пары.** Это происходит вследствие малой толщины покрытия Au (не более 1 мкм).

Существует еще один немаловажный фактор, снижающий срок эксплуатации соединителей человеческий фактор. На наш взгляд, большая часть отказов соединителей происходит из-за низкой культуры обслуживания оборудования. В частности, не надеваются заглушки на расстыкованные соединители, что приводит к забиванию контактных площадок снегом и грязью, а это значительно сокращает срок службы соединителей.

Все вышеизложенное было учтено при разработке полевых соединителей серий СН-41 и СН-41А. В соединителях данных серий:

Корпус изолятора изготавливается из нержавеющей стали. Это обеспечивает достаточную прочность корпуса и возможность эксплуатации соединителей в условиях агрессивной среды (солончаки, соляной туман и т.д.). Кроме того, в корпусе предусмотрен элемент для фиксации непосредственно изолятора от проворота.

Разработан изолятор пакетного типа. При этом изолятор состоит из трех основных частей:

- верхний изолятор;
- нижний изолятор;
- прокладка.

Для обеспечения фиксации изолятора в корпусе верхний и нижний изоляторы изготовливаются из твердого конструкционного полиамида. Прокладка изготовливается из селиконовой резины, что обеспечивает герметизацию изолятора. Кроме того, пакетный тип изолятора обеспечивает ремонтопригодность изолятора (вплоть до замены гнезд).

Для увеличения надежности контакта в серии соединителей ЗАО "Соединитель" применена контактная пара точеного типа (у иностранных производителей штампованная). Контактная пара, изготовленная методом штамповки, более дешевая в производстве, но менее надежная в эксплуатации. Ресурс точеной контактной пары в десятки раз превышает ресурс штампованной.

Покрытие контактной пары Au составляет 3 мкм. Покрытие производится гальваническим путем с применением цианидов, что обеспечивает его высокую плотность и прочность.

Существует еще одна проблема, связанная с эксплуатацией соединителей, - выпадение направляющих штырей (ривет) байонетной стыковочной пары в процессе эксплуатации. Чаще всего это происходит тогда, когда корпуса вилок изготовлены из алюминиевого сплава, а штыри из твердой стали. При нагрузках мягкий металл "плывет", штыри выпадают, что в конечном счете выводит вилку из строя. ЗАО "Соединитель" изготавливает корпуса вилок только из стали.

Специально для применения в геофизическом оборудовании ЗАО "Соединитель" разработало и изготавливает новую серию соединителей СН-41Б.

Основным отличием соединителей этой серии от предыдущих (СН-41 и СН-41А) является то, что байонетные канавки расположены непосредственно на корпусе вилки, а направляющие штыри (риветы) находятся на обойме розетки. В результате мы имеем двойной эффект:

Технология установки штырей (ривет) в обойму розетки практически исключает их выпадение.

Даже если выпадение штырей произошло, то необходимо заменить только обойму розетки, что в десятки раз дешевле замены вилки.

Соединители СН-41Б нашли широкое применение в аппаратуре, разрабатываемой и изготавливаемой СКБ СП (Саратов), СНИИГиМС (Новосибирск), НТЦ "Геофизика" (Наро-Фоминск).

В настоящее время КБ ЗАО "Соединитель", используя накопленный опыт эксплуатации соединителей в различных климатических зонах России и учитывая возникающие потребности пользователей геофизического оборудования, целенаправленно работает в следующих направлениях:

- внедрение новых высокопрочных, тепло- морозоустойчивых материалов отечественного и зарубежного производства;
- повышение эксплуатационной надежности базовых узлов соединителей (контактных пар, изоляторов, стыковочных устройств, узлов герметизации);
- расширение номенклатуры соединителей, в том числе путем разработки 4-х, 7-ми и 10-ти контактных соединителей;
- сертификация разрабатываемой продукции на внутреннем и внешнем рынках.



ЗАО "СОЕДИНИТЕЛЬ"

Разработка и изготовление герметичных , коррозионностойких соединителей



Россия, 456320, г. Миасс Челябинской обл., ул. Ильмен-Тау, 7
Тел.: (351-35) 4-68-22, 4-67-33. Факс: (351-35) 2-72-13
E-mail: vev@ns.miass.chel.su

40 лет Саратовскому конструкторскому бюро сейсмического приборостроения

Кузнецов И.М., ОАО «СКБ СП», Саратов

СКБ сейсмического приборостроения (СКБ СП) организовано Постановлением Совета Министров СССР от 23 июля 1962 года № 763 в г. Саратове.

В 1994 году СКБ СП преобразовано в Открытое акционерное общество "СКБ сейсмического приборостроения" (ОАО "СКБ СП").

Основными задачами, которые предстояло решать вновь создаваемой организации, являлись:

- разработка сейсморегистрирующих станций различного назначения;
- разработка технических средств обработки данных сейсморазведки;
- разработка и совершенствование систем эксплуатации сейсморазведочной аппаратуры;
- разработка специальной аппаратуры для обеспечения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию методов, методик и технологии сейсморазведочных работ на нефть и газ.

В последнее время, в связи с кардинальными изменениями в политической и экономической жизни страны, соответственно претерпели изменения и задачи, решаемые СКБ СП.



В настоящее время основными направлениями работ СКБ СП являются:

- разработка, изготовление и поставка Заказчикам сейсморегистрирующей и промыслово-геофизической аппаратуры;
- разработка, изготовление и поставка Заказчикам вспомогательного оборудования, используемого при проведении сейсморазведочных работ;
- обучение специалистов геофизических предприятий с присвоением им соответствующей квалификации оператора геофизической аппаратуры.

Всю научно-техническую деятельность СКБ СП можно разбить на несколько этапов.

На первом этапе работ СКБ СП (1962-1970 гг.) был разработан и внедрен в производство первый в отечественной практике комплекс аналоговой аппаратуры для записи и автоматической обработки сейсморазведочных данных.

Этот комплекс включал:

- миниатюрные сейсмоприемники (СМГ010, СМВ-15, СМВ-20,СМВ-30);
- гамму полевых сейсмостанций с воспроизводимой магнитной записью (СМ-24, СМ-48, СС-24-61М,СС-24МН, СС-48М, СС-48МН, СМП-24);
- машины для обработки сейсмоданных (ПСЗ-1, ПСЗ-2, ПСЗ-2М, ПСЗ-4, МС-1, МС-2);
- устройства для представления сейсмической информации в форме, наиболее удобной для последующей геологической интерпретации (ФБ-1, ФБ-2, ФБ-3, ФБ-4, ФБШД).

Аппаратурой, входящей в данный комплекс, были оснащены все геофизические предприятия страны. Данная аппаратура успешно использовалась в ряде зарубежных стран. Внедрение комплекса аналоговой аппаратуры позволило применить прогрессивный метод ведения сейсморазведочных работ метод общей глубинной точки (МОГТ).

За создание комплекса аналоговой аппаратуры для записи и обработки сейсморазведочных данных группе ведущих специалистов СКБ СП в 1970 году была присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники.

На втором этапе своей деятельности (1970 1974 гг.) СКБ СП разработало и внедрило в производство цифро-аналоговый комплекс сейсмоаппаратуры.

Необходимость в данном комплексе была вызвана наметившимся переходом сейсморазведки к использованию цифровой вычислительной техники, в первую очередь в области обработки сейсморазведочных данных.

Главным результатом работ, выполненных СКБ СП на данном этапе, явилось создание и массовое внедрение в производство комплексов специализированных вводно-выводных устройств "ПОТОК" к универсальным ЭВМ второго поколения. Это обеспечило возможность организации и внедрения цифровых вычислительных центров для обработки сейсморазведочных данных во всех геофизических предприятиях Миннефтепрома и Мингеологии.

Содержанием третьего этапа деятельности СКБ СП, начавшегося в 1975 г., явилось создание цифровых сейсмостанций ряда "ПРОГРЕСС", которому предшествовала разработка и внедрение в производство цифровой сейсмостанции "ВОЛ-

ЖАНКА". На основании совместного приказа Миннефтепрома, Минприбора, Мингео СССР и АН СССР № 34/118,185,38 от 07.04.78 г. и последующего Постановления Совета Министров СССР № 343 от 12.04.79 г. "О повышении технического уровня и эффективности геологоразведочных работ" в период с 1978 по 1982 гг. СКБ СП разработало и успешно внедрило в производство цифровые сейсмостанции Прогресс-1, Прогресс-2 и Прогресс-3, предназначенные для работы с различными источниками возбуждения.

Одновременно была разработана и внедрена в производство система синхронизации возбуждений ССВ-1.

Дальнейшим развитием сейсмостанций ряда "ПРОГРЕСС" явились сейсмостанции "ПРОГРЕСС-96" (1978 г.) и "ПРОГРЕСС-96В" (1988 г.).

Необходимо отметить, что одновременно с разработкой сейсморегистрирующих систем СКБ СП разработало и поставляло геофизическим предприятиям различные технические и программные средства диагностики и ремонта сейсмоаппаратуры: ТЕСТ-1, ТЕСТ-1М, программа КОНТР.

В чрезвычайно сжатые сроки новой аппаратурой были переоснащены практически все сейсмопартии страны. В учебном центре СКБ СП прошли обучение около тысячи геофизиков.

За создание и успешное внедрение в производство сейсмостанций ряда "ПРОГРЕСС" группе ведущих специалистов СКБ СП была присуждена премия Совета Министров СССР.

В 1994 г. СКБ СП разработало и внедрило в производство первую в стране телеметрическую сейсморегистрирующую систему "ПРОГРЕСС-Т".

Наряду с разработкой сейсморегистрирующей аппаратуры в период с 1981 по 1992 гг. СКБ СП успешно разработало и внедрило в геофизические обрабатывающие центры страны ряд черно-белых электростатических печатающих устройств: ЭСПУ-1, ЭСПУ-2, ЭСПУ-2М, ЭСПУ-К и ряд цветных электростатических печатающих устройств: ЦГП-1, ГПЦ-2, ГПЦ-3, ГПЦЭ-К.

Одним из новых направлений в разработках СКБ СП является создание промыслово-геофизической и электроразведочной аппаратуры.

СКБ СП разработало и поставляет отечественным и зарубежным геофизическим предприятиям системы регистрации каротажных данных БЛИК-1, БЛИК-1М и БЛИК-2. Проведена разработка и успешно внедрена в производство телеметри-ческая электроразведочная станция ТЭС-24.

Дальнейшим развитием сейсмостанций ряда "ПРОГРЕСС" является сейсмостанция нового поколения "ПРОГРЕСС-Л", с числом каналов от 6 до 512 и 24-х разрядными АЦП. Различные модификации данной сейсмостанции успешно работают во многих отечественных и зарубежных геофизических предприятиях в комплексе с вновь разработанной системой синхронизации возбуждений ССВ-2. Впервые в отечественной практике геофизического приборостроения СКБ СП предоставляет сейсмостанции "ПРОГРЕСС-Л" 3-х летнюю гарантию.

Коллектив СКБ СП помнит и умножает славные традиции своей организации и подтверждением тому является высоко-качественная, надежная в работе аппаратура, поставляемая геофизическим предприятиям России и зарубежных стран.

ПОДПИШИСЬ

Редакционная подписка для организаций на журнал «Приборыи системы разведочной геофизики»!
Подписка на 2003 год производится по письму/заявке, направленной в адрес саратовского регионального отделения межрегиональной общественной организации «ЕАГО»: 410019, Саратов, ул. Крайняя, 129; факс: (8452) 64-14-52; E-mail: skbsp@overta.ru
Журнал выходит 4 раза в год. Стоимость годовой подписки с почтовой доставкой, включая НДС, составляет:
1-го комплекта - 1200 руб.;
2-х комплектов - 2000 руб.;
3-х комплектов - 3100 руб.;
4-х комплектов - 4000 руб.

Платежные реквизиты для перечисления подписной стоимости:
Получатель: Саратовское региональное отделение МОО «ЕАГО», ИНН 6452051820/КПП645201001, ОКПО 47725609, ОКОНХ 87100, 98400. Р/с 40703810231000000008, Внешторгбанк (ОАО) филиал в г. Саратове, БИК 046311834, к/с 30101810700000000834

Вниманию авторов

Материалы, представляемые для опубликования в журнале должны отвечать следующим требованиям.

Статья представляется в электронной версии на дискетах 3,5" емкостью 1.44 Мб, либо на компакт-дисках емкостью 640-700 Мб с приложением двух отпечатанных копий. Форматы текстового файла должны быть в виде Microsoft Word for Windows (версии 6.0 или выше). Графические приложения и таблицы, выполненные электронным образом, представляются в отдельных файлах формата MS Excel (версии 4.0 или выше) или в формате CorelDRAW версии 5.0 и выше. Все контуры и графики на рисунках, а также все цифры и надписи должны быть выполнены четко, чтобы при уменьшении они легко читались. Если информация предоставляется в формате CorelDRAW весь текст и графики должны быть переведены в кривые.

Рисунки присылаются в виде растровых файлов форматов *.TIF, с разрешением не менее 250 точек на дюйм (допускается LZW-сжатие), *.JPG с качеством не менее 12), либо в виде фотографий на матовой бумаге или негативов. Максимально допустимый размер иллюстраций - А4. Рисунки не должны быть перегружены лишней информацией. Подрисуночные подписи представляются в виде отдельного списка. Математические уравнения должны быть выделены четким и ясным шрифтом. Все математические символы скалярных величин набираются курсивом, а векторные - жирной прямой заглавной буквой. Вместе со статьей в редакцию направляются краткие сведения об авторах. Необходимо указать город, место работы и должность, научную степень.

От редколлегии

Ответственность за подбор и изложение фактов в статьях несут авторы. Редколлегия может публиковать статьи, не разделяя точки зрения авторов.



ОБРАЗОВАНИЕ - ИНВЕСТИЦИИ В БУДУЩЕЕ

Современные компьютерные технологии приходят в ВУЗы.

Сокулина К.Б., СГУ, Саратов

Все на свете делается людьми, и только людьми. Каков профессиональный уровень специалиста сегодня, таков уровень технического развития отрасли завтра. Эти избитые истины всегда приходят на ум, когда начинаешь знакомиться с положением дел в образовании.
Как подготовка кадров выполняется сегодня, какими проблемами озабочен ВУЗовский корпус, где взять деньги на создание современного диктуемого жизнью уровня образования - темы нашей постоянной рубрики ОБРАЗОВАНИЕ- ИНВЕСТИЦИИ В БУДУЩЕЕ. Открывают ее статьи саратовских педагогов.

Осенью 2001 года геологическому факультету Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского был передан пакет Reservoir Modeling System(RMS) норвежской компании ROXAR. Что сделало возможным внедрение в учебный процесс самых передовых компьютерных технологий создания и сопровождения постоянно действующих геолого-математических моделей газовых и нефтяных месторождений.

При обучении студентов акцент делается на том, что в основе принятия большинства успешных решений по разработке месторождения лежит глубокое понимание его строения. Самым эффективным способом достижения такого понимания сегодня является построение двух- и трехмерной компьютерной модели месторождения. Совершенный инструментарий, адресованный широкому кругу специалистов, работающих в области такого моделирования, в мире продвигает всего лишь несколько компаний. Одна из признанных лидеров норвежская компания ROXAR, пару лет назад открывшая свое представительство в Москве.

Вычислительный центр геологического факультета СГУ стремится вести обучение специалистов по новейшим технологиям, но к сожалению, не всегда это удается из-за недостаточной мощности вычислительной техники или дорогостоящего математического обеспечения. Обе проблемы в результате сотрудничества с компанией ROXAR были решены. Как известно львиная доля обработки геологической информации идет на дорогостоящих станциях типа SUN или SPARC-STATION, которые в настоящий момент университет не в состоянии закупить. Норвежская компания ROXAR совместно с компанией Hewlett - Packard совершили своего рода революцию, "пересадив" систему с UNIX-платформ на компьютеры NT-класса. В результате стоимость финального решения стала намного дешевле: 8000-10000$ за компьютер с графической подсистемой идеальный вариант; обычный компьютер "красной" сборки в конфигурации от PentiumII и выше, 128 Мб оперативной памяти, 1Гб жесткий диск и видеокарта с поддержкой трехмерной графики в качестве минимального требования. Сама же система имеет модульное строение и открыта для наращивания по мере производственной необходимости и появления свободных денежных средств, что особенно важно для факультета. Программное обеспечение русифицировано и адаптировано под российские условия эксплуатации. Таким образом, проблема с платформой была решена, сам же пакет на несколько компьютеров был любезно предоставлен компанией ROXAR Саратовскому государственному университету бесплатно.

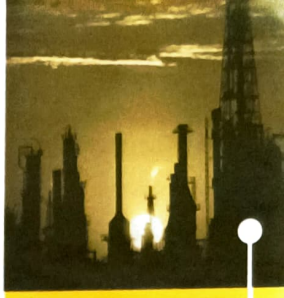
Программное обеспечения компании ROXAR будет использовано на следующих курсах геологического факультета: "Компьютерная обработка данных нефтяной геологии", "Математические методы моделирования в нефтяной геологии", "Основы компьютерных технологий для решения геологических задач", "Подсчет запасов и оценка ресурсов нефтяных резервуаров". Курсы читаются для студентов 3-го, 4-го и 5-го курсов геологического факультета кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, кафедры геофизики и гидрогеологии. Внедрение таких курсов диктуется необходимостью соответствовать общемировым стандартам геологоразведочных работ, так как необходимость компьютерного моделирования принята Госкомиссиями по запасам и разработке природных ресурсов: сопровождение и обновление модели в процессе всей жизни месторождения позволяют оптимизировать технические решения на текущий момент и давать краткосрочный прогноз. В связи с требованиями представления моделей нефтяных и газовых месторождений подарок компании ROXAR пришелся как нельзя кстати, так как программное обеспечение этой компании широко известно и применяется во всем мире. Практически все крупные нефтегазовые компании используют программное обеспечение ROXAR в своей работе. Более того, компания ROXAR входит в тройку фирм-производителей программного обеспечения в области описания месторождений имеющих основную долю рынка. Факультет на настоящий момент располагает следующими модулями компании ROXAR: RMSBase необходим для работы всех модулей, RMSGeoform - картопостроение, RMSGeomod построение полностью трехмерных моделей месторождений, RMS-Geoplex стохастическое моделирование сложно построенных месторождений RMSSimgreed подготовка и редактирование геологической основы для гидродинамического моделирования.

Геологический факультет СГУ выпускает специалистов работающих в нефтяных компаниях во всех регионах РОССИИ. В Саратовском регионе программное обеспечение компании ROXAR стало стандартом для подготовки постоянно действующих геолого-математических моделей в ведущих организациях, таких как "Саратовнефтегаз", НВ НИИГГ, ВНИПИГАЗДОБЫЧА, НТЦ филиала "Сиданко". Таким образом студенты во время учебы освоившие пакет RMS, будут уже подготовлены для работы в вышеперечисленных организациях.

Мы надеемся, что благодаря компании ROXAR и уникальным пакетам программ двух и трехмерного компьютерного моделирования месторождений, геологическому факультету СГУ удастся выйти на качественно новый уровень в научном и учебном процессе факультета.

Аппаратурная компонента в курсе "Сейсморазведка"

Шестаков Э.С., СГУ, Саратов



На всех этапах развития сейсмического метода поиска и разведки полезных ископаемых проблема регистрации волнового поля, в том числе и её аппаратурный аспект, была ключевой. Поэтому любая обобщающая работа и любой учебник непременным образом содержат аппаратурный раздел. Соответственно, он является обязательной составной частью вузовских курсов сейсморазведки.

Взгляды на содержание аппаратурного раздела менялись с развитием регистрирующей аппаратуры и её теории. Условно можно выделить три периода:

- до начала 60-х годов теория находится в стадии разработки, количество типов выпускаемой аппаратуры невелико, в учебных курсах рассматриваются схемные решения узлов и блоков сейсмостанций;

- 60 80-е годы завершается разработка теории (В.С.Воюцкий, М.К.Полшков, А.И.Слуцковский и др.), идет быстрое перевооружение сейсморазведки на смену осциллографической регистрации приходит промежуточная магнитная запись а аналоговой форме, которую вытесняет цифровая регистрация; в преподавании аппаратурной части наблюдаются тенденции к дифференциальному анализу сейсморегистрирующего тракта;

- с 80-х годов по настоящее время используется исключительно цифровая регистрация, в 3D-сейсморазведке внедряются сверхмногоканальные телеметрические сейсморегистрирующие системы, преобладают вибрационные источники; аналитический подход в преподавании аппаратурного раздела курса исчерпал себя по причине невостребованности в практике работ знаний, получаемых выпускником ВУЗ'а, предлагается (Моисеенко А.В., Рапопорт М.Б., Пимштейн И.Г., Турлов П.А. и др.) информационный подход.

На переосмыслении принципов преподавания аппаратурной части сейсморазведки следует остановиться особо.

Прежде всего, в чем причина невостребованности аналитического подхода? Дело в том, что методы дифференциального анализа характеристик узлов и блоков аппаратуры в полной мере используются лишь при её разработке, а туда попадает ничтожно малая часть выпускников-геофизиков. Мало того, с начала 60-х годов идет активное оттеснение инженеров-операторов от функций ремонта аппаратуры (к чему автор статьи приложил руку в рамках треста "Саратовнефтегеофизика"). Активно развивается программный контроль параметров и на долю оператора остается только диагностика неисправного узла и его замена. Можно предположить, что не за горами появление алгоритмов и программ локализации неисправностей вплоть до конкретных ТЭЗ'ов и субблоков.

Из этого можно сделать вывод, что выпускникам геофизических отделений с уклоном работы в прикладной геофизике принципы исследования характеристик аппаратуры достаточно знать на уровне обычного курса радиоэлектроники и существенно глубже принципы преобразования информации в сейсморегистрирующем тракте, алгоритмы работы узлов, блоков и программ. Отсюда и вытекает структура аппаратурной части курса "Сейсморазведка":

- регистрация сейсмических колебаний как начальная часть информационной системы сейсмической разведки;

- сейсморегистрирующий информационный канал и его элементы, требования к нему, проблемы регистрации сейсмических колебаний;

- решение проблем регистрации на примере базового аппаратурного комплекса конкретной сейсмостанции или телеметрической системы (регистрирующая аппаратура рассматривается на уровне функциональных и структурных схем);

- практическое освоение работы с аппаратурой базового комплекса на лабораторных занятиях и закрепление навыков при выполнении сейсмических наблюдений в ходе учебной геофизической практики

Последние два элемента потребовали определения основных требований к базовому аппаратурному комплексу, используемому в учебном курсе. Таких требований два:

- современный уровень рассматриваемой аппаратуры;

- возможность использования в полевых условиях для проведения учебной геофизической практики.

Проблема практической реализации предлагаемого подхода состоит в том, что он плохо вписывается в структуру типовых учебных планов. В частности в соответствии с ними, учебная практика по сейсморазведке проводится тогда, когда знаний по методике полевых работ, регистрирующей аппаратуре и обработке сейсморазведочной информации студенты ещё не имеют и на неё отводится ограниченное время (одна неделя), за которое студенты должны выполнить полевые наблюдения и обработку полученного материала. Таким образом, на непосредственное выполнение полевых наблюдений используется всего два рабочих дня. Это накладывает ограничения на объем выполняемых работ и, главное на время, затрачиваемое на выполнение подготовительных операций (размотка "кос", расстановка сейсмоприемников и т.п.).

На кафедре геофизики Саратовского университета с 1994 года находилась сейсмостанция "Прогресс-96", переданная ей АО "Саратовнефтегеофизика", не удовлетворявшая ни первому, ни второму требованиям.

В СКБ сейсмического приборостроения была разработана современная компьютеризированная станция "Прогресс-Л", однако реализация на её основе второго требования представлялась затруднительной по следующим причинам. Во-первых, минимальный вариант сейсмостанции имеет 128 каналов, что для целей практики весьма избыточно. Во-вторых, она монтируется в специализированном транспортном средстве, поддерживать работоспособность которого ради одного месяца работы для кафедры невозможно. Соответственно, стоимость такого базового аппаратурного комплекса для целей кафедры оказывалась неоправданно завышенной.

В апреле 1997 года генеральный директор АО "Саратовнефтегеофизика" А.В.Мичурин предложил изготовить для кафедры 4-канальный рабочий макет сейсмостанции "Прогресс-Л", удовлетворявший первому требованию и не удовлетворявший второму. Однако в ходе обсуждения характеристик макета с руководством СКБ СП (И.М.Кузнецов, Н.В.Тарасов) выяснилось, что увеличение канальности до 24-х не приводит к существенному возрастанию стоимости устройства и позволяет использовать его для проведения учебной практики. Поэтому для дальнейшей разработки был принят последний вариант. Как оказалось, малоканальный вариант сейсмостанции "Прогресс-Л" имеет спрос: первый экземпляр приобрел Кубанский государственный университет, затем Московский государственный университет и Российский государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина. В 1999-2000 году АО "Саратовнефтегеофизика" изыскало средства для изготовления экземпляра станции для Саратовского университета, который кафедра геофизики получила в апреле 2000 года. Конструктивно он отличался от предыдущих образцов была предпринята попытка создания переносного варианта сейсмостанции. Предпосылками тому были незначительные габариты и вес аналогового блока, возможность отказа от записи сейсмограмм на промежуточный носитель и получения твердой копии при воспроизведении за счет постановки на управляющий компьютер комплекса обрабатывающих программ. Первоначально предполагалось использовать в качестве управляющего компьютер типа Note Book с Docking Station для размещения спецпроцессора, однако найти приемлемый вариант не удалось и компьютерная фирма, проводившая поиск, предложила вариант с системным блоком в корпусе Baby, инфракрасным портом для клавиатуры и жидкокристаллическим дисплеем. Однако и этот вариант оказался невыполнимым. В конечном итоге сейсмостанция оказалась

Сопоставление основных характеристик сейсмостанций "Прогресс-Л" и "ЭХО-3"

Характеристика	Прогресс-Л	ЭХО-3
Динамический диапазон	130	116
Максимальный входной сигнал	1,0	1,4
Коэффициент нелинейных искажений при максимальном входном сигнале (%)	0,01	0.002
Уровень шума, приведенный ко входу при максимальном усилении (мкВ эф)	0,2	0,15
Разрядность АЦП	24	24
Период дискретизации (мс)	0,5; 1; 2; 4	1; 2; 4
Цифровые фильтры:		
ФНЧ: частоты среза (Гц)	От 16 до граничной частоты антиэлайсин фильтра, с шагом 1 Гц	Нет
Крутизна (дБ/окт)	12, 24, 36	-
ФВЧ: частота среза (Гц)	От 1 до частоты среза ФНИ с шагом 1 Гц	1, 3
Крутизна (дБ/окт)	12, 24, 36	Не оговорена
Антиэлайсинг фильтр:		
частота среза (Гц)	87, 103, 196, 205, 222, 374, 401, 437, 526	125, 250, 500
Ослабление в полосе подавлении (дБ)	Не менее 100	Не оговорено
Режекторный фильтр		50
Частота среза (Гц)	3 настраеваемых фильтра	Не менее 90
Ослабление в полосе подавления (дБ)	Не менее 90	
Коэффициент взаимных влияний (дБ)	78	Не оговорен
Виды используемых источников сейсмических колебаний	Взрывной, невзрывной импульсный, вибрационный	Импульсный
Наличие коммутатора входов	Есть	Нет
Запись на промежуточный носитель	В зависимости от установленного устройства:	Гибкий диск
	Магнитооптический диск 3,5", 640 Mb,	3.5", 1,44 Mb.
	Ленточный накопитель ExaByte (до 5 Gb)	
Система визуализации	Компакт диск CD- RW	На экран
	На экран	
	В зависимости от установленного устройства:	
	Термоплоттер	
	Alta 820/822	
	Матричный принтер	
Управляющий компьютер	Лазерный принтер	IBM PC/AT (NoteBook)
	IBM Pentium с тактовой частотой	
Энергопотребление (Вт на канал)	не ниже 120 МГц	Не более 0.3
	Не более 0,1	

укомплектованной стандартным системным блоком в корпусе Mini Tower P-233/32 Mbt/HDD 4 Gbt, жидкокристаллическим дисплеем Viev Sonic VP 140, стандартной клавиатурой и манипулятором "мышь". Выяснилось также, что определяющим в переносном варианте являются весовые характеристики источников питания (аккумуляторные батареи и источник бесперебойного питания UPS Smart 700). В конечном итоге, экземпляр сейсмостанции, имеющийся на кафедре геофизики СГУ, требует транспортного средства только для доставки на профиль. Сейсмостанция разворачивается в рабочее состояние в течение 10-15 мин., по профилю она перемещается бригадой, обслуживающей систему наблюдения, вручную. Однако отказаться от использования транспортного средства при проведении наблюдений не удается оно необходимо для перемещений секций косы и сейсмоприемников.

Сопоставление основных характеристик сейсмостанции "Прогресс-Л" с современными малоканальными сейсмическими станциями, используемых для малоглубинных исследований, например с сейсмостанцией "Диоген", выпускаемой малым предприятием при ГАНГ, сейсмостанцией "ЭХО-3", выпускаемой ВНИИГеофизика (см. таблицу), показывает их практическую равноценность.

Сопоставление эксплутационных характеристик показывает, что "Прогресс-Л" обладает большей универсальностью и поэтому более удобен в учебном процессе. Кроме того, освоение работы с малоканальным вариантом позволяют без всякого переучивания работать с полноканальным вариантом, используемым в производственных организациях.

Рассмотренный аппаратурный комплекс допускает некоторое снижение весовых характеристик. Существует возможность организации единого питания всех узлов и блоков от батарей аккумуляторов с напряжением 24 в., что позволяет в полевых условиях отказаться от источника бесперебойного питания и использовать его только при работе в стационаре.

С принципиальной точки зрения данный аппаратурный комплекс хотя и близок к оптимальному, но таковым не является. Более предпочтительным было бы применение телеметрической регистрирующей системы с блоками сбора данных на 6 каналов. Общий объём оборудования в 24-х канальном варианте увеличивается незначительно, а оперативность возрастает за счет значительного снижения веса соединительных линий. Кроме того, канальность регистрирующей системы легко меняется в зависимости от целей и задач полевых наблюдений, выбранной методики и возможностей исполнителя работ.

В заключение можно отметить, что работы по адаптации серийной сейсмостанции к учебным целям несомненно имели успех. Об этом свидетельствует тот факт, что количество реализованных малоканальных сейсмостанций сопоставимо с количеством стандартных, приобретенных пользователями. Работы по совершенствованию базового аппаратурного комплекса для учебных целей следовало бы продолжить в плане проработки возможностей и условий использования для этих целей телеметрических систем.

Весьма существенным моментом является методика полевых наблюдений, применяемая в учебном процессе. Она может во многом повлиять на сами принципы формирования базовых аппаратурных комплексов. Для оценки этого аспекта необходимо обобщение опыта эксплуатации малоканальных сейсмостанций в разных учебных заведениях.

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР

СО ЕАГО

Сервисный учебный центр при СО "ЕАГО", обладающий лицензией на образовательную деятельность А 563425 №152 от 3 августа 2000г. вносит свою лепту в проблему обучения специалистов по эксплуатации и обслуживанию нового оборудования, привлекаемого в практику полевых работ.

Одним из основных направлений своей деятельности СО "ЕАГО" избрало подготовку квалифицированных специалистов-геофизиков по эксплуатации и обслуживанию нового геофизического оборудования для полевых работ. Обязательность обучения кадров предусмотрена условиями договоров на поставку полевой техники как условие ее гарантийного обслуживания.

Подготовка проводится по следующим учебным программам:

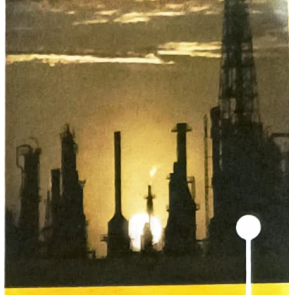
- эксплуатация сейсморегистрирующей системы "Прогресс-Л";
- эксплуатация сейсморегистрирующей системы "Прогресс-96М";
- эксплуатация системы синхронизации возбуждения "ССВ-2";
- эксплуатация сейсморегистрирующей станции "SN-358M";
- специалист по техническому обслуживанию и ремонту системы синхронизации возбуждения "ССВ-2".

Поднимитесь на новый уровень!

В общей сложности обучение в центре прошли 73 специалиста из 16 городов России и ближнего зарубежья от Геленжика до Мирного, от Ноябрьска до Алматы.



За дополнительной информацией обращайтесь:
Россия, 410019, г.Саратов, ул. Крайняя, 129, СО ЕАГО
т.: (8452) 64-14-32, ф.: (8452) 64-14-52



ОБРАЗОВАНИЕ! - ИНВЕСТИЦИИ В БУДУЩЕЕ

Белорусская "Сейсмотехника" информирует...

Макаров В.В., ЗАО «Торговый дом «Сейсмотехника», Гомель-Москва



Генеральный директор ЗАО "Торговый дом "Сейсмотехника" Макаров В.В.

Республиканское научно-производственное унитарное предприятие "Сейсмотехника БГУ" расположено на юго-востоке Республики Беларусь во втором по величине промышленном городе - Гомеле. Предприятие имеет производственные и вспомогательные площади.

Создано предприятие в 1973 году по Постановлению Правительства СССР для разработки и производства вибрационных источников сейсмических сигналов невзрывного действия для всех регионов СССР. Проектная мощность предприятия - 150 источников в год.

Благодаря наличию обширного парка станков с ЧПУ и универсального металлообрабатывающего оборудования различных типоразмеров, в т.ч.



производства Швейцарии, Японии, Англии - предприятие в короткие сроки освоило выпуск вибрационных источников сейсмических сигналов и изготовило для геофизических трестов более 450 источников.

На предприятии имеется высокомеханизированное с автоматическими линиями гальваническое отделение для химпокрытия деталей. В термическом отделении предприятия работают установки токов высокой частоты и биметаллизации. Лакокрасочные покрытия изделий осуществляется в специально оборудованном малярном отделении.

Для испытания выпускаемой продукции и приборов предприятие имеет в своем составе оборудованные лаборатории и стенды, позволяющие эффективно контролировать качество выпускаемой продукции и осуществлять контроль материалов и комплектующих, поступающих на предприятие.

Республиканское научно - производственное унитарное предприятие "Сейсмотехника" осуществляет научно-исследовательские и конструкторские работы, обеспечивающие изготовление современного геофизического и нефтепромыслового оборудования для топливно-энергетических предприятий.

Основные направления деятельности можно сгруппировать следующим образом:

- Первая группа - оборудование для сейсмических исследований и полевой геофизики. Это целая гамма разработанных и поставленных на серийное производство вибрационных сейсмических источников с толкающим усилием 16, 18, 20 и 30 тонн типа СВ-16/120МП, СВ-18/120МП, СВ-20/150МП, СВ-22/150 и СВ-30/120М с комплектацией гидроагрегатами и микропроцессорной системой управления ведущих в данном направлении стран (PELTON-США, SERSEL-Франция, Denisson, Olaer, Parker и др.).



- Вторая группа - промысловое и нефтяное оборудование. Это целый ряд лубрикаторов Л-7/50, ЛУ-140, Л-210М, ЛУ-350, каротажные подъемники ПКС-5Г, СКС-5, установки для капитального ремонта и бурения скважин типа А-50М, А-60РТ, А-80Б, а также передвижные агрегаты очистки бурового раствора, блоки ГСМ, энергоустановки, обеспечивающие автономность работы ремонтных и буровых агрегатов.

На предприятии освоен выпуск двухрубашечных емкостей СЗР для оснащения строящихся автозаправочных станций с внутренним и наружным антикоррозионным покрытием, оснований буровых установок типа ОБ-53М и буровых вышек ВБ-53, башен сотовой связи, тампонажной техники насосных агрегатов для выполнения операций цементирования скважин, гидропескоструйной перфорации и гидроразрыва пластов при максимальном рабочем давлении до 70 МПа, агрегатов для перевозки тяжелых растворов типа АПТР и другой техники.

Предприятием открыто представительство в г.Москве ЗАО "Торговый дом "Сейсмотехника", генеральный директор Макаров В.В., контактные телефоны: 787-51-20, ф. 795-07-93,

E-mail: tdseismotekhnika@nm.ru

Система "Евромеханика" перспективы применения в геофизическом приборостроении

Шустов Р.И., Потапенко С.Т., Панин Ю.М., РООСРС "ЕВРОМЕХАНИКА", Москва

Система "Евромеханика" представляет собой комплекс требований и норм международных стандартов МЭК и ИСО, обеспечивающих размерную совместимость и взаимозаменяемость механических конструкций,печатных плат,соединительной техники.

Зарубежная практика применения международных норм размерной совместимости при проектировании, производстве и эксплуатации блочно-модульной электротехнической и электронной аппаратуры подтвердила ее эффективность при создании многопроцессорных магистрально-модульных информационно-измерительных управляющих систем (ММИИУС).

Выполнение разработок и производство геофизических приборов и аппаратов (печатных плат, соединительной техники, механических конструкций, кабелей, вторичных источников питания, систем охлаждения и программного обеспечения) с незначительными отклонениями от требований международных стандартов (ИСО и МЭК) неизбежно приводит к неоправданному увеличению номенклатуры, к повышению издержек проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации, телекоммуникации и вычислительной техники., невозможности международного и межотраслевого научно-технического сотрудничества, а также к нерациональному расходованию средств по импорту.

Преимущества модульного принципа проектирования предопределили в рамках Международной электротехнической комиссии (МЭК) создание Подкомитета (ПК) 48 Д "Механические конструкции для электронного оборудования", в задачи которого входила стандартизация размерных рядов механических конструкций для электронного оборудования многоцелевого назначения.

В качестве нормативной базы для создания системы координационных размеров, обеспечивающих размерную совместимость и взаимозаменяемость блочно-модульной аппаратуры была принята система размеров 19 дюймов (482,6мм), которая позволяет при единой ширине панелей, а впоследствии и блочных каркасов 482,6мм и нормированном приращении размера панелей по высоте U-44,45мм обеспечивать комплектования в стойках, шкафах, тумбах и столах каркасов блочных различных систем механических конструкций в том числе: НИМ(5U), КАМАК (5U) и Евромеханика (от1U до 12U). Разработка комплекса международных стандартов МЭК на систему размеров 19 дюймов на механические конструкции, завершившаяся в 1986 г., получила название "Евромеханика". В состав комплекса вошли следующие стандарты:

Размеры механических конструкций серии 482,6 мм (19 дюймов)

- МЭК 60 297-1-86 Часть 1. Панели и рамы. ГОСТ 28601.1-90
- МЭК 60297-2-82 Часть 2. Корпуса шкафов и шаги стоечных конструкций. ГОСТ 28601.2-90
- МЭК 60 297-3-84 Часть 3. Каркасы блочные и каркасы вставные частичные. ГОСТ 28601.3-90
- МЭК 60603-1-81 Соединители для печатных плат на частоты до 3 МГц. Часть 1 Общие правила и руководство по разработке частных технических условий.
- МЭК 60603-1А-82 1-ое дополнение. Приложение В.
- МЭК 60603-2-90 Часть 2. Соединители, состоящие из двух частей, с общими монтажными характеристиками, предназначенные для применения с печатными платами, имеющими шаг координатной сетки 2,54 мм.
- МЭК 60 603-9-90 Часть 9.Соединители, состоящие из двух частей, предназначенные для применения с печатными платами, имеющими шаг координатной сетки 2,54 мм.
- МЭК 60807-2 Прямоугольные соединители на частоты до 3МГц.

В системе "Евромеханика" реализован высокоэффективный модульный принцип построения электронной и электротехнической аппаратуры, с базовым шагом 2,54 мм.

Модульная сетка

Корреляция между базовым шагом и кратными шагами показана на Рис. 1 (трехмерная модульная сетка для оптимального размещения механических конструкций, печатных плат, соединителей и д.р.)

1. Кратный шаг - 25,4 мм
2. Кратный шаг - 2,54 мм
3. Кратный шаг - 0,508 мм

Система "Евромеханика" представляет собой комплекс требований и норм международных стандартов МЭК и ИСО, обеспечивающих размерную совместимость и взаимозаменяемость механических конструкций, печатных плат, соединительной техники и классифицируется по следующим уровням входимости:



Рис. 1

1. Размеры печатных плат, передних панелей и соединителей.
2. Размеры каркасов вставных частичных
3. Размеры каркасов блочных

Размеры каркаса стойки, корпуса шкафа и кожуха.

1 - уровень

Печатные платы (МЭК 60 297-3,ГОСТ 28.601.3-90)

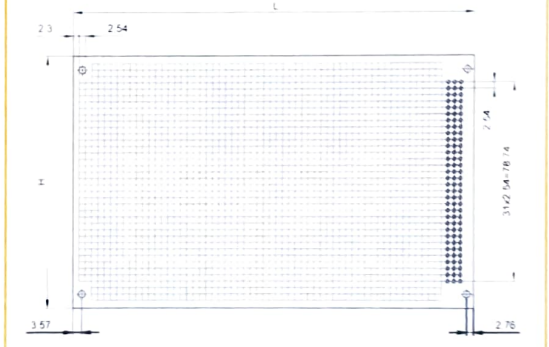


Рис. 2



ЗА ЧЕРТЕЖНОЙ ДОСКОЙ

Таблица 1

Основные размеры (см. Рис. N 2).			
Высота каркаса блочного (B const = 482,6 мм)		Интерфейсная печатная плата (толщина 1,6 мм)	
U	H, мм	H, мм	L, мм
3	132,5	100,0	
4	177,0	144,45	100.0
5	221,5	188,90	160.0
6	265,9	233,35	220.0
9	399,2	366,70	280.0

Передние панели. (МЭК 60297-1, ГОСТ28.601.1-90) (ширина панелей 482,5 мм -+ 0,4мм)

Таблица 2

Основные размеры.		
Размеры по высоте, E		Расстояние по высоте между основными отверстиями
U	мм	мм
1	43,6	31,8
2	88,1	76,2
3	132,5	57,15
4	177,0	101,60
5	221.5	146,10
6	265,9	190,5

Соединители на частоты до 3 Мгц

(МЭК60603-1,1А,2,9 ТУ 6313-002-07609017-97, АСЛР434410.012 ТУ DIN 41 612, МЭК60 807-2 Mill-C-24308 DIN 41652 ТУ4344.10.053)

Таблица 3

N	Тип соединителя	Шаг,мм	Кол.конт.,шт.	Габаритные размеры,мм	U, в	I, а
1.	СНП234	2,54	16,32,64,96	Max 94x11,1x13	250	2
2.	СНП322	2,54	32,64,96	Max94x11,1x13	"-"	"-"
3.	СНП323	2,54	16, 32, 48	Max 54x11,1x13	"-"	"-"
4.	СНП326	2,54	16,32,64,96	Max 94x11,1x13	"-"	"-"
5	СНП231	1,37 / 2,77	9,15,25	Max 53,4x17,5x12,7	"-"	
6.	ОНПКГ	2,54				

* - *установка соединителей на печатную плату*

2 - уровень

Каркасы вдвижные частичные (МЭК 60297-3. ГОСТ 28.601.3-90)

Таблица 4

Основные размеры.			
	Высота		
	Габаритная	Внутренняя	Глубина
U	H, мм	Hs min, мм	L, мм
2	88,1	67,55	186,5
3	132,5	112,0	246,5
4	177,0	156,45	306,5
6	265,9	245,35	366,5
9	399,2	378,70	426,5

Каркас вставной частичный
(для установки в каркасы блочные) МЭК 60917

3 - уровень

Каркасы блочные (МЭК 60 297-3 ГОСТ 28 601.3-90)

Таблица 5

Основные размеры.			
	Высота		
	Габаритная	Внутренняя	Глубина
U	H, мм	Hs min, мм	L, мм
2	88,1	67,55	186,5
3	132,5	112,0	246,5
4	177,0	156,45	306,5
6	265,9	245,35	366,5
9	399,2	378,70	426,5

4 - уровень

Каркас стойки, корпуса шкафов, кожухи, оборудование для вычислительной техники (МЭК 60 297-2 ГОСТ 28 601.2-90)

Таблица 6

Основные размеры.			
Высота H мм	Посадочный размер под установку каркасов блочных S > n x U n	Ширина проема для монтажа, мм	Глубина мм
750	12		
1180	22		
1400	27		
1600	31	> 450	450
1800	36		600
2000	40		
2200	45		

Применение норм и требований системы Евромеханика в перспективных разработках геофизической аппаратуры позволит создавать совместимые и взаимозаменяемые изделия на различных уровнях с продукцией, производимой на национальном и международных рынках, значительно сократит время и финансовые издержки на проектирование, изготовление и эксплуатацию аппаратуры, а также на закупку импортных изделий.

В настоящее время ведущими специалистами РООСРС "Евромеханика" совместно с высококвалифицированными рабочими, инженерами и учеными Министерства природных ресурсов и АН РФ, с применением требований системы стандартов "Евромеханика" (МЭК и ИСО) и высоких технологий ВПК России разработан и поставлен на производство, аппаратно-программный комплекс "ГОРИЗОНТ-19", включающий в себя механические конструкции, печатные платы, соединители, кабели, вторичные источники питания, низковольтные комплектные устройства, вентиляторы, программное обеспечение (AVTOCAD PICAD), системные интерфейсы (VMEBUS , MULTIBUS-1, Fastbas).

С использованием аппаратно - программного комплекса "ГОРИЗОНТ-19" выполняют свои разработки НПФ ГИС прибор и НПЦ Тверьгеофизика (каротажные лаборатории), СКБ Сейсмического Приборостроения и ГУФП ВНИИГеофизика (сейсморазведочные станции), ЗАО Микросистемы ГЕО и корпорация Тюменьпромгеофизика (каротажные станции).

РООСРС "Евромеханика" в настоящее время разрабатывает аппаратно-программный комплекс "Феникс-2,5" (АПК Феникс-2,5) для многопроцессорных магистрально-модульных информационно-измерительных управляющих систем (стационарных, передвижных и бортовых).

Ведущими зарубежными фирмами и предприятиями промышленно развитых стран, а также и в России разрабатывают и изготавливают ММИУС, применяемые в средствах автоматизации, телекоммуникации и вычислительной техники с ориентацией на применение системы "Евромеханика" в следующих интерфейсах:

N	Наименование интерфейса	Стандарт	Фирма	Страна
1.	FASTBAS	IEC 61 935	NIM ИФВЭ РАН ОИЯИ	США, Россия Россия
2.	MULTIBUS-1, 2	IEEE 796 1296	INTEL SIEMENS ВНИИЭМ	США Германия Россия
3.	VME-BUS	IEC 61 821	MOTOROLA AEG СКБ РАН	США Германия Россия
4.	ETERNET	IEEE 61802	INTEL IBM Telemechanic	США США Франция

ГЕОФИЗИКА XXI ВЕКА

МЕЖДУНАРОДНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА

МОСКВА 1-4 СЕНТЯБРЯ 2003

1-4 сентября 2003 г. В Москве Евро-Азиатским геофизическим обществом (ЕАГО), Американским обществом геофизиков-разведчиков (EAGE), Европейской Ассоциацией геофизиков, геологов и инженеров (EAGE) и Российской академией естественных наук проводится международная геофизическая конференция - "Геофизика XXI века - прорыв в будущее"

Этот крупный научный форум поддерживается Министерством природных ресурсов РФ, Министерством энергетики РФ, Правительством г. Москвы, крупными сервисными геофизическими, а также нефтяными компаниями и Газпромом России!

Геофизические методы родившиеся в первые годы XX столетия, получили интенсивное развитие в самых разнообразных напрвлениях, и прежде всего в деле поисков, разведки и разработки полезных ископаемых. Кроме того, геофизика широко используется при региональных геологических исследованиях, инженерных и археологических изысканиях, при проведении работ по охране окружающей среды.

Революционные изменения в технологии геофизических работ начались с появлением цифровой регистрации, обработки и интерпретации геофизических данных. Геофизика поднялась на качественно новый технико-методический уровеньполучения геофизической информации, ее обработки и геолого-геофизическоц интерпретации. Нынешниц удивительный по своим масштабам и скорости разработок прогресс в компьютерных технологиях в мире самым благоприятным образом сказался на эффективности геофизических работ. XXI век станет временем бурного применения высокоинформативных геофизических методов в деле познания земных недр.

Все это найдет непосредственное отражение в научной тематике конференции и выставке последних достижений геофизической техники.

На нашем форуме будут представлены широкие возможности делового обмена мнениями и установления контактов с коллегами из зарубежных стран.

ЕАГО SEG EAGE РАЕН

МОСКВА РОССИЯ 1-4 СЕНТЯБРЯ 2003 г.

За дополнительной информацией обращаться в ЕАГО по адресу:
113184, г. Москва, Пятницкая ул., 9/28. Тел:(095) 951-0548, факс:(095) 239-8064

БЕСПЛАТНО

