

ПРИБОРЫ и СИСТЕМЫ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ САРАТОВСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ ЕВРО-АЗИАТСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ

03/2007

ТЕМА НОМЕРА:

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

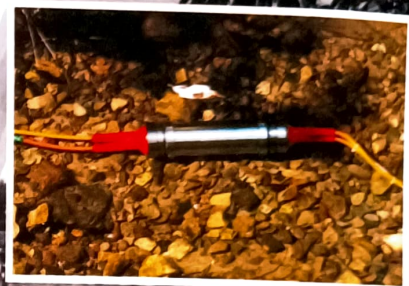
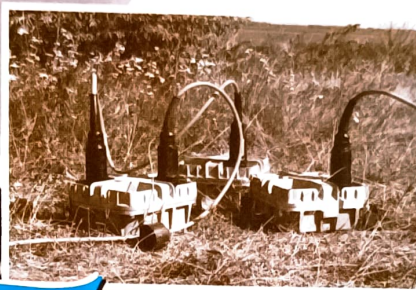
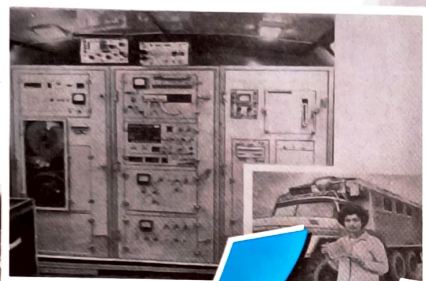


ТАКЖЕ В НОМЕРЕ:

Промышленные испытания виброкомплекса на базе вибратора «РУСИЧ»
Использование импульсного источника «КУМИР» при изучении ВЧР

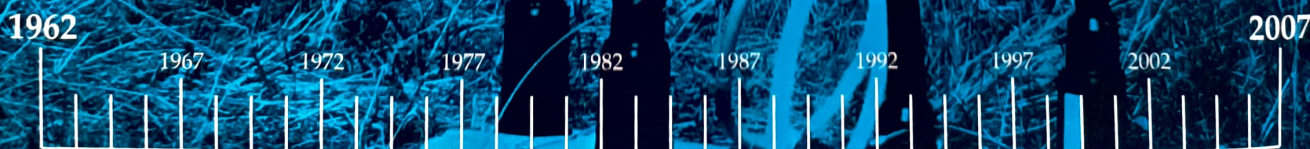


СКБ СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ



45 лет

НА РЫНКЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ



ОАО "СКБ сейсмического приборостроения"
Россия, 410019, Саратов, ул.Крайняя 129
Тел: (8452) 69-25-37, 72-62-24, 64-09-51 Факс: (8452) 64-14-52
E-mail: skbsp@skbsp.ru <http://www.skbsp.ru>

■ Колонка редактора

Журналу «Приборы и системы
разведочной геофизики» - 5 лет!

П.А. Турлов

04

● Тема номера: Георегистраторы завтрашнего дня

■ Приборы и системы

Верны традициям отечественного приборостроения...

А.В. Мичурин

05

Основные направления разработок
в области геофизического приборостроения

А.И. Гнатюк, Н.В. Тарасов

06

Оптимизация построения телеметрических
сейсмических систем

С.А. Федотов

09

Распределенные системы сбора сейсмических данных на
основе высокоточного канала регистрации РОСА

О.М. Сагайдачная, А.В. Сагайдачный, А.С. Сальников, А.Н. Шмыков

10

Цифровая система сбора данных морской сейсморазведки

П.И. Коротин, А.С. Чашин, Э.С. Эйдельман

16

Телеметрическая аппаратура ВСП для скважинно-наземных
наблюдений

В.Л. Беляев, И.Г. Ливеровский, Б.А. Вейхт

19

Система синхронизации возбуждения ССВ-2. Технические возможности
и совершенствование программного обеспечения

В.Л. Беляев, В.Г. Божедомов, Д.Ю. Пятницкий

22

Тестер геофона SGD-TG – повышение качества регистрации
сейсмических данных и снижение стоимости сейсморазведочных работ

А.А. Будченко, В.П. Черепанов

26

Тестер электродинамических сейсмоприемников «Тест-СП»

Т.В. Селезнева, О.В. Тарасова, М.Ю. Филькин

34

Отечественный комплекс для вибросейсморазведки
на базе вибратора «РУСИЧ»

В.Я. Воробьев, В.В. Матвеев, В.А. Селезнев, П.А. Турлов

37

Технология изучения строения ВЧР с новым
электроимпульсным источником «КУМИР»

Б.М. Колосов, Г.М. Спиров

40

Об архитектуре каротажной регистрирующей аппаратуры

А.С. Батузов, О.Б. Горбунов, А.В. Мельников, А.Ю. Новоженин

45

Компания Input/Output демонстрирует преимущества
МНОВОВОЛНОВОЙ СЕЙСМИКИ при разведке месторождений в Китае

Input/Output Inc., США

47

■ Геофизические технологии

Многоуважаемые коллеги!

Д.Н. Слонов

50

Применение сейсморазведки МОГТ-3D на поисковом этапе
геологоразведочных работ

С.С. Власов, В.А. Феоктистов, А.В. Феоктистов

50

Проблемы хранения геолого-геофизической информации

Д.Ф. Аляткин, С.В. Гангнус, Ф.Б. Гутерман

54

Полевая обработка в реальном времени и оперативный
атрибутный количественный анализ качества сейсмических
данных

Д.Л. Херолд, Н.И. Демидов

57

■ Хроника

Саратовскому конструкторскому бюро сейсмического
приборостроения – 45 лет

И.М. Кузнецов

60

55 лет на службе отечественной геофизики

62

СОДЕРЖАНИЕ

Главный редактор
Турлов П.А.

Выпускающий редактор
Павлюшин И.Г.

Менеджер проекта
Мокроусова Е.И.

Верстка
Тарасов В.Н.

Обложка, оформление
Мокроусов Д.В.

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

E-mail: turlov@skbbr.ru

Тел: (845-2) 64-14-32

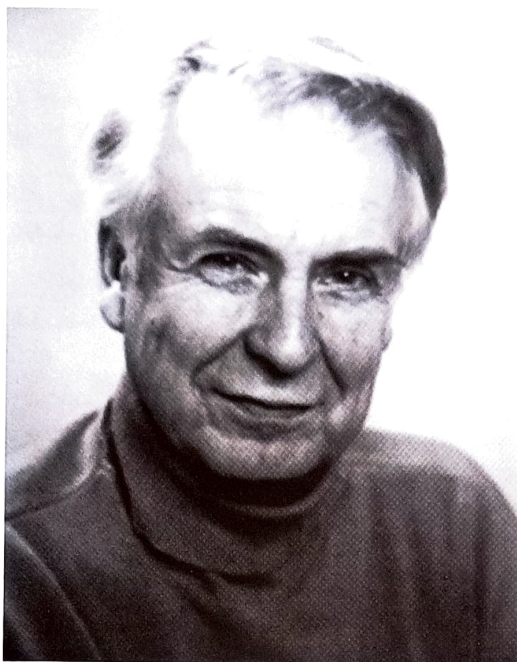
Fax: (845-2) 64-14-52

Тираж отпечатан
в типографии ООО "Формат"
тел: (8452) 48-99-21
Тираж: 600 экз
Подписано в печать 20.08.07
Дата выпуска 27.08.07
Зак. № 663

Издание зарегистрировано
в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций за номером
ПИ №77-7906 от 27 апреля 2001 г.

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

Журналу «Приборы и системы разведочной геофизики» - 5 лет!



Журналу «Приборы и системы разведочной геофизики» - 5 лет!

Невероятно быстро пронеслись эти годы, когда журнал в муках творчества, в редакционных спорах, в переписке с читателями завоевывал себе место под солнцем. И вот, спустя пять лет после выхода первого номера журнала, пора подвести некоторые итоги, которые здесь изложены в расчете на вашу дружескую поддержку, понимание и подсказку.

1. Миссия журнала

В качестве главной задачи журнала редакционными планами предусматривалось создание открытой трибуны для геофизиков — приборостроителей и производственников. Как показала практика, журнал такой трибуной стал. За пять прошедших лет коллектив авторов журнала стал насчитывать более трехсот специалистов. Практически все кто хочет и имеет что сказать, доступ к этой трибуне получили.

Наш авторский коллектив и читательская аудитория постоянно расширяются. Интерес геологов и нефтяников к журналу позволяет рассчитывать на их участие в этом издании.

2. Тематический принцип формирования материалов номера

В основу отбора статей для очередных выпусков журнала изначально был положен тематический принцип — хорошо сформулированная тема всегда вызывает ответную реакцию у читателей, некоторые из которых становятся авторами актуальной публикации. Простое перечисление тем номеров журнала убеждает нас в неисчерпаемости процесса выбора темы номера. Укажем некоторые из них, вызвавшие наибольший читательский интерес: Линейные сейсмостанции, Телеметрия в геофизике, Метрология в геофизике, Сейсмоприемники, Источники волновых геофизических полей, Электро-разведка, Инновационные технологии в геофизике, Электронные архивы, Технологии вибросейсморазведки, Мифы и парадоксы вибросейсморазведки... Не скрою, — не все разделяют эти взгляды редакции. Если читательский актив поддерживает позицию редакции в указанном вопросе — лучшим доказательством этого будут новые темы, предложенные самими читателями. Редакция с нетерпением ждет ответа на поставленный вопрос.

3. Дизайн издания

Разработанное и реализуемое в каждом номере полиграфическое оформление журнала позволило сделать его удобным в чтении и узнаваемым в

большом потоке научно-технических изданий. Мы стали подумывать о новых дизайнерских решениях журнала в следующей пятилетке его существования. Однако общественное мнение, к которому обратилась редакция за советом в этом вопросе, было единодушным: сохранить устоявшиеся дизайн-решения.

4. Распространение журнала

Журнал, на сегодняшний день, распространяется адресно, по редакционной подписке. Эту подписку мы, конечно, сохраним и на последующие годы. Часть тиража распространяется бесплатно, в центральные библиотеки страны по перечню Министерства печати и массовых коммуникаций, а так же региональным отделениям Евро-Азиатского геофизического общества.

Незначительные проблемы с доставкой возникают из-за несвоевременного информирования редакции журнала об изменении адреса подписчика. Рассылка выполняется в течение 10 дней после получения журнала из типографии. Сроки поставки журнала заказчику, как правило, не нарушаются.

5. Планы на будущее

О чем мечтают создатели журнала? Прежде всего, об увеличении тиражности этого издания в несколько раз, так как по сообщениям с мест далеко не всем специалистам удается вовремя, да и удается ли вообще, получить для чтения публикуемые материалы.

Вторая мечта — создать сайт в сети Интернет. — для оперативного обеспечения читателей информацией о содержании очередного номера журнала, о планируемых публикациях в следующих номерах, о тех материалах, которые помещены в архив для всеобщего пользования.

Третья мечта, чтобы в круг читателей журнала вошли не только геофизики и приборостроители, но и геологи-нефтяники, поскольку стало очевидно, что и для них в журнале найдется много интересного.

Наконец, последняя мечта — чтобы все предыдущие мечты сбылись.

Подводя итоги пятилетнего существования журнала, хочется поблагодарить, прежде всего, тех, кто его делал и делает сейчас:

Выпускающего редактора **Игоря Гдальевича Пимштейна**, берущего на себя ответственность за качество публикуемого материала;

Менеджера проекта **Екатерину Ивановну Мокроусову**, обеспечивающего финансовое благополучие журнала;

Художественного редактора и дизайнера журнала **Данилу Владимировича Мокроусова**, создавшего и поддерживающего ту самую узнаваемость, которую так высоко оценили наши читатели;

Литературного редактора и переводчика **Ивана Михайловича Кузнецова**, мимо цепкого взгляда которого не ускользает ни одна неточность в литературном изложении публикуемых материалов;

Опытных мастеров верстки **Елену Геннадиевну Слонову** и **Владимира Николаевича Тарасова**, обеспечивающих появление журнала в плановые сроки;

Бухгалтера **Светлану Григорьевну Логинову** и секретарей редакции **Юлию Геннадиевну Дубовик**, **Семиколенову Анастасию Евгеньевну**, без активного участия которых в исполнении проекта было бы много трудностей.

Эти слова благодарности на страницах первого в новой пятилетке номера журнала сказал

Главный редактор **Павел Алексеевич Турлов**, прилагающий много усилий к поддержанию научного-технического и художественного уровня своего детища.

И самая большая благодарность всем нашим читателям, авторам публикаций, рекламодателям, всем тем, кто поддерживает нас в этой интересной и спокойной работе!

До новых встреч!

Верны традициям отечественного приборостроения...

(интервью Ген. директора ОАО "Специальное конструкторское бюро сейсмического приборостроения" Мичурина А.В., Главному редактору журнала "Приборы и системы разведочной геофизики" П.А. Турлову)



Т. Алексей Витальевич, Вашей компании исполняется 45 лет. Не могли бы Вы кратко охарактеризовать ее состояние?

М. Основанное в 1962 году, сегодня ОАО «СКБ СП» является лидером среди российских компаний, создающих сейсморегистрирующие системы, предназначенные, в основном, для поиска и разведки углеводородного сырья.

География поставок нашего оборудования охватывает практически все страны СНГ. Геофизические компании успешно проводят сейсморазведочные работы 2D и 3D с использованием наших сейсморегистрирующих систем как на территории Российской Федерации и других стран СНГ, так и в дальнем зарубежье — Индия, Иран, Колумбия и другие страны.

Т. Какова номенклатура продукции компании?

М. Прежде всего это телеметрическая сейсморегистрирующая система ряда «Прогресс-Т», линейные сейсморегистрирующие системы ряда «Прогресс-Л». Кроме того, сервисными геофизическими организациями широко используются различные модификации нашей системы синхронизации возбуждения «ССВ-2» и устройства контроля параметров сейсмоприемников «ТЕСТ СП».

Т. Все последние годы СКБ СП демонстрирует уверенную динамику роста производственных показателей. Будет ли продолжаться эта традиция и далее?

М. Если в прошлом году мы увеличили объемы поставок основных систем в 1,7 раза, то в этом году планируем рост в 2 раза по сравнению с 2006 г.

Т. А с чем связан такой рост?

М. Рост объема производства напрямую связан со спросом на нашу продукцию, который обеспечивается ее высоким качеством, надежностью и постоянным совершенствованием в соответствии с потребностями заказчиков.

Т. Давайте остановимся на этом подробнее. За счет чего будет достигаться быстрый, рассчитанный на долгую перспективу рост объема?

М. За счет четкого баланса между тремя важнейшими составляющими:

- высоко квалифицированные, иногда уникаль-

ные сотрудники;

- новейшие технологии;

- материально-технические и финансовые ресурсы.

Т. Вы упомянули о человеческом факторе. Ощущает ли компания дефицит в кадрах?

М. Ощущает. Возьмите самый «золотой» возраст для специалиста — от 30 до 40 лет. В этом возрасте человек уже обладает необходимыми знаниями и опытом и, в то же время, еще не расстался с амбициями и полон сил. Именно эта возрастная группа сегодня наиболее «дефицитна». И на это есть объективные причины. В результате найти сегодня хорошего специалиста среднего возраста очень тяжело.

Мы пошли по пути подготовки разработчиков, начиная со старших курсов их обучения в вузах. За последние 2 года более 10 студентов и молодых специалистов начали успешно работать на нашем предприятии. Кроме того, удалось привлечь высококвалифицированных и опытных сборщиков и регулировщиков, работавших ранее в основном в ВПК. Наряду с возвращением к нам ряда ранее уволившихся работников, эти меры обеспечили рост выпуска нашей продукции и концентрацию сил ведущих специалистов на перспективных разработках.

Т. Если позволите, хотелось бы вернуться к одной из составляющих роста, а именно к технологиям. Что здесь имеется в виду?

М. Современное приборостроение немислимо без использования высокотехнологичного и весьма дорогого оборудования. Создавать такое производство в рамках сравнительно небольшого предприятия неподъемная, да и ненужная задача. Значительно выгоднее часть работ, к примеру, изготовление печатных плат и монтаж электронных компонентов, требующие использования высокотехнологичного оборудования, поручать сервисным компаниям, имеющим соответствующие технологии и опыт их применения. Мы установили хорошие деловые связи с рядом таких компаний в России и за рубежом. Они выполняют для нас большой объем изготовительских работ.

Но что касается контроля качества изделий, то это мы не можем отдать никому. Здесь ядро нашего производства, которое мы держим, которое определяет лицо нашей компании. Без этого невозможно обеспечить изготовление надежных систем, отвечающих требованиям международных стандартов. И этому вопросу мы уделяем первостепенное внимание.

Т. В юбилейном для компании году нельзя не спросить о планах на будущее. Как Вы оцениваете перспективы компании?

М. Ну как может оценивать перспективы компании ее генеральный директор? Конечно как радужные! Но если серьезно, то, как мне представляется, все будет зависеть от нас самих, от нашей способности адаптироваться к чрезвычайно быстро меняющейся конъюнктуре рынка геофизического оборудования. Как Вы уже упоминали, в этом году нашей организации исполнилось 45 лет. Все эти годы СКБ СП было и остается лидером в своей области отечественного геофизического приборостроения. Коллектив СКБ СП помнит и умножает славные традиции своей организации и это является залогом того, что этот юбилей далеко не последний!

Т. Заканчивая наше интервью, что бы Вы хотели пожелать нашим читателям?

М. Здоровья и успехов в их нелегком труде. Со своей стороны мы сделаем все, что от нас зависит, чтобы эти успехи были как можно более весомыми.

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

Основные направления разработок в области геофизического приборостроения

А.И. Гнатюк, Н.В. Тарасов, ОАО "СКБ Сейсмического приборостроения", г. Саратов

На протяжении 45 лет ОАО "СКБ Сейсмического приборостроения" лидирует в области отечественного геофизического приборостроения, создавая оборудование, имеющее современные технические параметры и оптимальное соотношение цена - качество. В данной статье приводятся результаты и основные направления научно-технической деятельности коллектива Саратовского СКБ СП за последние 5 лет.

Основными направлениями работ ОАО "СКБ СП" являются:

- разработка, изготовление и поставка Заказчикам сейсморегистрирующей аппаратуры;
- разработка, изготовление и поставка Заказчикам вспомогательного оборудования и аппаратно-программных средств, используемых при проведении сейсморазведочных работ;
- обучение специалистов геофизических предприятий (совместно с СО ЕАГО) с присвоением им соответствующей квалификации оператора геофизической аппаратуры;
- комплексная поставка геофизического оборудования;
- проведение гарантийного обслуживания оборудования;
- проведение пуско-наладочных работ в полевых условиях.

В рамках перечисленных выше основных направлений деятельности в настоящее время СКБ СП поставляет Заказчикам следующую аппаратуру и аппаратно-программные комплексы:

1. Сейсморегистрирующие станции «ПРОГРЕСС-Л».

Сейсмостанции «ПРОГРЕСС-Л» предназначены для выполнения сейсморазведочных работ с использованием взрывных и невзрывных источников возбуждения импульсного и вибрационного действия. СКБ СП выпускает различные модификации сейсмостанции «ПРОГРЕСС-Л» с каналностью от 6 до 256 активных каналов. В настоящее время в геофизических предприятиях России и ряда стран СНГ работает более 70 сейсмостанций «ПРОГРЕСС-Л» различной каналности. Несколько малоканальных сейсмостанций «ПРОГРЕСС-Л» поставлено в высшие учебные заведения страны. Сейсмостанция «ПРОГРЕСС-Л» единственная сейсмостанция данного класса, имеющая 5-ти летний срок гарантии изготовителя.

Сейсмостанция «ПРОГРЕСС-Л» сертифицирована Госстандартом РФ и зарегистрирована в государственном реестре средств измерения под №19271-00.

2. Аппаратно-программный комплекс «КОНТР-Л».

Комплекс «КОНТР-Л» предназначен для проведения поверки сейсмостанций ряда «ПРОГРЕСС-Л». Аппаратно-программный комплекс «КОНТР-Л» метрологически аттестован Госстандартом РФ.

3. Телеметрическая сейсморегистрирующая система «ПРОГРЕСС-Т2».

Телеметрическая сейсморегистрирующая система ТСС «ПРОГРЕСС-Т2» предназначена для проведения многоканальных профильных и площадных сейсмических наблюдений с использованием взрывных и невзрывных источников возбуждения импульсного и вибрационного действия. Технические характеристики ТСС

«ПРОГРЕСС-Т2» соответствуют уровню лучших мировых образцов аппаратуры данного класса.

Производство и поставка Заказчикам ТСС «ПРОГРЕСС-Т2» начаты в 2003 г. ТСС сертифицирована Госстандартом РФ. В настоящее время в поле работают более 30 систем «ПРОГРЕСС-Т2» различной каналности, выполняя геофизические работы по методикам 2D и 3D.

Дальнейшим развитием функциональных возможностей ТСС «Прогресс - Т2» является использование в составе телеметрического канала секции одноканальных блоков БСД-1. Комбинирование одно и шести канальных блоков в одной линии обеспечивает гибкость работ в сложных условиях перехода с суши на воду, а также пересечение участков с высоким уровнем промышленных помех.

Секция одноканальных блоков включает в себя от 1 до 48 блоков соединённых между собой 4х жильным кабелем с шагом 25 м либо 55 м. Секция может работать в составе наземной расстановки блоков БСД-6 под управлением ТСС «ПРОГРЕСС-Т2» либо как одноканальная телеметрия. Блоки секции БСД - 1 выдерживают погружение в воду до 20 м.

4. Тестер «ТЕСТ-СП».

Тестер «ТЕСТ-СП» обеспечивает контроль всех паспортных характеристик сейсмодатчиков и их групп в различной конфигурации включения. Кроме того, обеспечена возможность анализа результатов контроля с целью выявления несправного прибора в группе без предварительной распаковки сейсмогруппы. В настоящее время комплекс «ТЕСТ-СП» сертифицирован в Госстандарте РФ. Всего в геофизические предприятия России и ряда стран СНГ поставлено свыше 60 комплектов «ТЕСТ-СП».

5. Система синхронизации возбуждений «ССВ-2».

Система «ССВ-2» предназначена для управления и синхронизации работы взрывных и невзрывных (импульсных) источников возбуждения сейсмических колебаний в процессе проведения сейсморазведочных работ. Система «ССВ-2» имеет «Разрешение на применение» № РРС 04-1503 от 24.04.2000 г., выданное Госгортехнадзором РФ. Всего в геофизические предприятия России и ряда стран СНГ поставлено свыше 150 систем «ССВ-2».

6. Блоки зарядки аккумуляторных батарей.

Специализированные блоки зарядки аккумуляторных батарей предназначены для обеспечения зарядки различных типов батарей с током заряда до 20 Ач.

7. Система контроля идентичности импульсных источников

Система контроля за идентичностью работы импульсных источников при управлении которыми используется Система «ССВ-2». При этом результаты отображаются на экране монитора и записываются в специальный файл управляющего компьютера сейсмостанции.

8. Сейсмостанция для изучения ВЧР «ПРОГРЕСС-ЛМ».

Малоканальная сейсмостанция до 60 активных каналов позволяет проводить работы для изучения ВЧР методами МСК и МПВ с оцифровкой сигналов по уровню 24 разрядами и частотой дискретизации 0,25 мс, 0,5 мс, 1 мс, 2 мс, 4 мс с последующей интерпретацией результатов

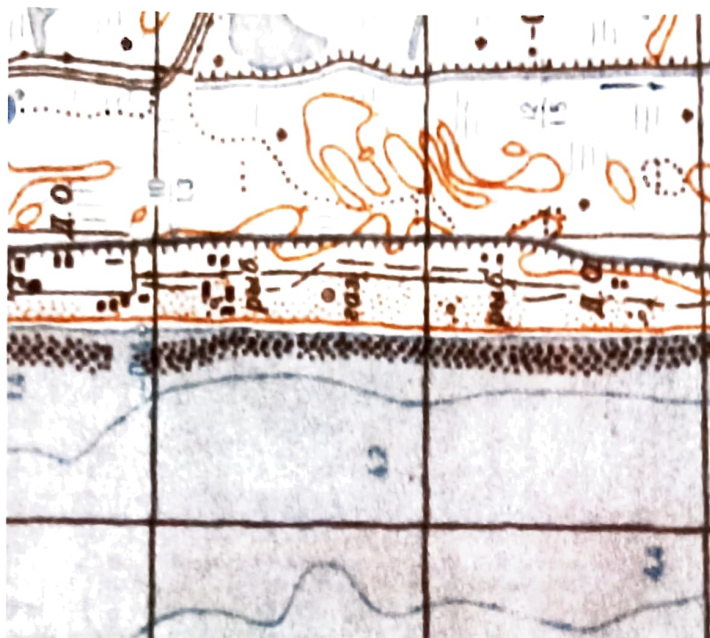


Рис. 1. Работа сейсморегистрирующей системы "Прогресс - Т2" в плавнево-лиманной зоне.

регистрации непосредственно на управляющем компьютере сейсмостанции в двух форматах SEG-D и SEG-Y.

9. Телеметрическая сейсморегистрирующая система «ПРОГРЕСС-Т155»

Сейсморегистрирующая система «ПРОГРЕСС-Т155» выпускается в двух вариантах: для проведения наземной сейсморазведки; для работ в переходных зонах и мелководье рек и морей с глубиной погружения блоков и сейсмокос до 20м.

ТСС «ПРОГРЕСС-Т155» заняла достойное место в ряду основных разработок телеметрических систем СКБ СП после проведения опытно-промышленной эксплуатации в акватории Азовского моря и плавнево-лиманной зоне. Полевые работы проводились сейсморпартией Краснодарского филиала ОАО "Союзморгео" Краснодарской опытно – методической экспедицией в процессе отработки профиля 2D вблизи берега по мелководью Азовского моря (рис. 1). Сейсмостанция была установлена на плавающий транспортёр. Кабели и блоки погружали на дно а геофоны на шестах заглубляли в илистое дно. Вся расстановка запитывалась с борта сейсмостанции, что позволяло сократить непроизводительное время подготовки профиля к работе. Возбуждение

проводилось при помощи двух сгруппированных скважинных пневмоисточников "ПИК-3", каждый из них имел по 4 камеры с объёмом 1.0 литр каждая. Качество полученного материала полностью удовлетворило Заказчика. На рис. 2 приведен фрагмент временного разреза, полученный с помощью сейсморегистрирующей системы "Прогресс - Т155". Однако в процессе выполнения работ возникали некоторые технологические неудобства связанные с длиной шестиканальной секции: порывы по причине грызунов; протекание кабельного соединения в результате порыва при зацепах за дноное препятствие при перестановке сейсмокос; разрезание кабеля при прохождении маломерных судов через линию профиля. В этом случае расстановка уменьшалась на шесть каналов и соответственно требовалось некоторое время на устранение возникшей неисправности. В результате анализа

замечаний полученных в процессе отработки профиля было принято решение в результате которого число блоков в одной секции может меняться от 1 до 6. При числе блоков 1-2 в секции устранение возникающих неисправностей значительно упрощается. При глубинах более 2.5-3.0 м установка геофонов затруднена. Поэтому в блоке БСД-1 проведена доработка в части увеличения входного сопротивления, что позволило подключить к одному входу геофон (на мелководье и суше) и гидрофон на глубинах более 3 м. При этом разность фазовых характеристик и уровень сигналов геофона и гидрофона компенсируется путём математических расчётов на борту сейсмостанции. Оператор при визуализации на экран монитора сейсмограмм либо коррелограмм видит приведенные к одной фазе все спектральные составляющие отражённых сигналов. Приведение фаз и амплитуд к единым величинам для различных типов датчиков производится в реальном времени. Основной элемент сейсмосистемы – это полевой блок сбора данных БСД-1, который характеризуется техническими параметрами, приведенными в Таблице 1.

В настоящее время изготовлено три сейсмосистемы «ПРОГРЕСС-Т155» две для работ в переходных зонах, с использованием сеймокабелей с гидрофобным наполнителем и усилением на разрыв 300кг за счёт ввода в кабель жил из кевлара, и одна сейсмосистема для работ на суше. На рис. 3

Таблица 1. Технические параметры блока сбора данных БСД-1.

-максимальный входной сигнал, В	3.5
-общий динамический диапазон не менее, Дб	146
-коэффициент нелинейных искажений не более %	0.0005
-уровень собственных шумов в полосе от 3 до 125 Гц не более, мкВ	0.15
-напряжение смещения нуля, мкВ	1
-коэффициент подавления синфазного сигнала не менее, дБ	100
-число разрядов выходного кода включая знаковый разряд	24
-границная частота фильтра подавления "зеркальных" частот	
период дискретизации, мс	0.5 1.0 2.0 4.0
границная частота, Гц	800 400 200 100
-потребляемая мощность не более, мВт	225
-диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +70
-влажность, %	100
-вес не более, кг	0.80

представлены блоки и кабели наземного комплекса сейсморегистрирующей системы "Прогресс - Т155". При наземной расстановке используется более дешёвый четырёхжильный кабель и число блоков в одной секции может быть увеличено до 6, что уменьшает количество соединений на линии профиля. Питание блоков наземной расстановки может осуществляться с бортового аккумулятора при числе активных каналов до 120. Один телеметрический порт сейсмосистемы производит регистрацию по

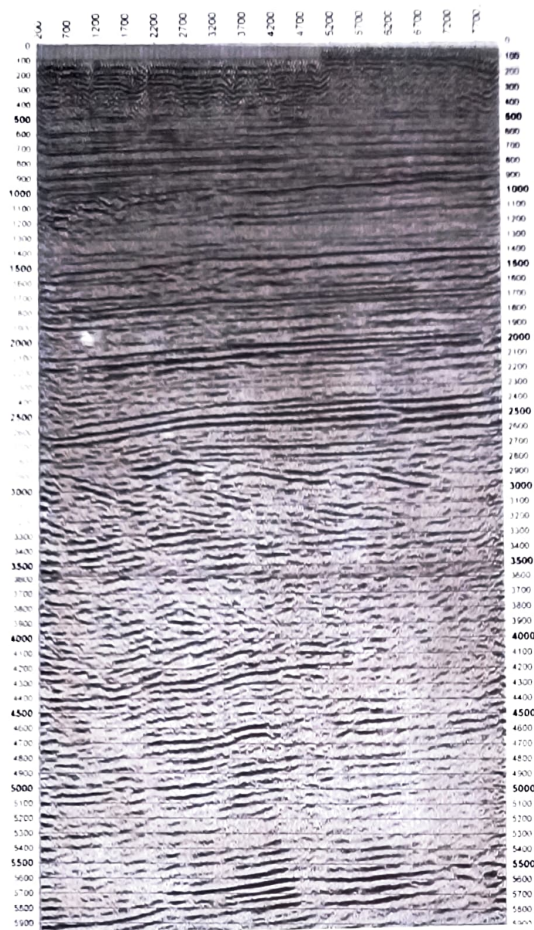


Рис. 2. Фрагмент временного разреза, полученного с помощью сейсморегистрирующей системы "Прогресс - Т155".

1200 активным сейсмическим каналам в реальном времени с периодом дискретизации 2 мс. Сейсмодатчик может работать с четырьмя портами

обеспечивая регистрацию сейсмических данных, полученных от любого сейсмостанчика, любого звукового и вибрационного действия. Регистрация сейсмограмм производится на любой доступной носитель информации, имеющий стандартный интерфейс связи с компьютером. Существенным моментом в данной сейсмодатчике является то, что управление регистрацией и воспроизведением информации происходит в среде ОС Windows XP, что даёт доступ специалисту следящему за качеством информации в реальном времени получать сейсмограммы посредством Ethernet используя IP-адреса через отдельный компьютер, который может находиться на удалении 150-200 м от сейсмостанции. При использовании радиоканала удаление от сейсмостанции может составлять 1,5-2 км. Таким образом, сейсмодатчик «ПРОГРЕСС-Т155» обеспечена полным набором доступных для оператора средств контроля за аппаратурой борта, сейсмодатчик с подключёнными группами сейсмодатчиков, состоянием полевых блоков и возможностью выполнения процедур контроля качества полевого материала непосредственно в процессе отработки профиля.

10. Телеметрическая сейсморегистрирующая система «ПРОГРЕСС-Т155-3»

На этапе разработки и изготовления опытного образца находится следующая телеметрическая сейсмодатчик «ПРОГРЕСС-Т155-3» с трехканальным модулем сбора данных. Данная сейсмодатчик разрабатывается для проведения работ как на суше так и в переходных зонах. Пользовательский интерфейс сейсмодатчика позволяет комбинировать блоки сбора данных любой канальности (1, 3, 6) в различной конфигурации, создавая гибкую систему наблюдения при профильных работах с водными преградами.

ТСС «ПРОГРЕСС-Т155-3» это дальнейшее развитие телеметрических систем нового поколения, рассчитанных на прием геофизической информации по нескольким тысячам активных каналов в реальном времени.

Таким образом, СКБ сейсмического приборостроения, продолжает создавать и совершенствовать новое современное геофизическое оборудование, не уступающее по своим характеристикам лучшим мировым образцам.



Рис. 3. Блоки наземного комплекса телеметрической сейсморегистрирующей системы "Прогресс - Т155"

Сложные геологические условия залегания продуктивных горизонтов месторождений нефти и газа определяют все возрастающую детальность сейсмических 3D исследований.

Соответствующая разрешенность требует постоянно возрастающей плотности сейсмических наблюдений, что позволяет строить объемные модели исследуемой геологической среды с высокой детальностью и оптимизировать процесс разведки и эксплуатации месторождений нефти и газа.

Используемое число каналов сейсморазведочных станций при 3D исследованиях постоянно возрастает и к настоящему времени доходит до 10 000.

Это количество определяется не только необходимой детальностью, но и повышением производительности проводимых объемных сейсмических исследований при значительной площади исследований.

В условиях глобализации мировых экономических отношений на сегодняшний день лидерами в области разработок и производства полевого геофизического оборудования являются компании Input/Output (США) и Sersel (Франция).

В последние годы обе компании существенно расширили номенклатуру выпускаемого геофизического оборудования для производства работ на суше, на море и в транзитных зонах.

Небольшие серии телеметрических систем выпускают компании СК «Техноложки», СНИГГиМС, ООО «Велко», ООО «Сибгеосейс». В последние годы в СКБ СП отлажен серийный выпуск телеметрических станций Прогресс-Т2, которые пользуются большим спросом в России и странах СНГ. Оборудование в компаниях постоянно совершенствуется и обновляется через каждые 4-5 лет. Так компания Sersel за последние годы прошла путь от SN-348 до SN-428, а компания Input/Output от «system one» до «system four» и «firefly».

Последнее поколение телеметрических систем является фактически сверхмногоканальным, но разработчики компаний идут разными путями, обеспечивая преимущества своих систем по определенным критериям. В частности, компания Sersel продолжает линию построения одно-трехканальных модулей SN-408, SN-428. Модули соединены четырехжильным кабелем, обеспечивающим питание модулей и телеметрическую передачу данных.

В целом, изготовители телеметрических комплексов выпускают телеметрические модули с числом каналов 1-6, в трех вариантах:

- с питанием по телеметрическому кабелю 100 – 200 каналов;
- с питанием от аккумуляторных батарей;
- комбинированные.

Рассмотрим аспекты оптимизации построения телеметрических комплексов, исходя из различных критериев.

Таковыми аспектами оптимизаций являются:

- минимизация стоимости систем;
- минимизация веса телеметрического оборудования;
- минимизация стоимости эксплуатации оборудования;
- расширение возможности работы системы в сложных природных условиях.

В структуру телеметрической системы сбора сейсмических данных входят блок управляемых усилителей и АЦП, блок управления и предобработки данных блок питания и телеметрический кабель.

Рассматривая критерии стоимости системы, необходимо отметить снижение стоимости полевого модуля на один канал при увеличении числа каналов в одном модуле, в то же время возрастают габариты и вес модуля, также возрастает количество проводов в телеметрическом кабеле для подключения сейсмопри-

емников. В итоге стоимость полевого модуля при увеличении числа каналов с одного до шести уменьшается на 10-15%.

Существенный вклад в параметр стоимости сети полевых модулей вносит соединительный кабель. В частности, для компаний, выпускающих телеметрические системы в России, этот вклад при расстоянии между сейсмоприемниками 50 м составляет около 15-20% стоимости системы.

В то же время при оптимизации по весу телеметрической системы основной вклад вносит вес кабеля 2,5 – 5 кг на один канал в зависимости от его модификации.

Во втором варианте построения телеметрических систем используется аккумулятор для целей питания одного полевого модуля компании Input/Output, ARAM и др. При этом остается телеметрический кабель, соединяющий модули для передачи сейсмической информации, а его стоимость из-за отсутствия медных жил питания уменьшается.

Третий вариант сейсмической аппаратуры сбора данных – это в чистом виде радиоканальные системы (Telseis, IT Sistem). В этой ситуации полевые модули запитаны от собственных аккумуляторов и полностью независимы друг от друга. Синхронизация и передача данных реализуется через радиоканал. Однако небольшой объем проводов присутствует и здесь для подключения сейсмоприемников.

Четвертый вариант построения системы реализует компания Input/Output в новой модификации модели «firefly» с возможностями записи массивов данных в полевом модуле во флэш-карту и быстрое считывание этой информации на носители больших объемов в непосредственной близости от объекта считывания.

Принципиальное отличие построения последней системы заключается в том, что оператор не контролирует в реальном времени полный объем информации, записанной во флэш-карту. Это обстоятельство накладывает жесткие требования на контроль качества регистрируемой информации в полевом модуле, систематическую оценку его параметров, тестирование сейсмоприемников.

Таким образом, дальнейшее развитие и оптимизация телеметрических систем проводится по следующим направлениям.

1. Минимизация энергопотребления одно-трехканальных полевых модулей и обеспечение питания сети полевых модулей от одного источника питания до 200 каналов и более.

2. Минимизация веса телеметрических систем обеспечивается использованием многоканальных модулей и высокоскоростных радиоканальных систем, а также использованием флэш-карт для записи данных.

Критерий по минимизации веса относится к автономным модульным системам сбора данных, где синхронизация осуществляется через спутниковые каналы, а запись проводится во флэш-память больших объемов, при этом соединительный кабель в системах регистрации отсутствует.

Необходимо отметить, что последние системы требуют постоянного обслуживания аккумуляторных батарей.

Таким образом, оптимизация структуры построения сверхмногоканальных телеметрических систем со скоростями сбора данных до 300 мбит/с требует новых научно-технологических подходов в сборе и оценке качества данных. Эти подходы ориентированы на:

- сверхскоростные каналы сбора данных в реальном времени;
- записи данных в локальные флэш-диски полевых модулей и последующей централизованной информации.

В целом, на передний план выдвигаются компании, первыми решившие эти проблемы и активно внедряющие системы в практику сейсмических работ.

Распределенные системы сбора сейсмических данных на основе высокоточного канала регистрации РОСА

О.М. Сагайдачная, А.В. Сагайдачный, А.С. Сальников, А.Н. Шмыков,
ФГУП Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, г. Новосибирск

Введение

Применение телеметрических систем регистрации и сбора сейсмических данных в реальном времени позволяет (при прочих равных условиях) провести исследования различной размерностью (2D, 3D, 4D) с высокой производительностью. Однако проводные системы регистрации имеют определенные ограничения, к числу основных можно отнести значительное возрастание с увеличением разведываемой площади суммарной массы линий связи и, как следствие, усложнение информационно-измерительной системы и резкое увеличение стоимости дистанционной передачи данных.

Современные требования обеспечения надежных, гибких и экологически безопасных сейсмических съёмок обуславливают развитие наземных высокотехнологичных систем сбора, передачи и обработки высокоточных (полноформатных) данных с особо большим количеством датчиков [1, 8, 10, 12, 13].

В ФГУП «СНИИГГиМС» исследования по разработке многоканальных сейсмических телеметрических систем выполнялись с 1996 г. [3]. В настоящее время созданы на элементной базе нового поколения с использованием программируемых логических матриц сверхвысокой степени интеграции и оригинальных решений (патенты RU 2189615, 2207719, 2244945, 41376) сейсмические регистраторы: телеметрический РОСА и автономный РОСА-А (рис. 1).

Технические характеристики регистраторов семейства РОСА (Таблица 1) соответствуют лучшим зарубежным аналогам I/O (ScorpionTM), Sercel (408UL, 428 XL); Refraction Technology, Inc. (Reftek), Vibtech (Unite), и позволяют организовать на их основе эффективные пространственно распределенные системы наблюдений с различными (взрывными, импульсными и вибрационными) источниками возбуждения упругих колебаний. Портативные 4-х каналные регистраторы РОСА, выполнены на микросхемах с защитой от высоких напряжений в корпусе из прочного алюминиевого сплава, который допускает погружение в воду.

Принципы построения высокоточного канала регистрации

Обеспечение современных сейсмических исследований возможно только при использовании высокоточного и широкополосного канала регистрации данных, мгновенный динамический диапазон которого превышает 120 дБ. Применение элементной базы нового поколения и точных решений по построению всего измерительного канала от предварительного усиления первичных (аналоговых) данных до получения цифровых отчетов позволяет достичь требуемого результата.

Классический цифровой канал регистрации сейсмических данных включает в себя на входе антиалиасинговый фильтр и усилитель, далее аналого-цифровой преобразователь (АЦП), состоящий из дельта-сигма модулятора и цифрового фильтра-дециматора. В настоящее время альтернативы использованию дельта-сигма модулятора для регистрации сравнительно медленных процессов, к которым относятся сейсмические сигналы с полосой частот до 1000 Гц, не существует. В цифровых акселерометрах, применяемых вместо геофонов при многокомпо-

нентной регистрации сейсмической информации, также используется дельта-сигма преобразователь, но выполненный по технологии MEMS (модулятор пятого порядка, например, микросхема SI-Flex Digital производства Applied Memes).

При применении дельта-сигма преобразования, следует учитывать, что в цифровой последовательности аналого-цифрового преобразователя на выходе дециматора помимо входного сигнала появляются дополнительные помехи. Этот дополнительный шум состоит из нескольких составляющих, а именно: равномерный тепловой шум элементов, специфический шум дельта-сигма модулятора, шум наложения и собственные колебания. Влияние теплового шума элементов из анализа исключим, так как эта составляющая известна, и основной метод снижения её заключается в правильном выборе комплектующих.

Рассмотрим более подробно другие шумовые составляющие.

Для исследования характеристик дельта-сигма модулятора целесообразно использовать параметр передискретизации *OSR* (*oversampling*). Параметр *OSR* ($OSR = 2F_0\tau$, F_0 - средняя частота сигнала, τ - период квантования дельта-сигма модулятора АЦП) показывает во сколько частота квантования превосходит минимальную частоту дискретизации, определяемую по теореме Котельникова.

Используя параметр *OSR*, можно оценить интегральные шумы дельта-сигма модулятора АЦП в полосе частот полезного сигнала в зависимости от его порядка *r* по формуле [11]:

$$n_0(r) = e_{rms} \frac{\pi^r}{\sqrt{2r+1}} (OSR)^{(r+0.5)} \quad (1)$$

где n_0 - аппроксимированное значение шума в полосе частот сигнала (В); e_{rms} - величина кванта дельта-сигма модулятора (В).

Теоретический мгновенный динамический диапазон (МДД) дельта-сигма модулятора с одноканальным цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП) можно рассчитать (без учета прочих шумов) по формуле [9]:

$$МДД = \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{2r+1}{2r\pi} \right) \cdot (OSR)^{2r+1} \quad (2)$$

Из приведенных формул (1-2) следует, что наиболее предпочтительно использовать модулятор, имеющий более высокий порядок *r*. При низком (или заданном) порядке дельта-сигма модулятора для увеличения значения МДД до требуемого необходимо повышать его частоту квантования ($F_{кв} = 1/\tau$), и чем выше реализованная частота квантования $F_{кв}$, тем в более высокой частотной области смещается специфический шум дельта-сигма модулятора. Естественно, что повышение частоты квантования требует в последующем пропорционального увеличения количества вычислений, поскольку соответственно возрастает количество отсчетов на заданном времени усреднения цифрового фильтра. Реальное значение частот квантования дельта-сигма модуляторов для сейсмических сигналов составляет от 64 кГц до 1 МГц.

Шумы дельта-сигма модулятора проявляются, как правило, только при измерении собственных шумов канала регистрации при малом периоде дискретизации (0,25 мс и менее) и на верхней частоте среза фильтра. При проектировании сейсмического регистрирующего канала необходимо задавать частоту работы дельта-сигма модулятора, при которой обеспечивается снижение шума модулятора до уровня теплового в области спектра полезного сигнала, а мгновенный динамический диапазон будет определяться только последующей фильтрацией. При использовании комплекта микросхем: дельта-сигма модулятора четвертого порядка CS5372 и фильтра CS5376A (Cirrus Logic, Inc., USA), - задача снижения шумов дельта-сигма модулятора ниже уровня тепловых помех решена на периодах дискретизации до 0,25 мс.

К специфическим шумам относятся и собственные колебания модулятора, которые проявляются при измерении собственных шумов канала регистрации. Известно, что дельта-сигма модулятор может функционировать как преобразователь напряжение-частота. Таким образом, если на вход модулятора подать напряжение (условно) поль- вольт, то он начнет обрабатывать собственное напряжение смещения. У качественных модуляторов его величина может составлять от долей до единиц и десятков микровольт, и напряжение модулятора начинает колебаться около этой величины.

Ввиду малой величины собственного напряжения смещения, частота колебаний является низкой, и колебания попадают в область полезного сигнала, как гармоника с частотой в диапазоне от 0,5 до 100 Гц. Средняя частота существования (появления) несбалансированных бит, неуравновешенных последующим битом обратной полярности, пропорциональна входному напряжению. При «нуле» на входе модулятора формируется последовательность -1,1,-1,1,-1,1..., среднее значение которой равно 0. При подаче максимального по амплитуде входного сигнала U_{max} на выходе модулятора формируется цифровая последовательность 1,1,1,1,1..., то есть выходная частота не уравновешенных единиц составит $F_{кв}$. Для получения на выходе гармоники собственных колебаний F_g необходимо задать смещение $U_{см}$ равное $U_{см} = U_{max} \cdot F_g / F_{кв}$. Эту гармонику можно наблюдать только при аппаратном измерении собственного шума тракта регистрации, когда вход измерителя нагружается на эквивалент источника. При спектральном анализе такая помеха отображается как гармоника, превышающая равномерный тепловой шум на 6–10 дБ. Следует подчеркнуть, что собственные колебания проявляются только в режиме измерений собственных шумов. Их наличие свидетельствует только о смещении нуля в тракте измерения. Для устранения этого явления, например, в модуляторах CS5321 и CS5372 имеется вывод «OFST». Подача управляющего нулевого сигнала, который добавляет на вход смещение в несколько милливольт, что смещает частоту колебаний в высокочастотную область за пределы рабочей полосы. Следовательно, для исключения этой помехи достаточно подачи на вход модулятора реального сигнала с действующим значением напряжения 10 – 20 мВ.

При использовании других модуляторов, например, дельта-сигма модулятора второго порядка ADS1201 (Texas Instruments Inc., USA), необходимо принудительно добавить напряжение смещения нуля, значение которого можно учесть при цифровой обработке. Другим методом борьбы с колебаниями можно считать добавление небольшого сигнала, например, гармонического, не попадающего в полосу пропускания цифрового фильтра. Реальный сейсмический сигнал, в

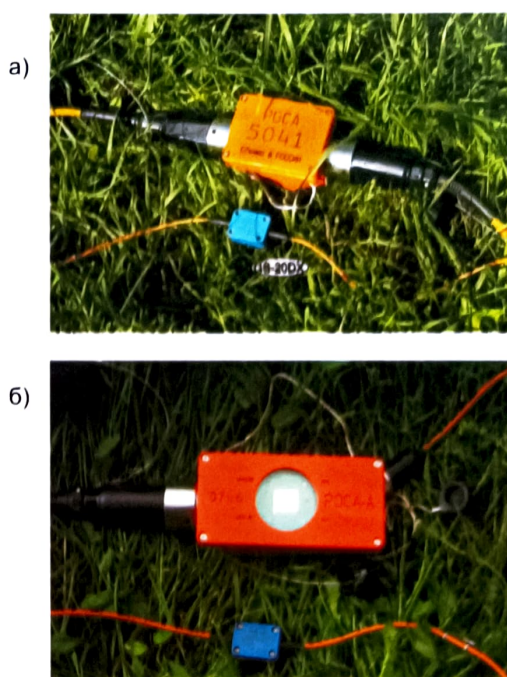


Рис.1. Сейсмические регистраторы: а) телеметрический РОСА; б) автономный РОСА-А

спектре которого присутствие собственных колебаний не обнаруживается, также успешно решает данную проблему.

Наиболее существенное влияние на реальный мгновенный диапазон может оказать, так называемый, эффект наложения спектров (обусловленный дискретизацией сигнала), в результате которого возможно фактическое снижение разрядности АЦП с ожидаемых 24 до 18 (16) разрядов. При анализе этой проблемы необходимо учитывать фильтрующие свойства последовательности операторов: «антиалиасинговый» фильтр и цифровой фильтр-дециматор. Передаточная характеристика общего (суммарного) фильтра представляет собой произведение передаточных характеристик всех последовательно включенных фильтров в тракте регистрации сейсмических данных. При этом отметим, что антиалиасинговый фильтр должен подавить на входе модулятора все спектральные составляющие сигнала вплоть до половинной частоты квантования ($F_{кв}/2$). В противном случае высокочастотные гармоники ($>F_{кв}$) отобразятся в области полезного сигнала, что равносильно увеличению шума и, соответственно, снижению динамического диапазон регистрации.

В качестве антиалиасингового фильтра выступают не только простые RC-фильтры, устанавливаемые на входе АЦП, но также среда и геophone. Назначением дополнительного цифрового фильтра является подавление гармоник входного сигнала до значений, частота которых превышает $F_{кв}/2$. После процедуры децимации (проживания данных) устранение помех от наложения необратимо. С учетом цифровой фильтрации в последующем, первая гармоника, которая может быть отображена в рабочей полосе регистрации, если она будет находиться в пределах от 512 кГц - $F_{кв}/2$ до 512 кГц.

Измерительный сейсмический канал РОСА

Аналого-цифровой преобразователь измерительного канала РОСА построен с использованием дельта-сигма модулятора 4-ого порядка CS5372 (Cirrus Logic, Inc.), который имеет частоту модуляции 512 кГц и наилучшее из всех коммерчески доступных модуляторов отношение сигнал/шум в полосе частот до 1000 Гц.



ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

Таблица 1. Основные технические характеристики регистраторов РОСА и РОСА-А

параметры	РОСА	РОСА-А
тип регистратора	телеметрический	автономный
количество каналов регистрации	4	4
аналого-цифровой преобразователь	24 bit	
интервал дискретизации, мс	0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0	
регистрируемые частоты	0-3200 Гц	
мгновенный динамический диапазон	135 дБ (16 мс) 130 дБ (4 мс) 125 дБ (1 мс)	
коэффициент усиления, дБ	0, 6, 12, 18, 24, 30, 36	
общий динамический диапазон	более 146 дБ	
коэффициент нелинейных искажений	менее 0,0005%	
взаимные влияния между каналами	менее минус 110 дБ	
действующее значение напряжения шума канала, приведенное ко входу при усилении (дБ)	менее 0,16 мкВ (36 дБ)	
потребляемая мощность в рабочем режиме	менее 0,25 Вт на канал	менее 1,7 Вт на регистратор
способ питания, аккумулятор	на 60 каналов	на модуль
габариты регистратора	200x98x75 мм	245x105x70 мм
масса регистратора	1,3 кг	1,6 кг
диапазон рабочих температур	от минус 40°C до плюс 60°C	
максимальная длительность регистрации, отсчетов на канал	32 768	250·10 ⁶
погрешность синхронизации GPS, мкс	<0,1	
объем энергонезависимой памяти, Гб	—	2
нестабильность частоты опорного генератора	—	<10 ⁻⁸
время автономной работы, суток	—	не менее 10
исполнение	IP67, пылевлагозащищенное, допустимо погружение в воду	

Для цифровой фильтрации и децимации производитель предлагает интегрированный фильтр CS5376A, который имеет сложную структуру, включающую последовательность из многих фильтров (рис. 3). Заметим, что децимация выполняется после каждой фильтрации. В результате, например, первый фильтр 5-го порядка позволяет снизить частоту следования одноканальных данных с 512 кГц до 64 кГц, но уже многобитных. Последующая фильтрация на 4-х фильтрах позволяет получить 24-х битные данные, следующие с частотой 4000 Гц, и дальнейшая многократная фильтрация дает на выходе отчеты с частотами квантования с нижней границей до 1 Гц. Поскольку, для фильтрации в микросхеме CS5376A используются не только КИХ-фильтры, но и рекурсивные, то для установки начальных условий приходится использовать сигнал синхронизации (MSYNC), обеспечивающий приведение фильтра в начальное исходное состояние.

При реализации сейсмического канала регистрации РОСА был разработан оригинальный КИХ-фильтр, позволяющий посредством одного линейного оператора получить полную высококачественную передаточную характеристику АЦП. Построенный КИХ-фильтр для АЦП сейсмического канала РОСА представляет собой «sinc»-фильтр с импульсной характеристикой типа функция $\sin(x)/x$, перемноженной на взвешиваю-

щее окно для ограничения количества элементов и подавления эффекта Гиббса на частотной характеристике (рис. 2).

Фильтр работает следующим образом: дельта-сигма модулятора $X(t_i)$ записывается с частотой $F_{\text{кв}} = 512$ кГц в ОЗУ. Данных достаточно для хранения 128 отсчетов. Данные записываются в первой половине второй его половине хранятся коэффициенты фильтра. По команде на выдачу отчета АЦП в момент t_i запускается микропрограммный автомат. Последовательно считывая дельта-сигма модулятора из ОЗУ, можно восстановить всю предысторию отчетов $X(t_i)$. Одновременно происходит и считывание коэффициентов фильтра $K(\tau_m)$.

Децимированные отчеты на выходе АЦП $Y(t_i)$ вычисляются по формуле:

$$Y(t_i) = \sum_{m=0}^{M-1} K(\tau_m) \cdot X(t_i - \tau_m),$$

где $0 \leq m \leq M-1$, M — количество действующих коэффициентов фильтра $K(\tau_m)$;

$\tau_m = m \cdot \Delta t$

t_i — время выборки, $t_i = i \cdot \Delta t$, $i = 1..I$;

Δt — интервал дискретизации сейсмической записи на выходе АЦП;

$\Delta t \cdot I = T_s$ — длительность сейсмической записи;

$K(\tau_m)$ — импульсная дискретная характеристика фильтра.

Преимущества однократной свертки подобного фильтра в сравнении с множеством последовательно-включенных фильтров (многократных сверток), как в CS5376A (рис. 3), заключаются в следующем:

упрощаются вычисления, несмотря на большое их количество, поскольку перемножаются коэффициенты $K(\tau_m)$ — на ± 1 , а не многозначные числа.

— фильтр является линейно-фазовым и имеет групповую задержку равную половине своей импульсной характеристики;

— КИХ-фильтры, в отличие от рекурсивных, не требуют фазовой синхронизации в начале сеанса (установки исходного значения в «0»), что, заметим, не всегда верно, если на входе ненулевое значение входного сигнала (напряжения);

— проще реализовать сложную АЧХ фильтра и, соответственно, импульсную характеристику, которая и есть набор коэффициентов.

Вычисления децимированных отчетов $Y(t_i)$ производятся сразу по 4-м каналам одновременно с использованием одних и тех же коэффициентов фильтра $K(\tau_m)$. Для уменьшения шумов округления при вычислении, разрядность сумматора выбрана, равной 35 + знак, на выход АЦП поступают только старшие 23 разряда и знак. Коэффициенты $K(\tau_m)$ нормированы таким образом, чтобы при смене частоты преобразования, величина выходного кванта осталась неизменной. Учитывая значительную скорость вычислений, коэффициенты фильтра $K(\tau_m)$, при смене частоты квантования, обязательно переписываются из медленного последовательного ПЗУ в скоростное ОЗУ, где хранятся и сами данные.

Внутреннее тестирование встроенным тестовым генератором показывает, что параметры оригинального цифрового КИХ-фильтра нижних частот обеспечивают, например, на периоде квантования 1 мс линейный участок в полосе частот от 0 до 400 Гц и подавление в области задержания свыше 120 дБ.

Система управления измерительного канала РОСА, включающая одновременную организацию

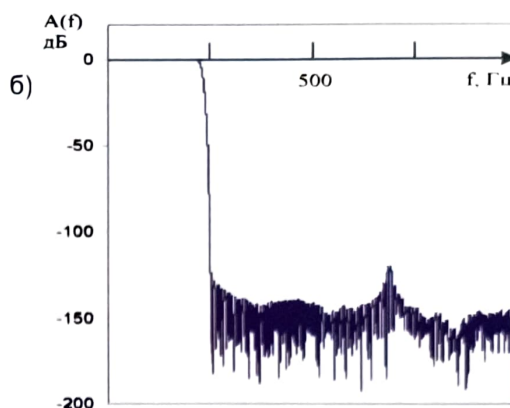
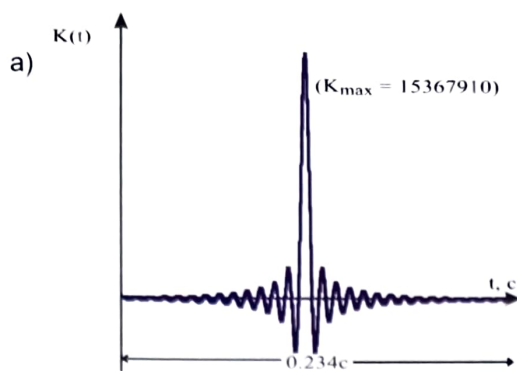


Рис. 2. Импульсная (а) и амплитудно-частотная (б) хар-ки цифрового КИХ-фильтра АЦП регистратора РОСА, интервал дискретизации 1 мс

нескольких независимых процессов, реализована на перепрограммируемых логических матрицах сверхвысокой степени интеграции. Генератор тестовых сигналов регистратора РОСА построен на принципах дельта-сигма цифрового аналогового преобразователя (уровень нелинейных искажений сигналов меньше 0,0005 %) и обеспечивает высококачественный автономный метрологический контроль.

Телеметрическая система РОСА

Телеметрическая система РОСА с высокоскоростным каналом сбора и передачи данных в реальном времени это аппаратно-программный комплекс, объединяющий регистрирующие полевые модули различной конструкции (для суши, транзитных зон, открытой воды), сетевые элементы иерархической структуры, систему распределенного питания, кабельное хозяйство [5]. Система РОСА позволяет построить площадную систему наблюдений различной конфигурации, обеспечивая многоканальную (свыше десяти тысяч) регистрацию сейсмических данных. Распределенная система телеметрии обеспечивает в реальном времени надёжно защищённую передачу цифровых потоков (команд управления и сейсмических данных) со скоростью до 16 Мбит/с по одной линии связи [7].

В качестве центральной станции используется РС-совместимый компьютер под управлением операционной системой MS Windows (NT 5.1). Интерфейс пользователя является дружелюбным, обеспечивает быструю настройку оборудования и прямой оперативный доступ ко всем параметрам полевой системы наблюдения. Встроенное метрологическое обеспечение позволяет выполнять на действующей расстановке контроль технического состояния пространственно распределенной системы сбора и регистрации

данных. Автоконфигурирование системы РОСА при старте обеспечивается режимом «Plug&Play», в котором сбор команд состояний и сейсмических данных выполняется по всем активным линиям системы наблюдения. Для настройки полевой расстановки достаточно передать по сейсмической линии связи пакет данных размером 160 бит.

Электроника и программное обеспечение станции РОСА позволяют использовать её в ведущем и ведомом режимах, а также в пассивном режиме, выполняя синхронизацию всей расстановки по сигналам точного времени GPS-приёмника с погрешностью менее 1 мкс.

Отличительные характеристики телеметрической системы РОСА:

- портативный 4-х канальный сейсмический регистратор;
- регистрация данных высокоразрешающих съёмки;
- иерархический принцип сбора данных;
- работа в ведущем, ведомом и пассивном (мониторинг) режимах;
- синхронизация по сигналам точного времени (GPS) по всей расстановке;
- значительное по спецификации внутреннее самотестирование;
- мониторинг системы в реальном времени;
- дружественный интерфейс;
- возможность масштабирования и изменения конфигурации для реализации различных методов и технологий сейсмических исследований;
- высокая надёжность и снижение эксплуатационных затрат на полевом этапе выполнения поисково-разведочных работ.

Бескабельная система на основе автономных регистраторов РОСА-А

Автономный регистратор РОСА-А включает следующие основные функциональные блоки: четырёхканальный 24-х разрядный АЦП РОСА; устройство управления; блок внутреннего контроля; генератор тестовых сигналов; твердотельную Flash-память; GPS-приёмник; высокостабильный термостатированный тактовый генератор; модуль энергонезависимой памяти [6].

Автономные регистраторы РОСА-А позволяют выполнять сейсмические наблюдения в заданных пунктах приёма без предварительной временной привязки, используя высокоточную систему синхронизации времени. Система синхронизации включает GPS-приёмник, встроенный прецизионный тактовый генератор (нестабильность опорной частоты составляет менее 10^{-8}) и встроенную систему автоподстройки. Как правило, для синхронизации используется GPS-приёмник, который позволяет синхронизировать любое количество регистраторов вне зависимости от продолжи-

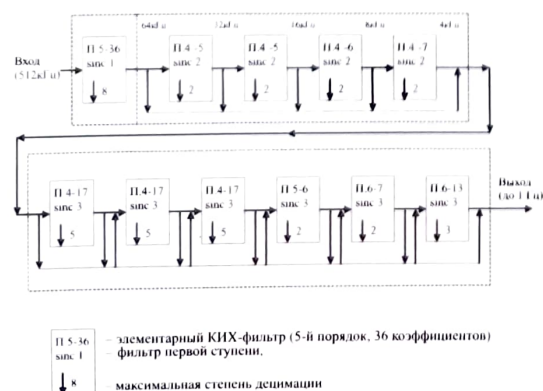


Рис. 3. Структурная схема фильтра-SINC (CS5376A)

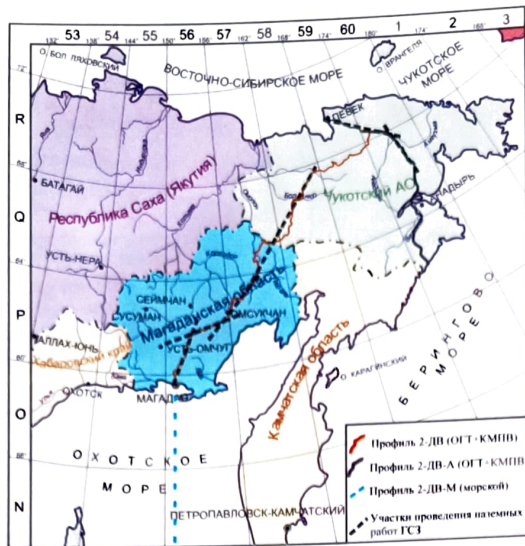


Рис. 4. Схема расположения опорных геофизических профилей 2-ДВ, 2-ДВ-А, 2-ДВ-М

тельности их работы. Режим синхронизации с использованием внутреннего генератора включается только в случае нестабильности приема радиосигналов GPS-приемника.

При программировании режима работы, помимо задания частоты квантования и коэффициента усиления, возможно конфигурирование входов АЦП на работу с внутренним генератором тестовых сигналов для диагностики параметров канала регистрации без использования дополнительных приборов. Контролируются следующие параметры: шумы, максимальный неискаженный сигнал регистрации, коэффициент нелинейных искажений, подавление синфазной помехи, коэффициент взаимного влияния, идентичность коэффициентов усиления, сопротивление и импульсная характеристика подключенного геофона, правильность настроек регистрации.

В качестве энергонезависимой памяти используются промышленные Flash-карты ёмкостью до

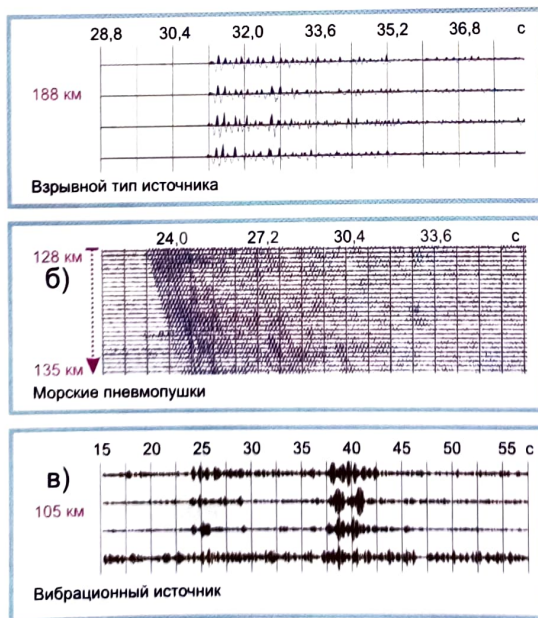


Рис. 5. Сейсмические записи на открытом канале автономной регистрации РОСА-А:

а) взрывы в водоёмах, (опорный профиль 2-ДВ, Чукотский АО); б) морские пневмоизлучатели СИН-6М, объем 80 л, (2-ДВ-М, Магаданская обл.); в) вибратор ЦВП-40, пиковая сила воздействия 400 кН, ЛЧМ (10,5-6,0 Гц), длительность излучения 60 минут, (2-ДВ-А, Чукотский АО)

4Гб с возможностью их замены. Информация на карту используется файловая система FAT16 (32), которая обеспечивает многоуровневое защищенное хранение данных с высокой скоростью передачи (передача данных по беспроводным каналам). Для конфигурирования автономного регистра используется любой персональный компьютер, например Notebook, с USB портом и операционной системой, поддерживающей файловую систему FAT и накопители USB Mass Storage. При подключении регистратор к компьютеру он представляется пользователю как жёсткий диск, аналогично USB FlashDrive).

На основе автономных регистраторов РОСА-А можно сформировать пространственно распределённую бескабельную систему регистрации сейсмических данных с практически неограниченным количеством точек наблюдения.

Отличительные характеристики бескабельной системы РОСА-А:

- портативный 4-х каналный сейсмический регистратор;
- высокоточная внешняя синхронизация по сигналам спутниковой системы GPS;
- свободный режим работы с сейсмическими источниками колебаний;
- регистрация данных высокоразрешающих съёмок;
- выполнение съёмки без предварительной разбивки пикетов;
- исключается неисправность сети из-за отдельного регистратора;
- экономичность за счет исключения аналого-цифровых линий связи;
- многоуровневое защищенное хранение информации, высокая скорость передачи больших объемов информации.

Результаты производственного опробования автономных регистраторов РОСА-А

В 2006-07 гг. автономные регистраторы РОСА-А были использованы при производственных работах методом ГСЗ на Северо-Востоке России [7]. Сейсмические работы были проведены (рис. 4) на геотраверсах 2-ДВ (п-ов Кони — о. Врангеля) и 2-ДВ-А (Певек — Валунистое) в наземном варианте (Чукотский АО) и в варианте «суша-море» (Магаданская область) с использованием источников различного типа: вибраторов, взрывов и морских пневмоизлучателей. В качестве датчиков использовались сейсмоприёмники СВ-5, объединенные в точечную группу из 8 штук.

В первом случае регистраторы РОСА-А были запрограммированы на автономную работу продолжительностью 10 суток, и практически была показана надежность работы регистраторов в условиях высоких широт при особо высоком фоне статического электричества. Полученный материал с использованием взрывов и мощных передвижных вибраторов ЦВП-40 [2] характеризуется высоким отношением сигнал/помеха, на сейсмограммах четко прослеживаются преломленные волны в первых вступлениях и поле отраженных волн в последующих (рис. 5а, 5в).

В системе наблюдения «суша-море» возбуждение упругих колебаний осуществлялось на акватории Охотского моря с использованием 80 л. При морских пневмоизлучателях объёмом 80 л наземной регистрации было использовано 10 автономных регистраторов РОСА-А, расположенных на интервале в 100 км. Перед установкой на профиль регистраторы программировались на режим непрерывной записи длительностью около 50 часов. За двое суток было выполнено около 20 импульсных воздействий с периодом около 2 минут, что в плане составляло примерно 250-300 м.

В целом полученные сейсмограммы ГСЗ «суша - море» имеют хорошее качество по уровню сигнальной составляющей в целевом диапазоне регистрации на удалении до 250 км от источника (рис. 5б).

Выводы и рекомендации

Можно считать экономически выгодным вариант построения бескабельной пространственно распределенной сейморазведочной системы на основе автономных регистраторов РОСА-А для выполнения достаточно длительных высокочастотных сейсмических измерений (в том числе сейсмического мониторинга и детальных глубинных исследований методом ГСЗ) в наземном варианте и в варианте «суша - море».

Особо отметим, что технология работы с предлагаемой бескабельной системой сбора сейсмических данных обеспечивает регистрацию информации по свободному расписанию с различными источниками возбуждения упругих колебаний, в том числе и с вибрационными. Система наблюдений может состоять из сверхбольшого количества пунктов приёма, распределённых с переменной плотностью по площади исследований, при этом работоспособность сети сбора не страдает из-за отключения или неисправности отдельных полевых регистраторов.

При условии сбора данных в реальном времени, регистрацию можно реализовать с экономичным использованием телеметрической системы РОСА, имеющей аналогичный по техническим характеристикам сейсмический измерительный канал. Телеметрическая система РОСА с высокоскоростным каналом сбора и передачи данных в реальном времени обеспечивает проведение многомерных работ (2D, 3D, 4D), интерактивность технологического процесса с различными источниками возбуждения упругих колебаний и, следовательно, высокое качество

первичных данных (ГС-9С).

Сейсмическая система сбора данных на основе регистраторов семейства РОСА (телеметрических и автономных) по функциональным и техническим характеристикам соответствует лучшим зарубежным аналогам, обладает патентной чистотой, а по соотношению цена-качество превосходят зарубежные станции, поставляемые в Россию.

Литература

1. Дебют регистрирующей системы Scorpion, Input/Output/ Oil & Gas Eurasia, 2006, 12.
2. Еманов А.Ф., Кузнецов В.Л., Сагайдачная О.М., Сальников А.С., Соловьев В.М. Технология региональных исследований методом ГСЗ с вибрационным источником. / Приборы и системы разведочной геофизики, 2004, 3.
3. Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Шмыков А.Н. Опыт построения российских многоканальных телеметрических станций для сейсмических исследований (СТС-24 – СТС-24Р – РОСА) / Приборы и системы разведочной геофизики, - 2003, 2.
4. Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Шмыков А.Н. Распределённая телеметрическая система регистрации сейсмических данных в реальном времени / Приборы и системы разведочной геофизики, 2004, 4.
5. Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Шмыков А.Н. Вопросы и ответы по телеметрической сейсмостанции РОСА/ Приборы и системы разведочной геофизики, - 2005, 3.
6. Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Сальников А.С., Шмыков А.Н., Щегольков А.В. Автономные регистраторы РОСА-А для высокочастотных сейсмических наблюдений. / Приборы и системы разведочной геофизики, 2006, 2.
7. Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Сальников А.С., Шмыков А.Н., Щегольков А.В. Первые результаты производственного опробования автономных регистраторов РОСА-А при работах ГСЗ/ Приборы и системы разведочной геофизики, 2006, 4.
8. Федотов С.А. Телеметрические системы – этапы развития/ Приборы и системы разведочной геофизики, 2005, 3.
9. Delta-sigma modulation. From Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Sigma-delta_modulation
10. Flavell Smith J. How a new cable-less land seismic survey acquisition system was born/ FIRST BREAK, February 2006, v 24.
11. Mixed-signal and DSP design techniques. Analog Devices Technical Reference Books, Copyright © 2000 by Analog Devices, Inc. Printed in the USA.
12. Muse R. Acquiring Seismic With Input/Output System Four/ Oil & Gas Eurasia, 2006, 5.
13. Peebler B., Friedemann C. From PC to iPod, How Step-Change Drives Land Seismic/ Oil & Gas Eurasia, 2006, 3.



ООО “ФИРМА”ГЕОСЕЙС”

**Разработка,
производство,
продажа,
импульсных
источников
“ГЕОТОН”.**

G

**Предоставление в
аренду
телеметрического
сейсморегирующего
оборудования.**

N

E

S

**ШТАБ
ОПЕРАТИВНОЙ
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ
ПОМОЩИ**

O

**Продажа, сервисное
обслуживание
и предоставление
в аренду сейсмических
вибраторов.**

Адрес: 123104, г. Москва, Сытинский тупик, д. 3, оф. 2

Тел./факс: (495) 202 32 17, 202 32 27

e-mail: geoseis@col.ru, geoton@geoton.ru, <http://www.geoton.ru>



Цифровая система сбора данных морской сейсморазведки

П.И. Коротин, А.С. Чашин, Э.С. Эйдельман, Институт прикладной физики РАН, г. Н. Новгород,
ОАО «Водтрансприбор», г. С.-Петербург

Наблюдающееся повсеместно развитие морских сейсморазведочных работ вызывает совершенствование технических средств и технологий в производстве морских сейсмоков и систем сбора данных для них. В мировой практике наметилась тенденция применения твердотельных (кабельных) кос как наиболее практичных и экологически безопасных. Специфика задачи выдвигает на первое место качество аппаратуры и методов обработки сигналов, которое в состоянии окупить затраты на разработку нового поколения оборудования.

В настоящее время российские суда, выполняющие морские сейсморазведочные работы, оборудованы системами сбора данных зарубежного производства. Отечественная промышленность для геологоразведочных целей такого оборудования серийно не производит. Особенно опасна тенденция найма иностранных фирм для геологоразведочных работ. Между тем, имеющийся в оборонной промышленности научно-производственный задел по созданию твердотельных гидроакустических антенн с высокими тактико-техническими характеристиками, а также разработанная на современном уровне и серийно производимая аппаратная часть и программно-математическое обеспечение в короткие сроки могут оснастить морскую сейсморазведку вполне конкурентоспособным современным отечественным оборудованием. Производственный потенциал отечественных предприятий позволит производить эту продукцию в нужных объемах.

Использование собственной технологии оградит отечественную промышленность от технологической зависимости, ибо сегодня этот рынок монополизирован западными компаниями, которые не допускают Россию к новинкам и не дают нашим судам конкурировать в геологоразведке.

В существующих системах морской сейсморазведки используют в качестве приемных устройств, в основном, буксируемые жидкозаполненные косы, в состав которых входят:

- пассивные секции, содержащие группы гидрофонов, соединительные и транзитные провода, силовые тросы и шланговую полиуретановую оболочку, заполненную легкой жидкостью (изопарафинами). В головной и концевой частях секций находятся соединительные муфты, состоящие из силового и электрического разъемов.

- телеметрические цифровые модули, устанавливаемые между пассивными секциями. Модули, обслуживающие, как правило, 12 приемных групп гидрофонов, выполняют предварительную обработку, аналого-цифровое преобразование и передачу данных по телеметрическому каналу в бортовое устройство сбора и архивирования.

- аксессуары — буксирные бесприборные секции, грузовые секции, секции-амортизаторы, концевые буйи и др.

- бортовое устройство управления сбора и архивирования на машиночитаемых носителях.

Имеется система контроля и диагностики состояния косы в процессе работы. Однако, используемые системы, обладают рядом принципиальных недостатков:

- жидкий наполнитель не является полностью биологически безопасным при разливе в окружающую воду, а утечки происходят практически постоянно;

- жидкозаполненные секции имеют большой диаметр (55 мм) и, как следствие, значительную массу и большое гидродинамическое сопротивление;

- телеметрические модули имеют диаметр больший, чем диаметр шланга, а вместе с муфтами имеют длину 0,5 м, что не дает возможности эквидистантно расположить гидрофоны в группе, а также создает дополнительные шумы при обтекании модулей;

- телеметрические модули обслуживают малое количество приемных групп;

- секции имеют низкую ремонтопригодность при частых обрывах и протечках, а крупный ремонт должен выполняться на стационарной базе;

- регулировка плавучести косы требует больших затрат времени и труда.

Альтернативой жидконаполненным косам являются твердотельные, которые начал применять ряд зарубежных фирм. Примером могут служить косы Seal System фирмы «Sercel». Они по конструкции аналогичны жидконаполненным, но отличаются достаточно жестким полимерным наполнителем. Остальные характеристики аналогичны жидкозаполненным косам.

После объединения существующих на специализированных отечественных предприятиях оборонной промышленности разработок получена качественно новая система, обладающая высокими техническими и эксплуатационными параметрами для применения в 3D или 4D морской сейсморазведке, направленной на поиски месторождений углеводородного сырья.

Электронные устройства размещены непосредственно внутри твердотельных кос при этом обеспечена отбечаемость мест соединения отдельных секций. Секции полностью унифицированы. Обеспечен их оперативный ремонт и конфигурирование заборной части непосредственно в районе работ на борту судна. Диаметр сейсмочосы доведен до 42 мм, что снижает уровень шумов обтекания, обеспечивает высокую эксплуатационную надежность, возможность использования спускоподъемных устройств значительно меньших габаритов, массы и мощности и, соответственно, дает возможность установки на судах меньшего водоизмещения. Максимально возможная длина косы — 16 км. Для передачи использована цифровая 24-битная телеметрическая система. Разработаны приемники с пониженной вибросочувствительностью.

Система обеспечивает выполнение цикла «возбуждение — приём» по заданной программе, архивирует полученные сейсмические данные на машиночитаемые носители, а также принимает и архивирует данные датчиков глубины, курса, навигации и др., полученные по цифровому каналу, и транслирует все данные в локальную сеть. Бортовое устройство системы производит контроль и управление положением косы и пневмоисточников, контролирует положение концевой буйи, а также тестирует все электро-

Конструкция модуля.

Число групп, шт	6
Число датчиков в группе, шт	16
База группы, м	12,5
Шаг группы (расстояние между центрами), м	12,5
Пьезопреобразователи (датчики): Тип	цилиндрические виброустойчивые
Чувствительность, мкВ/Па, не менее	220
Виброустойчивость датчиков, мВ/г, не более	0,5
Емкость, пФ	8000
Встроенные электронные блоки	
Контроллер группы, шт.	6
Репитер модуля, шт.	1
Силовой трос	арамидный
Наружный диаметр, мм	не более 42
Материал заполнителя	полиуретановый эластомер
Погонный удельный вес конструкции, г/см ³	0,96
Радиус изгиба минимальный, мм	500
Разрывное усилие максимальное, кН	50
Температура окружающей среды, °С	-40...+50
Влажность, %	100
Солёность воды, ‰	весь диапазон
Максимальная глубина погружения, м	100
Срок службы, лет	7

нные узлы и блоки в процессе сбора. Архивация данных выполняется в международном формате SEG-D (8048 IEEE), совместимом со стандартными пакетами обработки.

Забортное устройство системы (сейсмокоса) выполнена из унифицированных твёрдотельных (кабельных) секций со встроенными электронными блоками. Для объединения сигналов от секций сейсмокосы в единую систему сбора используется репитер. В каждой секции находится 64 канала, обслуживающих группы приемников. Каждый сейсмический канал обслуживает собственный контроллер, который выполняет предварительную обработку данных и передачу их на репитер. Секция из 64-х сейсмических каналов при базе группы приемников 12,5 м имеет длину ~800 м. Максимально может быть объединено до 20 секций. Конструктивно одна секция собирается из модулей длиной по 75 м.

Бортовое устройство (станция) состоит из блоков сбора данных (по числу одновременно используемых сейсмокос), управляющего компьютера, блока питания косы и локальной бортовой сети для пакетной обработки данных.

Станция обеспечивает приём цифрового потока данных с репитеров сейсмокос на блоки сбора данных и поступление его по шине USB 2.0 в ПК для архивирования на носитель в унифицированном демультимплексном формате SEG-D.

Блок-схема системы сбора показана на рис. 1.

Станция обеспечивает приём и архивирование данных всех служебных каналов, имеет возможность контроля и управления положением косы и источников сигнала.

Общий поток цифровых данных на управляющий ПК поступает через порт USB2.0. На управляющий ПК поступают также данные от систем навигации, оперативной диагностики и др. ПК также контролирует питание косы и выполняет служебные функции.

Репитер предназначен для восстановления и усиления сигналов, передаваемых по стандарту RS485, а так же для обеспечения унификации отдельных модулей. Репитер встраивается непосредственно в разъемное соединение (муфту). Встроенный электронный блок удлинит муфту не более чем на 0,1 м, что обеспечивает равномерное размещение гидрофонов в приемной базе (при стандартном шаге гидрофонов в приемной группе 0,6 м).

В основе системы сбора лежит контроллер (рис. 2) с сигнальным процессором для предварительной обработки сигнала. Прототипом цифрового приемника для сейсмоакустической косы является цифровой гидроакустический приемник (ЦГП), разработанный в Институте Прикладной Физики РАН и внесенный в Государственный реестр средств измерений.

Габариты платы контроллера — 52х20 мм. С его выхода поступает 24-х разрядный цифровой сигнал, обработанный по предварительно загруженной программе. К цифровому каналу связи могут быть подключены и другие цифровые устройства произвольного типа. На данный момент известно несколько аналогов со стандартными протоколами цифровой связи. Примером



Рис.2. Контроллер цифрового сейсмического приемника.

могут быть гидрофоны широкого назначения фирмы «Naxys» или гидрофоны для сейсморазведки фирмы «SUBSEA SYSTEMS INC». Сравнительная характеристика гидрофонов фирмы «Naxys» и ЦГП по цифровым потокам и массогабаритным размерам приведена ниже в Табл. 1.

По скорости передачи и потреблению ЦГП

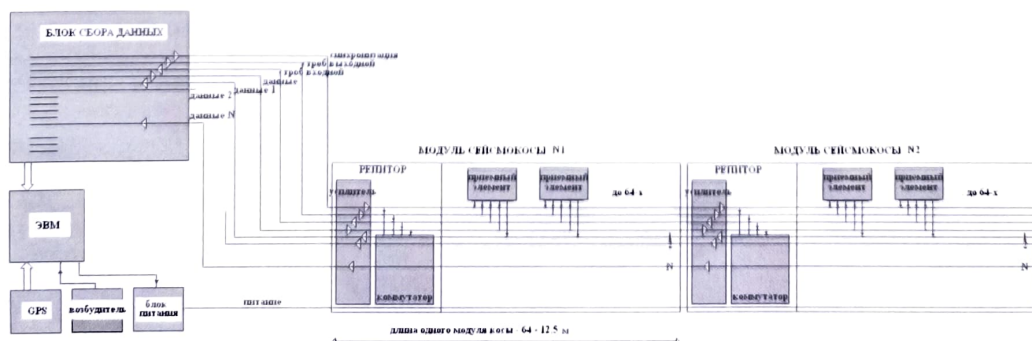


Рис.1. Блок-схема системы сбора данных (показаны 2 секции).

превосходит гидрофон фирмы «Naxys» с протоколом передачи RS485/RS232 больше чем на порядок. По сравнению с гидрофоном с протоколом Ethernet 100BASE, ЦГП проигрывает по скорости связи 5 раз, но зато выигрывает в потреблении по току почти в 40 раз. Потребление отдельного гидрофона оказывает существенное влияние на массогабаритные параметры питающей линии.

Управляющая ЭВМ станции задает режимы

Один оператор полностью выполняет функции по обслуживанию процесса с оперативному контролю качества данных может обратиться к любому модулю сейсмы и проверить любой элемент. В реальном времени оператор может отображать сейсмы, служебную информацию и гистограммы сигналов и их спектров.

Для архивирования данных организуется локальная сеть, использующая типы машиночитаемых носителей, согласованные с Заказчиком.

Таблица 1. Сравнительная характеристика гидрофонов

Тип связи	ЦГП	Фирма «Naxys»	Фирма «Naxys»
	Rs485синхронный	RS485/RS232	Ethernet 100BASE
Внешний вид Гидрофонов			
Поток/дальность	115кБод/6000м 2 МБод /600м 12 МБод /160м 20 МБод /100м	115кБод/1000м 230кБод/350м 460кБод/200м 960кБод/80м	100Мбит/100м
Потребление	0,12 Вт	2,4 Вт	~ 4,8 Вт
Масса (г)	120	375	900
Размеры (мм)	30×130	35×250	70×250

работы цифровых приемников, позволяет проводить конфигурацию цифровых групп и ретрансляторов, обновлять их внутренне программное обеспечение и т.д. ЭВМ интегрирована в стойку (рис.3) вместе с оборудованием для питания буксируемой косы и ее диагностики, устройствами сбора и оперативного анализа поступающей информации и служебных данных, архивирования данных и контроля в реальном масштабе времени.

Окончательная обработка осуществляется в пакетном режиме после записи файлов данных. Компьютер пакетной обработки находится в локальной сети с управляющим компьютером. В режиме пакетной обработки выполняется конвертирование файлов данных и реализация различного типа алгоритмов 3D и 4D сейсморазведки для оперативного анализа результатов съемки.



Рис.3. Стойка управляющего компьютера.

Телеметрическая аппаратура ВСП для скважинно-наземных наблюдений

В.Л. Беляев, ОАО «СКБ сейсмического приборостроения», г. Саратов
В.Г. Божедомов, Д.Ю. Пятницкий, ООО «Специальные геофизические системы», г. Саратов

Темпы развития технических средств ведения разведки в нефтяной и газовой геофизике таковы, что стала совершенно реальной возможность достаточно широкого производственного использования теоретических и опытно-методических наработок второй половины прошлого столетия в области многоволновой и поляризационной сейсмоки.

Широкополосные телеметрические системы для наземных наблюдений, высокоточные сейсмоприемники-велосиметры и акселерометры, трехкомпонентные полноразрядные скважинные зонды в принципе обеспечивают геофизика информацией, пригодной для анализа вещественного состава глубинных горизонтов, получения достоверных оценок таких характеристик среды, которые непосредственно связаны с параметрами нефтегазоносности целевых горизонтов.

В современной технологии МВС актуальным является комплексирование данных наземной сейсморазведки ЗС с данными исследования сейсмического волнового поля во внутренних точках среды. При этом нередко возникают проблемы с точностью используемых полевых данных, особенно если таковые получены в разное время и с аппаратурой сильно разнящейся по своему классу.

Известный интерес в данной связи при решении многих задач МВС могут представлять полевые регистрирующие комплексы, способные выполнять совместные скважинно-наземные наблюдения в единой временной шкале от одного источника колебаний под контролем общей управляющей программы. Здесь, не говоря об экономической стороне вопроса, гораздо проще решаются проблемы синхронизации всех технических средств ведения разведки, настройки, проверки и документирования параметров системы, организации массивов данных и многое другое.

Аппаратной основой такого полевого комплекса могут служить разработки ООО «Специальные геофизические системы» и ОАО «СКБ сейсмического приборостроения» (г. Саратов).

В его состав входят:

- скважинная телеметрическая аппаратура «ВСП-24»;
- комплект наземных телеметрических модулей;
- бортовой информационно-регистрирующий

Таблица 1. Показатели назначения СМ

Количество аналоговых каналов на модуль	4
Период квантования	0.25; 0.5; 1; 2; мс
Тип применяемых сейсмоприемников	Электродинамический или пьезоэлектрический
Межканальная перекрестная наводка, не более	-80 дБ
Фазовый сдвиг между выборками сигналов	отсутствует
Объем буферного ОЗУ модуля	448 кбайт
Максимальное количество регистрируемых дискретных выборок сейсмических сигналов одного возбуждения, не менее	16000
Скорость передачи данных по каротажному кабелю	1/24 МБод
сверху вниз	1/24, 1/12, МБод
снизу вверх	
Формат передачи данных	Manchester-2
В модуле используется механика АСПУ-48 (г. Октябрьский)	
Рабочая температура	до 125 °С

комплекс;

-управляющие программные средства.

Общая функциональная схема комплекса приведена на рис.1.

Его скважинная часть рассчитана на работу с подъемником, оснащенным трехжильным каротажным кабелем и устройством управления источником сейсмических возбуждений типа ССВ, ГСР.

Скважинная телеметрическая аппаратура «ВСП-24» состоит из скважинного зонда ВСП и кабельного модуля-ретранслятора.

Скважинный зонд ВСП имеет от трех до шести сейсмических полноразрядных ЗС модулей (СМ),

Модуль ретранслятор (МР) согласует зонд с каротажным кабелем и организует двусторонний

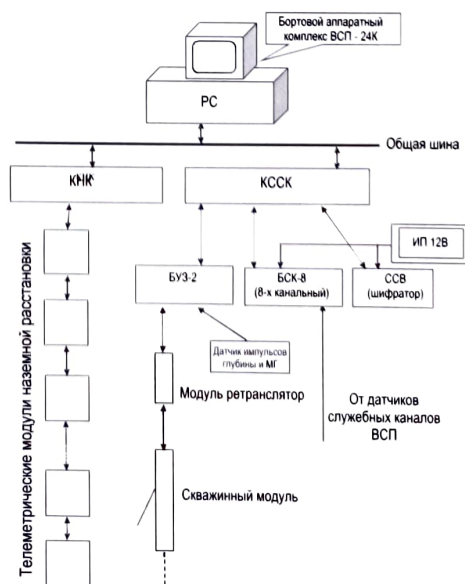


Рис.1 Общая функциональная схема комплекса

Таблица 2. Характеристики сейсмического канала скважинного модуля

Входной импеданс	
- для дифференциального сигнала	20/67000
- для синфазного сигнала	5/28000
Максимальный входной сигнал	
- дифференциальный	1 В эфф
- синфазный от пика до пика	5 В
Коэффициент ослабления синфазного сигнала, не менее	80 дБ
Фиксированный коэффициент усиления	0, 12, 24, 36 дБ
Погрешность	$\pm 0,25\%$
Коэффициент нелинейных искажений, не более	0,001 %
Уровень собственных шумов канала при максимальном коэффициенте усиления и в полосе частот от 3 до 100 Гц	0,12
Динамический диапазон сейсмического канала, не менее	130 дБ
Мгновенный диапазон сейсмического канала, не менее	100 дБ
Коэффициент взаимных влияний между каналами, не более	- 80 дБ
Частотный диапазон сейсмического канала	
- нижняя граничная частота	0 Гц
- верхняя граничная частота	1652 Гц
Параметры цифрового фильтра нижних частот	
- граничная частота	1652 Гц при $T_{кв} = 0,25$ мс 824 Гц при $T_{кв} = 0,5$ мс 412 Гц при $T_{кв} = 1$ мс 206 Гц при $T_{кв} = 2$ мс
Коэффициент подавления в полосе заграждения, не менее	120 дБ
- фазо - частотная характеристика	линейная
Разрядность Дельта - Сигма АЦП	знак+23p мантиссы

Таблица 3. Технические характеристики БУЗ-2

Напряжение питания, В,	220 $\pm$ 10%
Потребляемая мощность, Вт, не более	200
Пределы регулировки напряжения питания двигателя, В,	0-110
Напряжение питания электроники скважинного модуля, В,	50 - 60
Масса, кг, не более	4,5
Габаритные размеры, мм, не более (высота х ширина х глубина)	250х330х130

Таблица 4. Характеристики информационных каналов БСК-8

Число сейсмических каналов	8
Период дискретизации, мс	0,25; 0,5; 1; 2
Относительная погрешность дискретизации, %, не более	0,005
Фиксированный коэффициент усиления, дБ	0; 12; 24; 36
Амплитудная неидентичность между каналами, %, не более	0,2
Фазовая неидентичность между каналами, мкс, не более	20
Входной импеданс, кОм/пФ	
- для дифференциального сигнала	20/67000
- для синфазного сигнала	5/28000
Коэффициент ослабления синфазного сигнала, дБ, не менее	86
Максимальный входной сигнал, В, не менее	1,0
Уровень собственных шумов, при максимальном усилении канала, в полосе частот от 3 до 100 Гц, мкВ, эфф, не более	0,1
Частотный диапазон сейсмического канала, Гц	0...1652
Входной динамический диапазон, дБ, не менее	130
Коэффициент взаимных влияний между каналами, дБ не более	минус 100
Мгновенный диапазон сейсмического канала, дБ, не менее	100
Напряжение питания, В	(12,5 $\pm$ 2,5)
Максимальная мощность потребления, Вт, не более	
- для 4 х канального варианта исполнения	2,5
- для 8 ми канального варианта исполнения	4
Масса, кг, не более	3,8
Габаритные размеры, мм, не более (высота х ширина х глубина)	200х230х130

помехозащищенности в режиме обмена геофизической и служебной информацией между скважинным наземной частью комплекса. В нем также реализована аппаратура канала ГК, а опционально может быть установлен и локатор муфт (ЛМ), который при работах в обсаженных скважинах бывает отнюдь не лишним.

Показатели назначения СМ приведены в Таблице 1, а основные характеристики сейсмического канала модулей в Таблице 2.

Функционально скважинный зонд обеспечивает:

- формирование тестовых воздействий и проверку сейсмодатчиков и измерительных каналов;

- синхронное аналого-цифровое преобразование информации от сейсмодатчиков;

- запись информации в буферную память;

- прием по кабельной ТЛС ответной информации от зонда от бортового управляющего компьютера;

- контроль предельной рабочей температуры скважинных модулей;

- формирование и передачу по кабельной ТЛС ответной информации от зонда на бортовой управляющий компьютер.

МР выполняет опрос всех СМ в режиме считывания, согласовывает скважинный зонд с коротажным кабелем, служит источником стабилизированных питающих напряжений для сейсмических модулей, обеспечивает гамма-каротаж в процессе профилирования скважины, что позволяет при интерпретации повысить точность привязки данных ВСП.

Бортовой аппаратный комплекс «ВСП-24» (БАК) включает в себя промышлен-

ленный компьютер, содержащий контроллер скважинных и служебных каналов (КССК), контроллер наземных каналов (КНК), блок шифратора системы синхронизации возбуждения, восьмиканальный блок служебных каналов (БСК-8) печатающее устройство (опционально), блок питания (ИП-12), программное технологическое обеспечение.

Функционально БАК обеспечивает:

- управление через КССК работой скважинного зонда, прижимных устройств всех СМ и контроль их рабочих режимов;
- управление через КНК работой наземных телеметрических блоков сбора данных (БСД) и всех служебных каналов;
- прием синхронизирующих команд от ССВ-2 и синхронизацию всей аппаратуры;
- прием и передачу команд от всех управляемых элементов комплекса;
- сбор, хранение, обработку и визуализацию информации;
- питание наземной и скважинной аппаратуры.

Блок управления зондом БУЗ-2 (Таблица 3) выполняет следующие функции:

- выработка и автоматическая регулировка напряжения питания двигателей прижимных устройств скважинного модуля;
- автоматическое отключение напряжения питания двигателей при достижении током заданного порогового значения;

-питание электроники скважинного модуля;
-согласование входных и выходных сигналов телеметрии связи скважинного модуля и контроллера КССК.

Блок служебных каналов (БСК-8) служит для регистрации аналоговых сигналов вспомогательных каналов станции синхронно с регистрацией сейсмических сигналов каналами скважинного зонда. Управление блоком и считывание данных осуществляет компьютер станции через контроллер КССК с помощью технологической программы аппаратного комплекса станции ВСП.

По согласованию с заказчиком БСК-8 поставляется в 4-х канальном или 8-ми канальном варианте.

Блок питания (ИП-12) обеспечивает стабилизированным напряжением 12 В оборудование бортового аппаратного комплекса ВСП.

В качестве наземной расстановки в рамках данного комплекса могут выступать телеметрические или линейные станции разработки ОАО «СКБ сейсмического приборостроения», связанные с оборудованием бортового аппаратного комплекса ВСП через общую шину и соответствующим образом запрограммированный КНК. Технологическое программное обеспечение наземной станции, при этом, задействуется практически без каких-либо доработок.



World Leader in Magnetotellurics PHOENIX GEOPHYSICS

- Многофункциональная и специализированная электроразведочная аппаратура для всех наземных EM методов. Высокоточная GPS синхронизация всех приборов.
- Датчики, приёмники, генераторы, мониторинговые системы, вспомогательное оборудование.
- Полный комплект аппаратурно-технических средств и программного обеспечения для выполнения полевых измерений, обработки и интерпретации. Русифицированная документация. Сдача под ключ на объекте Заказчика.
- Централизованное обучение обслуживающего персонала и курсы повышения квалификации в России. Гарантийное сервисное обслуживание в течение трех лет



Toronto

Системы в полном комплекте для поисков, разведки, мониторинга и научных исследований

Тел: +1 416 491-7340 Факс: +1 416 491-7378 www.phoenix-geophysics.com mail@phoenix-geophysics.com

Система синхронизации возбуждения ССВ-2. Технические возможности и совершенствование программного обеспечения

В.Л. Беляев, И.Г. Ливеровский, Б.А. Вейхт, ОАО «СКБ Сейсмического приборостроения», г.Саратов

Система синхронизации возбуждения ССВ-2 появилась на рынке геофизического оборудования в 2000 г. Её применение разрешено Гортехнадзором России. Разрешение №«РСС 04-15033» от 24 апреля 2000 г.

Разработанная 7 лет назад система претерпела незначительные конструктивные изменения: уменьшены габариты и вес блока; кнопки управления заменены на более удобные и надежные; введена схема защиты по питанию.

В то же время, программное обеспечение ССВ-2 регулярно обновляется и совершенствуется. Исправляются неточности, обнаруженные в ходе эксплуатации системы, вводятся дополнительные возможности, учитывающие пожелания пользователей, разрабатываются новые программы, обеспечивающие работу с конкретным источником возбуждения.

Как правило, необходимость в разработке новых программ возникает при использовании ССВ-2 для работы с импульсными источниками возбуждения. Это обусловлено многообразием импульсных источников, требующих специализированных сигналов управления и контроля, и необходимостью передачи на сейсмостанцию контрольной информации о качестве работы импульсного источника.

Целью настоящей статьи является освещение технических возможностей ныне выпускаемой системы синхронизации ССВ-2 и существующих в настоящее время вариантов её технологического программного обеспечения.

ССВ-2 предназначена для работы в составе многоканальных сейсмостанций отечественного и зарубежного производства при проведении сейсморазведочных работ с применением взрывных и импульсных источников возбуждения сейсмических колебаний.

ССВ-2 состоит из двух и более блоков синхронизирующих универсальных (БСУ), один из которых устанавливается на сейсмостанции и программируется шифратором, остальные устанавливаются на пунктах возбуждения и программируются дешифраторами.

Основными задачами системы являются: обеспечение синхронности запуска сейсмостанции и источников возбуждения; регистрация сигналов с контрольных датчиков, расположенных на пунктах возбуждения и передача их на сейсмостанцию. При работе с взрывными источниками дешифратор системы синхронизации обеспечивает подрыв зарядов, а также прием и передачу на сейсмостанцию сигналов отметки моментов и вертикального времени. При работе с импульсным невзрывным источником каждый дешифратор формирует импульс запуска источника и осуществляет прием и передачу на сейсмостанцию сигнала с датчика момента срабатывания источника.

Передача команд и информации между блоками системы ССВ-2 производится по радиоканалу или по проводам. Система работает

с УКВ радиостанциями как отечественного, так и импортного производства.

Таким образом в каждом БСУ предусмотрены два основных варианта работы, один из которых предназначен для работы со взрывным, а другой, – с невзрывным импульсным источником. Любой из вариантов работы может быть оперативно выбран при включении блока. Имеется несколько вариантов программ для БСУ в зависимости от типов невзрывных источников и методики работы с ними. Необходимая для работы программа может быть загружена пользователем с компьютера в блок через интерфейс RS-232.

Все задаваемые параметры блока, в том числе и тип блока (шифратор, дешифратор или ведомый шифратор), сохраняются в энергонезависимой памяти БСУ и при очередном включении блока устанавливаются такими же, как при последней работе.

ССВ-2 обеспечивает:

- высокую точность синхронизации начала записи сейсмостанции и запуска источника возбуждения;

- программирование в широких пределах энергии подрыва заряда;

- работу в режиме группирования сейсмостанций;

- синхронизацию запуска группы импульсных источников возбуждения;

- возможность синхронизации возбуждения и определения координат местоположения сейсмостанции и источников возбуждения с помощью встроенных в блоки приемников GPS;

- запись информации о возбуждении в энергонезависимое запоминающее устройство дешифратора и передачу ее по радиоканалу в шифратор;

- считывание зарегистрированных данных в компьютер, задание параметров блоков, загрузку различных версий программного обеспечения через интерфейс RS-232;

- защиту от несанкционированного доступа;

- взаимозаменяемость блоков;

- надежную работу в широком диапазоне рабочих температур.

В Таблице 1 приведены эксплуатационные и технические характеристики системы ССВ-2.

Система ССВ-2 всегда поставляется с двумя программами, одна из них базовая, предназначенная для работы с взрывным источником, а другая программа специализированная, предназначенная для работы с невзрывным импульсным источником возбуждения.

Работа системы с взрывным источником обеспечивается базовой программой и осуществляется по традиционной схеме.

Шифратор передает на дешифратор кодированную команду на взрыв и формирует сигнал "командная отметка момента" для запуска сейсмостанции.

Дешифратор осуществляет прием и декодирование команды на взрыв и формирует импульс

Таблица 1. Эксплуатационные и технические характеристики системы ССВ-2

Эксплуатационные характеристики:

Напряжение питания, В	от 10 до 15
Потребляемый ток, не более:	
- в рабочем состоянии, А	0,5
- в спящем режиме, мА, не более	0,2
- дешифратором, при заряде накопительного конденсатора, А, не более	3
Диапазон рабочих температур, С	от -40 до +70
Габаритные размеры, мм	220×250×120
Масса, кг, не более:	
- со взрывмашинкой	4,5
- без взрывмашинки	3,8
Технические характеристики:	
Установка напряжения на конденсаторе взрывного устройства, В	50...500
Максимальная электрическая энергия подрыва, Дж	12,5
Максимальный ток подрыва, А	32
Ток проверки сопротивления боевой линии, мА, не более	1,2
Точность момента подрыва, мкс	±100
Программируемая задержка от сигнала СТАРТ ССВ до сигнала КОМ (шаг дискретизации 1мс), мс	300 - 0,999
Программируемая задержка послышки команды "Огонь" в боевую линию (шаг дискретизации 1 мс), мс	300 - 0,999
Диапазон измерения сопротивления, Ом	
- сейсмоприемника вертикального времени	0-4000
- боевой линии	0-200
Диапазон измерения момента первого вступления сейсмоприемника вертикального времени, мс	1-200
Параметры канала вертикального времени	
- полоса пропускания, Гц, не менее	3-620
- пиковое значение шума при Rr=2000 Ом, мВ, не более	0,1
- разрядность АЦП Знак+13р мантиссы	
- период дискретизации, мс	0,1

тока для подрыва заряда. Измерив время прихода сигнала «вертикальное время», дешифратор передает на шифратор кодовые послышки «подтверждающая отметка момента» и «вертикальное время».

Шифратор принимает кодовые послышки «подтверждающая отметка момента» и «вертикальное время» от дешифратора и формирует соответствующие сигналы для регистрации на вспомогательных каналах сейсмостанции. Кроме того, шифратор осуществляет прием от дешифратора численного значения параметра «вертикальное время» и выдачу его по RS-232 на сейсмостанцию.

В процессе каждого запуска системы записывается рапорт в память каждого блока. В рапорте шифратора фиксируется номер возбуждения и полученное из дешифратора численное значение ТВ. В рапорт дешифратора — номер возбуждения, измеренное численное значение ТВ, заданный порог срабатывания канала ТВ, значения выборок сигнала ТВ и другие данные. Рапорта блоков могут быть считаны и отображены компьютером с помощью специальной програм-

мы, поставляемой с системой.

Работа системы с невзрывным импульсным источником возбуждения обеспечивается той или иной специализированной программой, из имеющегося в распоряжении пользователя набора «невзрывных» версий. Эти версии поставляются с системой вместе с программой загрузки.

Рассмотрим особенности наиболее часто используемых вариантов специализированных программ для работы с невзрывными импульсными источниками возбуждения.

1) Вариант «Н4» — типовой, устанавливаемый изготовителем по умолчанию:

- запуск источника логическим импульсом (встроенная взрывмашинка не используется);

- формируется и передается на сейсмостанцию сигнал «Подтверждающая ОМ», соответствующий моменту подачи сигнала на запуск источника;

- регистрируется и передается на шифратор численное значение сигнала отметки момента;

- предусмотрен режим работы с накоплениями.

2) Вариант «Н6» — работа с пневмопушкой:

- запуск пневмопушки осуществляется от встроенной в блок взрывмашинки;

- заряд накопительного конденсатора начинается под действием команды, поступающей с шифратора, и осуществляется во время действия кодовой послышки «Подготовка»;

- передаваемый на сейсмостанцию сигнал «Подтверждающая ОМ» формируется под действием внешнего сигнала срабатывания источника;

- регистрируется и передается на шифратор численное значение ТВ.

3) Вариант «Н1» — для сейсмических работ на море:

- запуск системы синхронизации и запуск источника возбуждения осуществляется одним и тем же ведущим блоком системы, находящимся на пункте возбуждения;

- запуск ведущего блока производится от навигационной системы, запуск источника возбуждения производится логическим импульсом (встроенная взрывмашинка не используется);
- синхронный запуск сейсмостанции осуществляет ведомый блок по командам ведущего блока;

- ведущий блок регистрирует и передает на ведомый блок численное значение ОМ.

4) Вариант «Н5» — для работы с электромагнитным источником возбуждения типа «Енисей».

- запуск источника логическим импульсом (встроенная взрывмашинка не используется);

- предусмотрен режим работы с несколькими дешифраторами (до пяти);

- регистрируется сигнал с одного из датчиков ускорения (или суммарный сигнал с 4-х датчиков);

- передача на шифратор со всех дешифраторов оцифрованных выборок сигналов датчиков с целью отображения на мониторе компьютера;

- сохранение в памяти дешифратора зарегистрированных сигналов с датчиков.

Все эти версии остаются востребованными по настоящую пору. СКБ СП старается обновлять каждую из этих версий. Кроме того, ведутся работы по созданию новых версий. Так, в настоя-

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

шее время разрабатывается ПО для работы с несинхронным импульсным источником типа «падающий груз». Программа будет осуществлять управление аппаратным комплексом «сейсмостанция-система синхронизации-источник», обеспечивая синхронизацию начала регистрации с моментом возбуждения источника.

По желанию потребителя система ССВ-2 может комплектоваться тестером, позволяющим оперативно контролировать работоспособность и параметры блоков БСУ.

Тестер ССВ-2 предназначен для проверки следующих параметров блоков:

- напряжения заряда накопительного конденсатора дешифратора и величины его емкости;
- величины импульса тока (энергии подрыва) в боевую линию;
- величины тока проверки сопротивления боевой линии;
- точность срабатывания канала вертикально-го времени;
- точность синхронизации моментов запуска сейсмостанции от шифратора и подачи тока в боевую линию от дешифратора.

Тестер представляет собой прямоугольный пластмассовый корпус, на передней панели которого размещены разъемы для подключения выходных логических сигналов шифратора и дешифратора, разъем, с выхода которого снимается сигнал, имитирующий импульс сейсмоприемника, жидкокристаллический индикатор и шильд-клавиатура. Наличие шильд-клавиатуры позволяет оперативно выбирать и запускать требуемый режим проверки блоков. Результаты проверки воспроизводятся на индикаторе и записываются во Flash-память. Каждая запись сопровождается этикеткой с указанием времени измерения и датой, автоматически отсчитываемыми встроенными часами реального времени.

В верхнем торце корпуса размещены разъемы для подключения к гнездам «БОЕВАЯ ЛИНИЯ» дешифратора.

В нижнем торце корпуса расположен разъем для подключения внешнего источника или порта компьютера. Результаты измерений, записанные во Flash-память тестера, могут считываться по RS-232 в компьютер и отображаться на его дисплее.

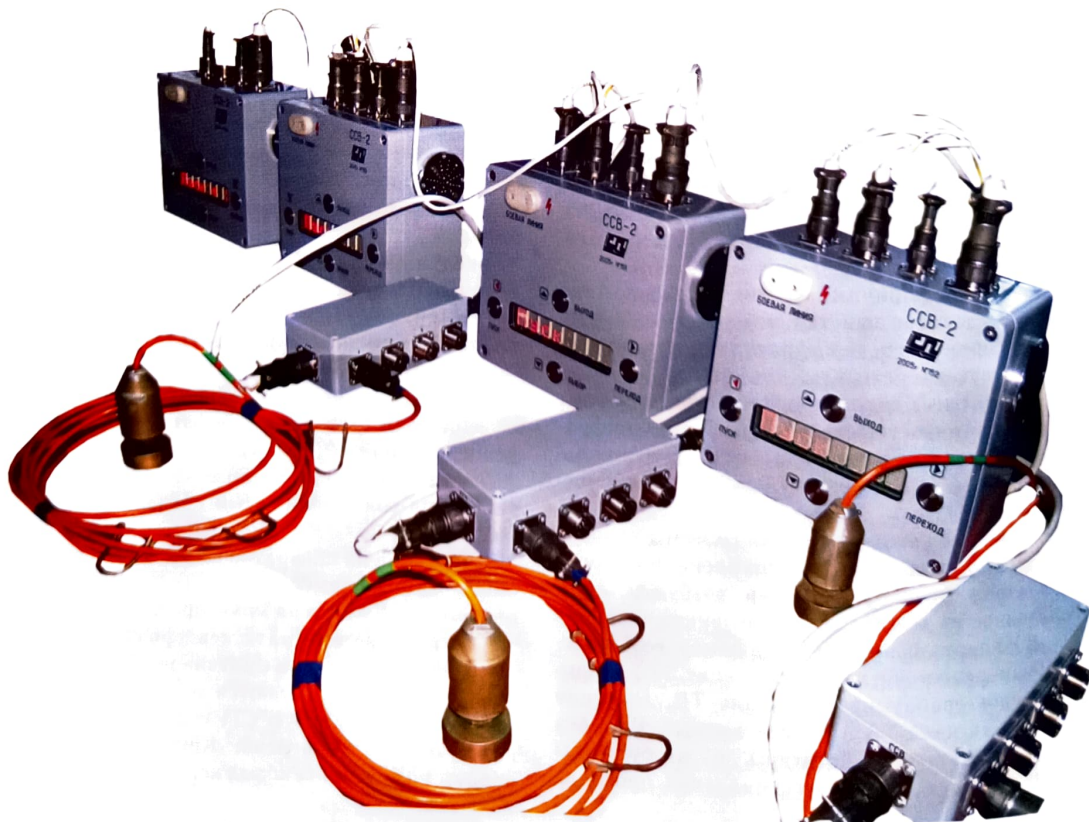
Указанные в Таблице 2 потребительские характеристики тестера ССВ-2 при наличии достаточно полного набора режимов тестирования позволяют надеяться, что он будет востребован на рынке геофизического оборудования.

К настоящему времени в эксплуатации находятся более 100 систем ССВ-2. Нашей

Таблица 2. Основные потребительские характеристики тестера ССВ-2

Габаритные размеры, мм, не более	210×110×60
Вес, кг, не более	0,8
Питание - аккумуляторная батарея (11...14) В или встроенный источник питания типа «Крона»	
Рабочий температурный диапазон	(-20 - +70) °С

аппаратурой пользуются более 40 геофизических предприятий на территории России и стран ближнего зарубежья. СКБ СП осуществляет авторский надзор за выпущенной продукцией, оказывает при необходимости техническую помощь при запуске системы и в процессе ее эксплуатации, предлагает потребителям новые версии программного обеспечения, разрабатывает и поставляет варианты программ, учитывающих индивидуальные требования заказчиков.



Телеметрическая сейсмическая станция SGD-SET для инженерных геофизических исследований

Область применения и назначение

- "Инженерные сейсмические исследования, системы сейсмического мониторинга техногенных объектов и т.п.
- "Усиление, аналого-цифровое преобразование, запоминание и накопление в энергонезависимом ЗУ сейсмических данных
- "Отображение зарегистрированных данных на экране встроенного графического индикатора.
- "Количество каналов регистрации - 192 и дополнительных (служебных) каналов регистрации - два
- "Две линии (интерфейс RS-485) для подключения полевых модулей
- "Интерфейс для подключения системы синхронизации SGD-S для взрывных источников и системы синхронизации SGD-SP для электромагнитных импульсных источников "ТЕОТОН" ("ЕНИСЕЙ") возбуждения сейсмических колебаний
- "Две линии ("RS-485") для подключения акселерометра SGD-ADSS для источников типа "кувалда" или "падающий груз"
- "Ёмкость встроенного энергонезависимого ЗУ, при длительности регистрации 2000 отсчётов - 600 физических наблюдений



Основные технические данные звена полевых модулей SGD-SET/LU

- "количество полевых модулей в неразъёмном звене - 6, 8, 10 или 12 (определяется заказом)
- "масса звена из восьми полевых модулей с расстоянием между ними 12,5 (10, 5 или 2,5) м - 13 (12, 11 или 10) кг

Основные технические данные полевого модуля SGD-SET/FU

- "количество каналов регистрации - два (или один)
- "тип встроенного геофона для регистрации продольной составляющей сейсмического сигнала - GS-32CT
- "тип встроенного геофона для регистрации поперечной составляющей сейсмического сигнала - GS-20DX-2B
- "уровень собственных шумов регистрирующего канала - 0,25 мкВ
- "коэффициент предварительного усиления регистрирующего канала - 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 и 128
- "мгновенный динамический диапазон регистрации сигнала - 105 дБ
- "частотный диапазон регистрируемого сигнала от 0 до 245 (490, 980, 1960 и 3920) Гц
- "период квантования регистрируемого сигнала - 2, 1, 0,5, 0,25 и 0,125 мс
- "коэффициент нелинейных искажений регистрирующего канала - не более 0,005%
- "количество разрядов АЦП типа дельта-сигма - 23 плюс знак
- "диапазон рабочих температур от минус 40 до + 60 °С
- "максимальная потребляемая мощность - 0,6 Вт

Тестер геофона SGD-TG – – повышение качества регистрации сейсмических данных и снижение стоимости сейсморазведочных работ

А. А. Будченко, В.П. Черепанов, ООО НПК «СибГеофизПрибор», г. Новосибирск

В сентябре 2006 года ООО НПК «СибГеофизПрибор» завершило разработку тестера геофонов SGD-TG (в дальнейшем – Тестера), первый образец которого был представлен на международной геофизической конференции-выставке «Санкт-Петербург 2006», которая проходила в г. Санкт-Петербурге с 16 по 19 октября 2006 года.

В феврале 2007 года была изготовлена первая партия из десяти приборов, которые были переданы производственным организациям: ООО «Фирма «Геосейс» (г. Москва), «ИркутскГеофизика» (г. Иркутск), ОАО «Вашнефтегеофизика» (г. Тюмень), ОАО «Татнефтегеофизика» (г. Бугульма) и ОАО «Самаранефтегеофизика» (г. Самара). К началу полевых сезонов 2007-2008 годы мы планируем изготовить и поставить 25 – 30 тестеров геофонов SGD-TG.

Толчком для разработки ещё одного тестера геофонов послужил анализ выпускаемых в настоящее время различными фирмами приборов, предназначенных для тестирования геофонов, а также отзывы производственников о качестве и надёжности работы данных приборов.

В настоящее время, учитывая высокие требования, которые предъявляются ЗАКАЗЧИКОМ к качеству сейсморазведочных работ, потребность производственных геофизических предприятий России можно оценить

примерно 80-100 приборов в год, с учётом срока службы прибора 5 лет.

В Таблице 1 ниже приведены сравнительные характеристики выпускаемых тестеров геофонов SGD-TG (НПК «СибГеофизПрибор», г. Новосибирск), SMT-300 (Input/Output Inc., USA), SMT-200 (I/O Sensor Nederland bv), SGT (Sercel France), Bird Dog II (USA) и TECT-СП (КПК, г. Саратов).

Рассмотрим основные недостатки существующих приборов.

1) невозможность работы в автономном режиме и полевых условиях – TECT-СП.

2) низкая производительность – TECT-СП.

3) работа только под управлением персонального компьютера (ПК) или карманного персонального компьютера (КПК) – SGT, Bird Dog II и TECT-СП.

4) англоязычный пользовательский интерфейс и как следствие длительный процесс обучения и повышенные требования к квалификации персонала – SMT-300, SMT-200, SGT и Bird Dog II.

5) низкая надёжность (не «полевые» размеры и необходимость периодической переустановки программного обеспечения) и не удобство эксплуатации (очень маленькие клавиши управления) при использовании КПК в составе тестера – SGT и Bird Dog II.

Таблица 1. Сравнительные характеристики тестеров геофонов

	SGD-TG Россия	SMT-300 I/O, USA	SMT-200 I/O, USA	SGT Sercel	Bird Dog II USA	TECT-СП Россия
Проверяемые параметры						
Полярность	да	да	да	да	да	да
Уровень шумов, мкВ	да	да	да	да		
Сопротивление утечки, Мом	1...100	1...100	0,1...1000		0,1...1000	нет
Элек. сопротивление катушки, Ом	1...65535	20...200000	20...9999		1...10000	10...65000
Импеданс электрической цепи, Ом	1...65535	20...200000	20...99999		1...10000	нет
Собственная частота геофона, Гц	1,5...100	1...100	1...100		0,5...200	5...100
Коэффициент затухания колебаний	0,1...0,85	0,1...0,85	0,1...0,85		0,1...0,9	0,1...0,85
Коэфф. преобразования, мВ/(см/с)	1...65535	0...9999	0...9999		0...9999	1...9999
КНИ, %	0,01...30	0,01...20	0,01...20		0...100	0,1...20
Основные технические данные						
Встроенная библиотека геофонов	99 типов					
Пользовательская библиотека	30 типов					
Количество записей проверки	20000		16000			
Время проверки геофонов, сек	15					30
Внешний датчик температуры	есть	есть	есть	есть		
Диапазон измерения температуры	-40...70°C		-40...80°C			
Звуковая сигнализация	есть		есть	есть	есть	
Часы/календарь реального времени	есть	есть	есть	есть	есть	
Интерфейс для подключения ПК	USB		RS-232			Ethernet
Процессор (ADSP..., КПК или ПК)	ADSP...	ADSP...	ADSP...	КПК	КПК	ПК
Встроенная аккумуляторная батарея	да	да	да	да	да	нет
Время непрерывной работы, час	8	20				нет
Напряжение питания (зарядки*), В	10,5...15*	12...30*				220 В, 50 Гц
Диапазон рабочих температур, °C	-20...60	-20...50	-20...60	-40...70		5...35
Габаритные размеры (без АБ*), мм	240x150x58	260x135x96	270x110x6	15x12x8**	280x144x76	410x210x280
Масса (без АБ*), кг	2,5	2,75	0*	0,9	1,4	10

6) «сырое» программное обеспечение - SMT-300 и SGT;

7) недостаточное сервисное обслуживание - SMT-300, SMT-200, SGT и Bird Dog II.

Одним словом, необходимо было разработать надёжный рабочий «кирпич», который обеспечивал бы высокую производительность проверки, не требовал особых условий эксплуатации и квалифицированного персонала, но в то же время обеспечивал высокий уровень качества проверки (тестирования) геофонов — первичных датчиков регистрации сейсмического поля.

И такой «кирпич» был создан ООО НПК «СибГеофизПрибор» в сентябре 2006 года.

Тестер предназначен для измерения параметров как отдельных геофонов, так и групп геофонов различной конфигурации.

Для работы Тестера не требуется подключение к компьютеру или к внешнему источнику питания. Встроенная аккумуляторная батарея с напряжением 6 Вольт и ёмкостью 3,3 Ампер-часов обеспечивает непрерывную работу Тестера в автономном режиме без подзарядки не менее 8 часов. Тестер имеет встроенное зарядное устройство, которое обеспечивает зарядку встроенной аккумуляторной батареи от внешнего источника питания или аккумуляторной батареи с напряжением 12 Вольт. На время зарядки работу Тестера можно не прерывать.

Тестер имеет встроенную энергонезависимую память для сохранения результатов тестирования геофонов и самотестирования. Объём памяти достаточен для сохранения 32756 записей. Для разгрузки накопленных данных используется внешний компьютер, подключаемый через USB-интерфейс. Данные перезаписываются в компьютер в виде двух файлов - в один файл записываются данные тестирования геофонов (групп геофонов), во второй - данные самотестирования. Файлы имеют текстовый формат, пригодный для импорта в программы электронных таблиц (например, в MS Office Excel).

В памяти Тестера хранится библиотека с эталонными данными о геофонах, разделённая на две части: постоянную и пользовательскую. Постоянная библиотека не редактируется и не стирается. Пользовательская библиотека создается самим пользователем путем копирования записей из постоянной библиотеки с последующим редактированием. Данные из пользовательской библиотеки можно свободно удалять.

Тестер оснащен выносным датчиком температуры для коррекции результатов тестирования геофонов.

Программное обеспечение Тестера может быть обновлено пользователем самостоятельно через USB-интерфейс без вскрытия корпуса прибора. Файл с новой версией программного обеспечения пользователь может получить по электронной почте.

Основные технические данные.

Собственная частота геофона

-диапазон измерения от 1,5 Гц до 100 Гц;

-относительная погрешность измерения, не более $\pm 1\%$;

-разрешение 0,01 Гц.

Коэффициент затухания колебаний геофона

-диапазон измерения от 0,1 до 0,85;

-относительная погрешность измерения, не более $\pm 1,5\%$;

-разрешение 0,001.

Коэффициент преобразования (чувствитель-

ность) геофона

-диапазон измерения от 0 до 65535 мВ/(см/с)*;

-относительная погрешность измерения, не более $\pm 2\%$;

-разрешение 1 мВ/(см/с).

*Коэффициент преобразования вычисляется по результатам измерений других параметров геофона с использованием эталонного значения массы подвижной системы геофона, приводимого производителем геофона.

Электрическое сопротивление катушки геофона

-диапазон измерения от 0 до 65535 Ом;

-относительная погрешность измерения, не более $\pm 1\%$;

-разрешение 1 Ом.

Электрическое сопротивление измеряется на постоянном токе.

Коэффициент нелинейных искажений геофона

-диапазон измерения от 0 до 30%;

-абсолютная погрешность измерения, не более $\pm 0,01\%$;

-разрешение 0,01%.

Импеданс электрической цепи геофона

-диапазон измерений от 0 до 65535 Ом;

-разрешение 1 Ом.

Сопротивление утечек геофона

-диапазон измерения от 1 МОм до 100 МОм;

-относительная погрешность измерения, не более $\pm 5\%$;

-разрешение 0,1 МОм.

Сопротивление утечек измеряется при постоянном напряжении не более 3,0 В.

Внешний датчик температуры

-диапазон измерения от минус 40°C до +70°C;

-относительная погрешность измерения, не более $\pm 1,5^\circ\text{C}$;

-разрешение 1°C.

Длительность тестирования геофона (группы геофонов), не более 15 с.

Подключение тестера к компьютеру осуществляется через интерфейс USB, совместимый с USB 2.0 full speed (12Мбит/с) self-powered (без потребления энергии от компьютера).

Электропитание:

-тип батарей — необслуживаемая свинцово-кислотная;

-время непрерывной работы без подзарядки аккумуляторной батареи не менее 8 час;

-длительность зарядки встроенной аккумуляторной батареи не более 10 час;

-диапазон напряжений внешнего источника питания постоянного тока от 10 В до 16 В.

Тестер предназначен для эксплуатации в условиях, исключающих прямое воздействие атмосферных осадков (дождь, снег и т.п.), при относительной влажности от 5 до 95% и диапазоне рабочих температур от минус 20°C до +60°C.

Габаритные размеры тестера не более 240x150x64 мм.

Масса тестера без аксессуаров не более 2,5 кг.

Краткое описание и порядок работы.

Работа с тестером начинается с диагностики прибора — пункт № 5 «ДИАГНОСТИКА» главного меню. В режиме диагностики проверяется работа дисплея (целостность экрана дисплея, подсветка, контрастность), клавиатуры, звуковой сигнализации, генератора тестового сигнала (частота и амплитуда тока) и самоконтроль тестера.

При выполнении данного пункта меню

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



Рис. 1 Тестер геофонов SGD-TG

производится проверка характеристик измерительного тракта. Проверка занимает около 4 секунд, после чего полученные данные выводятся на экран. При проведении самоконтроля к измерительному тракту подключаются внутренние эталонные резисторы с номиналом 1,00 кОм (проверка КНИ, сопротивления, импеданса, собственного шума и смещения) и 10,0 МОм (проверка утечек).

Список проверяемых характеристик:

- коэффициент нелинейных искажения измерительного тракта;
- напряжение постоянного смещения измерительного тракта;
- собственный шум измерительного тракта, среднеквадратичное значение;
- сопротивление эталонного резистора с номиналом 1000 Ом;
- сопротивление эталонного резистора с номиналом 10,0 МОм;
- импеданс эталонного резистора с номиналом 1000 Ом.

КНИ и импеданс измеряются при частоте и амплитуде, заданных в меню «Генератор».

Результаты самодиагностики можно сохранить в энергонезависимой памяти для последующей перезаписи в компьютер, для чего необходимо нажать кнопку «MEMORY». При этом сохраняются дата и время записи, а также

частота и амплитуда тестового сигнала.

Для дальнейшей комфортной работы необходимо выбрать режим работы дисплея (пункт №1 «ДИСПЛЕЙ» главного меню) – яркость подсветки, контрастность и звук клавиш.

Теперь необходимо убедиться в достаточной ёмкости памяти для записи результатов выполняемого тестирования геофонов (пункт №2 «ПАМЯТЬ» главного меню). Данное меню служит для управления записанными в память результатами тестирования и самодиагностики. Можно проверить состояние памяти, просмотреть список записанных файлов, последний результат произвести выгрузку результатов тестирования на компьютер через USB-интерфейс, а затем очистить память.

Переходим к пункту №2 «НАСТРОЙКИ» главного меню (рис. 3).

Выбор СП... При выполнении данного пункта на экран выводится список геофонов, данные которых имеются в библиотеках тестера. Выбор начинается со страницы, содержащей запись, выбранном, на данный момент, геофоне. Геофон из переменной (пользовательской) библиотеки в списке отмечен символом (*). В начале строки, соответствующей выбранному геофону, изображается указатель.

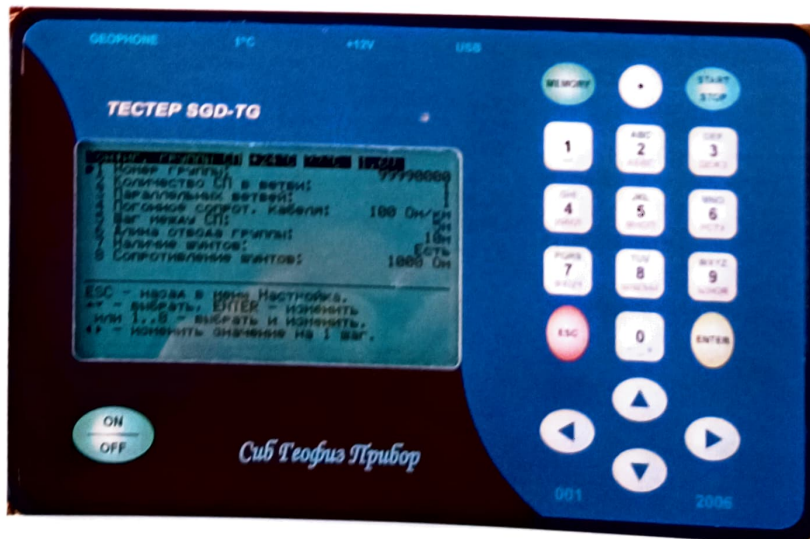


Рис. 2 Тестер геофонов SGD-TG Меню «Конфигурация группы СП...»

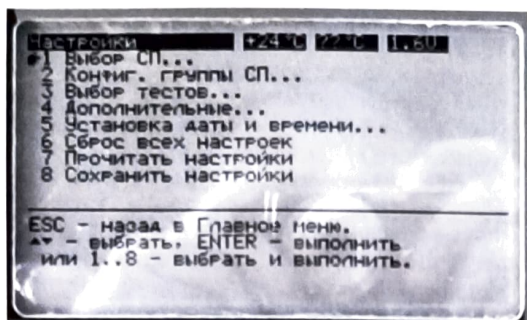


Рис. 3. Тестер геофонов SGD-TG. Меню «НАСТРОЙКИ»

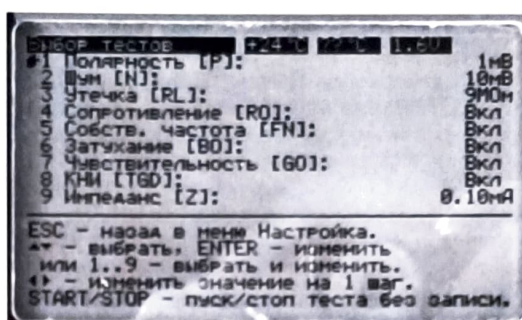


Рис. 4. Тестер геофонов SGD-TG. Меню «Выбор тестов...»

Конфигурация группы СП...

Диалоговое меню «Конфиг. группы СП...» (рис. 2) предназначено для настройки параметров группы геофонов. Группа геофонов представляет собой электрическую двухполюсную цепь с последовательно-параллельным включением геофонов. Тестер рассчитан на работу с группами из одной или нескольких одинаковых параллельно включенных ветвей. Группа характеризуется также расстоянием между отдельными последовательно включенными геофонами (шагом), длиной отвода и погонным сопротивлением используемого кабеля, что позволяет учесть дополнительное сопротивление, вносимое кабелем. Наконец, параллельно каждому геофону в группе может быть включен шунтирующий резистор для обеспечения оптимального демпфирования.

Номер группы - при тестировании групп геофонов каждая группа должна иметь свой уникальный номер для однозначной идентификации в отчетах о выполненных тестах. Номер группы представлен восьмизначным десятичным числом, которое может принимать значения от 00000000 до 99999999. Способ нумерации групп оставлен на усмотрение пользователя. Например, часть цифр может представлять номер сейсмической партии. В данном пункте меню устанавливается начальный номер для последующих тестов. Номер группы будет автоматически увеличиваться на единицу после каждого проведенного тестирования, если включен автоинкремент номера группы. Кроме того, номер группы можно оперативно редактировать непосредственно при проведении тестирования.

Количество СП в ветви - параметр определяет количество последовательно включенных геофонов и может принимать значение от 1 до 99.

Параллельных ветвей - параметр определяет количество параллельно включенных одинаковых ветвей, в каждой из которых геофоны включены последовательно. Данный параметр может принимать значения от 1 до 99.

Погонное сопротивление кабеля - параметр задает погонное сопротивление кабеля, используемого для монтажа группы геофонов, и может принимать значения от 0 до 1000 Ом/км.

Шаг между СП - параметр задает длину кабеля между последовательно включенными геофонами и может принимать значения от 0 до 1000 метров.

Длина отвода группы - параметр задает длину отвода, т.е. кабеля между крайним геофоном группы и разъемом. Может принимать значения от 0 до 1000 метров.

Наличие шунтов - параметр определяет, используются ли в группе геофоны с шунтами или без шунтов. Может принимать значения «Есть»

или «Нет».

Сопротивление шунтов - параметр определяет сопротивления шунтов геофонов и может принимать значения от 0 до 10000 Ом.

Выбор тестов...

Диалоговое меню «Выбор тестов» (рис. 4) имеет две функции:

- настройка последовательности тестов для последующего автоматического выполнения;
- пуск непрерывного выполнения отдельно взятого теста (или группы тестов).

В каждом пункте меню можно выключить или включить тест и настроить дополнительные параметры его выполнения. Пуск непрерывного выполнения отдельного теста или группы тестов производится нажатием кнопки «START-STOP». При этом результаты тестирования не сохраняются, но выводятся на экран и постоянно обновляются. Возможность непрерывного выполнения теста может быть весьма полезной при поиске неисправностей в группе геофонов.

Полярность - Параметр может принимать значения 0 (Выкл) и от 1 до 1000 мВ. Изменять значение параметра можно как с помощью стрелок «◀» и «▶», так и вводом числа. При вводе 0 параметр принимает значение «Выкл». Число задает порог срабатывания в милливольттах. Порог следует задавать в зависимости от чувствительности геофонов и уровня шума в месте их установки. Обычно порог в 100 мВ является приемлемым. Тестирование производится полуавтоматически - необходимо нанести легкий удар сверху вниз (по горизонтали для горизонтальных геофонов) по каждому геофону в группе. Тестер производит непрерывную регистрацию сигнала группы. Когда уровень сигнала превышает выбранный порог, Тестер детектирует полярность геофона по полярности пика сигнала. Полярность считается положительной (соответствующей стандарту SEG), если при ударе сверху вниз полярность пика сигнала положительна.

Шум - Параметр может принимать значения 0 (Выкл) и от 1 до 100 мВ. Изменять значение параметра можно как с помощью стрелок «◀» и «▶», так и вводом числа. При вводе 0 параметр принимает значение «Выкл». Число задает максимально допустимое, для нормального выполнения тестов, значение в милливольттах. Чем выше шум в месте установки геофонов, тем менее достоверными получаются результаты тестирования. Обычно порог в 5 мВ (среднеквадратичное) является приемлемым.

Утечка - Параметр может принимать значения 0 (Выкл) и от 1 до 100 МОм. Изменять значение параметра можно как с помощью стрелок «◀» и «▶», так и вводом числа. При вводе 0 параметр принимает значение «Выкл».

Число задает минимально допустимое значение сопротивления утечек в методах. Сопротивление утечек измеряется между одним из полюсов группы геофонов и «землей», т.е. проводящей поверхностью, соединенной с корпусами геофонов. Для измерения утечек контакт 5 разъема «GEOPHONE» тестера должен быть соединен с «землей». Нажатием кнопки «START-STOP» можно запустить непрерывное последовательное (по кольцу) выполнение группы тестов – тест сопротивления, тест импеданса и тест утечек – с выводом результатов на экран, но без записи в память. Для справки в квадратных скобках выводятся допустимые пределы изменения каждого параметра, пересчитанные с учётом заданной конфигурации группы и температуры окружающей среды. В случае [>10] означает, что сопротивление утечки должно быть более 10 МОм.

Сопротивление - Параметр может принимать значения «Выкл» и «Вкл». Изменять значение параметра можно с помощью стрелок «◀» и «▶». Нажатием кнопки «START-STOP» можно запустить непрерывное последовательное (по кольцу) выполнение группы тестов – тест сопротивления, тест импеданса и тест утечек – с выводом результатов на экран, но без записи в память. Для справки в квадратных скобках выводятся допустимые пределы изменения каждого параметра, пересчитанные с учётом заданной конфигурации группы и температуры окружающей среды. В случае [$267-295$] означает, что сопротивление катушки геофона должно быть не менее 267 Ом и не более 295 Ом.

Собственная частота - Параметр может принимать значения «Выкл» и «Вкл». Изменять значение параметра можно с помощью стрелок «◀» и «▶». Нажатием кнопки «START-STOP» можно запустить непрерывное последовательное (по кольцу) выполнение группы тестов – тест собственной частоты, тест затухания и тест чувствительности – с выводом результатов на экран, но без записи в память. Для справки в квадратных скобках выводятся допустимые пределы изменения каждого параметра, пересчитанные с учётом заданной конфигурации группы и температуры окружающей среды. В случае [$9.5-10.5$] означает, что собственная частота должна быть не менее 9,5 Гц и не более 10,5 Гц.

Затухание - Параметр может принимать значения «Выкл» и «Вкл». Изменять значение параметра можно с помощью стрелок «◀» и «▶». Нажатием кнопки «START-STOP» можно запустить непрерывное последовательное (по кольцу) выполнение группы тестов – тест собственной частоты, тест затухания и тест чувствительности – с выводом результатов на экран, но без записи в память. Для справки в квадратных скобках выводятся допустимые пределы изменения каждого параметра, пересчитанные с учётом заданной конфигурации группы и температуры окружающей среды. В случае [$0.639-0.779$] означает, что затухание должно быть не менее 0,639 и не более 0,779.

Чувствительность - Параметр может принимать значения «Выкл» и «Вкл». Изменять значение параметра можно с помощью стрелок «◀» и «▶». Нажатием кнопки «START-STOP» можно запустить непрерывное последовательное (по кольцу) выполнение группы тестов – тест собственной частоты, тест затухания и тест чувствительности – с выводом результатов на экран, но без записи в память. Для справки в

квадратных скобках выводятся допустимые пределы изменения каждого параметра, пересчитанные с учётом заданной конфигурации группы и температуры окружающей среды. В случае [$181-221$] означает, что чувствительность должна быть не менее 181 и не более 221 мВ/(см/с).

КНИ - Параметр может принимать значения 0 (Выкл), 1 (Вкл) и от 2 до 79 Гц. Изменять значение параметра можно как с помощью стрелок «◀» и «▶», так и вводом числа. При вводе 0 параметр принимает значение «Выкл», при вводе 1 – «Вкл». Число от 2 до 79 задает частоту, на которой будет производиться измерение коэффициента нелинейных искажений. При значении параметра 1 (Вкл) КНИ будет измеряться на частоте, специфицированной заводом-изготовителем геофона. Эта частота содержится в библиотеках тестера. Нажатием кнопки «START-STOP» можно запустить непрерывное выполнение теста КНИ без записи результатов в память. На экран непрерывно выводятся значения частоты измерения в Гц, суммарного коэффициента гармоник и коэффициенты 2, 3, 4, 5 гармоник в процентах. Для справки в квадратных скобках выводятся максимально допустимое значение КНИ для заданного типа геофона. В данном случае [<0.20] означает, что КНИ не должен превышать 0,2%.

Импеданс - Параметр может принимать значения «Выкл», «Малый сигнал» и «Большой сигнал». Изменять значение параметра можно с помощью стрелок «◀» и «▶». Частота, на которой измеряется импеданс, задаётся параметром КНИ. При значении параметра КНИ «Выкл» или «Вкл» измерение производится на частоте, специфицированной заводом-изготовителем геофона. Результаты измерения на большом сигнале менее подвержены шумам и более достоверны. Измерение на малом сигнале может быть полезно для выявления «затирания» подвижной системы геофона. Если катушка геофона застопорена, значение импеданса уменьшается до значения сопротивления катушки по постоянному току. Нажатием кнопки «START-STOP» можно запустить непрерывное последовательное (по кольцу) выполнение группы тестов – тест сопротивления, тест импеданса и тест утечек – с выводом результатов на экран, но без записи в память. Результат измерения импеданса не проверяется на допустимость, поскольку импеданс заводами-изготовителями геофонов не специфицируется.

Тестирование геофонов или группы геофонов

После того, как все параметры тестера настроены, можно приступать к тестированию геофонов (групп геофонов). Для этого выполните пункт «Тест...» главного меню. На экран выводится таблица, в которой можно редактировать только номер группы.

В верхней строке таблицы выводятся номер текущей группы и номер следующей группы. Текущая группа – это группа, тестирование которой выполняется в данный момент или только что завершено. Поэтому сразу после входа в меню это поле не заполнено. Следующий группа – это группа, которая будет тестироваться после нажатия кнопки «START-STOP».

При необходимости можно оперативно отредактировать номер следующей группы кнопками «◀» и «▶» или ввести номер следующей группы заново. Для ввода нажмите кнопку «ENTER» (поле «след.» очистится), введите число и нажмите «ENTER» для подтверждения или

«ESC» для отмены ввода. При вводе номера не обязательно вводить незначащие нули в старшей части номера. Например, для ввода номера 00000040 достаточно нажать «4», «0» и «ENTER».

Кроме номеров групп, в верхней части таблицы для справки отображаются: тип геофона, температура измерения, конфигурация группы и количество свободного места в памяти.

Для запуска последовательности тестов нажмите кнопку «START-STOP». При этом номер группы из поля «след.» перемещается в поле «текущ.», номер в поле «след.» увеличивается на 1 (если включен автоинкремент номера группы), номер следующей группы сохраняется в энергонезависимой памяти, и начинается выполнение заданной последовательности тестов. В процессе выполнения в нижней строке экрана выводится информация о текущей операции и происходит заполнение таблицы. В квадратных скобках показаны диапазоны допустимых значений для измеряемых величин, вычисленные в соответствии с конфигурацией группы, типом геофона и температурой измерения. Если какая-либо характеристика не удовлетворяет допустимым условиям, соответствующая ей строка изображается в инверсном виде (белый текст на черном фоне) и, в зависимости от значения параметра «продолжать при отбраковке», тестирование может прекратиться.

Если тест полярности включен, потребуется участие оператора, а именно: необходимо нанести легкие удары по каждому геофону в группе. По мере нанесения ударов в нижней, информационной, строке выводится число геофонов с положительной и отрицательной полярностью. Как только Тестер зафиксирует число ударов, равное числу геофонов в группе, начнет выполняться следующий тест. Остальные тесты выполняются без вмешательства оператора.

По окончании последовательности тестов подается звуковой сигнал. Результаты тестирования записываются в энергонезависимую память. Если какой-либо из результатов теста не укладывается в допустимые рамки и один из параметров - «продолжать при отбраковке» или «записывать при отбраковке» - выключен, запись результатов в память не производится.

По окончании выполнения тестов можно повторить тестирование той же самой группы с перезаписью результатов на то же место в памяти. Повтор запускается нажатием кнопки «.» (точка).

Выгрузка результатов тестирования в ПК

Для выгрузки результатов тестирования в ПК используется программа Geophones.exe. Подключите Тестер к ПК, используя стандартный USB-кабель. Включите питание Тестера и выполните «Главное меню» -> «3 Память...» -> «4 Выгрузка файлов». Далее Тестер выполняет команды, поступающие из ПК.

Запустите программу Geophones.exe. Открывается консольное окно приложения. Программа запрашивает у Тестера количество записей, имеющихся в его памяти, читает данные из Тестера и сохраняет их на диск.

В общем случае, на диске создается два файла, которые условно назовём файл тестера и файл геофонов. В файл тестера записываются результаты самоконтроля Тестера, в файл геофонов - результаты тестирования групп геофонов. Файлы имеют текстовый формат, доступный для любого тестового редактора и поэтому легко импортируются в процессоры

электронных таблиц, такие как MS Excel или OpenOffice.org Calc.

Данные из файла импортируются в электронную таблицу геофонов или самодиагностики.

Электронная таблица геофонов содержит следующие столбцы:

- «Ngrp» - номер группы геофонов;
- «Дата» - дата выполнения теста;
- «Время» - время выполнения теста;
- «Тип СП» - тип геофонов в группе;
- «Группа» - количество последовательно включенных геофонов в ветви (первое число) и число параллельно включенных ветвей (второе число);
- «Полярн» - полярность группы «-», «+» или «+-» (для разнополярной группы);
- «Шум» - шум в момент выполнения тестов;
- «До» - максимально допустимое значение шума;
- «?» - результат сравнения с допустимым значением шума, «X» означает брак;
- «Утеч» - сопротивление утечки;
- «От» - минимально допустимое значение утечки;
- «?» - результат сравнения с допустимым значением утечки, «X» означает брак;
- «Сопр» - сопротивление по постоянному току;
- «От» и «До» - диапазон допустимых значений сопротивления;
- «?» - результат сравнения с допустимыми значениями сопротивления, «X» означает брак;
- «Сб.част» - собственная частота;
- «От» и «До» - диапазон допустимых значений собственной частоты;
- «?» - результат сравнения с допустимыми значениями собственной частоты, «X» означает брак;
- «Затух» - затухание;
- «От» и «До» - диапазон допустимых значений затухания;
- «?» - результат сравнения с допустимыми значениями затухания, «X» означает брак;
- «Чувст» - чувствительность;
- «От» и «До» - диапазон допустимых значений чувствительности;
- «?» - результат сравнения с допустимыми значениями чувствительности, «X» означает брак;
- «КНИ» - коэффициент нелинейных искажений;
- «До» - максимально допустимое значение КНИ;
- «?» - результат сравнения с допустимым значением КНИ, «X» означает брак;
- «Импед» - импеданс группы;
- «Тизмр» - температура при выполнении тестов.

В заключение хотелось бы выразить надежду, что нашей компании удалось создать надёжный, компактный и удобный в эксплуатации прибор, который так необходим «в поле»!

Литература.

1. ГОСТ 2813489 Сейсмоприёмники электродинамические. Типы, основные параметры и технические требования.
2. Стакло А.В. Теоретические основы испытаний электродинамических сейсмоприёмников. «Приборы и системы разведочной геофизики. 2006. № 3»
3. Юшин В.И. Теория и цифровая модель сейсмоприёмника с точки зрения геофизика инженера и программиста. «Приборы и системы разведочной геофизики. 2002. № 2»
4. Input/Output Inc. USA. SMT-200 v2.00. Operations and Technical Manual.
5. Hagedoorn A.L., Kruijthof E.J. and Maxwell P.W. A practical set of guidelines for geophone element testing and evaluation. "First Break. Vol.6, NO10, October 1988/325



ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СЕЙСМОРЕГИСТРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ "ПРОГРЕСС - Т2" и "ПРОГРЕСС - Т3"



УНИКАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ОДНОВРЕМЕННОЙ РАССТАНОВКИ ШЕСТИ БЛОКОВ, ОБЕСПЕЧИВАЕТ ГИБКОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЧАСТКОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ. КАЧЕСТВО РЕГИСТРИРУЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ.



СКБ СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

**ГИСТРИРУЮЩИЕ
ПРОГРЕСС - Т155"**



РАБОТА НА СУШЕ И В ПЕРЕХОДНЫХ ЗОНАХ

СТИ, ТРЕХ И ОДНОКАНАЛЬНЫХ
ИХ РАБОТ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДНЫХ ЗОН,
ЫХ ПОМЕХ, СУЩЕСТВЕННО ПОВЫШАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ И

Тестер электродинамических сейсмоприемников «Тест-СП»

Т.В. Селезнева, О.В. Тарасова, М.Ю. Филькин, ОАО «СКБ сейсмического приборостроения», г. Саратов

Базовая модель тестера «Тест-СП» в результате промышленной эксплуатации в различных геофизических предприятиях отрасли подтвердила сертификат об утверждении типа средств измерений. На данный момент осуществляется успешная эксплуатация более 50 тестеров «Тест-СП» геофизическими предприятиями России и стран СНГ.

Стремясь постоянно улучшать эксплуатационные качества и технические возможности выпускаемых изделий, разработчики СКБ сейсмического приборостроения разработали новую модель тестера. Применение современной элементной базы позволило не только уменьшить габаритные размеры прибора, его вес, но и улучшить его характеристики, учтя критические замечания и пожелания специалистов-эксплуатационников. Так использование малошумящего прецизионного дельта-сигма АЦП с дифференциальным входом существенно снизило уровень шумов и повысило стабильность измерений.

В новой модели сохранена преемственность аттестованного программного обеспечения и его метрологических характеристик.

Тестер «Тест-СП» обеспечивает измерение всех основных паспортных характеристик одиночных сейсмоприемников и их групп в различной конфигурации включения. Формулы расчёта измеряемых параметров электродинамических сейсмоприёмников опубликованы в номерах 02/2002 и 03/2006 журнала «Приборы и системы разведочной геофизики», поэтому в данной статье описаны некоторые отличительные возможности нового прибора, которые улучшают его эксплуатационные характеристики и создают значительные удобства в процессе измерения параметров сейсмоприёмников.

Для контроля параметров электродинамических сейсмоприёмников и их групп с помощью тестера «Тест-СП» используется электрический

способ воздействия на сейсмоприемник, поэтому к параметрам генератора тестовых сигналов предъявляются жесткие требования. В новой модели тестера нелинейные искажения генератора периодических тестовых сигналов не превышают 0,01%, что уменьшает погрешность при определении коэффициента нелинейных искажений сейсмоприемника (сейсмогруппы).

Управление новым тестером осуществляется программно с помощью персонального компьютера (в том числе Note Book) через локальную сеть Ethernet по протоколу TCP/IP, что позволяет существенно повысить скорость обмена данными и уменьшить вероятность ошибки передачи данных.

Выносной датчик температуры позволяет учитывать влияние температуры окружающей среды на измерения параметров сейсмоприёмников, что существенно сокращает время, затрачиваемое на эту процедуру.

Технологическое программное обеспечение (ТПО) тестера функционирует в операционной системе WINDOWS и обеспечивает максимальное удобство при работе.

На рис. 1 представлен вид главного меню «Проверка параметров сейсмогруппы (сейсмоприемника)».

Рабочее поле Главного меню позволяет при необходимости отображать график переходного процесса при возбуждении сейсмоприемника либо сейсмогруппы скачком напряжения.

Необходимая для работы программного комплекса «Тест-СП» информация о проверяемых сейсмоприемниках (указанная в нормативно-технической документации) и их конфигурации предварительно указывается в окнах «Параметры тестирования» и «Параметры сейсмоприемника (сейсмогруппы)», которые



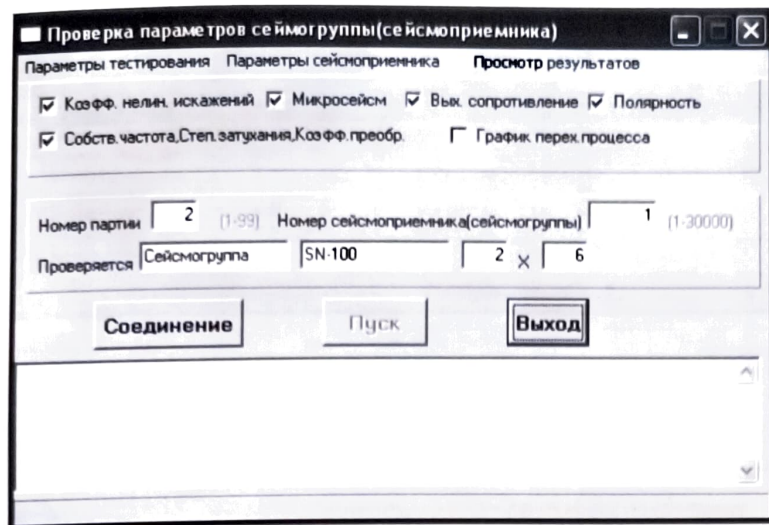


Рис. 1. Главное меню ТПО «Тест-СП»

открываются при выборе соответствующих пунктов Главного меню. Указанная в этих окнах информация, отображается в Главном меню в

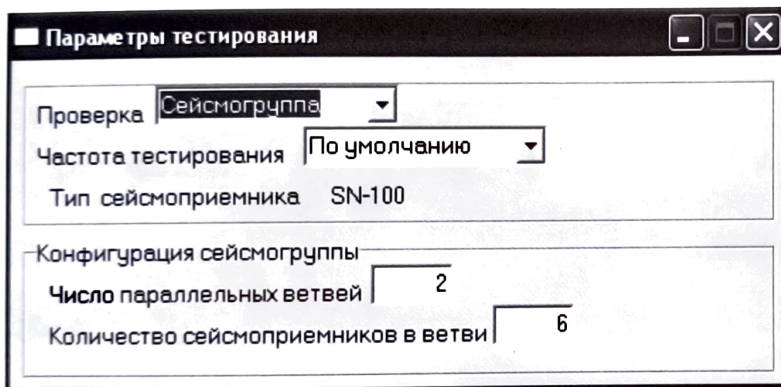


Рис. 2. Окно «Параметры тестирования»

строке «Проверяется».

При выборе в верхней строке Главного меню пункта «Просмотр результатов» открывается окно с результатами проверки сейсμοприемни-

ков в ветви».

Вид окна «Параметры сейсμοприемника (сейсмогруппы)» представлен на рис. 3.

Существует возможность расширения

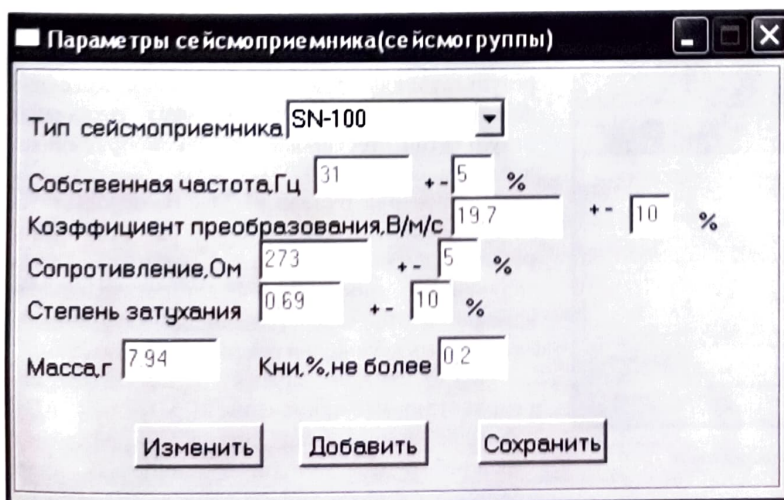


Рис. 3. Окно «Параметры сейсμοприемника (сейсмогруппы)»

ков.

В соответствующих строках главного меню указывается «Номер партии» и «Номер сейсμοприемника (сейсмогруппы)».

В текстовом поле Главного меню отображается текущее состояние процесса проверки параметров сейсμοприемников.

Вид окна «Параметры тестирования» представлен на рис. 2.

В строке «Проверка» выбирается объект проверки - одиночный сейсμοприемник либо сейсмогруппа.

В строке «Частота тестирования» - «по

умолчанию» задается частота тестирования, равная $1,5i0$, где $i0$ собственная частота (указывается в окне «Параметры сейсμοприемника (сейсмогруппы)»)

сейсμοприемника, определяемая нормативно-технической документацией на проверяемый тип сейсμοприемника.

Строка «Тип сейсμοприемника» - отображает тип сейсμοприемника, указанный в окне «Параметры сейсμοприемника (сейсмогруппы)».

В строке «Конфигурация сейсмогруппы» - в случае проверки сейсмогруппы указывается «число параллельных ветвей» и «количество сейсμοприем-

ников в ветви».

Вид окна «Параметры сейсμοприемника (сейсмогруппы)» представлен на рис. 3.

Существует возможность расширения библиотеки «Тип сейсμοприемника», из которой можно выбрать проверяемый тип сейсμοприемника, а в случае его отсутствия в библиотеке, список можно расширить: кнопка «Добавить» позволяет ввести информацию о введенном в библиотеку типе сейсμοприемника.

В пунктах меню «Собственная частота, Гц», «Козэффициент преобразования, В/м/с», «Сопротивление, Ом», «Степень затухания», «Масса, г», «Кни, %, не более» указывается информация о проверяемом типе сейсμοприемника

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Просмотр результатов проверки

Начало просмотра: 09.07.2006 Конец просмотра: 24.03.2006

Просмотр Удалить запись Удалить все Репорт

Номер	И.парт	Дата	Тип с/п	КМН	Эт	Соев	Соев	Эт	Соев	Ст.зав	Эт	Соев	Соб.част	Эт	Соев	Коеф.пр	Эт	Соев	Проверка
1		24.03.2006	GS-200X	0.095	0.2	уд	870.19	843.00	уд	0.68	0.7	уд	9.97	10	уд	114.49	110.20	уд	Сейсмоприемник
1		24.03.2006	GS-200X							0.63	0.7	уд	9.59	10	уд	18.55	19.70	неуд	Сейсмоприемник
1		24.03.2006	GS-200X							0.63	0.7	уд	9.56	10	уд	18.56	19.70	неуд	Сейсмоприемник
1		24.03.2006	GS-200X							0.64	0.7	уд	9.58	10	уд	18.59	19.70	неуд	Сейсмоприемник
1		24.03.2006	GS-200X							0.63	0.7	уд	9.44	10	неуд	18.41	19.70	неуд	Сейсмоприемник
1		24.03.2006	GS-200X							0.64	0.7	уд	9.59	10	уд	18.64	19.70	неуд	Сейсмоприемник
1		24.03.2006	GS-200X							0.64	0.7	уд	9.44	10	неуд	18.50	19.70	неуд	Сейсмоприемник
1		24.03.2006	GS-200X							0.63	0.7	уд	9.47	10	неуд	18.48	19.70	неуд	Сейсмоприемник

Рис. 4. Окно «Просмотр результатов проверки»

из нормативно-технической документации.

Кнопка «Сохранить» сохраняет вновь введенную информацию о проверяемом типе сейсмоприемника.

Вид окна «Просмотр результатов проверки» представлен на рис. 4.

В этом окне представлены последние резуль-

ем кнопки «Удалить все».

Кнопка «Репорт» открывает окно «Просмотр и печать результатов».

Вид окна «Просмотр и печать результатов» представлен на рис. 5.

Кнопка «Установки принтера» - рекомендует сделать стандартные установки принтера для

Просмотр и печать результатов

Печать Установки принтера Сохранить

Протокол проверки параметров сейсмоприемников (сейсмоприемники)

И.парт	И.парт	Код	Знал.	Доп	Соев	Ож	Знал.	Доп	Ст.зав	Знал.	Доп	Соб.част	Знал.	Доп	Коеф.пр	Знал.	Доп	Тип с/п	Групп.
11	21								0.63	0.7	уд	9.59	10	уд	18.55	19.70	неуд	GS-200X	Днев.
11	21								0.63	0.7	уд	9.56	10	уд	18.56	19.70	неуд	GS-200X	Днев.
11	21								0.64	0.7	уд	9.58	10	уд	18.59	19.70	неуд	GS-200X	Днев.
11	21								0.63	0.7	уд	9.44	10	неуд	18.41	19.70	неуд	GS-200X	Днев.
11	21								0.64	0.7	уд	9.59	10	уд	18.64	19.70	неуд	GS-200X	Днев.
11	21								0.64	0.7	уд	9.44	10	неуд	18.50	19.70	неуд	GS-200X	Днев.
11	21								0.63	0.7	уд	9.47	10	неуд	18.48	19.70	неуд	GS-200X	Днев.
11	21								0.62	0.7	неуд	9.40	10	неуд	18.29	19.70	неуд	GS-200X	Днев.
11	21								0.68	0.7	уд	9.90	10	уд	114.34	118.20	уд	GS-200X	2х6
11	21								0.68	0.7	уд	9.93	10	уд	114.73	118.20	уд	GS-200X	2х6
11	21								0.68	0.7	уд	10.07	10	уд	115.69	118.20	уд	GS-200X	2х6
11	21								0.68	0.7	уд	10.06	10	уд	115.43	118.20	уд	GS-200X	2х6
11	21								0.68	0.7	уд	10.17	10	уд	116.03	118.20	уд	GS-200X	2х6
11	21								0.68	0.7	уд	10.14	10	уд	116.01	118.20	уд	GS-200X	2х6
11	21								0.67	0.7	уд	10.05	10	уд	114.88	118.20	уд	GS-200X	2х6
11	21								0.69	0.7	уд	10.12	10	уд	115.98	118.20	уд	GS-200X	2х6
11	21								0.68	0.7	уд	10.09	10	уд	115.76	118.20	уд	GS-200X	2х6
11	21								0.68	0.7	уд	10.10	10	уд	115.75	118.20	уд	GS-200X	2х6

Рис. 5. Окно «Просмотр и печать результатов»

таты тестирования сейсмоприемников. После указания дат «Начало просмотра» и «Конец просмотра» по кнопке «Просмотр» в окне будет представлена таблица результатов тестирования сейсмоприемников в указанном интервале дат.

Существует возможность удаления отмечен-

альбомного варианта.

Кнопка «Печать» - печатаются результаты тестирования сейсмоприемников, представленные в окне «Просмотр и печать результатов».

Кнопка «Сохранить» - производится сохранение результатов тестирования сейсмоприемников, представленных в окне «Просмотр и печать результатов» в файле с указанным именем в формате RTF WORD. Вид окна сохранения результатов тестирования сейсмоприемников представлен на рис. 6.

Для поверки тестера «Тест-СП» используется дополнительное устройство, имитирующее работу сейсмоприемника, с нормированными значениями собственной частоты колебаний, коэффициентов преобразования, затухания и нелинейных искажений сейсмоприемника.

Таким образом, новый тестер «Тест-СП», разработанный с применением 24 разрядного АЦП с большой частотой преобразования, обеспеченный средством и методикой калибровки, имеет хорошую эксплуатационную надёжность и обеспечивает высокую точность измерений параметров электродинамических сейсмоприемников.

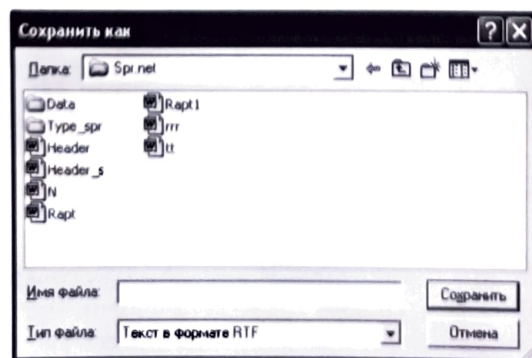


Рис. 6. Окно сохранения результатов тестирования сейсмоприемников

ной строки таблицы, нажатием кнопки «Удалить запись» либо удаления всех результатов нажатием

Отечественный комплекс для вибросейсморазведки на базе вибратора «РУСИЧ»

В.Я. Воробьев, В. В. Матвеев, В. А. Селезнев (ФГУП НВНИИГГ, филиал «СГЭ», г. Саратов), П. А. Турлов (СО ЕАГО)



В июле месяце по приглашению руководства СГЭ один из авторов этого материала оказался в полевой партии на первых промышленных испытаниях вибросейсморазведочного комплекса на базе вибратора РУСИЧ. Документальным подтверждением этого факта является приводимая ниже фотография, выполненная фотографом редакции журнала «Приборы и системы разведочной геофизики» О. Б. Горбуновым, а комментарии к этому событию прилагаются ниже.

В перечне оборудования для сейсморазведочных работ в Саратовской геофизической экспедиции в июне месяце 2007 года появилась новая

строка — «Виброисточник СВ — 30/150 Б», ласково названный производителями «РУСИЧ»;

Вот как анонсирует свое детище создатель виброисточника — ЗАО «ГЕОСВИП», г. Москва.

Вибрационный источник сейсмических сигналов СВ-30/150Б:

- содержит возбудитель вибрации усилием 30 ТС — самый мощный для вибраторов на колесном ходу;

- имеет опорную плиту повышенной жесткости;

- установлен на шасси (4х4) оригинальной конструкции типа «БАГГИ» с шарнирно-

Технические характеристики вибратора РУСИЧ

Макс. Толкающее усилие, кН	300,6	Тип двигателя	ЯМЗ-7511
Реактивная масса, кг	3798	Мощность двигателя, л.с.	400@1900 об/мин
Рабочий диапазон частот, Гц	5...250	Ведущие мосты	"Кировец" с дифференциалом "ноу спин"
Амплитуда перемещения массы, мм	76		
Взвешивание массы	2 пневмоопоры	Привод	гидростатический
Площадь опорной плиты, кв. м	2,5	Длина, мм	9900
Масса опорной плиты, кг	1936	Ширина, мм (с шинами 23,5-25)	2500
Площадь поршня, кв. см	145,3	Высота, мм	3700
Клиренс по опорной плите, не менее, мм	460	Полная масса, кг	32060
Насос вибратора	DENISON P 14P	Макс. Скорость, км/ч	38
Тип сервоклапана	ATLAS-240H	Рабочий диапазон температур, °C	-40...+40
Угол поворота передней полу-рамы относительно задней: По горизонтальной плоскости ±32° Относительно продольной оси ±16°			
Система управления : "ВИКОНТ/СвипМастер", ЗАО "ГЕОСВИП", Россия			

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

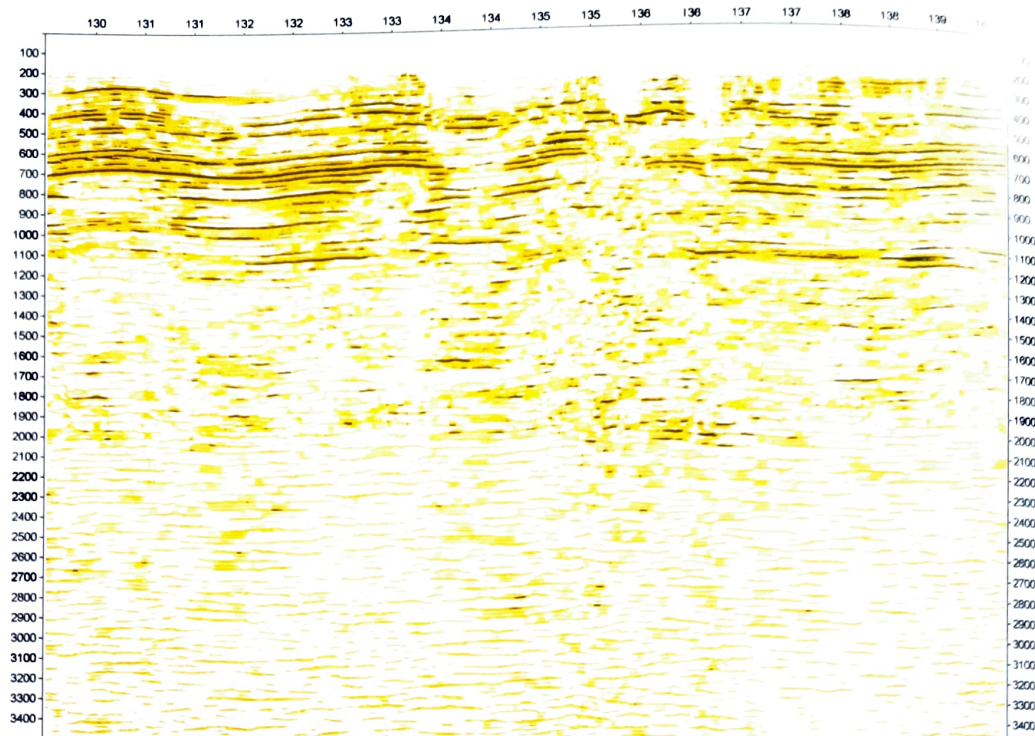


Рис.1. Временной разрез участка регионального профиля 070605-2 (Воронежская антеклиз) отработанного с использованием СВ-30/150Б

сочлененной рамой;

- содержит электронную систему управления транспортным средством;

- обеспечивает автоматическое управление и контроль работы двигателя и трансмиссии с отображением рабочих параметров на мониторе в кабине;

- дает возможность видеоконтроля за работой возбудителя вибрации и движения задним ходом;

- имеет систему вентилирования и кондиционирования для обеспечения работ в различных климатических условиях;

- полностью соответствует дорожным стандартам (с шинами 23,5-25);

- имеет возможность опционной комплектации шасси шинами 28,1-25, 67х34.00-25, 66х43.00-25 для работ на различных грунтах.

Поскольку вибратор РУСИЧ совершенно новое изделие впервые вышедшее в промышленную эксплуатацию мы позволим себе привести таблично технические характеристики, сообщаемые фирмой ГЕОСВИП, так как, на наш взгляд, эта информация о перспективном вибраторе окажется крайне интересной для специалистов.

В состав наземного регистрирующего виброкомплекса входила телеметрическая сейсморегистрирующая система ПРОГРЕСС Т-2 разработки Саратовского СКБ СП и группы сейсмопримеников созданных Уфимскими приборостроителями (ОИО-Гео-Импульс). Характеристики последних двух позиций мы приводить не будем, поскольку они хорошо известны российским геофизикам-разведчикам.

Указанная отечественная инструментальная система для вибросейсморазведки создана для полевых исследований в Саратовской геофизической Экспедиции – филиале НВНИИГГ. Первые промышленные испытания этой системы были проведены за счёт собственных средств ФГУП НВНИИГГ в июне текущего года в ходе проводимых комплексных геофизических работ по Государственному контракту на объекте №70/180 «Отработка регионального геофизического профиля Уварово-Свободный и двух субмеридиональных рассечек в пределах неизученных

северной и западной частей Саратовской области с целью повышения лицензионной привлекательности нераспределённого фонда недр». В ходе работ наземный комплекс в ряде случаев оказывался в экстремальных условиях: высокие температуры, необходимость преодоления участков пашни, оврагов, прокладка элементов профиля через водные преграды и нескольких передислокаций базы полевой партии на расстоянии до 250 км. Перечисленные трудности были успешно преодолены. Получены предварительные материалы, примером может служить фрагмент профиля (рис.1), повторно отработанного с использованием наземного регистрирующего виброкомплекса описанного выше.

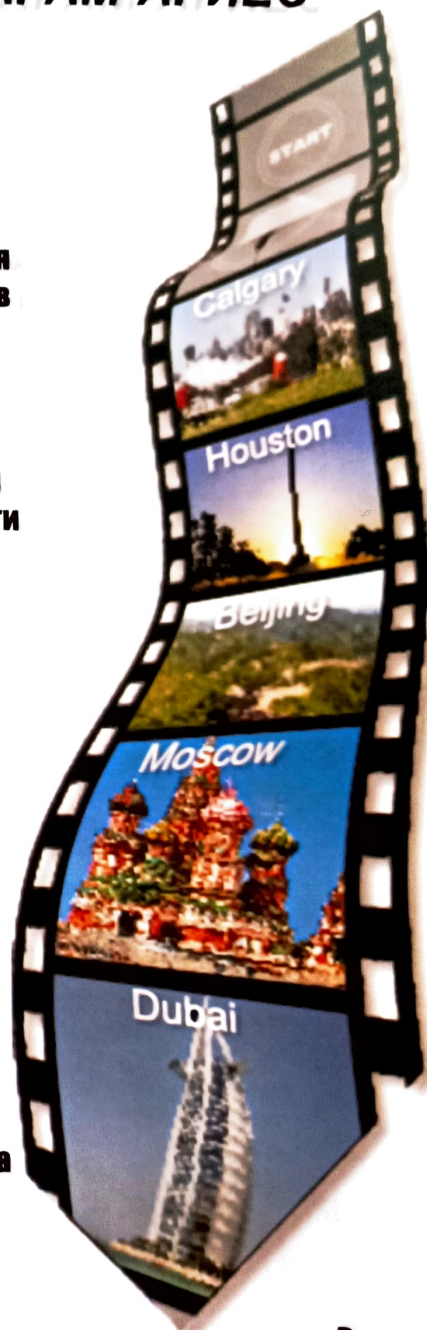
Анализ результатов многочисленных опытных работ, оценка технологии работ и результатов геологической интерпретации в целом подтвердили преимущества использования «РУСИЧ» в сложных районах.

РУСИЧ не даром был поставлен на промышленные испытания именно в СГЭ, поскольку традиционно высокое качество полевых работ и высокая информативность получаемых материалов в районах исследования хорошо известна многим заказчикам.

Необходимо отметить, что коллектив геофизиков взялся за архисложную задачу – создание инструментального вибросейсморазведочного комплекса. И хотя в состав комплекса входят сертифицированные изделия разработанные и изготовленные руками профессионалов за итоговые характеристики комплекса ответственность несет коллектив геофизиков СГЭ ФГУП НВНИИГГ. Поэтому следует пожелать геофизикам – разведчикам СГЭ с одной стороны, обратиться за помощью экспертов ЕАГО для сертификации первого отечественного виброкомплекса на базе вибратора РУСИЧ, с другой стороны, найти соответствующее понимание в МПР РФ о необходимости поддержки и финансирования разработок отечественного приборостроения не только не уступающих, но и по ряду показателей превосходящих зарубежные аналогичные комплексы.

5 **ОСНОВНЫХ Причин,** Арендовать Оборудование АРАМ-АРИЕС

- 1** АРАМ – единственная в мире компания-производитель, сдающая в аренду оборудование для 2D, 3D и 3С проектов без посредников
- 2** АРАМ использует новейшие технологии, которые позволяют нам создавать оборудование, непревзойденное по своей надёжности и возможностям
- 3** АРАМ предоставляет оборудование в повышенной кондиции и обеспечивает его обслуживание и ремонт
- 4** Гибкость выбора. На ваше усмотрение вы можете купить, арендовать или взять оборудование в аренду с последующим выкупом
- 5** Если вы купили или арендовали оборудование АРАМ, вам всегда будет оказана техническая поддержка непосредственно от специалистов компании АРАМ



По всем интересующим вас вопросам вы всегда можете обратиться в любой из наших 5 офисов.

bacman@df.ru

tonyscaram@aol.com

**Арендуйте с уверенностью
в завтрашнем дне!**

Арендуйте у

www.aram.com



Технология изучения строения ВЧР с новым электроимпульсным источником «КУМИР»

Б.М. Колосов, ЗАОр НП "Запприкаспийгеофизика", г.Волгоград
Г.М.Спиров, НТЦФ ВНИИЭФ, г. Саров

Вопрос: Зачем вы занимаетесь источниками для МСК? Разве нет детонаторов?

Ответ: Детонаторы-то есть. Но создать другую технологию проще, чем получить право на работу с ВМ!

Приемы изучения строения ВЧР общеизвестны:

- прямой МСК;
- обращенный МСК;
- МПВ;
- многоуровневая сейсморазведка;
- комплексное изучение геофизическими методами строения ВЧР;
- расчетное определение статических поправок по годографам прямых, преломленных, отраженных волн, зарегистрированных в процессе сейсмонаблюдений по ОГТ.

У каждого из этих приемов есть свои достоинства и недостатки.

Технология прямого каротажа, отшлифованная десятилетиями полевой практики, привлекает геофизиков легкой и видимой возможностью перехода на невзрывные способы возбуждения. Возникают, однако, проблемы прижима сейсмоприемника в скважине, его вертикальной ориентации, а сам сейсмический сигнал, возбуждается на дневной поверхности и обречен быть низкочастотным.

Обращенный МСК с применением сейсмических электродетонаторов (ЭД) — компактных энергоемких источников, — более распространен и позволяет оптимально решать комплекс вопросов, возникающих при изучении строения

ЗМС.

Все остальные методы уступают по точности изучения строения ВЧР скважинным наблюдениям.

Но обращенный МСК — это взрывная технология!, требующая получения от органов Госгортехнадзора, МВД и ФСБ около двадцати документов: лицензий, свидетельств, разрешений, согласований, аттестацию спецперсонала и т.д. и т.п.!

Посмотрите на Таблицу 1 и вам сразу захочется творить новое...

Использование электроимпульсных источников «КУМИР» [2] (комплекс универсальных мощных искровых разрядов) оставляет классическую сейсмическую часть в МСК и убирает все проблемы, связанные с применением ВМ.

Поговорим сначала о том, какой мощности требуется электровзрывной источник для проведения работ МСК, и в каких единицах её измерять?

Ответ на этот вопрос приводится в работе [1].

Оценивать сейсмическую эффективность источника можно различными силовыми и энергетическими характеристиками: ньютон, джоуль, тротиловый эквивалент и др. Наиболее близким исторически для сейсморазведчиков остается тротиловый эквивалент, тем более что эталоном для оценки эффективности источника «КУМИР» в этом приложении логично брать электродетонатор. Из практики известно, что для изучения строения ВЧР в различных геологических условиях обращенным каротажом в пределах глубин до 100 м, достаточно использования взрыва 1-3 ЭД. Как известно, тротиловый

эквивалент одного ЭД составляет ~2г или 7,6 кДж, а при взрыве трех ЭД выделяется энергия, равная 22,8 кДж.

При переходе к альтернативному источнику, эти простые расчеты позволяют определить параметры электроискрового комплекса для достижения достаточной энергии, сопоставимой с взрывами электродетонаторов, которые варьируют в пределах 7,6-22,8 кДж.

Запасенная энергия в конденсаторных батареях определяется выражением:

Таблица 1. Что надо иметь, чтобы работать...		
№ пп	с электродетонаторами?	с источником «КУМИР»?
1	Лицензию на использование промышленных ВМ.	Источники «КУМИР» с технической документацией.
2	Лицензию на хранение промышленных ВМ.	
3	Проект буровзрывных работ.	
4	Проект на склад ВМ.	
5	Акт приемки склада ВМ.	
6	Свидетельство на хранение ВМ.	
7	Разрешение на хранение ВМ.	
8	Свидетельство на приобретение ВМ.	
9	Разрешение на приобретение ВМ.	
10	Свидетельство о допуске транспорт-ного средства для перевозки ВМ.	
11	Разрешение на перевозку ВМ.	
12	Разрешение МВД на допуск персонала для работы с ВМ.	
13	Разрешение Госгортехнадзора на допуск персонала для работы с ВМ.	
14	Согласование маршрутов перевозки ВМ с областями РФ.	
15	Согласование маршрутов перевозки ВМ в районе проведения работ.	
16	Разрешение на производство взрывных работ.	
17	Устав службы безопасности по охране ВМ.	
18	Службу безопасности по охране ВМ.	

И больше ничего!

$$E = \frac{CU^2}{2} \text{ Дж}$$

C – емкость конденсатора в фарадах;

U – напряжение в вольтах.

Для источника «КУМИР» энергетический диапазон запасенной энергии составляет 6-37,5 кДж, т.е. вполне достаточно для изучения строения ВЧР в пределах ~100м, с учетом потерь энергии в разрядном кабеле.

Вопрос об использовании энергии разряда для возбуждения упругих колебаний в земной коре при сухопутной сейсморазведке возникает не впервые. Уже были опробованы и нашли частичное применение или не получили широкого применения по разным причинам следующие устройства: Искра – 20/70 (1985г.), Эгис-5 (1999г.), Эра-5 (2003г.), Стимул-1 (2003г.).

К обобщенным недостаткам указанных комплексов можно отнести: низкую энергоемкость, ненадежную работу разрядников в скважине, наводки от мощного разряда, значительные потери энергии разряда в кабеле при его погружении в скважину.

Рассмотрим оценки указанных источников, взятых из отчетных материалов.

Искра – 20/70. Мощность источника 20 кДж. Сравнение материалов, полученных с применением взрывного и электроискрового источников, указывает на ухудшение качества временных разрезов при электроискровом источнике. Испытания проводены в 1985г. в Волгоградском Поволжье. Перед опытными работами стояла задача полной замены взрывного источника при ОГТ на электроискровой. Указанные работы, по мнению автора статьи, были преждевременными, так как была сделана попытка использовать маломощный источник для получения геофизической информации по объему и качеству аналогичной информации от мощного взрывного источника.

Эгис-5, Эра-5. Источники созданы для работы в глубоких скважинах при электрогидравлической обработке продуктивных пластов для повышения пластоотдачи. Для исключения потерь энергии в длинном кабеле, конденсаторы располагались непосредственно в зонде, что приводило к снижению накапливаемой энергии до 2-5 кДж. Недостаточность энергии, а также громоздкие размеры зонда (длина 3,5-6,5м) не

Таблица 2. Технические параметры источника «Кумир»

Максимальная емкость конденсаторов, мкФ	120
Диапазон рабочих напряжений, кВ	10 - 25
Диапазон запасаемых энергий, кДж	6,0 - 37,5
Максимальный накапливаемый заряд, Кл	3,0
Максимальное количество конденсаторов ИК-25-12	10
Максимальная амплитуда разрядного тока, кА	40
Время нарастания тока до максимума, мкс не более	40
Диапазон выходного напряжения выпрямителя, кВ	0-50
Максимальный рабочий выпрямительный ток, мА	50
Потребляемая мощность выпрямителя, кВА	2,5
Напряжение питающей сети однофазного переменного тока частотой 50±1 Гц, В	220±22
Время заряда при максимальной емкости (12 мкФ) и максимальном рабочем напряжении (25 кВ), с, не более	60
Время между циклами разряда, мин. не более	2-3

позволили применять источник Эра-5 при работах МСК.

Стимул-1. Максимальная запасенная энергия составила 2-3 кДж. Испытания проведены в Татарии, в 2003г. Оценивалась эффективность источника для возбуждения сейсмических волн при наземных наблюдениях и при работах МСК. Вывод следующий: результаты испытаний не позволяют использовать комплекс в качестве источника возбуждения сейсмических сигналов.

При создании макета передвижного источника «КУМИР» были учтены вышеперечисленные недостатки и разработан принципиально иной разрядник, не требующий замены или реставрации после нескольких тысяч разрядов. Сам источник ориентирован на использование именно при работах МСК, хотя отдельные опытные разряды увеличенной мощности, позволяют говорить о возможном использовании источника «КУМИР» и при профильных работах по методике ОГТ.

Остановимся кратко на функциональной и структурной схемах комплекса «КУМИР», особенностях его принципа действия, составе, мерах безопасности и путях совершенствования

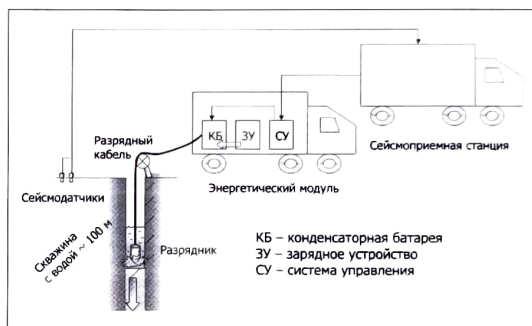


Рис. 1. Функциональная схема комплекса «Кумир»

технологического процесса изучения строения ВЧР с его применением.

На рис. 1 представлена функциональная схема источника. Она проста и не требует особых пояснений. Более сложной является структурная схема (рис. 2). Она несет в себе элементы функциональной схемы и дополняется отдельными узлами, имеющими самостоятельные и принципиально важные параметры, определяющие эффективность работы всего комплекса. В табл. 2 приведены количественные технические параметры, вытекающие из представленной структурной схемы.

Для ударного возбуждения колебаний используются электрогидровзрывные воздействия (ЭГВ), сопровождающие мощный электрический разряд в скважинной жидкости.

Излучательные сейсмические характеристики «КУМИРА» определяются:

- ударными волнами (УВ) и затухающими акустическими излучениями (АИ) в жидкой среде;

- кавитационными и струйными течениями, колебаниями паргазовых пузырей в жидкостях при ЭГВ;

- физико-химическими характеристиками передающей среды и границы раздела «скважина-грунт».

При проведении сейсморазведочных работ

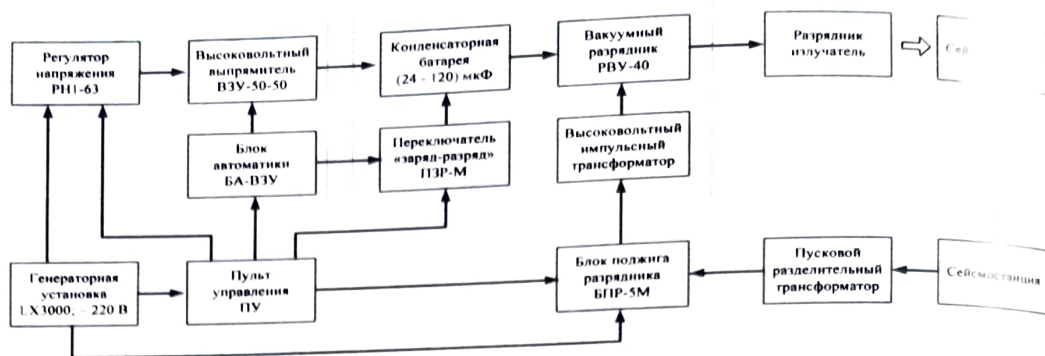


Рис 2. Структурная схема электроразрядного комплекса "Кумир"

периодически осуществляется зарядка выпрямленным высоким напряжением накопительных импульсных конденсаторов. Запасенная энергия выделяется при быстропотекающих сильноточных электрических разрядах в скважинной

значения мощности и коэффициентов преобразования электромагнитной энергии разрядов в энергию воздействующих физических факторов.

Эффективность передачи воздействий ЭГВ в прилегающий грунт зависит от конструкции излучающей системы. В процессе создания

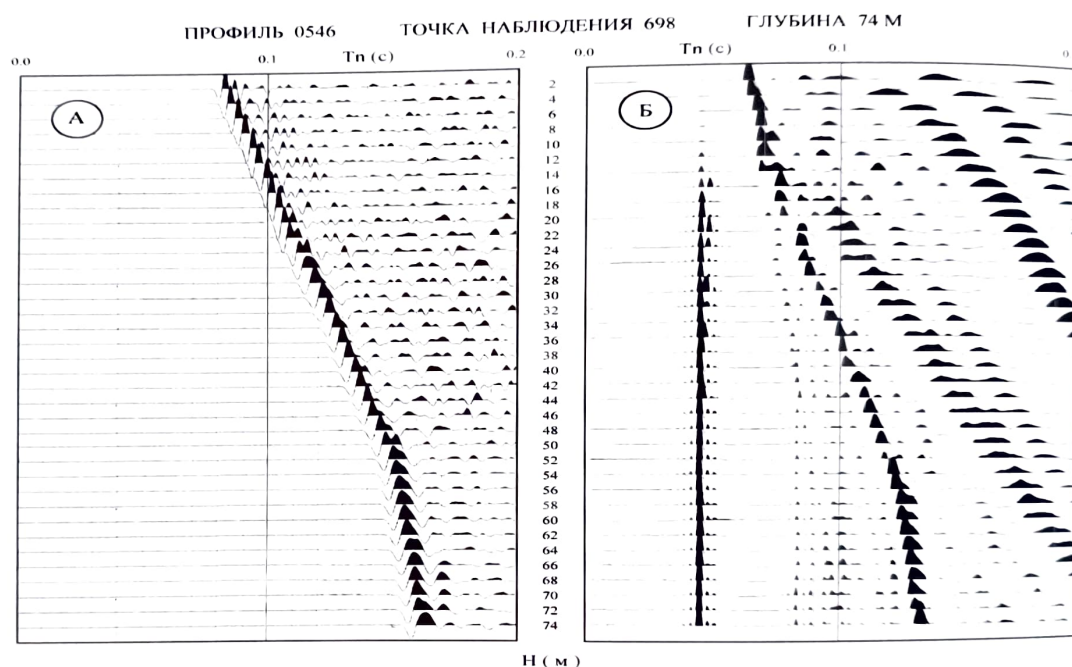


Рис. 3. Вертикальные годографы обращенных МСК в условиях Прикаспийской впадины (А – взрывной источник – ЭДС, Б – электроимпульсный источник "Кумир")

жидкости. Время накопления энергии определяется суммарной емкостью заряжаемых конденсаторов и мощностью используемого источника зарядного тока.

Длительность процессов разряда и их энергия определяются в основном величиной емкости разрядных конденсаторов, а также электрическими характеристиками разрядной цепи, включающей кабельную линию передачи импульсной энергии к излучающему жидкостному разряднику.

Достоинством ЭГВ-метода при сейсморазведке является возможность регулирования энерговклада в акустический импульс путем изменения параметров зарядки конденсаторов.

Для повышения разрешающей способности метода МСК, уменьшения влияния акустических шумов и электромагнитных наводок на регистрируемые сейсмосигналы в процессе создания комплекса «КУМИР» реализованы повышенные

комплекс «КУМИР» апробированы и оптимизированы различные конструкции скважинных разрядников-излучателей, имеющие повышенный ресурс срабатываний.

Комплекс «КУМИР» включает в свой состав следующие элементы.

1. Энергетический модуль, оснащенный подсистемами:

– накопления и коммутации электрической энергии;

– передачи импульсной электрической энергии с поверхности земли к глубинным акустическим излучателям с регулируемой глубиной погружения в скважинную жидкость;

– электропитания и выпрямительно-зарядных устройств (ВЗУ), обеспечивающих первичное (сетевое или автономное) электропитание и получение высоких постоянных напряжений с регулируемыми значениями выходных напряжений и зарядных токов.

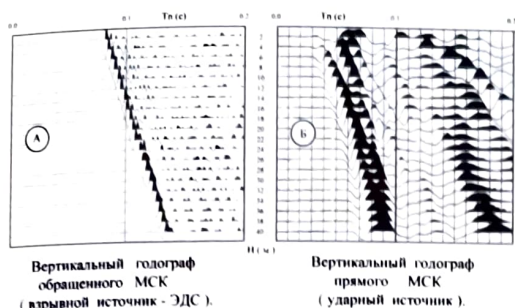


Рис. 4. Сравнение вертикальных годографов МСК.

2. Жидкостные разрядники — излучатели воздействующих факторов многократного использования.

3. Блоки высоковольтной синхронизации, управляющие разрядом конденсаторов по команде с сейсмоприемной станции.

4. Пульт управления, включающий подсистемы:

- управления и контроля зарядки конденсаторов;

- радиосвязи с сейсмоприемной станцией.

5. Комплекс регистрации, включающий:

- сейсмодатчики и сейсмоприемную станцию;

- подсистему регистрации электроразрядных процессов в излучающих каналах;

- устройства гальванической развязки и электромагнитной экранировки электрических цепей.

Безопасная эксплуатация и техническое обслуживание «КУМИР» проводятся с соблюдением организационных и технических мер:

- оптимизированы способы защитного заземления энергетического модуля и регистрирующей аппаратуры;

- накопительные конденсаторы размещены изолированно в кузове универсального назначения (КУНГ), установленном на шасси автомобиля ЗИЛ-131;

- энергетический модуль оснащен средствами автоматического и ручного снятия электрических зарядов с конденсаторов;

- территория проведения сейсморазведочных работ, устройства и элементы, находящиеся под высокими напряжениями, ограждаются стационарными и временными ограждениями, вывешиваются предупреждающие плакаты.

Практическая апробация ЭГВ-метода возбуждения сейсмических сигналов осуществлялась в два этапа: в районе п. Красный Яр Волгоградской области в июле 2005 года и в районе г.Новоузенска Саратовской области в октябре 2005г.

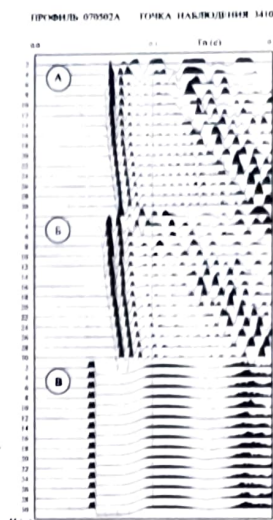
На первом этапе проведено экспериментальное опробование установки «КУМИР» в юго-западной части Русской платформы со сложным строением ВЧР и относительно глубоким залеганием подошвы ЗМС (до 100м). Наблюдения проведены в 2-х скважинах глубиной 54 м и 72 м синтервалом возбуждения через 2 м.

В качестве источника возбуждения применялись электродетонаторы ЭД-8Ж в количестве от 1 до 3 штук и электроимпульсный источник «КУМИР». Регистрация осуществлялась сейсмостанцией "ЭХО-3" на одиночные сейсмоприемники GS-20DX, установленные на расстоянии 5 и 10 м от устья скважин. В процессе

А. Регистрация вертикальным сейсмоприемником GS - 20 DX на удалении 10 м от устья скважины

Б. Регистрация вертикальным сейсмоприемником GS - 20 DX на удалении 5 м от устья скважины.

В. Отметка момента для каждой трассы



Вертикальный годограф обращенного МСК в условиях Саратовского Заволжья (электроимпульсный источник "Кумир", сейсмостанция "Эхо - 3", глубина 30 м).

экспериментальных работ необходимо было выяснить принципиальную возможность использования установки «КУМИР» при сейсморазведочных работах, как альтернативного источника и невзрывного способа для изучения строения ЗМС, а также возможного пути его совершенствования.

В процессе испытаний выяснилась необходимость использования вакуумного разрядника, разделяющего блок конденсаторов от разрядного кабеля вместо механического, так как последний возбуждал звуковую волну, интерферирующую с первыми вступлениями прямой волны от источника (см. годограф Б на рис. 3). Была также установлена принципиальная достаточность энергии 4-х конденсаторов с суммарной емкостью 48 мкФ для возбуждения сейсмического сигнала с глубины 90 м, сопоставимого по амплитуде со взрывом 3-х ЭД. Кроме того, при взрывном источнике за четкими первыми вступлениями продольных волн, регистрируется дополнительное поле волн, которое можно отнести к поперечным или обменным. Последнее требует самостоятельных исследований в связи с активным возвращением сейсморазведчиков к методике трехкомпонентной регистрации суммарного волнового поля, при которой проблема возбуждения поперечных волн не теряет своей актуальности. Сейсмические результаты демонстрируются на серии рисунков 3-4.

До начала сейсмических работ в Саратовском Заволжье в оборудование источника «КУМИР» были внесены дополнительные конструктивные изменения и оно было размещено в кузове автомобиля ЗИЛ-131.

Изучение строения ВЧР в Саратовском Заволжье с использованием источника проведено в производственном режиме.

В течение месяца на 240 км профилей, отработано 155 скважин МСК глубиной 30-40 м и произведено свыше 3000 разрядов, что позволяет говорить о технической надежности и достаточной производительности источника «КУМИР». По данным полевых работ ВЧР обращенным МСК с источником «КУМИР», получена подробная

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

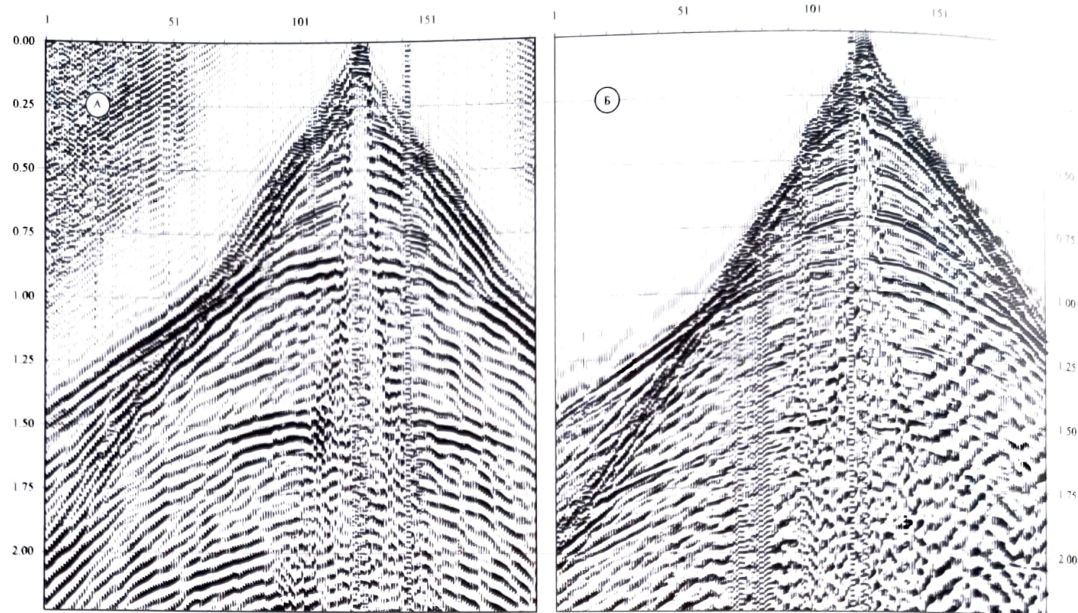


Рис.5. Сейсмограммы, зарегистрированные телеметрической сейсмостанцией в пределах северной части Прикаспийской впадины. Хmax = 3000м.
Источник возбуждения: А – 4 вибратора Р 23/М 27, 4 накопления;
Б – электроискровой комплекс Кумир».

информация о строении ЗМС, качественно сравнимая с данными методов, реализуемых на основе взрывных и ударных источников при прямом МСК (рис.4).

Передвижной комплекс для производства ЭГВ-воздействий может найти широкое применение на различных этапах сейморазведочных работ, как альтернативный источник при изучении строения ВЧР. Представляется также, что при соответствующей конструктивной доработке этот источник, может стать приемлемой альтернативой взрывному и при многократном профилировании ОГТ. Основанием для таких оптимистических выводов служит сопоставление сейсмограмм, полученных при использовании вибраторов и комплекса «КУМИР» (рис. 5). Несмотря на то, что энергетика «КУМИР» значительно уступает силовым характеристикам вибраторов, была получена высокочастотная запись в интервале до 2 с. Это позволяет надеяться, что и полевое оснащение технологии ВРС с внедрением электроимпульсных источников сможет получить дальнейшее развитие.

С учетом данных, полученных при создании и испытании комплекса «КУМИР», проводятся конструкторские работы по созданию двух опытных образцов электроимпульсных источников «КУМИР», отличающихся величиной накапливаемой энергии:

– источник КУМИР с накапливаемой в конденсаторной батарее энергией 7,5-30,0 кДж для использования при изучении строения ВЧР;

– источник «КУМИР-120» («КУМИР-240ю») с накапливаемой в конденсаторной батарее энергией 102-240 кДж для профильных работ по методике ОГТ, что является продолжением работ ЗАОр «НП «Заприкаспийгеофизика» по дальнейшему развитию технологии ВРС с использованием малых воздействий.

При полной уверенности, что электровзрывной метод будет широко использоваться, в

дальнейшем, совершенствование экспериментального комплекса «КУМИР» и доведение его до уровня опытного образца на наш взгляд должно проводиться в следующих направлениях:

– создание максимально автоматизированной и простой в эксплуатации аппаратуры при безусловном осознании того факта, что в полевых партиях и экспедициях уже сложился дефицит квалифицированных специалистов по автоматике и электронике, и в этом отношении мы не ждем изменений к лучшему в обозримом будущем;

– создание высоконадежной, ремонтопригодной, построенной по модульному принципу аппаратуры, допускающей ремонт путем оперативной замены функционально и конструктивно оформленных аппаратных модулей на месте;

– технологического программного обеспечения с клиентской частью, закрывающей как диагностику состояния комплекса и его отдельных узлов, так и экспресс-обработку данных;

– создание необходимого сервисного оборудования.

Авторы выражают благодарность директору НТЦ-1 ВНИИЭФ Селемиру В.Д. и генеральному директору ЗАОр «НП «Заприкаспийгеофизика» Глазкову А.М. за поддержку в организации конструкторских и опытно-производственных работ с источником «КУМИР», а также ведущему геофизику ЗАОр «НП ЗПГ» Иванкину А.В. за оформление результатов.

Литература

1. И.И.Гурвич. Сейсмическая разведка. Недра, 1970г., г. Москва
2. А.В.Калинин. Электроискровой источник упругих вол для целей наземной сейморазведки. МГУ, 1989г., г. Москва
3. А.Я.Картев. Скважинный электроразрядный аппарат ЭРА-5 для геоэкологических исследований. РФЯЦ, Труды международной конференции, 2004г., г. Саров
4. Б.М.Колосов. О Единичах измерения энергетических параметров источников и сейсмических сигналов в сейморазведке. Изобретения и рациональные предложения, вып. 3, ВНИИОЭНГ, 2005г., г. Москва

Об архитектуре каротажной регистрирующей аппаратуры

А.С. Батузов, О.Б. Горбунов, А.В. Мельников, А.Ю. Новоженин, ЗАО "Геофизмаш", г. Саратов

Важность проведения геофизических исследований скважин (ГИС) не вызывает сомнений, однако, в силу российской специфики (наличие огромного числа различных производителей оборудования для ГИС, отсутствие единых стандартов на оборудование, многообразие методов ГИС и прочих причин) эти работы связаны с довольно серьезными техническими трудностями. Интенсивное развитие нефтегазовой отрасли в нашей стране было бы невозможно без проведения качественных ГИС. Эти и многие другие причины привели к необходимости создания единой системы регистрации данных, работающей с широким комплексом приборов для ГИС. Первые системы такого рода были громоздкими и требовали отдельного передвижной единицы, современное развитие электроники и компьютерной техники позволяет существенно уменьшить габариты и вес каротажной регистрирующей аппаратуры, а также автоматизировать большинство рутинных операций. В настоящее время в нашей стране создано большое количество различных универсальных регистрирующих систем. В данной статье авторы на основе личного опыта формулируют основные требования к каротажной регистрирующей аппаратуре.

Вне зависимости от фирмы-производителя вся современная каротажная регистрирующая аппаратура имеет ряд общих черт. Можно смело утверждать, что эта аппаратура разделяется на две части. Одна часть отвечает за организацию записи и хранения данных каротажа, она реализуется на серийно выпускаемых ЭВМ. Вторая часть аппаратуры предназначена для приема телеметрической информации от скважинных приборов. Обе части соединяются в единое целое при помощи стандартных интерфейсов ЭВМ. При этом предпочтительно использование внешних интерфейсов, так как использование внутренней шины ЭВМ ведет к сильной аппаратной зависимости. При современных темпах развития вычислительной техники эта зависимость вызывает коренную модернизацию аппаратуры каждые 3-5 лет. В описанной выше архитектуре каротажной регистрирующей аппаратуры с внешними интерфейсами связи выбор ЭВМ почти полностью сводится к вопросу о стоимости. Можно сказать, что практически любой современный персональный компьютер может примениться в составе каротажной регистрирующей аппаратуры. Выбор типа стандартных внешних интерфейсов обмена в настоящее время фактически ограничен двумя интерфейсами - USB и Ethernet. Широко используемые 10 лет назад интерфейсы COM - портов и LPT - портов сейчас перестают поддерживаться производителями персональных компьютеров. Таким образом, для увеличения времени эксплуатации каротажной регистрирующей аппаратуры приходится учитывать тенденции развития персональных компьютеров и стремиться использовать перспективные интерфейсы связи.

В конце 90 годов прошлого столетия ЗАО "Геофизмаш" разработало комплексную геофизическую компьютеризированную лабораторию "Кедр-02". Технические решения, заложенные в основу этой аппаратуры, позволяют серийно выпускать ее на протяжении девяти лет без коренной модернизации. При создании "Кедр-02" разработчики руководствовались указанными ниже основными соображениями.

1. *Аппаратура должна быть максимально автоматизирована и не иметь механических органов управления и настройки.* Это позволяет минимизировать ошибки оператора при работе с различного типа скважинными приборами и повысить достоверность регистрируемых данных за счет исключения субъективных факторов. Геофизик должен заниматься процессами, происходящими в скважине и в околоскважинном пространстве, а не в регистрирующей аппаратуре.

2. *Работоспособность аппаратуры должна легко восстанавливаться на месте проведения каротажа.* Учет требований ремонтпригодности приводит к следующим выводам:

а) вся аппаратура должна быть разбита на быстро заменяемые блоки;

б) замена блоков не должна требовать высокой квалификации персонала и специального инструмента;

в) блоки не должны требовать взаимной подстройки;

г) для соединения с компьютером должны использоваться внешние интерфейсы, недопустимо использование плат, вставляемых внутрь компьютера.

3. *Регистрирующая аппаратура должна иметь минимальные габариты и прочный конструктив.* Эти требования являются простым и очевидным следствием из условий эксплуатации. Регистрирующая аппаратура устанавливается в тесных внутренних объемах каротажного подъемника. Раздутые габариты отнимают жизненное пространство у персонала. Каротажный подъемник много передвигается по бездорожью. Отсюда следует необходимость в механической прочности. В последнее время увеличивается объем работ, проводимых на удаленных месторождениях с доставкой оборудования вертолетом. Это накладывает еще более жесткие требования к габаритам, прочности и весу. Выполнение этих требований привело к отказу от использования готовых стоек "девятнадцатидюймового" стандарта.

4. *Работа регистрирующей аппаратуры со скважинными приборами должна производиться без дополнительных наземных панелей.* Дополнительные наземные панели или внешние коммутирующие устройства не только занимают лишнее место, увеличивают вес, но и снижают надежность работы аппаратуры.

5. *Работа регистрирующей аппаратуры со скважинными приборами должна быть организована таким образом, чтобы регистрировать максимум информации и эта информация должна иметь как можно более высокую степень достоверности.* Отсюда следует несколько выводов:

а) недопустимо иметь в программе регистрации возможность редактирования данных. Часто как достоинство некоторых систем регистрации преподносится возможность обработать (отредактировать) материал на месте проведения каротажа. В общем случае для качественной обработки материала и выдачи квалифицированного заключения требуется привлечение дополнительной информации недоступной оператору. Возможность редактирования материала на месте каротажа может спровоцировать попытку устранения брака, допущенного при проведении работ и, как следствие, вызвать искажение записанных данных;

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

б) необходимо регистрировать все, что передает скважинный прибор, а не с шагом квантования по глубине или по времени. Несложные подсчеты показывают, что при шаге квантования 10 сантиметров и скорости каротажа 500 метров в час теряется около 90 процентов информации. Сейчас, когда стоимость дисковой памяти является низкой, а объемы достаточно большими, экономия на величине записываемого материала представляется неоправданной. Конечно, программа, способная регистрировать все подряд и успевающая это делать, является более сложной. Но эти проблемы - внутреннее дело разработчиков программно-математического обеспечения и не касаются пользователей;

в) хранить нужно исходные файлы с полной записью, а не LAS-ы, LIS-ы и тому подобное. Практически все форматы файлов для хранения и обработки данных каротажа являются форматами с шагом квантования. При переводе в них теряется до 90 процентов исходной информации. Эта информация может стать особенно необходимой, если будут созданы новые методы интерпретации зарегистрированных данных. Также безвозвратно может теряться дополнительная информация о номере скважинного прибора, применяемых калибровках, версии математического обеспечения и т.п.

г) для контроля над оператором обязателен файл протокола. В этот файл с заданным периодом должны записываться все действия оператора по работе с программным обеспечением и технологические параметры: глубина, скорость и натяжение геофизического кабеля. Позже, если есть сомнения в качестве полученного материала, всегда можно, проанализировав последовательность действий оператора, найти источник возникновения ошибки и парировать ее последствия. При аварии файл протокола поможет выяснить причину возникновения аварийной ситуации.

6. *Декодирование телеметрической информации, поступающей от скважинных приборов, должно иметь программную реализацию.* При проектировании регистрирующей аппаратуры невозможно заранее учесть все виды скважинной аппаратуры, которые выпускались, выпускаются и будет выпускаться. Решение этих вопросов на аппаратном уровне приведет к тому, что обеспече-

ние работы с новым скважинным прибором часто потребовать доработки регистрирующей аппаратуры.

В качестве примера архитектуры каротажной регистрирующей аппаратуры ниже приведена структурная схема комплексной геофизической компьютеризированной лаборатории "Кедр-02". Лаборатория состоит из следующих функциональных законченных блоков (см. рис. 1):

1) источник бесперебойного питания - служит для обеспечения непрерывности регистрации каротажных данных, при пропадании первичного напряжения 220 В 50Гц;

2) универсальный источник питания - служит для обеспечения питания скважинной аппаратуры переменным или постоянным током;

3) термоплоттер - служит для печати на месте проведения каротажа предварительной геофизической информации для заказчика;

4) блок коммутации. Служит для осуществления коммутации между тремя жилами геофизического кабеля, двумя источникам питания скважинной аппаратуры и внутренними аналоговыми схемами сопряжения.

Схемы сопряжения приводят сигналы телеметрии, поступающие со скважинной аппаратуры к диапазону работы АЦП (аналого-цифрового преобразователя);

5) блок геофизический. Служит для декодирования сигналов телеметрии поступающих через АЦП на процессор обработки сигнала, вычисления текущей глубины по сигналам внешних датчиков и организации обмена с компьютером через Ethernet канал.

Блок геофизический по командам, передаваемым через Ethernet канал с компьютера управляет остальными блоками, используя последовательную шину межблочного обмена.

Верность заложенной в архитектуру "Кедр-02" решений подтверждается устойчивым спросом на эту аппаратуру в течение 9 лет серийного выпуска. На протяжении этого времени было изготовлено более 300 штук комплексных геофизических компьютеризированных лабораторий "Кедр-02". В настоящее время "Кедр-02" может работать более чем с 300 различными геофизическими скважинными приборами и список этот постоянно расширяется.

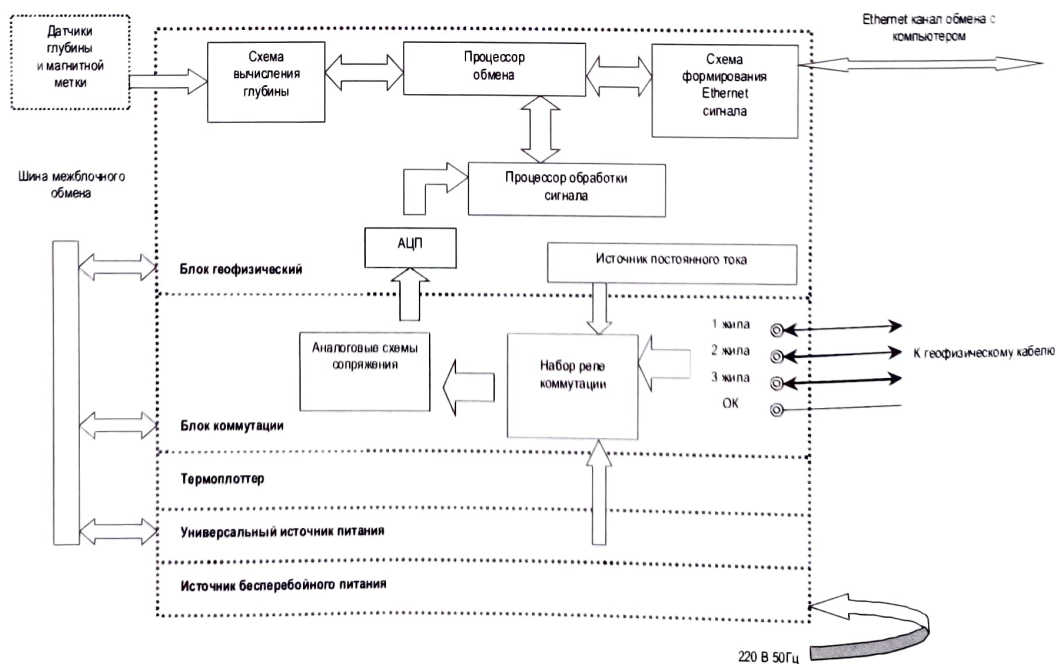


Рис. 1. Структурная схема комплексной геофизической компьютеризированной лаборатории "Кедр-02"

Компания Input/Output демонстрирует преимущества МНОВОВОЛНОВОЙ СЕЙСМИКИ при разведке месторождений в Китае

Input/Output Inc., США

VectorSeis

Разработанный и выпускаемый компанией I/O цифровой трехкомпонентный одиночный датчик VectorSeis регистрирует все колебания частиц грунта и записывает полное волновое поле.



Когда для регистрации сейсмических данных используется датчик VectorSeis, геофизики получают изображения среды более высокого качества, что позволяет разрабатывать более точные программы разведочного и эксплуатационного бурения.

Новый регион применения.

Очередная область применения VectorSeis – провинция Сичуань в Китае, где геофизические исследования VectorSeis организованы компанией «Синопек».

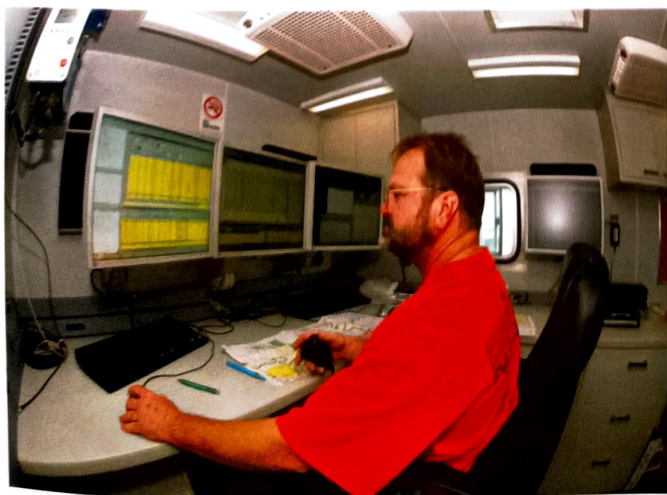
СЛОЖНЫЕ технологические и структурные условия

Хотя Сичуань – хорошо известная газоносная провинция, производительность отдельных скважин меняется в широком диапазоне, даже в пределах одного месторождения и пласта. Эта изменчивая производительность часто вызвана трещиноватостью разрабатываемых резервуаров, причем повышенная трещиноватость обычно коррелируется с более высокой производительностью скважин, а пониженная производительность – с низкой трещиноватостью.

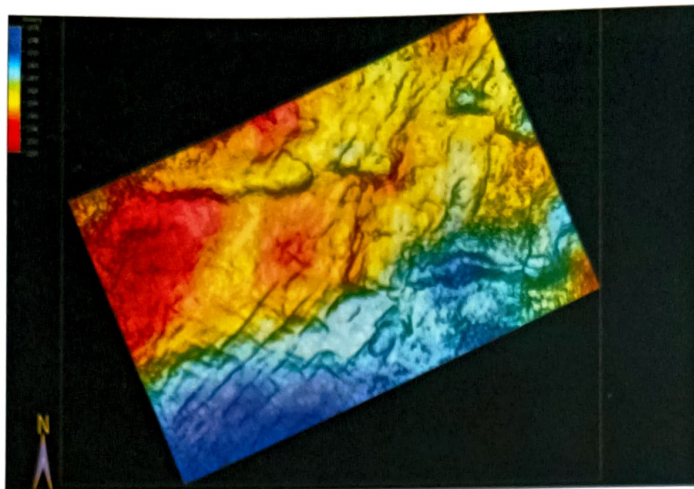
Трещиноватость пород – это не единственный фактор, влияющий на добычу газа в провинции Сичуань. Одна из самых больших структур – известная под названием Ксинчанг (XinChang) – расположена на площади с большим количеством естественных препятствий и промышленных объектов. К тому же, это густонаселенный район. Месторождение пересекают несколько шоссе и железных дорог, сеть трубопроводов, а также реки. Это означает, что сейсмические регистрирующие системы должны быть достаточно гибкими и обеспечивать необходимый уровень техники безопасности и защиты окружающей среды как для персонала полевых сейсмических партий, так и для местного населения.

РЕШЕНИЕ компании I/O

В 2003 году компания «Синопек» протестировала возможности мнововолновой сейсморазведки путем проведения опытных работ 2D на небольшом участке нефтяного месторождения Жонгьюан (Zhongyuan). Мнововолновые технологии часто эффективны для обнаружения и картирования трещиноватости благодаря двойному преломлению падающих упругих волн в трещиноватых пластах. Обычные методы сейсморазведки менее эффективны для выявления трещин. Однако, при использовании трехкомпонентных цифровых датчиков, таких как VectorSeis, и использовании специализированных процедур обработки, таких как AZIM, это двойное преломление поперечных волн можно

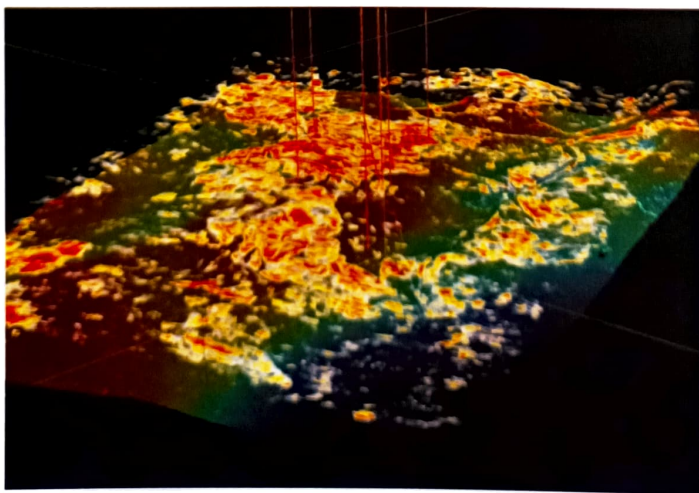


ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ
ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ



обнаружить и закартировать. Результаты опытной съемки 2003 года были обнадеживающими. Было обнаружено, что области со значительным двойным преломлением поперечных волн коррелировались с теми скважинами, которые характеризовались стабильным и более высоким дебитом.

В 2005 году полномасштабные сейсмические исследования были выполнены на площади в 529 кв. км в провинции Сичуань. Это была одна из самых больших многоволновых наземных съемок, когда-либо отработанных: 10400 пунктов возбуждения и 3168 активных пунктов приема. Для сбора данных использовалась System Four, регистрирующая система компании I/O, и цифровые трехкомпонентные датчики VectorSeis. В результате было получено около 100 миллионов трасс. Поскольку съемка была спроектирована с высокой плотностью пунктов приема, зарегистрированное волновое поле обладало хорошей дискретностью, что благоприятно для успешной обработки сейсмических данных.



В 2006 году компания GX Technology (GXT), подразделение компании I/O, выиграла тендер на обработку сейсмических данных, полученных на площади Ксинчанг. В настоящее время к этим данным применяется

полный набор обрабатывающих и интерпретирующих процедур, включая двойного преломления поперечных волн, чтобы получить разрешающие изображения среды и определить пороговые пороговые емкости коллекторов.

«Мы уверены в преимуществах многоволновой сейсморазведки в этом регионе. Группа компаний I/O обладает нужными нам передовыми технологиями, опытным персоналом и открыта для сотрудничества. Исходные данные выглядят многообещающе. Я с энтузиазмом смотрю на наше развивающееся сотрудничество в этой области и на другие возможности, которые могут возникнуть в будущем.»

КСУКСИАНГРОНГ.

Президент «Юго-западной газовой компании» в составе компании «Синопек»

Ожидаемые РЕЗУЛЬТАТЫ

Хотя этап обработки и интерпретации данных еще не завершен, предварительные результаты выглядят многообещающими. Сейсмические данные характеризуются широким частотным диапазоном, что очень благоприятно для выявления тонкой слоистости в коллекторах и для картирования маломплитудных разломов и малоразмерных структур. Помимо этого, поперечные волны, зарегистрированные датчиками VectorSeis, позволяют обнаружить естественную трещиноватость и оценить ее плотность, также как и распределение газонасыщенности в коллекторах. Извлечение всей этой информации стало возможным благодаря интегрированному подходу к проектированию многоволновых исследований, регистрации и обработке данных, и это позволило специалистам компаний I/O и «Синопек» выделить новые перспективные объекты для поискового бурения на площади Ксинчанг.

Расширение УСПЕХА

Проект на месторождении Ксинчанг доказывает эффективность многоволновой технологии при разведке трещинных коллекторов. С учетом значимости коллекторов этого типа в Китае и многих других регионах — включая Северную и Южную Америку, Ближний Восток и Россию — мы ожидаем выполнение значительного количества подобных съемок для нефтегазовых компаний по всему миру.

Песчаные дюны? Многоволновая сейсморазведка принимает вызов



Сложные условия работ

Изменчивые поверхностные условия осложняют установку источников и приемников. Сложное скоростное строение ВЧР и искривление лучей в приповерхностной зоне искажают изображения среды.

Многоволновые технологии компании I/O



Отмеченный наградами трехкомпонентный цифровой датчик VectorSeis. Регистрация данных в широкой полосе частот и с высоким разрешением без группирования. Повышенная производительность в наиболее сложных поверхностных условиях.



Scorpion® – регистрирующая система с удобным и простым интерфейсом. Поддерживает очень высокую канальность, широкоазимутальные съемки. Максимальная эффективность и надежность.



Революционные процедуры обработки, такие как AZIM™ – анализ и учет анизотропии скоростей, используют преимущества регистрации полного волнового поля для повышения качества изображений сложнопостроенных сред.



www.i-o.com/full-wave

Многоволновая сейсморазведка. Заставьте ее работать на вас!

Многоуважаемые коллеги!

Д.Н. Слонов, Генеральный директор ОАО «Саратовнефтегеофизика», г. Саратов



От лица коллектива ОАО «Саратовнефтегеофизика» сердечно поздравляю Вас с профессиональным праздником – Днем нефтяной и газовой промышленности.

ОАО «Саратовнефтегеофизика», обладая бесценным опытом работы на рынке нефтесервисных услуг, идет в ногу со временем, решая геофизические задачи повышенной наукоемкости, осваивая все новые объемы современных профессиональных знаний. Компания бережно относится к поколению сложившихся мастеров своего дела и уделяет особое внимание воспитанию молодого поколения геофизиков, закладывая будущий успех уже сейчас.

Развитость топливно-энергетического комплекса имеет для России стратегическое значение. Крепкое и сплоченное братство российских геофизиков честно вносит свой вклад в обеспечение энергетической безопасности своей Родины. Причастность к важнейшему, базисному для страны направлению – и честь, и ответственность для всех нас. В наших руках находится земная сокровищница, раскрывающая свои тайны только тем, кто способен на самоотверженный и тяжелый труд.

С праздником всех Вас, дорогие и уважаемые коллеги! Пусть наше общее, трудное дело процветает, приносит благополучие и нашей стране, и нашим семьям. Удачи Вам, здоровья, добра и радости!

Применение сейсморазведки МОГТ-3D на поисковом этапе геологоразведочных работ.

С.С. Власов, В.А. Феоктистов, А.В. Феоктистов, ОАО «Саратовнефтегеофизика», г. Саратов

Сейсморазведка 3D в последние два десятилетия успешно применяется на этапах детализации, разработки и даже мониторинга нефтяных и газовых месторождений. Ее доля в общем объеме стоимости сейсморазведочных работ неуклонно увеличивается. На Западе она превышает 80 %. В России в 2004 г. она составила 50 %. Все шире

технология 3D начинает использоваться на поисковом этапе.

Главная причина, обосновывающая необходимость применения достаточно сложной и достаточно дорогой технологии площадью сейсморазведки 3D уже на поисковом этапе, обусловлена тем, что наиболее крупные и контрастные

Таблица 1. Сопоставление затрат на этапах ГРП

№	Этап ГРП	Стадия	Категория запасов и ресурсов	Масштаб съемки	Плотность сети 2D км/км ²	Сетка, км x км	Условный объем, км ³	2D, км	Стоимость в млн. руб. 2D	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Регионально-поисковый	Поиск объектов	D ₁	1:100000 1:50000	—1	2x2	1000	1000	80	400
2	Поисковый	Подготовка объекта	C ₃	1:50000 1:25000	2-2,5	1x1	200	400-500	32-40	80
3	Разведочный	Оценка месторождений	C ₂ и C ₁	1:25000 1:10000	4-4,5	0,5x0,5	70*	300	24	80
* - в соответствии с обычным коэффициентом успеха, близким к 0,3									Итого: п.2+п.3	56-64 80



Рис. 1. Шаблон активной расстановки методики 3D

месторождения нефти и газа уже выявлены и разведаны. Сегодня сейсморазведка вышла на новый качественный уровень и объектами исследования являются объекты, приуроченные к сложно построенным резервуарам, неантиклинальные ловушки УВ, малоамплитудные объекты, сложные тектонические ловушки. Это приводит к повышению риска бурения пустых скважин и определению перспективности объектов. Соответственно возрастают требования к точности и детальности структурных построе-

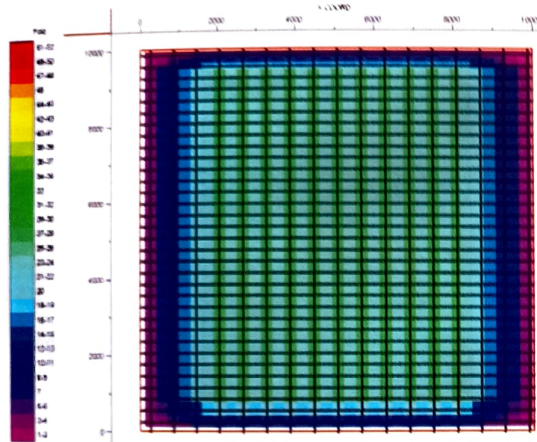


Рис. 2. Поле кратности данных, получаемых на поисковом этапе.

ний, к достоверности прогнозов петрофизических характеристик среды по данным сейсморазведки.

1.1. Основные преимущества сейсморазведки 3D по сравнению с 2D.

Трехмерная сейсморазведка отличается:

- Высокой детальностью исследований за счет значительного повышения плотности информации на единицу площади, дающей возможность сформировать куб сейсмической записи, характеризующийся практической непрерывностью волнового поля. Это дает возможность правильного учета влияния скоростных неоднородностей ВЧР по площади, в том числе длиннопериодной составляющей статических поправок, детального описания формы отражающих поверхностей, получения непрерывного поля сейсмических атрибутов изучаемых геологических сред. При 2D съемке всегда существует проблема увязки профилей и неопределенности положения границ в межпрофильном пространстве.

- Эффективностью подавления помех, считается, что подавление помех при широко азимутальной съемке 3D при равной кратности накапливания в два раза выше по сравнению с 2D. Еще значительнее это различие при сравнении мигрированных разрезов, так как число трасс, вовлекаемых в 3D миграцию при ее площадном характере, гораздо больше, чем при 2D миграции.

наполняемой по профилю. Все это обеспечивает лучшее соотношение сигнал/шум. Поэтому динамика сейсмической записи точнее отражает геологическое строение среды.

Высоким качеством восстановления пространственного положения отражающих границ и динамических характеристик отражений по сравнению с сейсморазведкой 2D за счет применения миграции 3D. Это обеспечивает существенно более точное воссоздание истинной структуры геологических границ и физических свойств пород в сложнопостроенных реальных средах.

Принципиально более высокой степенью надежности выделения и трассирования тектонических нарушений и иных границ резкого изменения рельефа отражающих поверхностей. В то время как для съемки 2D критичным является расположение линии наблюдения относительно простирания структурных элементов, и при углах менее 20° такие элементы становятся «невидимыми» для 2D. Кроме того, верно идентифицировать тектонические нарушения от профиля к профилю практически не возможно, что приводит к значительным ошибкам при интерпретации материалов.

1.2. Экономические аспекты применения сейсморазведки 3D на поисковом этапе.

При анализе экономических аспектов использования 3D сейсморазведки обычно рассматривают:

- стоимость затрат на 3D по отношению к работам 2D на разных стадиях геологоразведочного процесса;

- экономический эффект от применения 3D по отношению ко всему комплексу разведки и разработки.

Для условий поиска месторождений в неантиклинальных ловушках при существующей излученности региона и стоимости работ ($1 \text{ км}^2 2D \approx 80 \cdot 10^3 \text{ руб.}$ и $1 \text{ км}^2 3D \approx 400 \cdot 10^3 \text{ руб.}$) сопоставление затрат приводится в Табл. 1.

Из приведенной Табл. 1 видно, что однократное проведение 3D на площади всех выявленных

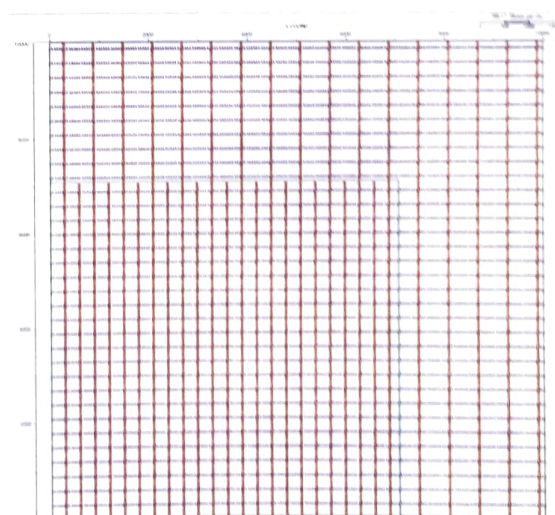


Рис. 3. Общая схема расположения ПП и ПВ съемки МОГТ 3D после обработки второго этапа.

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

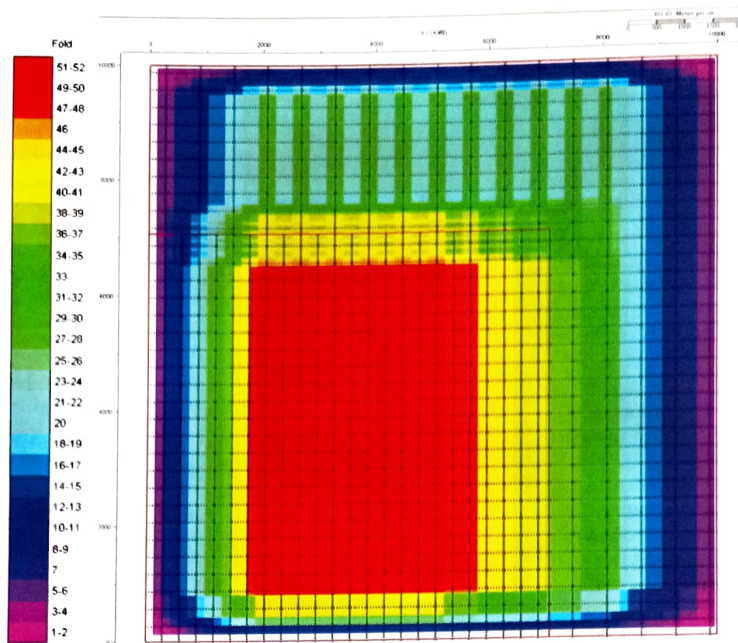
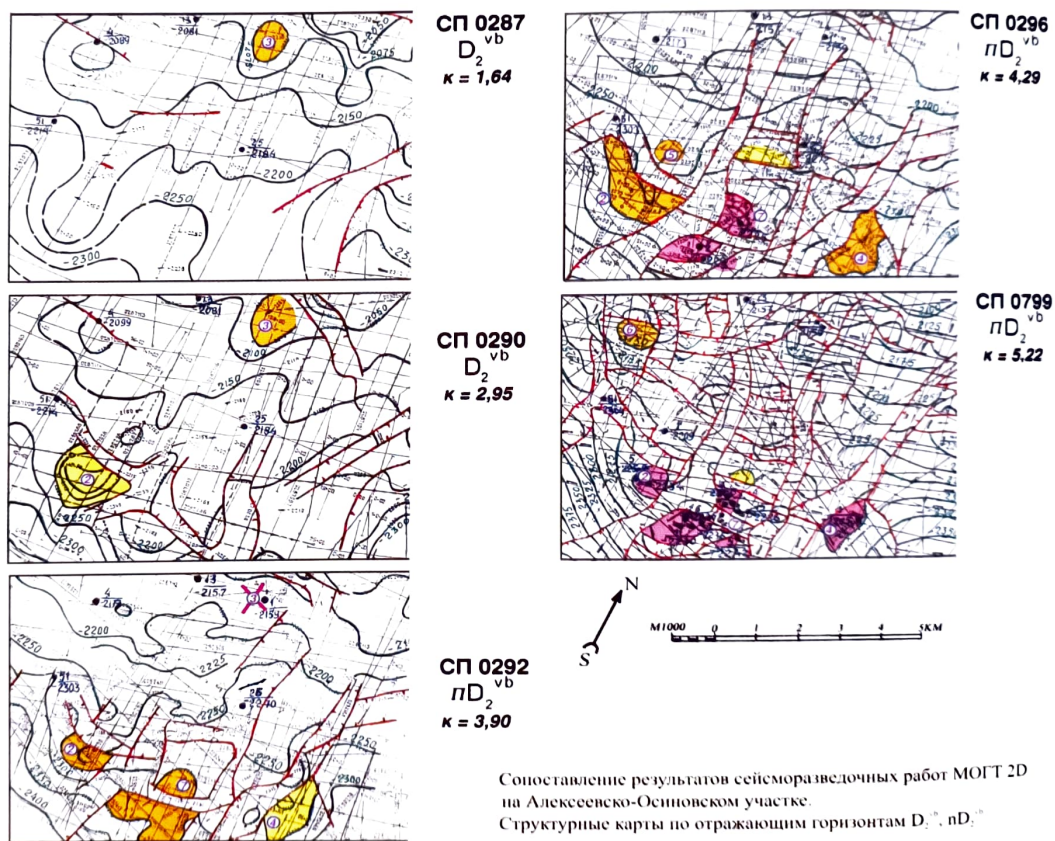


Рис. 4. Поле кратности данных МОГТ 3D на разведочном этапе.

объектов ($\sim 200 \text{ км}^2$) в задачи разведочного этапа подтвержденных месторождений ($\sim 70 \text{ км}^2$) по сравнению с работами 2D. При этом детали строения и общий объем информации съемки 3D на порядки выше.

Применение сейсморазведки 3D на поисковом этапе целесообразно с целью нахождения и подготовки к поисковому бурению объектов сложного геологического строения или оконтуривания сложно выявляемых ловушек. При этом постановка столь детальных работ имеет смысл в районах с установленной нефтегазоносностью и достаточной степенью изученности сейсморазведкой 2D. Плотность сети 2D может варьировать в зависимости от геологических условий и



Сопоставление результатов сейсморазведочных работ МОГТ 2D на Алексеевско-Осиновском участке. Структурные карты по отражающим горизонтам D_2^{vb} , nD_2^{vb} .

Условные обозначения:

- линии сейсмических профилей;
- скважины с абсолютной отметкой горизонтов D_2^{vb} , nD_2^{vb} , nD_2^{mb} ;
- изогипсы отражающих горизонтов D_2^{vb} , nD_2^{vb} , nD_2^{mb} ;
- плотность сейсмических профилей (пог.км./км²);
- номера структур: 1 - Осиновская, 2 - Стрелетовская, 3 - Пушкинская, 4 - Вост.Алексеевская, 5 - Сев.Стрелетовская, 6 - Заречная, 7 - Алексеевская;
- объекты выявленные;
- объекты, подготовленные к поисковому бурению;
- объекты, находящиеся в бурении (с подтвержденной нефтегазоносностью);
- объекты, выведенные из бурения с отрицательным результатом.

Рис. 5. Сопоставление результатов сейсморазведочных работ МОГТ 2D при уплотнении сети разведочных профилей.

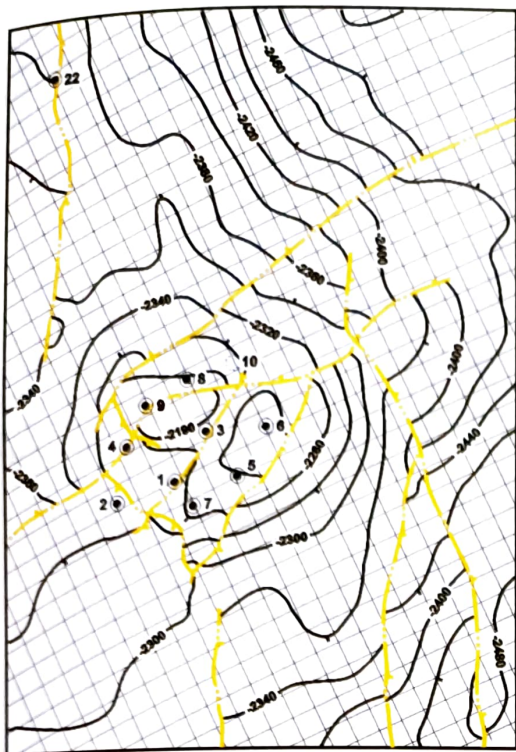


Рис. 6. Структурная карта по отражающему горизонту nD2vb (Осиновское поднятие):

- а) вариант из паспорта по материалам 2D;
б) вариант по материалам 3D пластовой миграции.

характера объектов, но в среднем может быть принята равной 1 пог. км на 1 км² (т.е. примерно 2х2 км). Следует отметить, что, как правило, наблюдения 3D на этом этапе проводятся в условиях крайне ограниченного числа пробуренных скважин или их отсутствия.

Применение 3D на этом этапе предусматривает значительно большие площади съемки по сравнению со съемками на этапе разведки месторождений. Это определяет стремление к возможному удешевлению работ, которое может выражаться в разрежении точек ОСТ (увеличению размеров бина); снижению кратности.

Однако имеется ряд обстоятельств, которые в зависимости от сейсмогеологических условий будут ограничивать это стремление. К их числу можно отнести сложнопостроенные объекты с крутонаклонными границами, требующие 3-х мерной миграции, которые не позволяют увеличивать расстояния между ОСТ, чтобы не снижать эффективность 3-х мерной миграции, — ключевой процедуры для этих условий. В условиях достаточно высокой интенсивности помех, также недопустимо снижение кратности. Но главным являются высокие требования, предъявляемые к данным 3D на последующих этапах их использования (разведочным и эксплуатационным).

В этой ситуации, по-видимому, могут, в зависимости от геологических условий, реализовываться два подхода.

1. При выполнении работ в районах с высокой вероятностью обнаружения в тех или иных интервалах разреза промышленных скоплений углеводородов, по-видимому, целесообразна ориентация на однократное выполнение 3D с оптимальным размером бина и кратностью для задач разведки месторождения и последующего мониторинга.

2. При опосредованном поиске новых территорий оказывается эффективным применение «эконо-

мических» модификаций 3D с существенно разреженными сетками наблюдений, либо со снижением плотности физических наблюдений на км² за счет увеличения шага между линиями пунктов взрыва. При этом увеличение канальности (до 1200 - 1500) и более позволяет сохранить достаточно высокую кратность (~30) перекрытий. Для детальной разведки выявленных нефтегазовых месторождений в этом случае возможно проведение повторных, либо «заполняющих» съемок 3D, что широко подтверждается практикой зарубежных нефтяных компаний.

Для иллюстрации такого подхода приведем пример его реализации:

1-й этап: Отработка площади по разреженной методике: полосами из 8-ми линий наблюдения по 156 активных каналов. Интервал линий приема 300 м., интервал между ПП 50 м. Линии ПВ расположены через 600 м., интервал между ПВ 50 м, 24 ПВ в блоке. Шаблон активной расстановки представлен на (рис.1). Осуществляется 50% перекрытие шаблона по линиям приема. Такая технология отработки позволит получить кратность в целевом интервале, равную 30 (рис. 2).

2-й этап: При выделении перспективного объекта производится дополнительный отстрел в необходимом объеме по этой же методике по уплотняющей сети линий ПВ со смещением вдоль оси X на 300м относительно предыдущего шаблона рис 3. Таким образом мы получаем данные на интересующем участке с кратностью 52 рис 4.

Стоимость 3D существенно сближается с 2D, а преимущества перед 2D таковы:

- более равномерная плотность наблюдений;
- более полное использование энергии источников;
- лучшая направленность «работающих» интерференционных систем приема и возбуждения;
- правильный учет сейсмического сноса, что невозможно при регистрации боковых волн методом 2D;
- уменьшение краевых эффектов и корректное миграционное преобразование данных 3D, полученных на разведочном этапе;
- при уплотнении сети разведочных профилей 2D возникает необходимость фактически полной переинтерпретации данных, новой увязки профилей, и, при этом, остается неоднозначность структурного плана в зонах интерполяции.

При проведении работ 3D, уплотнение съемки позволяет повысить качество данных, провести динамический анализ и уточнить структурный план с гораздо меньшими затратами труда при интерпретации.

На рис. 5 приведено сопоставление результатов сейсморазведочных работ при последовательном уплотнении сети разведочных профилей на примере Алексеевско-Осиновского участка, что иллюстрирует неоднозначность интерпретации сложных объектов по данным 2D даже при высокой плотности данных. На рис. 6 приведено сопоставление результатов, полученных по материалам 2D (при плотности 5 пог км/ км²) и 3D на Осиновском месторождении. Этот пример наглядно демонстрирует возможности методики 3D по трассированию тектонических нарушений и повышению информативности итоговых результатов.

Таким образом, использование методики 3D на поисковом и разведочном этапах позволяет получить более достоверную и надежную информацию, при незначительном удорожании полевых работ.



Проблемы хранения геолого-геофизической информации

Д.Ф. Аляткин, С.В. Гангнус, Ф.Б. Гутерман, ОАО «Саратовнефтегеофизика», г. Саратов

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Геолого-геофизическая информация по лицензионным площадям, нефтяным и газовым месторождениям является огромным капиталовложением и ключевым моментом в дальнейшем развитии и рациональном использовании этих ресурсов. Одной из целей создания Банка Данных нефтяных компаний (недропользователей) является сбор этих данных в автоматизированной архивной системе, где они будут защищены и где к ним может быть обеспечен легкий и быстрый доступ. Банк Данных геолого-геофизической информации может быть создан и компанией, проводящей сейсморазведочные и промыслово-геофизические работы. В этом случае, услуги по хранению данных и обеспечению доступа к ним становятся отдельной сервисной статьёй услуг, которые могут оказываться:

- территориальным геологическим управлениям, при проведении ими конкурсов по распределению лицензионных участков;
- владельцам лицензионных участков, при постановке и проведении ими поисковых работ;
- ответственным исполнителям проектов, при постановке и выполнении работ по лицензионным участкам.

В России существует множество примеров попыток создания подобных систем. Однако, не смотря на то, что было затрачено много сил, финансов и времени, многие из этих проектов так и не были осуществлены.

Основной целью создания Банка Данных является обеспечение максимально эффективного использования геолого-геофизической и промысловой информации в интересах Компании путем решения следующих задач:

- организация и обеспечение процесса сбора, подготовки, загрузки, контроля качества, централизованного учета и надежного хранения геолого-геофизических и промысловых данных Компании;
- обеспечение полноты и качества данных, формирования фонда информационных ресурсов Компании, включая все виды первичных, оперативных и исторических данных;
- организация обеспечения пользователей информационными ресурсами в заданные сроки;
- защита информации от несанкционированного доступа, организация доступа пользователей к информации на основе современных информационных технологий, в соответствии с установленными внутренними правилами Компании, регламентирующими права доступа к тем или иным данным;
- унификация форматов загрузки и обмена данными с отечественными и зарубежными информационными системами и программными приложениями, согласно требованиям Компании;
- формирование, ведение и поддержка корпоративного информационного пространства для решения задач Компании. Создание информационной основы эффективного управления Компа-

ний и принятия решений.

За все время существования «Саратовнефтегеофизики» в компании накоплен огромный массив полевых материалов разных форматов, хранящихся на разных носителях. Но с начала 90-х годов этот массив не развивался и не поддерживался в актуальном состоянии, не был вовремя проведен перевод архива на новые носители. Более того, даже не были созданы и не соблюдались правильные условия хранения архива. В настоящее время, из-за предпринятых ранее незавершенных попыток оцифровки материалов, архив компании находится в разрозненном состоянии, что значительно ухудшило ситуацию. Для преодоления сложившейся ситуации требуется немедленный перевод старых материалов на новые носители цифровой информации и построение единой системы банка данных архивных материалов.

Для решения вышеперечисленных задач ОАО «Саратовнефтегеофизика» поставило перед собой задачу создания электронных архивов. Актуальность этой проблемы диктуется в том числе и тем, что значительная часть исторической информации до сих пор хранится на бумажных носителях. Это и многочисленные отчеты о геолого-разведочных работах, включая графические приложения, сейсмические временные разрезы, каротажные диаграммы.

Необходимо сказать, что и сейсмические данные (профили, данные ВСП, координаты и высоты геофизических точек наблюдений, карты, схемы наблюдений, рапорты операторов) хранятся на носителях информации различного типа, в том числе и бумажных. Имеющиеся архивные материалы в цифровой форме записаны на 9-дорожечных магнитных лентах, магнито-оптических, дисках, CD/DVD дисках стримерных лентах IBM 3490-3590, Exabyte, DLT, Ultrium.

Для выполнения поставленной задачи в ОАО «Саратовнефтегеофизика» разработан план создания единого электронного банка данных, выбраны программные и технические средства. Имеющееся в компании оборудование позволяет читать все находящиеся в организации цифровые носители информации. С целью повышения скорости перевода информации на современные типы носителей дополнительно приобретены магнитофоны и контроллеры для чтения лент. В настоящее время работают два таких комплекта.

Необходимость интенсификации данного вида работ диктуется тем, что срок эксплуатации магнитных лент истёк. Данная ситуация дополнительно усугубилась тем, что условия хранения лент были не оптимальны и нередко случаи, когда встречаются ленты с полностью осыпавшимся магнитным покрытием. Однако, практика показала, что порядка 80 % лент прочитать все-таки можно. При работе с магнитными лентами

следует принимать во внимание тот факт, что блок магнитных головок рассчитан на чтение приблизительно 5000 - 7000 лент. Таким образом, три наших магнитофона позволят нам оцифровать около 15000 лент.

Для перевода материалов 9-дорожечных лент в современные форматы используется ПО, приобретаемое вместе с контроллерами Солярис и Агсору. На выходе мы получаем материалы в формате SEG-Y, которые уже можно хранить либо в файловой структуре с сопутствующими материалами, либо используя базу данных от таких производителей как CGG, Halliburton, Schlumberger.

В создаваемом архиве должны также размещаться все новые полевые материалы. При этом и новые и старые материалы, перед тем, как поместить их в архив, должны быть подвергнуты следующим видам контроля:

- оценка качества полевых работ;
- оценка результатов копирования и переформатирования из полевых форматов в потрассовы;
- пригодность материалов к дальнейшей обработке и интерпретации.

Таким образом, намечены следующие этапы работ:

- инвентаризация, включающая: определение текущего состояния архива; определение имеющегося оборудования, программного обеспечения, персонала занятого архивом; анализ текущий условий и процессов архивирования; определение всех используемых форматов и носителей;

- определение потребностей, включающее: выявление материалов, подлежащих архивированию (в электронном и неэлектронном виде); оценка объема и количества материалов; выявление потребности в технических средствах оцифровки и хранения, программных средствах, помещениях, персонале; установку ориентировочных сроков;

- изучение опыта создания подобных архивов в других компаниях и организациях и прежде всего в государственных фондах, других геофизических компаниях, сервисных компаниях, занимающихся построением подобных архивов. Это позволит избежать повторения чужих ошибок и неправильных путей развития архива. Выяснение возможности использования их технических решений, полностью или частично, для организации архивного хранения имеющихся в нашей компании архивных материалов;

- запуск процедуры наполнения единого архива – начало сканирования бумажных и других носителей, чтение лент и других подобных носителей, перевод старых форматов в новые. Выборочная или полная оценка качества. Результатом данного этапа будут данные в современных форматах на современных носителях, хранящиеся в виде файловой структуры или в базе данных. При этом должна быть предусмотрена запись данных об исполнителе сканирования и оцифровки данных, с использованием двойного контроля;

- выбор окончательного решения, касающегося структуры, архитектуры архива, используемых программных и аппаратных средств. Запуск процедуры приобретения этих ресурсов.

-создание условий, включающих организацию помещений под архив, соответствующих всем требованиям, предъявляемым к таким помещениям (контроль доступа, электро и пожарная безопасность, санитарные и гигиенические нормы, температурные и влажностные условия, световой режим);

-подбор и обучение персонала.

Сейчас наша компания находится одновременно на третьем и четвертом этапах. Мы активно исследуем чужой опыт и имеющиеся решения. Сканируем и оцифровываем материалы, готовимся запустить процессы сканирования и оцифровки в полную силу.

Работы будут выполняться на базе современного программно-аппаратного комплекса, состоящего из:

- сканера Synergix (цифровая инженерная система формата A0 - Xerox 8825), позволяющего сканировать временные сейсмические разрезы на кальке, синьке, фотоплёнке и других носителях всех форматов, включая A0, с разрешением до 400 точек на дюйм. Сканер должен иметь возможность получения и цветных скан-образов. В этом случае он используется для сканирования графических приложений к отчетам (карты, глубинные разрезы и т.д.);

- программного обеспечения фирмы Caldera (Франция) (Caldera CopyRip и Caldera Seistrans, работающее на персональном компьютере), предназначенного для перевода полученных изображений сейсмических временных разрезов в SEG-Y-формат;

- оборудования и программного обеспечения фирмы NeuraLog, обеспечивающего автоматическую цифровую конверсию растр-изображений (NeuraScanner – воспроизводит, редактирует непрерывный растр каротажных диаграмм, NeuraLog – быстро и с большой точностью автоматически отслеживает каротажные кривые для создания цифровых файлов, NeuraMap – обеспечивает автоматическое отслеживание карт);

- документ-сканеров (поточного и планетарного типов), программного обеспечения, предназначенного для обработки отсканированных изображений и текстов.

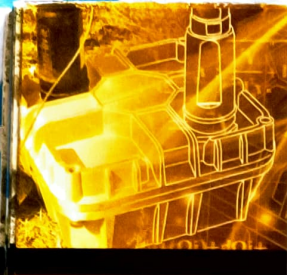
Таким образом, можно констатировать, что вопросы, связанные с переводом информации в цифровой вид, имеют совершенно конкретное, проработанное решение.

Совершенно другая ситуация сложилась с выбором архивной системы. Мы считаем, что настоящее время существуют три типа таких систем:

- системы типа FINDER (Schlumberger), которые позволяют поддерживать весь спектр геолого-геофизической информации. Обслуживание таких систем требует высококвалифицированного персонала, да и их стоимость достаточно велика.

- картографические системы на базе ГИС (географические информационные системы) ArcView. Как правило, такого рода системы позволяют хранить информацию о сейсмических профилях, 3D съемках и скважинах. Недостатком такого рода систем является то, что они не поддерживают весь спектр геолого-геофизической информации (полевой сейсмичес-

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ



кий материал, отчеты на бумажном носителе и электронном виде, геолого-геофизические разрезы, модели месторождений).

-разработки для комбинированных архивов, которые позволяют хранить и обеспечивать доступ не только к данным в электронном виде, но и адресовать пользователя к бумажным данным. Стоимость этих программных средств на порядок меньше стоимости систем типа FINDER. Примером такого рода разработок может служить программное обеспечение компании ROY INTERNATIONAL.

В настоящее время ОАО «Саратовнефтегеофизика» решает для себя вопрос о выборе программного комплекса для создания банка данных. По результатам общения и дискуссий, имевших место на выставке «Нефть и Газ» в июне этого года, мы склоняемся к тому, что архитектура программного комплекса должна строиться по трехуровневому принципу:

- клиент;
- сервер приложений;
- сервер базы данных.

Программный комплекс должен обеспечивать выполнение следующих процедур и функций:

-ввод метаданных и регистрацию данных - пользовательский интерфейс для заполнения базы метаданных по объектам каталогизации; обеспечивать поддержку всех внутренних связей базы данных, а также осуществлять контроль соответствия вводимых данных типу и назначе-

нию каждого поля или предоставлять сведения о допустимых значениях (согласно справочнику) для большинства полей, содержащих стандартные характеристики документов и параметров данных, что позволит защитить базу данных от случайных опечаток и разногласий в понимании терминов;

-поиск и представление данных — пользовательский интерфейс, предоставляющий сервисы для удаленного поиска данных и навигации, а также их заказа, получения, представления описательной части и визуализации (для отдельных видов данных) с возможностью формирования отчетов;

-хранение метаданных — база метаданных, содержащая сведения об объектах каталогизации и обеспечивающая их структурированное хранение.

-администрирование данных, доступ и удаленную работу пользователей с помощью соответствующих средств администрирования баз метаданных.

Формирование единой базы данных архивных материалов ОАО «Саратовнефтегеофизика» планирует завершить к 2010 году. В итоге будет создан корпоративный архив, который будет поддерживать непрерывный сбор и накопление данных по широкому спектру геологических и геофизических материалов, необходимых для проведения обработки и анализа в области разведки нефти и газа.

Компактная телеметрическая сейсморазведочная система ТЕЛСС-1

Надежная телеметрическая сейсморазведочная система с числом каналов до 1920 для проведения сейсмических работ 2D, 3D, 4D с различными источниками возбуждения. Высокая помехозащищенность и высокая производительность при малоглубинных исследованиях. Возможность работы в переходных зонах. Минимальный вес относительно линейных станций.



Центральная регистрирующая система
На базе компьютера типа Note Book, работа в среде Windows Vista.

- работа в реальном времени и с записью в память;
- количество активных каналов в линии до 240, число линий - до 8;
- удобный графический интерфейс пользователя;
- управление системой наблюдения, регистрация, воспроизведение данных;
- контроль параметров системы регистрации, сейсμοприемников.

Сертификат соответствия ЕАГО № ССПП 01.1.1-124.



Общество с ограниченной ответственностью «Велко»
109147, Москва, ул. Воронцовская, д. 35-Б, корп. 2, офис 628
тел./факс +7-(495) 912-09-57, 232-33-06
e-mail velco@com2com.ru
www.geotehmash.ru, www.velco.ru

Полевая обработка в реальном времени и оперативный атрибутивный количественный анализ качества сейсмических данных

Д. Л. Херолд, Н. И. Демидов, Parallel Geoscience Corporation, г. Москва

Современный бурный прогресс в области компьютерных технологий обеспечивает новые возможности во всем цикле геофизических работ и, в частности, в области полевой обработки и контроля качества сейсмических данных.

Так, высокая надежность современных дисковых массивов позволяет ведущим производителям сейсмических регистрирующих систем осуществлять запись и хранение полевых сейсмограмм не на ленточных носителях, как это было прежде, а на внутренних жестких дисках с дублированием информации. Как правило, это не отменяет запись полевого материала также и на современные ленточные носители и DVD, однако, использование внутренних дисков в сеймостанциях нового поколения, таких как SerCEL 408/428, I/O System Four, Прогресс Т-2, Агам Airis, обеспечивает доступ к полевым сейсмограммам в реальном времени, в момент их регистрации сеймостанцией.

Вместе с тем, с ростом технических возможностей возрастает также число активных каналов, используемых при регистрации сейсмических данных, что значительно увеличивает объем полевого материала. Это особенно заметно при проведении 3D сейсмических работ, когда число активных каналов, используемых в отдельных проектах на территории России, достигает уже 2,5 – 3 тысяч. Осуществление контроля качества сейсмического материала такого объема требует новых подходов. Так, например, процедура «ручного» контроля качества с просмотром всех сейсмограмм на экране дисплея становится все более затруднительной, если вообще возможной. Поэтому все большую актуальность приобретают методы автоматического определения бракованных трасс, использование атрибутов качества сейсмических данных. При этом понятно, что чем быстрее осуществлен контроль качества и выявлены недостатки, тем проще и дешевле их исправить или учесть и внести изменения в технологию полевых работ.

Наиболее эффективное решение задачи оперативного контроля качества в условиях большого объема сейсмического материала может быть получено на основе использования современных многоядерных вычислительных систем (от ноутбука до небольшого кластера) и реализации параллельных вычислений. Распараллеливание вычислений позволяет одновременно осуществлять автоматическую отбраковку трасс, расчет и визуализацию нескольких атрибутов качества, а также проводить предварительную обработку, выполняя все эти процедуры в реальном времени.

Так, например, система SPW Field (производитель Parallel Geoscience Corporation) позволяет для каждого из заданий, идущих параллельно, заранее определять количество ядер, которое будет занято на выполнение конкретного задания. Таким образом, зная потребности в вычислительных ресурсах тех или иных обрабатываемых процедур, геофизик может сбалансировано распределять количество ядер между параллельно выполняющимися заданиями с тем, чтобы обеспечить получение результатов в реальном времени. Однако, как правило, граф полевой обработки не включает процедур, требующих больших вычислительных затрат, поэтому 4-х - 8-ми ядерные системы вполне обеспечивают получение результатов обработки и

расчет атрибутов качества со скоростью приблизительно равной скорости получения материала сейсмической партии.

Как уже отмечалось, особое значение при проведении 3D работ с использованием большого числа активных каналов приобретают процедуры автоматического контроля качества. Одной из наиболее трудоемких и ответственных процедур контроля качества является определение бракованных трасс и выставление оценки качества сейсмограммам. Критерии отбраковки и оценки качества могут несколько варьироваться в зависимости от региона проведения работ, разреза ЗМС и ВЧР, а также от установившихся у заказчика традиций и правил. Однако общепринятыми являются критерии, связанные с количеством бракованных трасс в сейсмограмме и их взаимным расположением. Скажем, для некоторых заказчиков, сейсмограмма считается бракованной, если бракованными являются хотя бы две соседние трассы. Понятно, что эти критерии могут меняться в зависимости от числа активных каналов в расстановке и, в какой-то степени, являются предметом переговоров.

В системе SPW-Field предлагается два способа автоматической отбраковки, которые могут использоваться как порознь, так и одновременно. Первый способ основывается на свойстве естественного затухания сейсмической энергии трассы со временем, второй – на спектральном подобии сейсмических трасс в пределах одной сейсмограммы. В обоих способах пороговые значения, по которым бракуется сейсмическая трасса, могут быть установлены на основании опыта предыдущих работ в регионе, а также в процессе опытных работ в начале выполнения проекта. Пороговые значения для отбраковки сейсмограммы в целом устанавливаются в результате соглашения между заказчиком и геофизическим подрядчиком и также являются входными параметрами для процедуры автоматической отбраковки.

При получении очередной сейсмограммы со станции система SPW-Field проверяет ее качество с точки зрения наличия бракованных трасс; при этом последовательно создается рапорт отбраковок, где фиксируются номера сейсмограмм, номера трасс, критерии, по которым произошла отбраковка трассы/сейсмограммы. Создается справка об общем количестве отбракованных сейсмограмм. Рапорт отбраковок представляет собой «гипертекст», что позволяет быстро просмотреть отбракованные сейсмограммы и убедиться в правильности выбранных пороговых значений, а, при необходимости, поправить их.

Результаты автоматической отбраковки удобно дополнять другими количественными атрибутами качества, которые рассчитываются и визуализируются также в реальном времени. Система SPW-Field позволяет получать более десяти атрибутов качества сейсмической записи, которые могут быть рассчитаны как по всей длине записи, так и в выбранном горизонтальном, наклонном или гиперболическом окне. Кроме того, эти атрибуты могут быть получены как для исходных сейсмограмм ОПВ, так и для сейсмограмм ОПП и ОГТ (ОСТ). Значения атрибутов могут быть визуализированы в виде графиков, разрезов и карт.

Система позволяет строить комбинированные изображения атрибутов, накладывая несколько

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

графиков на разрез одного атрибута, что позволяет получать комплексное, количественное представление о качестве сейсмического материала. Так на рис. 1 приводится разрез осредненных спектров сейсмограмм ОПВ. На рисунок наложены графики двух атрибутов качества – среднеквадратической амплитуды и осредненной энергетической оценки сейсмограмм. Третий, нижний график показывает глубины взрывных скважин из рапортов оператора.

На разрезе осредненного спектра хорошо видны несколько сейсмограмм, спектр которых заметно отличается от общей картины по профилю. Так, для сейсмограмм в районе пикетов ПК-160, ПК-230, ПК-300 и ПК-312 осредненный спектр сильно смещается в область низких частот. Значительная часть энергии записи оказывается в низкочастотной части спектра с частотами 5-15 Гц, при этом верхняя граница спектра не превышает 30 Гц. При визуализации указанных сейсмограмм обнаружилось, что они содержат широкий конус интенсивных поверхностных волн. Интересно отметить, что глубины взрывных скважин для соответствующих пикетов возбуждения также сильно отличаются от установленной глубины бурения для этого профиля (нижний график), что, очевидно, и вызвало наличие интенсивных поверхностных волн помех.

Понятно, что при проведении работ далеко не всегда имеется возможность использовать информацию о глубине взрывных скважин, однако, в этом случае есть возможность визуализировать вертикальные времена, что также будет давать информацию об условиях возбуждения (рис. 2). Кроме того, эта визуализация также позволит проконтролировать данные о глубинах взрывных скважин.

При проведении работ 3D особое значение начинают приобретать также карты атрибутов качества. Поскольку расчет атрибутов в реальном времени производится в порядке поступления сейсмограмм на станцию, то строящиеся разрезы и графики соответствуют только порядку отработки площади. Как правило, линия этого разреза на плоскости наблюдений не представляет собой прямую, а соединяет ПВ в порядке их отстрела. Такой разрез, безусловно, позволяет оперативно

оценить качество материала на каждом ПВ, увидеть пространственные закономерности. Сделать более общие выводы позволят только карты атрибутов, которые также обновляются в реальном времени. Так, например, на рис. 3 представлена карта доминирующих частот и среднеквадратических амплитуд для небольшого участка 3D профиля. На рисунке хорошо видна зона понижения амплитуд в левой верхней части площади. На карте доминирующих частот (снизу) этой области соответствуют в целом более высокие частоты. Очевидно, что использование подобных пространственных закономерностей может помочь в получении более качественного материала путем своевременного учета изменяющихся условий возбуждения, геологии верхней части разреза.

Как правило, решения об изменении параметров возбуждения, таких как величина заряда, глубина взрывной скважины, количество накапываний, длина свипа и др. принимаются в результате согласований с представителями заказчика. При этом в настоящее время представитель заказчика может находиться в своем офисе и, также в режиме реального времени, наблюдать на своем мониторе состояние атрибутов качества по мере выполнения сейсмического проекта. Современные интернет-технологии под общим названием Screen Sharing Tools позволяют из офиса нефтяной компании видеть экран (или экраны) компьютера, на котором в реальном времени идет автоматическая отбраковка и визуализация атрибутов качества.

Более того, используя технологии защищенного доступа, специалист, ответственный за проведение сейсмического проекта со стороны нефтяной компании, может по Интернету заходить на полевой компьютер и сам запускать задания в случае, если требуется провести какие-либо дополнительные анализы качества, проверить параметры отбраковки. Он также может открыть, например, файл, в который происходит запись результатов предварительной обработки и посмотреть полученный на данный момент сейсмический куб в двух ортогональных сечениях или на горизонтальных срезах.

Техническая оснащенность современных сейсмических партий позволяет использовать эти

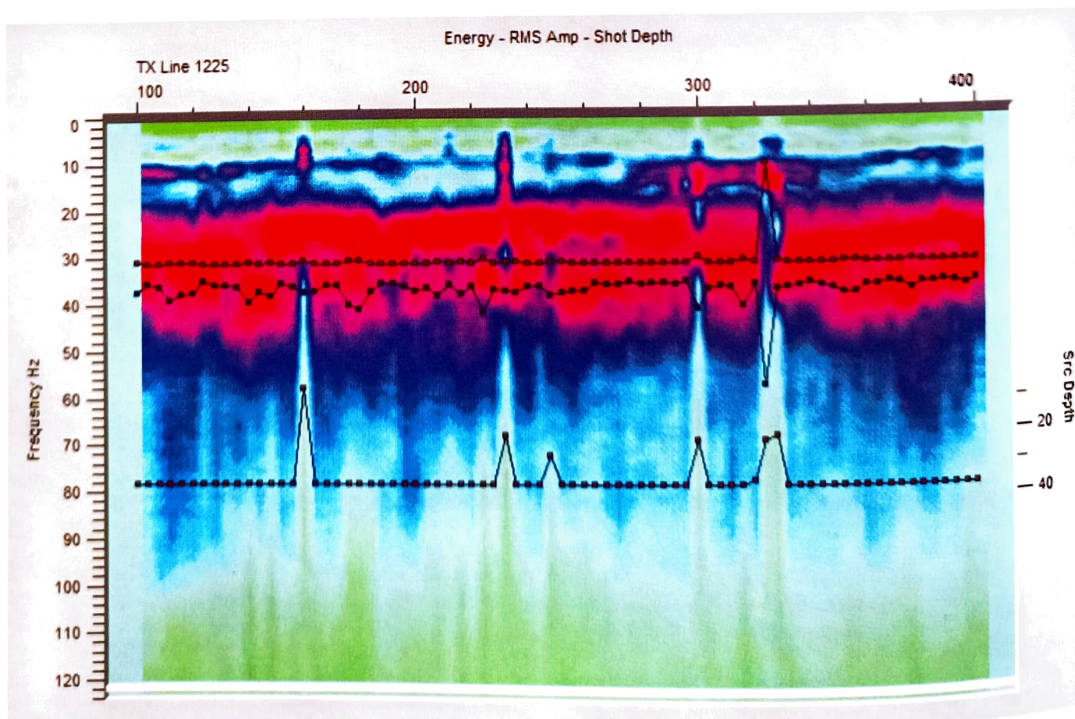


Рис.1. Разрез осредненных спектров сейсмограмм ОПВ.

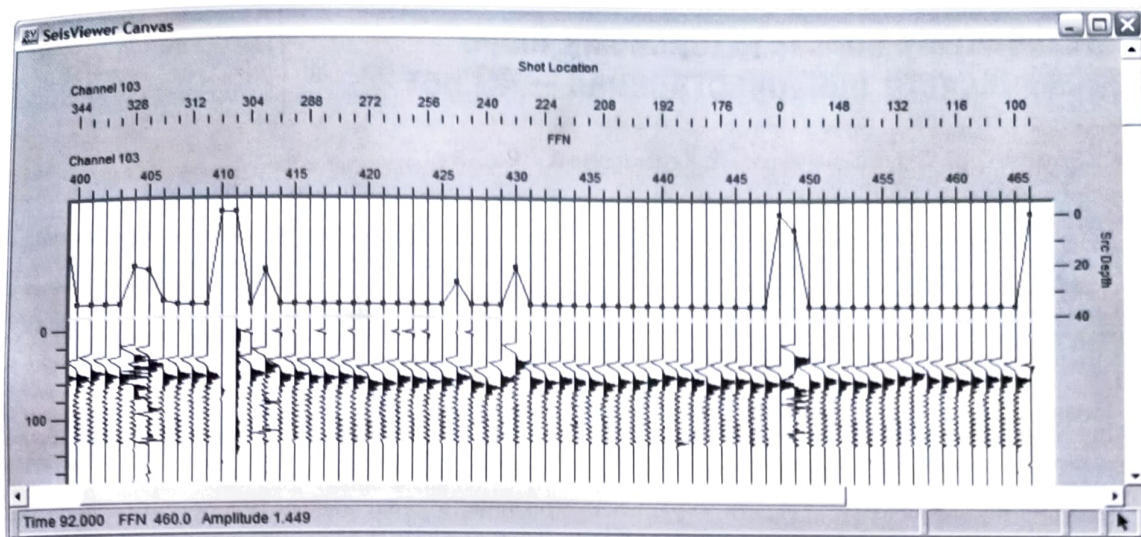


Рис.2. Визуализация вертикальных времен и график глубины скважин

новые интернет-возможности уже сегодня. Так, в России известно несколько примеров использования программы eSQC, устанавливаемой на сейсмостанциях компании Sercel. Осуществляя контроль качества на уровне сейсмограмм, программа eSQC также обеспечивает доступ к полевому материалу из удаленных офисов на основе использования интернет-технологий.

Таким образом, среди основных особенностей системы SPW Field следует отметить:

1. Система SPW Field обладает интерфейсами ко всем сейсмостанциям нового поколения, что позволяет получать полевые сейсмограммы в реальном времени. Физическое соединение с сейсмостанциями осуществляется с помощью сетевого Ethernet кабеля, при этом рабочее место геофизика, отвечающего за контроль качества и предобработку, может находиться как в самой будке сейсмостанции, так и в расположенном неподалеку оборудованном кунге дополнительного автомобиля.

2. Использование операционной среды Windows for Clusters позволяет реализовать параллельные вычисления, легко управлять распределением вычислительных ресурсов многоядерных систем, обеспечивая получение геофизических результатов в реальном времени. При этом сохраняются все удобства работы в среде Windows и возможности использования программ Word, Excel, PowerPoint и др. для составления отчетной документации.

3. Хорошо развитые и простые в использовании процедуры атрибутного количественного анализа качества сейсмического материала. Интерактивные возможности анализа.

4. Использование современных интернет-технологий позволяет реализовать оперативный контроль качества и просмотр результатов предобработки из удаленных офисов, что значительно упрощает процедуру и сокращает время принятия решений.

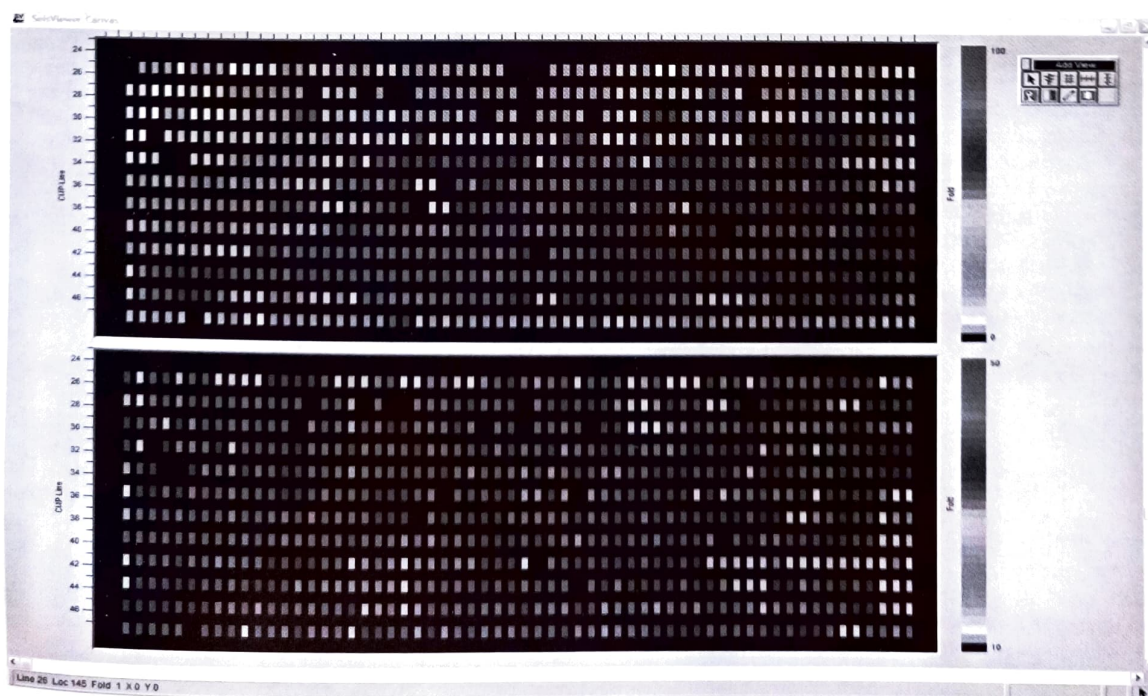


Рис.3. Карты среднеквадратических амплитуд (сверху) и доминирующих частот (снизу)

ГЕОРЕГИСТРАТОРЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Саратовскому конструкторскому бюро сейсмического приборостроения – 45 лет

И.М. Кузнецов, ОАО «СКБ Сейсмического приборостроения, г. Саратов

СКБ сейсмического приборостроения (СКБ СП) создано в соответствии с 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 созданной организации, являлись:

- разработка сейсморегистрирующих станций различного назначения;
- разработка технических средств обработки сейсмоданных;
- 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 по поиску нефтяных и газовых месторождений.

В настоящее время, в связи с кардинальными изменениями в экономической жизни страны, соответственно изменились и задачи, решаемые СКБ СП. На данном этапе основными направлениями работ СКБ СП являются:

- разработка, изготовление и поставка Заказчикам сейсморегистрирующей аппаратуры различного назначения;
- разработка, изготовление и поставка Заказчикам программно-аппаратных средств и иного вспомогательного оборудования, используемых при выполнении сейсморазведочных работ;
- обучение специалистов геофизических предприятий с присвоением им квалификации оператора геофизической аппаратуры.

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

На первом этапе своей деятельности (1962 – 1970 г.г.) СКБ СП был разработан и внедрен в производство первый в стране комплекс аналоговой аппаратуры для регистрации и автоматической обработки сейсморазведочных данных.

Этот комплекс включал:

- миниатюрные сейсмоприемники (СМГ010, СМВ-15, СМВ-20, СМВ-30).

Общий объем выпуска данных сейсмоприемников составил более 100000 шт.;

- ряд полевых сейсмостанций с записью сейсмоданных на магнитную ленту (СМ-24, СМ-48, СС-24-61М, СС-24МН, СС-48М, СС-48МН, СМП-24, СМП-48, СМП-48Н).

Выпуск сейсмостанций ряда СМП стал самым массовым в мире. Всего было выпущено более 2300 сейсмостанций.

- машины для обработки сейсмоданных (ПСЗ-1, ПСЗ-2, ПСЗ-2М, ПСЗ-4, МС-1, МС-2);

- ряд фотопостроителей (ФБ-1, ФБ-2, ФБ-3, ФБ-4, ФБШД).

Аппаратурой, входящей в данный комплекс, были оснащены все геофизические предприятия страны, что обеспечило возможность внедрения в практику выполнения сейсморазведочных работ метода общей глубинной точки (МОГТ). Данная аппаратура успешно использовалась и в ряде зарубежных стран.

За создание комплекса аналоговой аппарату-

ры для регистрации и обработки сейсмоданных группе ведущих специалистов СКБ СП в 1970 г. была присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники.

На втором этапе своей деятельности (1971 – 1974 г.г.) СКБ СП разработало и внедрило в производство цифро-аналоговый комплекс сейсмоаппаратуры.

Необходимость в данном комплексе была вызвана намечавшимся 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 комплекса специализированных вводно-выводных устройств (ПОТОК-1, ПОТОК-2) к универсальным ЭВМ второго поколения. Это обеспечило возможность организации цифровых вычислительных центров всех геофизических предприятиях страны и переход на цифровую обработку сейсмоданных. Всего было выпущено более 200 комплексов «ПОТОК-1» и 60 вводно-выводных устройств «ПОТОК-2».

На третьем этапе своей деятельности (1975 – 1992 г.г.) СКБ СП разработало и внедрило в производство цифровые сейсморегистрирующие системы, обеспечившие переход на цифровую регистрацию сейсмоданных во всех геофизических предприятиях страны. Первыми отечественными цифровыми сейсмостанциями, широко внедренными в геофизическое производство, стали разработанные СКБ СП цифровые сейсмостанции ряда «ВОЛЖАНКА». 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 г.г. 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-2». Дальнейшим развитием сейсмостанций ряда «ПРОГРЕСС» явились цифровые сейсмостанции «ПРОГРЕСС-96» (1978 г.) и «ПРОГРЕСС-96В» (1988 г.). В чрезвычайно сжатые сроки новой аппаратурой были переоснащены практически все сейсморайоны страны. Объемы производства цифровых сейсмостанций ряда «ПРОГРЕСС» достигали более 200 сейсмостанций в год. Всего было выпущено более 1500 сейсмостанций данного ряда. В учебном центре СКБ СП прошли обучение более тысячи геофизиков.

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

Одновременно с разработкой сейсморегистрирующих систем СКБ СП разработало и поставляло геофизическим предприятиям различные аппаратные и программные средства диагности-

ки и ремонта аппаратуры — «ТЕСТ-1», «ТЕСТ-1М», программа «КОНТР».

Широкое внедрение в стране цифровой обработки сейсмоданных вызвало необходимость в широкоформатных быстродействующих устройствах вывода результатов обработки на твердые носители. И эта задача была блестяще решена путем создания ряда черно-белых электростатических графопостроителей (ЭСПУ-1, ЭСПУ-2, ЭСПУ-2М, ЭСПУ-К) и ряда цветных электростатических графопостроителей (ЦГП-1, ЦГП-2, ЦГП-3, ГПЦЭ-К). Достаточно сказать, что до этого подобные устройства производились только в одной стране в мире — в США.

В середине 80-х годов политическая и экономическая обстановка в стране радикально изменилась. Эти изменения привели к разрушению существовавшей в стране сети отраслевых НИИ и КБ. Лишь немногие КБ сумели приспособиться к условиям рынка и научились работать в условиях жесткой конкуренции со стороны западных компаний. Одним из таких исключений является СКБ СП, которое сумело сохранить свое лидирующее положение на российском рынке геофизического оборудования, предназначенного для поиска углеводородного сырья, и успешно сотрудничает как с отечественными, так и с зарубежными геофизическими компаниями. География поставок оборудования СКБ СП охватывает практически все страны СНГ.

В настоящее время СКБ СП поставляет геофизическим предприятиям линейные сейсмостанции с числом каналов от 6 до 512 и 24-х разрядными АЦП (ПРОГРЕСС-Л, ПРОГРЕСС-ЛМ). С 2002 г. СКБ СП поставляет геофизическим предприятиям многоканальную телеметрическую систему «ПРОГРЕСС-Т2». Различные модификации сейсмостанций «ПРОГРЕСС-Л» и «ПРОГРЕСС-Т2» успешно работают во многих отечественных и зарубежных геофизических

предприятиях в комплексе с вновь разработанной системой синхронизации возбуждений «ССВ-2». Достаточно сказать, что в настоящее время примерно 30% продаж сейсморегистрирующих систем в России — это сейсморегистрирующие системы СКБ СП.

С 2006 г. СКБ СП запустило в производство новую многоканальную телеметрическую систему «ПРОГРЕСС-Т155» с одноканальными полевыми блоками сбора данных, обеспечивающую возможность проведения геофизических работ в сложных условиях переходных зон и мелководья. Одноканальные блоки сбора данных данной системы могут также использоваться в системе «ПРОГРЕСС-Т2» в одной расстановке с 6-ти канальными блоками, существенно повышая производительность работ, качество регистрируемой информации и сохраняя экономические выгоды использования многоканальных блоков сбора данных.

Традиционно аппаратуру, поставляемую СКБ СП, отличает современный уровень технических параметров, высокая надежность и удобство в работе. На все поставляемое оборудование СКБ СП предоставляет 5-ти летнюю гарантию. В СКБ СП работает хорошо отлаженная система сервисного обслуживания. При необходимости, СКБ СП проводит обучение специалистов геофизических предприятий с присвоением им квалификации оператора сейсмостанции.

На протяжении всех 45 лет своего существования СКБ СП являлось одним из определяющих факторов развития отечественной геофизики. Меняются времена, меняются политические и экономические условия в стране, меняются люди, но остаются традиции, заложенные «отцами-основателями» организации, остается гордость за то, что сделано на протяжении этих лет и это вселяет уверенность в будущее.



ВИРТУАЛЬНЫЙ ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ



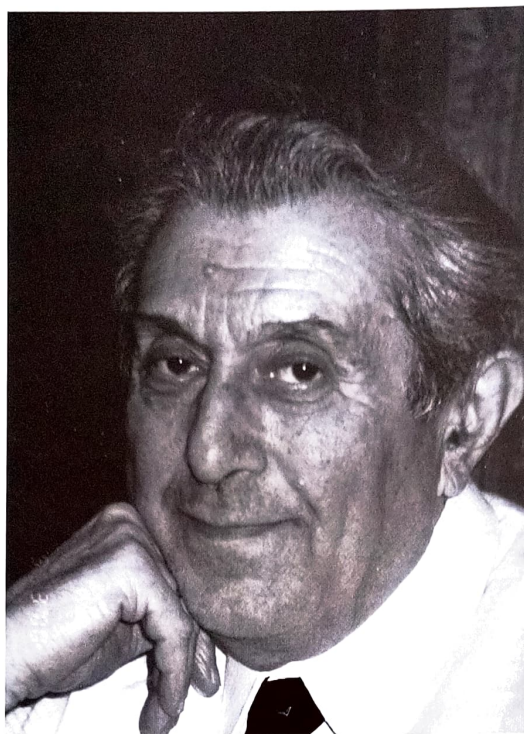
Узнай себя

На этой фотографии, случайно обнаруженной в архивах ОАО СКБ СП — первый состав операторов отечественной цифровой сейсмостанции ВОЛЖАНКА. Именно им — первопроходцам пришлось освоить технологию эксплуатации созданной в Саратовском СКБ сейсмического приборостроения цифровой сейсмостанции ВОЛЖАНКА.

Навыки оптимального технического обслуживания аппаратуры, ее контроля и диагностики представители геофизических предприятий получали в учебном центре СКБ Сейсмического приборостроения. За несколько лет массового внедрения цифровых сейсмостанций ВОЛЖАНКА и ПРОГРЕСС обучение прошло более 1,5 тысяч специалистов. Все кто узнает себя на этой фотографии — отзовитесь, поделитесь своими воспоминаниями, оставьте свой след в нашем ВИРТУАЛЬНОМ ГЕОТЕХНИЧЕСКОМ МУЗЕЕ.

ЭКСПОНАТ № 03/2007

От редакции:
В статье «Использование данных вибросейсморазведки для прогноза емкостных свойств терригенных и карбонатных коллекторов в пределах восточного склона Приволжского мегавала», опубликованной в журнале «Приборы и системы разведочной геофизики» №2/2007 на стр. 33-36, в подписанной подписи рис. 7 следует читать: «Рис. 7. Распределение коэффициента пористости коллектора (а) и схематический геолого-литологический разрез (б) верхнетурнейского подъяруса». Редакция приносит извинения авторам статьи за допущенную ошибку.



7 сентября 1952 г. в отечественную геофизику пришел Хаз Исай Ионтелевич, главный научный сотрудник НВ НИИГГ, доктор — геолого-минералогических наук

Родился в г. Славута Хмельницкой области УССР в 1926 г. В 1952г. окончил геологический факультет Львовского политехнического института по специальности горный инженер-геофизик. В 1952-1962г. работал в полевых разведочных партиях в должностях от техника оператора до начальника сейсморазведочной партии в Западно-Украинской геофизической разведочной экспедиции треста "Укргеофизика". В 1962г. переведен в Украинский НИ геологоразведочный институт (г.Львов). В 1962г. защитил диссертацию в Днепропетровском горном институте на тему "Линейные управляемые источники колебаний в сейсморазведке", присуждена степень кандидата технических наук. В 1970г. утвержден ВАК'ом в ученом звании старшего научного сотрудника. В 1970г. по приглашению перешел на работу в СКБ сейсмического приборостроения в г. Саратов заведующим лабораторией. В 1975г. перешел на работу в Саратовскую геофизическую экспедицию НВ НИИГГ, где проработал до 1992г. В 1992 г. переведен в ВНИИГГ по конкурсу на должность главного научного сотрудника. В СГЭ организовал и осуществлял научное руководство опытно-методическими работами по совершенствованию методики сейсморазведки в сложных условиях Прикаспийской впадины.

Диссертацию на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук защитил в 1989г. в институте геофизики им. С.П.Субботина академии наук УССР по теме: "Сейсморазведка сложнопостроенных областей Прикаспийской впадины с использованием интерференционных излучающих систем (теория, методика и геологические результаты)".

Особое внимание в научной деятельности уделял разработке теории сейсморазведки, новых способов выполнения полевых работ, алгоритмов и программ, обработки материалов и геолого-геофизической интерпретации, а также совершенствованию используемых способов. При этом серьезное

внимание уделялось физическому и геологическому обоснованию полученных результатов. Работы выполнялись в сложных геологических условиях Закарпатья, Предкарпатского геосинклинального прогиба, юго-западной окраине Русской плиты, в солянокупольных условиях Прикаспийской впадины и ее северного обрамления и южной окраины Русской плиты на территориях Саратовской области и Казахстана. Всего выполнено 32 наименования разработок, в основном, используемых в сейсморазведке. Основные из них следующие:

- обоснование линейных и поверхностных годографов t_0 отраженных волн и методика их использования для исключения влияния преломляющих границ, при интерпретации и структурных построениях;
- способ сейсмической разведки отраженными центральными лучами;
- способ плоского фронта;
- метод регулируемого управления фронтами сейсмических волн;
- способ селекции волн в КМПВ;
- методика изучения скоростей в верхней части разреза преломленными волнами способом микро-сейсмокаротажа;

- методика полевых работ и программы комплексной обработки и интерпретации данных многократного профилирования методом управления фронтами сейсмических волн;
- теоретическое и экспериментальное обоснование формирования побочных волн при интерференционных системах;
- теоретическое и экспериментальное обоснование годографа t_0 дифрагированных волн;

- методика выделения выклинивающихся горизонтов и зон нарушений;
- разработка теории и методики управляемых интерференционных систем излучения и регистрации колебаний, Теоретическое и практическое обоснование процесса формирования упругих волн с заданной формой фронта и направлением распространения, расчет параметров этих систем;

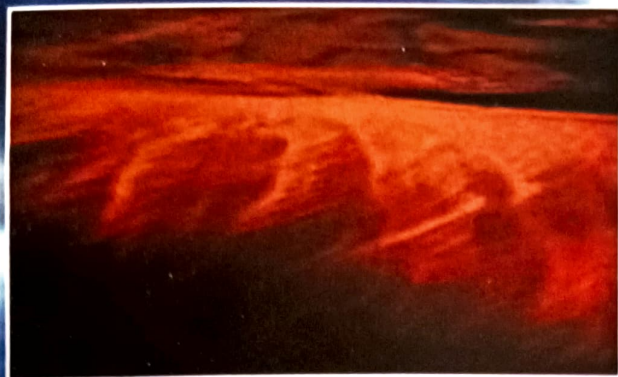
- методика работ с применением управляемых интерференционных систем возбуждения колебаний с маломощными излучателями в ЗМС на глубинах 2-4 м;
- методика поисковых и региональных работ в условиях солянокупольной тектоники;
- способ вертикального сейсмического профилирования по общей точке регистрации;
- разработка критериев выделения отраженных многократных волн и определение положения кратнообразующих границ;

- методика подавления и возбуждения обменных PS волн с применением управляемых интерференционных систем излучения колебаний;
- методика изучения скоростной характеристики сложнопостроенных геологических сред и комплекс программ автоматической обработки данных многократного профилирования на ПЭВМ (сейсмические скорости сложных сред SSSS). Обоснование использования закономерностей изменения градиентов скоростей по глубине и латерали и их интерпретации. Методика построения временных скоростных моделей интервальных скоростей и преобразования их в глубинные разрезы;

- обоснование метода исключения влияния сложно построенных сред и скоростных аномалий на форму годографов отраженных волн способом преобразования кинематики градиентных сред в среду со средней скоростью и получение временных разрезов, на которых форма осей синфазности во временном масштабе соответствуют фактическим формам реальных сред.

Разработано 27 изобретений и опубликовано 129 работ, в том числе 16 отдельных изданий и 57 фондовых работ (Отчеты о результатах научно-исследовательских и опытно-методических работ и рекомендации по методике работ). Является членом Евро-Азиатского геофизического общества.

Нет преград для сейсморегистрирующей системы ARAM • ARIES



Система безошибочного восстановления данных (EDRTM)

! невозможно переоценить полезность системы при проведении полевых работ

! решает проблему статического электричества, вызываемого различными природными явлениями

ARAM-ARIES - современная телеметрическая система сбора сейсмической информации, позволяющая применять самые передовые технологии сбора данных, как при больших 3-х мерных (5-8 тысяч каналов в реальном времени), так и при малых 2-х мерных съемках с высокой степенью разрешения (до 0,25 мс). Принцип формирования локальной геофизической сети позволяет качественно и экономически эффективно выполнять крупномасштабные проекты 3D с высочайшим качеством.

EDR распознает и восстанавливает статические ошибки в сейсмической записи, используя реальные сейсмические отсчеты, записываемые в памяти Дистанционного Разведочного Модуля (RAM). Система защищает Ваши данные от значительных статических разрядов, таких как молнии, порывы ветра при метелях и песчаных бурях и др. Кроме того, алюминиевая конструкция модуля RAM обеспечивает эффективную электронную защиту против разрушающего воздействия накапливаемого статического электричества.



Для получения дополнительной информации о сейсморегистрирующей системе ARAM свяжитесь с ближайшим представительством компании или посетите наш website www.aram.com

CANADA

Telephone:
1 (403) 537-2100
Facsimile:
1 (403) 537-2101
aram.ca@aram.com

U.S.A

Telephone:
1 (713) 780-7171
Facsimile:
1 (713) 780-2121
aram.us@aram.com

CHINA

aram.cn@aram.com

INDIA

aram.in@aram.com

RUSSIA

aram.ru@aram.com



www.intromarin.ru



XZone

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

**BOTTOM
FISH**

**MARSH
LINE**

**FLY
LANDER**

MORE

ТРАНЗИТНАЯ
ЗОНА

СУША

...работают везде...



СИ ТЕХНОЛОДЖИ
www.intromarin.ru

353477 Россия, Краснодарский край, г. Геленджик, ул. Ручейная, 6
тел.: (86141) 26615, 26511, факс: (86141) 26601, e-mail: office@intromarin.ru