



Отечественная система обработки сейсмических данных СЦС-5 успешно развивается

Белоусов О. Н., Бусыгин И. Н., Козловский М. С., Башков В. А., ФГУП "Гемма", г. Краснодар

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГЕОФИЗИКА-ИНТЕРПРЕТАТОРА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ

Система СЦС-5 была разработана ЦГЭ в середине 90-х годов для обработки 2D и 3D сейсмических данных. Алгоритмическое содержание системы формировалось как итог 15-летнего опыта создания и эксплуатации специализированного программного обеспечения (ЦГЭ, ВНИИГеофизика, другие геофизические организации) и изучения опыта ведущих геофизических фирм западных стран.

В качестве вычислительной платформы система использовала рабочие станции SUN SPARC и IBM RS-6000, то есть наиболее быстродействующие по тем временам вычислительные средства. К сожалению, высокая стоимость этой техники не способствовала укреплению позиций системы СЦС-5 на рынке программного обеспечения в нашей стране. Все это в конечном итоге затормозило дальнейшее развитие системы и, несмотря на ряд принципиально более совершенных и перспективных решений [1] по организации пользовательского интерфейса, графического сервиса, системного обслуживания процесса обработки, функционирования пакетных и интерактивных модулей и обращений к ним, обслуживания данных и файловой системы, хорошему сейсмическому наполнению, система не получила широкого распространения. В ней остались незавершенными некоторые из программ, анонсированных в статье [1], в частности, не были доведены до работоспособного состояния модули, обеспечивающие 3D обработку сейсмической информации. Отсутствие полноценной завершенной отечественной системы обработки сейсмических данных привело к тому, что рынок геофизического программного обеспечения оказался занят продукцией фирм CGG, Paradigm Geophysical, Schlumberge, Advance Geophysical Corporation, MIT и др.

По мере износа рабочих станций и истечения срока действия лицензий на программное обеспечение, высокая стоимость того и другого привели к тому, что постепенно начал возрастать интерес к отечественным обрабатывающим системам, функционирующим на платформе PC. НПФ "Гемма" одной из первых откликнулась на изменяющуюся ситуацию на рынке программного обеспечения и сконцентрировала свои усилия на завершении и развитии системы СЦС-5, а также на ее переносе на платформу PC в архитектуре x86, учитывая быстрый рост вычислительных возможностей PC, широкое распространение и доступность этой техники. В качестве операционной среды была использована система UNIX (Solaris).

К настоящему времени система получила развитие в следующих направлениях:

- Был завершен пакет программ СЦС-5 для обработки данных 3D. Разработана программа обработки SPS-файла для формирования данных о геометрии и параметрах систем профильных и площадных наблюдений. Разработаны программы 3D-интерполяции скоростных данных и данных о ВЧР на основе триангуляционных сетей Делоне.

- Создан ряд сервисных программ для повышения технологичности обработки данных 2D. Проводится аналогичная работа по повы-

шению быстродействия и технологичности обработки данных 3D.

- Адаптирован в систему СЦС-5 ряд хорошо зарекомендовавших себя программ комплекса ПГР - СЦСЗ.

- Разработаны новые программы, реализующие процедуры одноканальной и многоканальной обработки, не предусмотренные версией системы СЦС-5 от 1995 г. [1] прямая т-р миграция с получением мигрированных сейсмограмм ОГТ (для дальнейшего AVO-анализа сейсмограмм), поверхностно-согласованная редакция амплитуд, трансформация мгновенных частот, фильтр компенсации миграционных помех. В систему включен ряд программ обработки, созданных в филиале НПФ "Гемма" (г. Тверь): когерентный F-X предсказывающий фильтр, квадрантная режекторная фильтрация и др.

- Разработан пакет программ MIGS 2D, 3D миграции для неоднородно-слоистой модели среды на основе алгоритма БПК (ВНИИГеофизика).

- Разработан пакет программ AVOAN, выполняющий AVO-анализ 2D-3D данных сейсморазведки на продольных и обменных волнах (в том числе азимутальный AVO-анализ) и сейсмическую инверсию сейсмозаписей в разрезы физических параметров среды.

В результате выполненных дополнений и усовершенствований СЦС-5 превратилась в достаточно полную по своим геофизическим возможностям, гибкую, легко управляемую систему, способную выполнять многоуровневую обработку сейсмических данных. При различных вариантах комплектации системы и вычислительной платформы она может применяться в качестве:

- ♦ полевой системы на сейсмостанциях для обработки опытно-методических работ и количественной оценки полученных результатов, оценки параметров профильных и площадных систем наблюдений для их оптимального проектирования, анализ геометрии, контроль полевых работ на основе получения количественных оценок качества сейсмозаписей;

- ♦ системы для экспресс-обработки, выполнения потрассовых операций, оперативной коррекции статических и кинематических поправок, получения временных разрезов в условиях полевой экспедиции или корабля;

- ♦ системы для выполнения стандартной обработки 2D-3D данных, включая миграцию временных разрезов и миграцию 3D по кубу сейсмических данных, в условиях экспедиционного ВЦ на многопроцессорных рабочих станциях;

- ♦ системы для глубокой обработки, включающей создание глубинных скоростных моделей, глубинную миграцию, AVO-анализ, сейсмическую инверсию, формирование геологической модели месторождения; такая обработка может выполняться в условиях регионального ВЦ, оснащенного многомашинным многопроцессорным комплексом PC в расширенной конфигурации, связанных сетью.

Общая характеристика современного состояния системы СЦС-5 дана в работе [2], а также на

сайте www.gemmaistnet.ru и в презентации системы СЦС-5 (ссылка на презентацию на сайте).

Можно отметить следующие наиболее важные особенности системы:

Геофизическая эффективность. Система СЦС-5 обеспечивает полный спектр процедур обработки сейсмических данных в наземном (в том числе вибрационном) и в морском вариантах сейсморазведки, предусматривает все широко используемые форматы сейсмосаписей, позволяет формировать полноценные и качественные изображения среды в разнообразных и сложных сейсмогеологических условиях, обеспечивает обработку с сохранением амплитуд. Сравнение качества обработки в СЦС-5 и в западных обрабатывающих системах показало вполне сопоставимые результаты (рис.1, рис.4) при существенно лучших экономических показателях СЦС-5 и простоте работы с ней.

Технологичность. Важным достоинством системы является глубокая интерактивность процесса обработки, простота анализа промежуточных данных, быстрый подбор параметров обработки, удобство ввода данных, их контроля и коррекции, русскоязычный help. Простота работы системы СЦС-5 в сочетании с быстродействием современных РС позволяет геофизику за рабочий день обрабатывать 2-3 профиля по полному графу.

Экономичность. Система СЦС-5, являясь одной из самых дешевых из достаточно развитых и полных систем обработки сейсмических данных, обладает экономическими показателями в некоторых отношениях превосходящими (например, по соотношению качество/стоимость, по коэффициенту использования программных компонент системы) соответствующие показатели наиболее известных зарубежных систем (Promax, Geovector-plus, Omega, Focus).

Открытость СЦС-5 обладает уникальным для подобных прикладных систем сегодняшнего дня качеством – открытостью для дальнейшего развития, в том числе силами заинтересованных геофизических организаций и пользователей, позволяющей включать в нее самостоятельно выполненные программные разработки. Этой возможности практически лишены пользователи зарубежных сейсмических систем, что ставит отечественную геофизику в зависимое положение от качества и полноты этих программных пакетов и сдерживает ее дальнейшее развитие.

В качестве примера обработки в системе СЦС-5 (обработка с сохранением амплитуд) на рис. 1 приведен фрагмент временного разреза (Западная Сибирь) после $t-r$ миграции по сейсмограммам ОГТ. На рис. 2 приведены две сейсмограммы ОГТ до миграции и на рис. 3 одна из этих сейсмограмм (первая) после миграции. Для сравнения на рис. 4 приведен тот же фрагмент временного разреза, полученный в системе Geovector-Plus.

Система СЦС-5 продолжает пополняться и совершенствоваться. В течение 1-2-х лет НПП "Гемма" планирует выполнить в рамках системы СЦС-5 следующие программные разработки:

- Учет динамических искажений в ВЧР. Поверхностно-согласованная деконволюция. К настоящему времени подготовлен алгоритм этой программы.
- Тонкостойкое волновое сейсмомоделирование и моделирование AVO-эффектов. Работа сводится к переносу в систему СЦС-5 соответствующих программ, написанных в системе MATLAB 6 и на языке программирования Turbo Pascal 7.
- Среднеквадратичное вычитание кратных волн со скоростной адаптацией по разрезу на основе гиперболического преобразования Радона сейсмограмм OCT. Программа разработана в

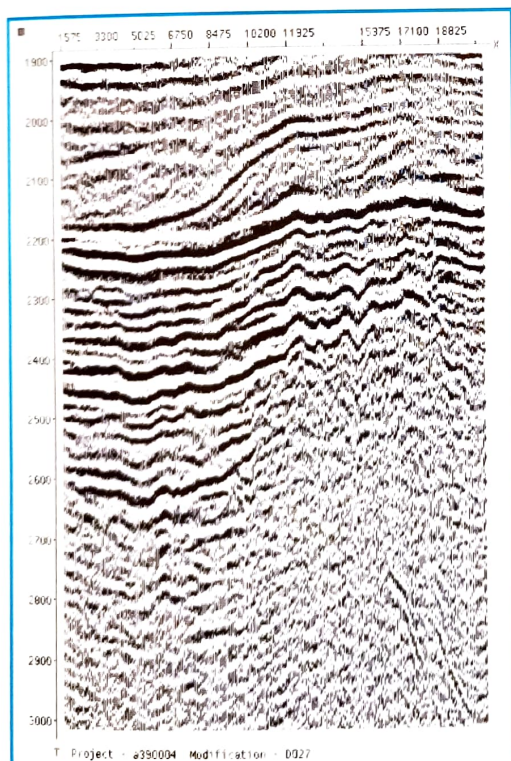


Рис. 1 Фрагмент временного разреза, полученный в системе СЦС-5 в результате обработки с сохранением амплитуд и $t-r$ миграции до суммирования

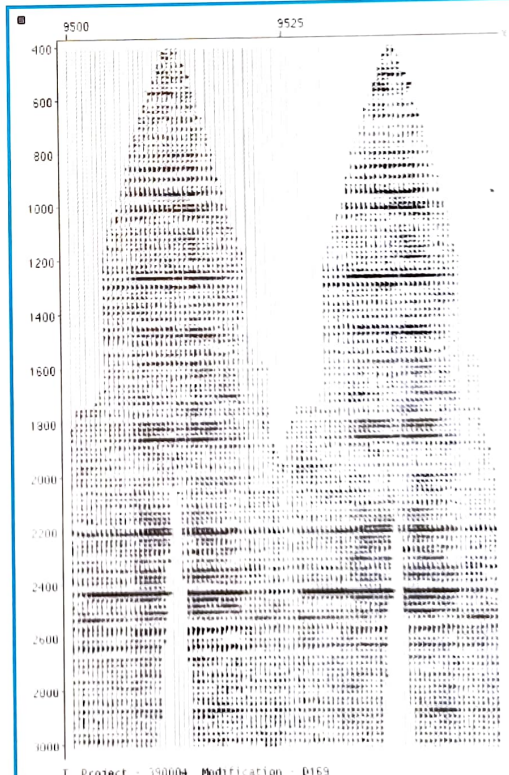
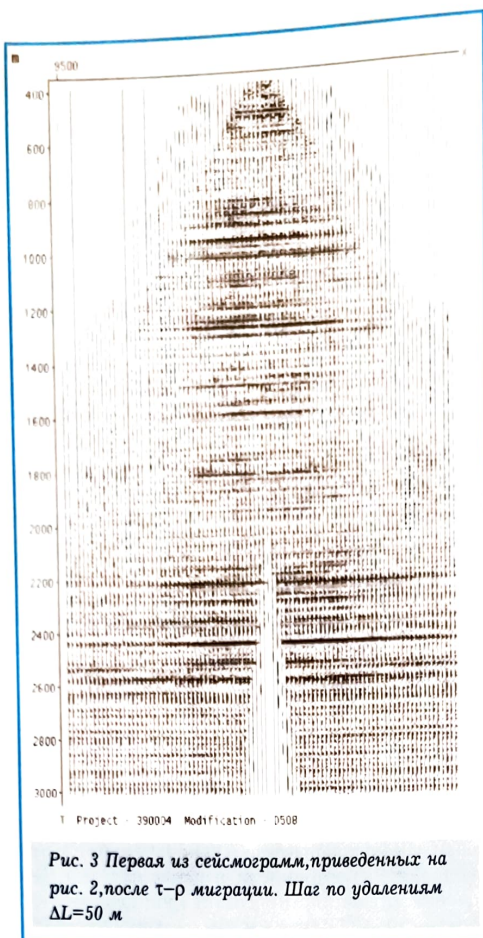


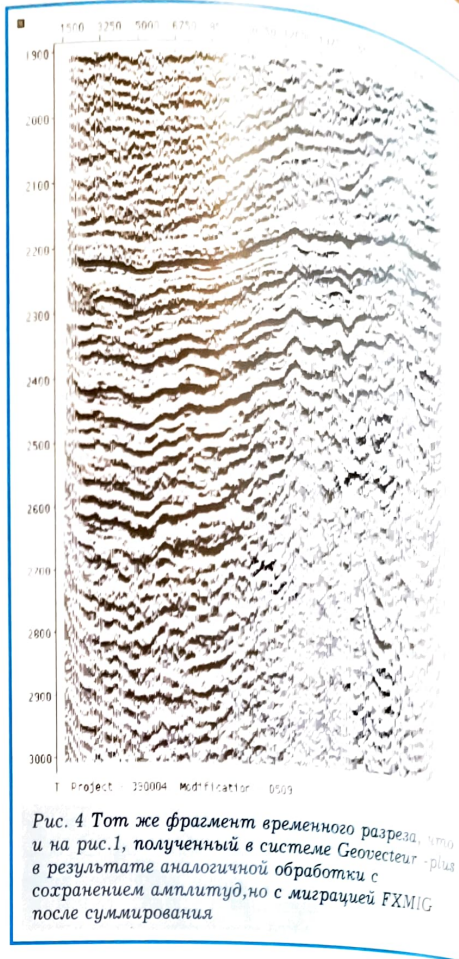
Рис. 2 Пример двух сейсмограмм ОГТ, полученных в результате той же обработки до $t-r$ миграции. Шаг по удалениям $\Delta L=100$ м

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГЕОФИЗИКА-ИНТЕРПРЕТАТОРА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ



системе MATLAB 6 и будет перенесена в систему СЦС-5.

- $t-r$ миграция 3D с получением мигрированных сейсмограмм ОГТ. Имеется аналог $t-r$ миграции 2D.
- Перенос системы СЦС-5 в операционную среду Linux. Работа выполняется в настоящее время и будет завершена к концу года. В результате будет обеспечен значительный рост



технологичности и быстродействия системы, в особенности для 3D обработки.

Литература

1. СЦС-5: система обработки данных сейсморазведки. 1995, Геофизический вестник, № 5, М., ЕАГО, с. 6-10.
2. Гогоненков Г. Н. Современное состояние системы обработки сейсмических данных СЦС-5. 2002, Геофизика, № 3, с. 54-58.

Семинар по актуальной теме

Саратовское отделение ЕАГО

9 декабря 2003 года в конференц-зале ОАО "Саратовнефтегеофизика" Саратовское отделение Евро-Азиатского геофизического общества организовало научно-технический семинар по теме "Современные приемы оценки качества больших объемов полевого сейсмического материала в нефтяной сейсморазведке". Доклад о новой программе оценки качества сейсмограмм, сделанный О.К. Кондратьевым (см. также статью "Автоматизированная оценка качества сейсмограмм в процессе их регистрации", Приборы и Системы Разведочной Геофизики, № 2, 2003 г.), с интересом слушали специалисты многих саратовских организаций: ОАО "Саратовнефтегеофизика", ОАО "СКБ сейсмического приборостроения", Нижневолжского НИИ Геологии и Геофизики, Саратовской геофизической экспедиции, Саратовского филиала "Сиданко", ООО "Геопрект", ООО "Специальные геофизические системы", ООО "Геофизсервис" и др. Были и многочисленные вопросы, и острые выступления.



Дискуссия между разработчиками представленного программного продукта и потенциальными пользователями, по мнению и тех и других, оказалась весьма полезной.