ISSN 2074-8906

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ

ОБЩЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ

ОКТЯБРЬ-ДЕКАБРЬ

04/2011

Издается с 2002 г.

ТЕМА НОМЕРА:

Геофизический вычислительный центр

ТАКЖЕ В НОМЕРЕ:

Сейсмические исследования в шахтах с использованием автономной системы регистрации РОСА-А

Саморегулирование российского геофизического рынка



СИ Технолоджи
ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

353477 Россия, Краснодарский край,
г. Геленджик, ул. Ручейная, 8
т.: (86141) 26615, ф.: (86141) 26601
office@intromarin.ru, www.intromarin.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Колонка редактора

Что такое ГВЦ?
Турлов П.А. 4

Тема номера: Геофизический вычислительный центр

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

С чего все началось...
Левянт В.Б. 5

СТРУКТУРА И ЗАДАЧИ ГВЦ

Центр обработки и интерпретации ОАО «САРАТОВНЕФТЕГЕОФИЗИКА»
Артемьев А.Е., Иванов А.В, Жильцова Е.В., Ольшанский А.С. 6

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Обработка и интерпретация данных вертикального сейсмического профилирования в специализированной системе 3C-Interact
Кузнецов В.М., Шехтман Г.А., Попов В.В., Рыжков В. И. 17

Специализированная система обработки данных 3D ВСП
Мишин В.А., Александров С.И., Перепечкин М.В. 22

ОБРАЗОВАНИЕ

Проблемы подготовки геофизиков в российских вузах
Михеев С.И. 27

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Системы геологического моделирования семейства DV: DV-Discovery, DV-Geo, DV-SeisGeo
Кашик А.С., Гогоненков Г.Н., Билибин С.И., Перепечкин М.В., Ушатов Е.Ю., Жемжурова З.Н., Ковалевский Е.В. 32

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Система хранения геолого-геофизических данных GeoProDB
Посохин И.К., Шкуратов О.И., Ячменева Л.В. 38

Сейсмические исследования в шахтах с использованием автономной системы регистрации РОСА-А
Сагайдачная О.М., Дунаева К.А., Канарейкин Б.А., Сальников А.С., Шмыков А.Н. 40

ЭКОНОМИКА

Саморегулирование российского геофизического рынка
Лаптев В.В. 47

СТРУКТУРА И ЗАДАЧИ ГВЦ

Вычислительный центр будущего уже реален!
Горбачев С.В., Носов А.Н., Нечаев А.Н., Елистратов А.В. 52

«Приборы и системы разведочной геофизики»
Общероссийский научно-технический ежеквартальный журнал
Издается с 2002 года

Учредитель
СРО МОО ЕАГО
Председатель П.А. Турлов

Издатель
ООО «ИнформГеофизСервис»
Директор Турлов П.А.
paturlov@mail.ru

Адрес издательства
410019, г. Саратов,
ул. Крайняя, 129
Тел: (8452) 64-14-32

Главный редактор
Турлов П.А.
paturlov@mail.ru
тел: (927) 221-12-45

Выпускающий редактор
Кузнецов И.М.

Координатор проекта
Матвеев С.А.
8(905) 034-31-01

Верстка Коваленко В.А.
v425489@yandex.ru

Обложка и оформление
Мокроусов Д.В.
www.prgf.blogspot.com

Тел./факс: (8452) 64-14-32

Тираж отпечатан
в типографии
ООО "Правильный Вывод"
тел: (845-2) 60-07-07
Тираж: 300 экз.
Подписано в печать
09.12.11
Дата выпуска: 19.12.11 г.
Заказ № 755849

Издание зарегистрировано в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций за номером ПИ №77-7906 от 27.04.2001 г.

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

© П.А. Турлов, составление, 2011

© ООО «ИнформГеофизСервис», оформление, 2011



КОЛОНКА РЕДАКТОРА

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

Что такое ГВЦ?

Турлов П.А., СРО МОО ЕАГО, г.Саратов

Итак, вы держите в руках свежеиспеченный выпуск журнала, посвященный теме «Геофизический вычислительный центр». В качестве мотивов для выбора темы послужили следующие соображения:

- В технологическом цикле геофизических исследований обработка и интерпретация полевых материалов занимает исключительно важное место. Недаром по объему обрабатываемых данных разведочная геофизика занимает второе место после метеорологии;
- Подобным темам журнал «Приборы и системы разведочной геофизики» уделял внимание реже, чем того требует важность тематики;
- Тема при подготовке номера вызвала откровенный интерес геофизиков отрасли, так что даже не все присланные материалы попали в этот номер. Редакция гарантирует, что эти не менее интересные и важные материалы попадут в ближайшие выпуски нашего с вами журнала;

Прочитав этот номер журнала, любознательный читатель узнает не только о первых шагах по созданию отраслевого геофизического вычислительного центра (ЦГЭ), но получит также представление о структуре современного ГВЦ (ВНИИГеофизика, СаратовНГФ, ЦГЭ, Ларгео) и решаемых им задачах. Большое внимание уделено программному инструментарию геофизика-сейсморазведчика.

Обсуждаются так же проблемы, связанные с экономическим состоянием предприятий отрасли (НПФ Геофизика). Поднята проблема подготовки в российских ВУЗах молодых специалистов для разведочной геофизики (НВНИИГГ).

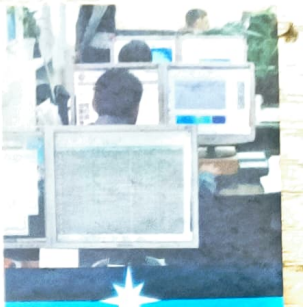
По традиции сообщаю заинтересованным читателям, авторам и рекламодателям тему следующего журнала, который выйдет весной следующего года: «Качество, качество, качество...». При этом имеется ввиду качество полевых работ, полевого материала, аппаратно-программного инструментария для регистрации, обработки и интерпретации сейсмоданных.

Смею сообщить, что 2012 год для журнала «Приборы и системы разведочной геофизики» будет десятым, юбилейным годом (издается с 2002 года). В связи с этим рассчитываю на особую активность наших авторов и рекламодателей.

В заключение поздравляю всех наших читателей с наступающим Новым годом!

С уважением,
главный редактор журнала П.А. Турлов

НАШИ ПАРТНЕРЫ



Первый вычислительный центр (ВЦ) цифровой обработки геофизических данных в Управлении «Нефтегеофизика» Миннефтепрома СССР был создан в 60-ых годах прошлого века на базе Центральной Геофизической Экспедиции (г.Москва). По просьбе главного редактора журнала воспоминаниями, связанными с созданием этого ВЦ, поделился один из непосредственных участников тех событий – Владимир Борисович Левянт.

С чего все началось...

В.Б.Левянт

Крестный отец Центральной Геофизической Экспедиции (ЦГЭ) - Леонид Иванович Иванов, главный инженер Главнефтегеофизики, создал эту организацию с основной целью разработки и внедрения в отрасли цифровой обработки геофизических данных и в первую очередь данных сейсморазведки МОГТ на ЭВМ.

Около двух лет потребовалось первому руководителю ЦГЭ – Сергею Петросовичу Вартанову с главным геологом ЦГЭ В.И.Мешбеем, чтобы сформировать коллектив геофизиков, найти помещения и оснастить первый геофизический вычислительный центр Нефтегеофизики отечественным оборудованием и первичным программным обеспечением. Если ЭВМ можно было закупить у специализированных заводов, то устройства ввода и вывода с преобразователями аналог-код и код-аналог нужно было создавать самим. В кооперации с заводом «Геофизнефтеприбор» было разработано и собрано в единственном экземпляре многобарабанное устройство ввода в ЭВМ аналоговых сейсмограмм - МАКС. Для визуализации результатов был приспособлен аналоговый плоттер производства Саратовского СКБ. Проблему обслуживания ЭВМ удалось решить привлечением более высокими окладами бригады электронщиков из ВНИИЦВТа.

Под руководством В.И. Мешбея был разработан первый цифровой комплекс обработки данных ОГТ - КЦ ОГТ, реализующий простейшие процедуры: полосовой фильтрации, ввода статических и кинематических поправок и суммирования по методу ОГТ.

Разместить ВЦ на базе ЭВМ БЭСМ-4 удалось в престижном районе Москвы на Фрунзенской набережной, арендовав на первом этаже кооперативного жилого дома сотрудников МИД около 300 кв. метров. Помещение было очень приличным, можно было даже принимать иностранных гостей, проводить защиты отчетов и конечно коллективно отмечать праздники и другие важные события. Больше половины этой площади занимал машинный зал с ЭВМ БСМ -4 с подсобными помещениями, в которых размещались периферийное оборудование с громыхающими перфораторами, устройствами для набивки перфокарт, ввода- вывода геофизической информации. Хватало площади и для геофизиков, и программистов, работающих на ВЦ.

Однако очень скоро мы почувствовали негативные моменты этого, казалось бы, удачного размещения ВЦ. В начале 1970 г. почти одновременно в ЦГЭ пришел Г.Г.Табаков, который став главным инженером тематической партии, возглавил разработку уже производственного программного комплекса СЦ ОГТ-1. Потребовалось проводить опробование программ на реальных материалах во все больших объемах. Но по условиям аренды мы могли работать только в будние дни с 9 до 18 часов. В остальное время, чтобы не мешать дипломатам МИДа отдыхать, наша шумная техника не должна была работать. Чтобы преодолеть острый дефицит машинного времени и вычислительных ресурсов, руководством ЦГЭ была приобретена ЭВМ М-222 Казанского МАТМАШа Эта ЭВМ была существенно производительнее и мощнее (оперативная память ее 32 килобайта в 4 раза была больше памяти БЭСМ-4) . Из-за отсутствия подготовленного помещения М-222 разместили в павильоне Вычислительной Техники в ВДНХ с правом ее использования и наши сотрудники, чтобы что-то посчитать, вынуждены были тратить 3-4 часа на проезд туда и обратно.

Примерно через год стало возможным установить М222 на освободившемся нижнем этаже старинного ветхого здания, расположенного по адресу Ездаков Проезд 5, в котором располагался коллектив молодой экспедиции.

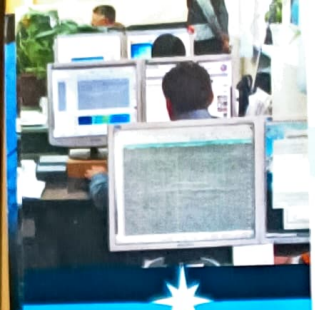
К этому времени число тематических партий и число разработчиков программ заметно увеличилось. Отдельные коллективы разрабатывали программы разных процедур обработки: фильтрации, скоростного анализа, коррекции статики и т.д.

Система СЦ ОГТ-1, уже достаточно развитая, проходила обкатку на профилях из разных регионов. Опять образовывался хронический дефицит машинного времени.

Со временем он был решен приобретением второй М222. В дальнейшем было установлено, что темп развития и углубления программных средств обработки сейсмческой информации требует удвоения вычислительных мощностей каждые 2 – 3 года.

Следует отметить достаточно динамичный стиль работы и нацеленность на производственное применение программ, чем мы заметно отличались от ВНИИГеофизики.

С 1973г. начался процесс формирования геофизических вычислительных центров в трестах с приобретением ЭВМ и освоением СЦ ОГТ-1. Сотрудники ЦГЭ принимали в этом активное участие, выезжая бригадами для обучения и передачи опыта. Мне пришлось организовывать этот процесс в качестве главного геофизика ЦГЭ, но это уже другая история.



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

СТРУКТУРА И ЗАДАЧИ ГВЦ

Центр обработки и интерпретации ОАО «САРАТОВНЕФТЕГЕОФИЗИКА»

Артемьев А.Е., Иванов А.В, Жильцова Е.В., Ольшанский А.С.

Организационная структура, система управления

Центр обработки и интерпретации (ЦОИ) ОАО "Саратовнефтегеофизика" создан в результате реорганизации существовавшей с начала 80-х годов XX века Геофизической экспедиции цифровой обработки и интерпретации (ГЭЦОИ). Основным элементом реорганизации было организационное отделение подразделений, непосредственно участвующих в работе с геолого-геофизической информацией, от подразделений обеспечения.

В современном виде (см. рис.1) ядром ЦОИ является Партия обработки и интерпретации, объединяющая специалистов – геологов и геофизиков, осуществляющих обработку и интерпретацию всех видов геолого-геофизической информации.

Входящая в состав ЦОИ Партия проектирования и контроля качества работ обеспечивает разработку методики выполнения полевых сейсморазведочных работ и контроль качества полевых работ, первичную приемку полевого материала и передачу его в обработку.

Группа архивизации и содержания фондовых материалов обеспечивает формирование и поддержку фондов геолого-геофизической информации, а также выполнение вспомогательных работ по подготовке к обработке сейсмических данных и данных ГИС прошлых лет (в том числе, хранящихся в аналоговом виде).

Подразделение возглавляет начальник ЦОИ, непосредственным руководителем которого является Генеральный директор ОАО "Саратовнефтегеофизика". Общий контроль соответствия методики и результатов работы ЦОИ требованиям нормативных документов и договорной документации осуществляется главным геологом и главным геофизиком Общества.

Деятельность подразделения направлена на достижение следующих целей Общества:

- обеспечение удовлетворенности Заказчиков на основе выполнения требований геологического задания и проекта работ, высокого качества результатов работ при соблюдении договорных сроков выполнения работ;
- повышение технико-методического уровня выполнения работ, производительности труда, сокращение удельных расходов при решении поставленных геологических задач;
- повышение квалификации персонала.

В своей деятельности ЦОИ руководствуется следующей документацией:

- планами деятельности Общества;
- договорной документацией на выполнение геофизических работ;
- документами распорядительного характера;
- методиками, инструкциями и иными нормативно-методическими документами, регламентирующими работы, выполняемые подразделением.

При начальнике Центра обработки и интерпретации действует совещательный экспертно-консультативный орган Научно-технический совет (НТС) ЦОИ.

НТС осуществляет:

- экспертизу геолого-технических заданий и иной проектной документации на выполнение сейсморазведочных работ в части методики выполнения полевых работ, методики и технологии выполнения обработки и интерпретации геофизических данных, состава и сроков представления Заказчикам отчетной документации;
- оперативную оценку качества выполнения обработки и интерпретации геофизических данных по конкретным проектам;
- оценку итоговых результатов (отчетов, пас-

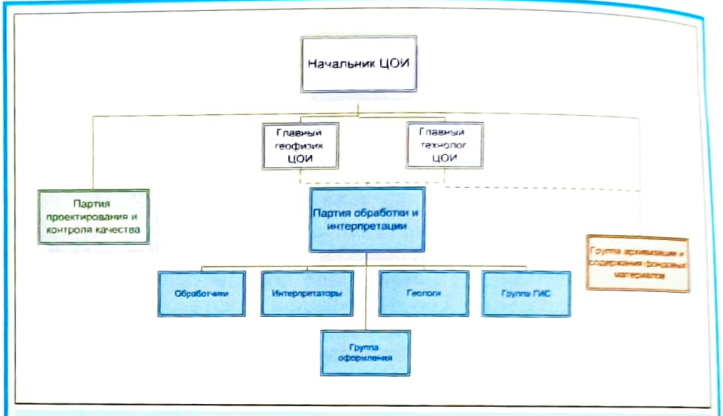


Рис. 1. Организационная структура ЦОИ

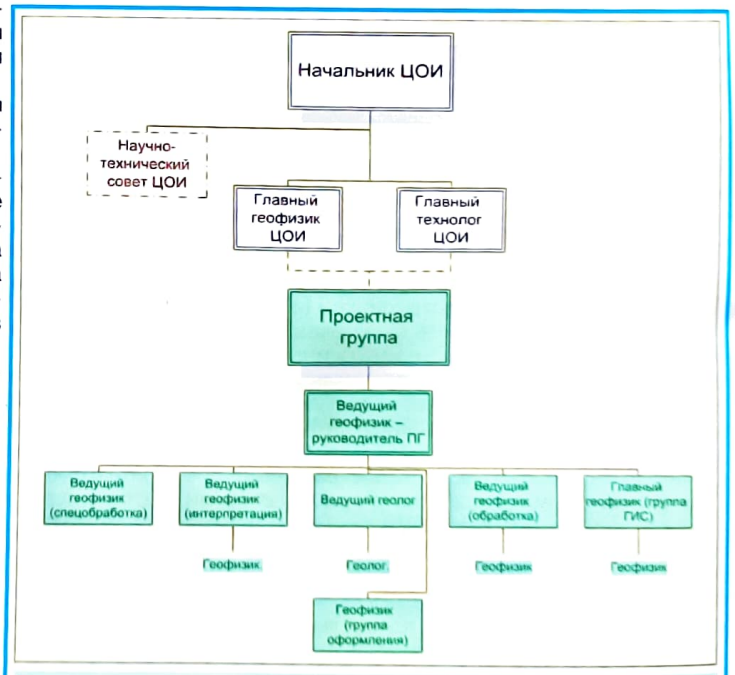
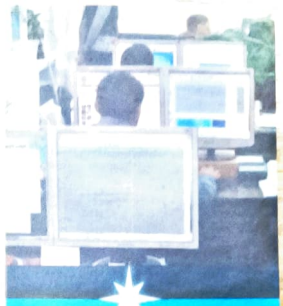


Рис. 2. Обобщенная структура управления проектом



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

СТРУКТУРА И ЗАДАЧИ ГВЦ

портфеля выполненных ЦОИ работ по конкретным проектам до представления их Заказчикам.

При выполнении камеральных геолого-геофизических работ в Партии обработки и интерпретации ЦОИ используется проектный подход.

За непосредственное выполнение работ отвечает проектная группа, формируемая из специалистов ЦОИ в соответствии со спецификой конкретного проекта. Состав и календарный план работы проектной группы утверждается приказом Генерального директора.

Руководство Проектом осуществляет ведущий геофизик - руководитель проектной группы.

Входящий в состав проектной группы ведущий геолог обеспечивает формирование априорной геолого-геофизической модели площади работ, подлежащей уточнению в результате выполнения обработки и интерпретации сейсморазведочных данных. На этапе обработки ведущий геолог совместно с руководителем проектной группы и ведущим геофизиком (интерпретатором) обеспечивают контроль адекватности промежуточных и конечных результатов геолого-геофизической модели.

Непосредственное выполнение обработки осуществляется ведущим геофизиком (обработка), возглавляющим группу специалистов, обеспечивающих выполнение отдельных элементов графа обработки.

Обработка и интерпретация данных ГИС осуществляется персоналом группы ГИС под руководством главного геофизика группы, в тесном сотрудничестве с ведущим геологом и ведущим геофизиком-интерпретатором.

Интегрированная интерпретация данных МОГТ и ГИС осуществляется ведущим геофизиком-интерпретатором и ведущим геологом.

Главный технолог ЦОИ обеспечивает методическое руководство и контроль деятельности специалистов партии обработки и интерпретации ЦОИ по выполнению цифровой обработки полевых сейсморазведочных данных, в соответствии с требованиями геологического задания, проекта работ, иной нормативно-методической и договорной документацией.

Главным геофизиком ЦОИ осуществляется организация деятельности по выполнению обработки сейсмических данных в соответствии с требованиями геологического задания, проекта работ, иной нормативно-методической и договорной документацией.

Техническое оснащение

Основу вычислительного комплекса ЦОИ ОАО «Саратовнефтегеофизика» составляют 3 PC-кластера и 12 рабочих станций на базе персональных компьютеров Hewlett Packard.

Основной PC-кластер (22-х процессорный 11-и узловой кластер (88 ядер) (узлы DELL PowerEdge R610; процессоры Intel X5667 Processor 3.06GHz; 336 GB RAM; 6 x 500 GB SAS RAID Edition; 2 сетевых адаптера 1 Gb и 10 Gb; операционная система Linux CentOS); сетевой дисковый массив RAID-6, 2 контроллера, емкость 33 TB) используется для стандартной обработки, а два других (16-ти процессорный 8-ми узловой кластер (узлы R-Style MARSHALL по два процессора Intel Xeon 3060MHz; 2 GB RAM; 2 сетевых адаптера 1 Gb, операционная система Linux: Red Hat 7.3; сетевой дисковый массиве RAID-5 емкостью 4 TB;) могут использоваться для задач как стандартной, так и углубленной обработки (в основном для миграции до суммирования).

Рабочие станции (HP xw8400, xw8600, HP Compaq dc7800) используются для интерпретации, для задач динамического анализа, а также для миграции до суммирования в небольших объемах.

В качестве рабочих места для выполнения стандартной обработки PC-кластерах используются X-терминалы на базе компьютеров HP Thin Client

Максимальное количество рабочих мест на базе X-терминалов, которые могут функционировать одновременно – до 30 рабочих мест.

В качестве периферийных выводных устройств используются следующие:

- лазерные принтеры HP LaserJet 1100, HP LaserJet 2015, HP Color LaserJet 5550;
- цветной струйный принтер Epson Stylus Color 640;
- цветной струйный плоттер формата A0 HP DesignJet 1055; HP DesignJet 1055 CM+, HP DesignJet T1100;
- цифровые инженерные системы формата A0 Xerox 8825, Xerox 6050a.

Локальные компьютерные сети (производительность 1 Гбит/с и 10 Гбит/с) позволяют рационально распределять отдельные этапы графа обработки и интерпретации между компонентами аппаратного комплекса и эффективно использовать вычислительные мощности.

Сетевая организация вычислительного комплекса позволяет получить гибкую распределенную структуру, которую можно легко наращивать и подстраивать под условия текущих заказов на обработку и интерпретацию.

Аппаратно-программный комплекс включает несколько логических подсистем, выполняющих различные задачи в общей технологии обработки и интерпретации, увязанных в общую структуру:

- система ввода первичных полевых данных и препроцессинга;
- основная система стандартной обработки;
- система специализированной обработки и динамического анализа;
- система интерпретации;
- система оперативного вывода контрольных материалов на плоттер формата A0 (черно-белый);
- система вывода результирующих материалов на плоттер формата A0 (цветной);
- система оформления предварительных и окончательных результатов работ;
- система оперативного хранения и архивирования результатов /на жестких дисках (RAID) (общей емкостью около 60 Tb).

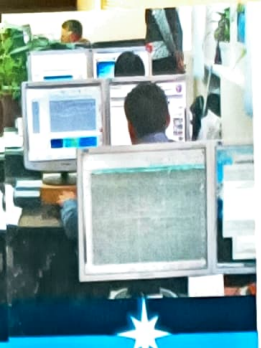
Запись результирующих сейсмических материалов для заказчика выполняется в формате SEG-Y (стандартный вариант) или каком-либо другом (по согласованию).

Возможные типы цифровых носителей информации:

- CD-R, CD-RW, DVD-R, DVD+R;
- USB – диски;
- магнито - оптические диски MO (2.6 Gb, 5.2 Gb);
- Exabyte 8 mm (5 Gb);
- Картриджи типа 3480 (200 Mb), 3490 (800 Mb), 3590 (16 Gb);
- Картриджи типа DLT (40 Gb);
- Картриджи типа LTO-2 "Ultrium" (400 Gb).

Может быть выполнен вывод окончательных результатов обработки (временных разрезов и сечений кубов) на бумажный носитель с соответствующей сопроводительной информацией.

Математическое обеспечение процессов обработки и интерпретации данных сейсморазведки составляют несколько комплексов программ современного уровня, удовлетворяющие



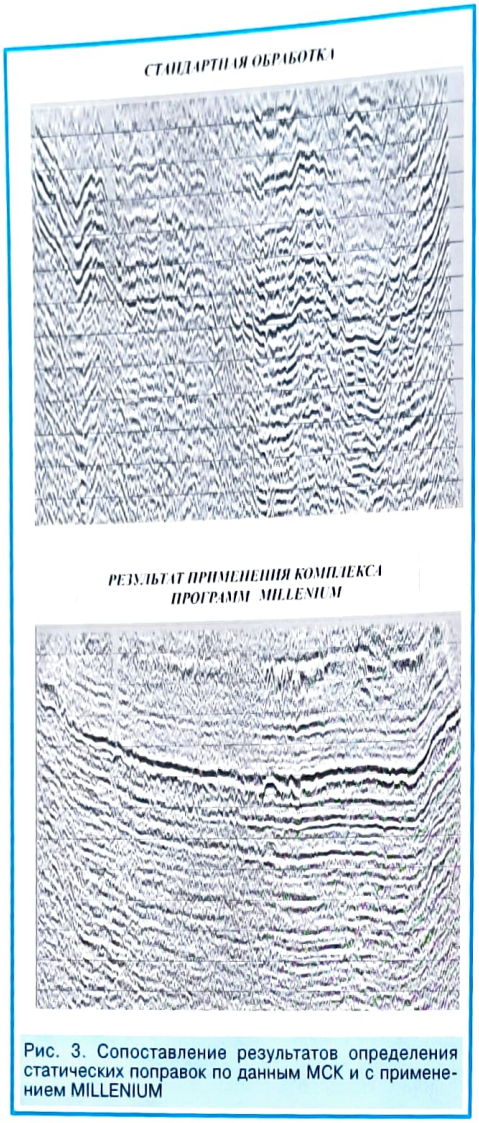


Рис. 3. Сопоставление результатов определения статических поправок по данным МСК и с применением MILLENIUM

самым последним требованиям к обработке и интерпретации.

Основной системой стандартной обработки является пакет программ "Geocluster" (версия 5000) (CGGVeritas, Франция), обладающий развитым пользовательским интерфейсом, позволяющим быстро составлять задания, контролировать процесс их выполнения и анализировать результаты с помощью соответствующих графических приложений. Специализированные интерактивные приложения для скоростного анализа позволяют осуществлять выбор скоростного анализа одновременно по мини-стекам (фрагментам временного разреза), вертикальным спектрам скоростей, сейсмограммам ОГТ, а также оперативно получать и анализировать карты скоростей (в случае 3D).

Помимо основной системы обработки, широко применяется ряд вспомогательных комплексов, в частности, в случае сложного строения верхней части разреза, используется комплекс MilleniumX (Green Mountain Geophysics, США), позволяющий выполнять коррекцию статических поправок по годографам головных волн в традиционном варианте и с использованием принципов томографии.

С 2000 года в ОАО "Саратовнефтегеофизика" проводится специализированная обработка материалов 2D и 3D съемок с использованием комплекса «EPOS» (Paradigm Geophiysical), в состав которого входят несколько программных пакетов.

Программный пакет GeoDepth позволяет решать задачи построения глубинно-скоростной модели среды и выполнения миграции до суммирования (во временной и глубинной областях). Получаемые глубинно-динамические разрезы 2D и кубы 3D значительно повышают точность и достоверность структурных построений, также являются хорошей основой для последующей динамической интерпретации.

Для структурной интерпретации и динамического анализа сейсмических данных и прогноза фильтрационно-емкостных свойств применяются программные пакеты GeoGraphix Discovery (интерпретация), Probe (AVO-анализ), Vanguard (акуститическая инверсия.), VoxelGeo (сейсмофациальный анализ). Эти программные комплексы установлены на рабочих станциях.

Этап сейсмической интерпретации условно можно разделить на две составляющие – структурную и динамическую. Условно, поскольку эти два аспекта неразделимы и дополняют друг друга. Структурная интерпретация и комплексирование результатов динамического анализа выполняются с использованием пакета программ GeoGraphixDiscovery (Landmark), а собственно динамический анализ – в пакетах Vanguard, Stratimagic (Paradigm) и включает: акустическую инверсию, сейсмофациальный и атрибутный анализы.

За долгие годы специалистами ОАО "Саратовнефтегеофизика" было открыто более 100 месторождений. Конечно, большинство открытий приходится на Саратовскую область, геологическое строение которой весьма разнообразно: платформенные условия на севере и северо-западе, Степновский сложный вал в центральной части и заслуживающая особого внимания прибортовая зона Прикаспийской впадины. Но география работ нашей кампании, в разное время выходила далеко за пределы нашей области. Имеется опыт обработки и интерпретации в самых разнообразных по сейсмогеологическим условиях регионах: окраина древней Восточно-Европейской платформы, Сибирская и Западно-Сибирская платформы, Прикаспийская впадина, северный и южный борты Ферганской впадины, Афгано-Таджикская впадина, Припятский прогиб, территории Колумбии, Индии и др. С уверенностью можно говорить о том, что на таком богатом и разнообразном материале в ЦОИ ОАО "Саратовнефтегеофизика" сформировалась собственная школа обработки и интерпретации со своими традициями и правилами [5]. Рассмотрим некоторые наиболее интересные особенности обработки и интерпретации, применяемые в нашей кампании.

Статические поправки

Не секрет, что качество и достоверность итоговых материалов обработки во многом зависит от того, насколько полна и достоверна информация о строении верхней части разреза и в первую очередь зоны малых скоростей. В принципе, если на изучаемой сейсморазведкой площади имеется достаточно плотная сеть скважин структурного бурения, позволяющая построить карту поверхности какого-либо горизонта, будь то поверхность палеозоя или мела, то, как показывает опыт наших работ, можно существенно сократить объемы МСК (или МПВ), выполняя указанные исследования лишь в контрольных точках с шагом между последними в 1,5 – 2 км. В промежутках между контрольными точками изохроны проводят в соответствии с рельефом дневной поверхности, следуя нехитрому правилу – «яма – ямистее», «бугор – бугристее», что в переводе на общепринятые понятия означает

сгущение изохрон на приподнятых отметках рельефа и увеличение промежутков между ними в пониженных местах – пойменных участках и т.п. местах. Все «недоборы-переборы» посчитанной таким способом априорной статики устраняются путем посадки реперного горизонта каждого из обрабатываемых профилей на карту. Понятно, что при отсутствии последней плотность сети МСК должна быть порядка 1 км в левобережьи Саратовской области, где нет резких перепадов рельефа поверхности и ЗМС имеет достаточно простое строение, и с шагом не более 500м в правобережье. Понятно, что последний вариант связан с достаточно большими затратами и средств, и времени. В качестве альтернативы, как нам представляется, можно предложить расчет статики по сейсмограммам ОГТ с использованием комплекса Millennium (разработка компании GMG) в сочетании с опорными пунктами МСК.

Для примера сошлемся на результаты, полученные с помощью вышеназванного комплекса в условиях правобережья.

Конечно, уверенная корреляция времен первых вступлений напрямую зависит от качества первичных сейсмограмм. В то же время, накопленный объем статистических данных, полученных по преломленным волнам для каждого ПВ и ПП, позволил определить основные параметры ВЧР. К таким параметрам относятся – скорость в ЗМС, поле скоростей рефрактора, поле времен задержек, абсолютные отметки рельефа рефрактора. Следует подчеркнуть, что точность получаемых статических поправок контролировалась увязкой на пересечениях профилей данной площади и при необходимости корреляция пересматривалась.

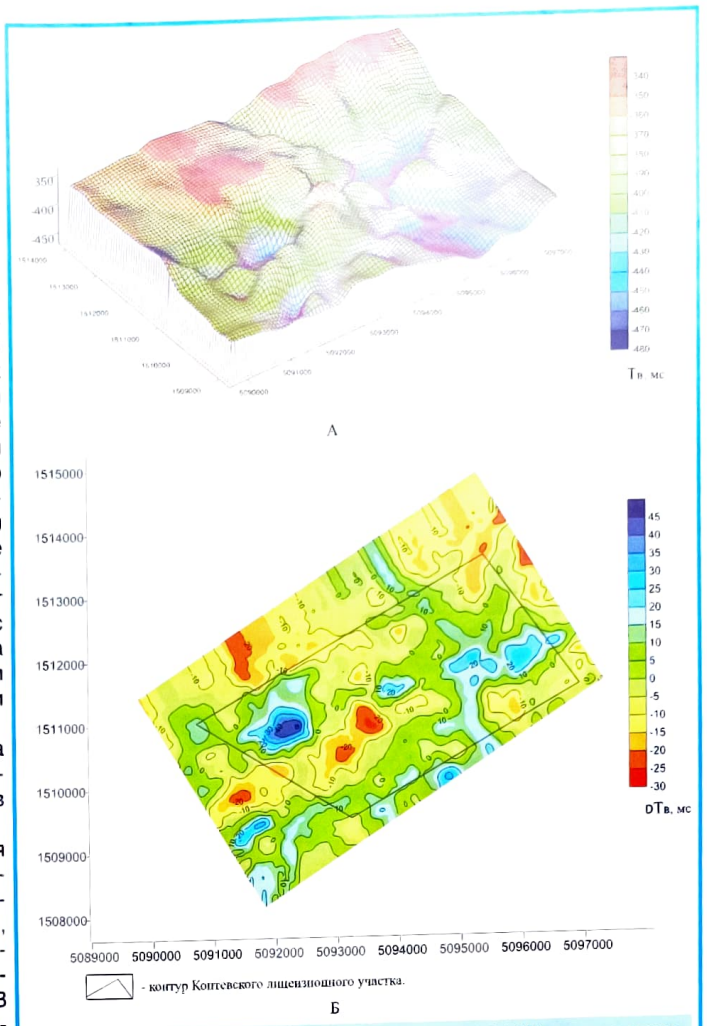


Рис. 4. Поверхность первой "жесткой" границы (Тв) (А), и карта статических поправок исключения влияния этой границы (Б)

Сравнение временных разрезов, полученных со «стандартной» статикой и с применением Millennium, показано на рис. 3.

Еще одним специфическим подходом, значительно повышающим эффективность обработки, является процедура исключения влияния криволинейной акустически жесткой границы, находящейся в верхней части разреза. Вообще, этот подход, для данных МОГТ-2D, успешно применяется уже в течение многих лет. Но возможность эффективного использования аналогичной операции для материалов МОГТ-3D появилась не более 10 лет назад, благодаря использованию программного комплекса Geocluster.

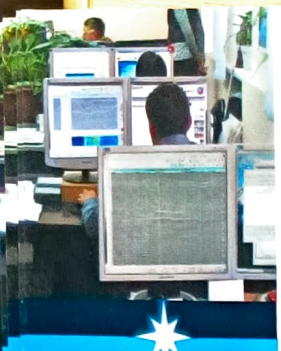
В качестве примера можно привести ярко выраженный положительный результат применения данной процедуры при обработке данных МОГТ-3D на Коптевской площади в Саратовской области (работы 2004 года). Исключение влияния первой "жесткой" границы на данной площади являлась совершенно необходимым и принципиально важным элементом графа стандартной обработки. Ее задачей являлось устранение временных искажений годографов полезных волн – отражений от целевых горизонтов карбона и девона.

Эти искажения связаны с прохождением сейсмических лучей через находящуюся в верхней части разреза (на уровне 300-500 мс) границу с высокой акустической жесткостью (кровля карбонатных отложений палеозоя), имеющую сложную геометрию и резко меняющиеся в пространстве углы и глубины залегания. Интервальная скорость в отложениях над указанной границей (в основном это терригенные отложения) составляет 1800-2000м/с. Ниже нее разрез представлен высокоскоростными карбонатными породами (доломиты, известняки) и ангидритами, скорость распространения сейсмических волн в которых доходит до 4000-4500 м/с. Следовательно, с учетом изменения плотности, акустическая жесткость в них возрастает более чем в 2 раза.

Такие особенности сейсмогеологического строения разреза не позволяют путем обычного суммирования по ОГТ получить сколько-нибудь удовлетворительную прослеживаемость отражений от целевого интервала разреза. Поэтому, расчет и ввод статических поправок ("поправок исключения"), компенсирующих влияние границы, о которой сказано выше, являлся ключевым моментом, определяющим эффективность всех последующих этапов графа и, в итоге, качество окончательного результата обработки.

Процедура расчета поправок исключения включала следующий набор операций:

1. Коррекция кинематических поправок на верхнюю часть разреза, включающую первую "жесткую" границу;



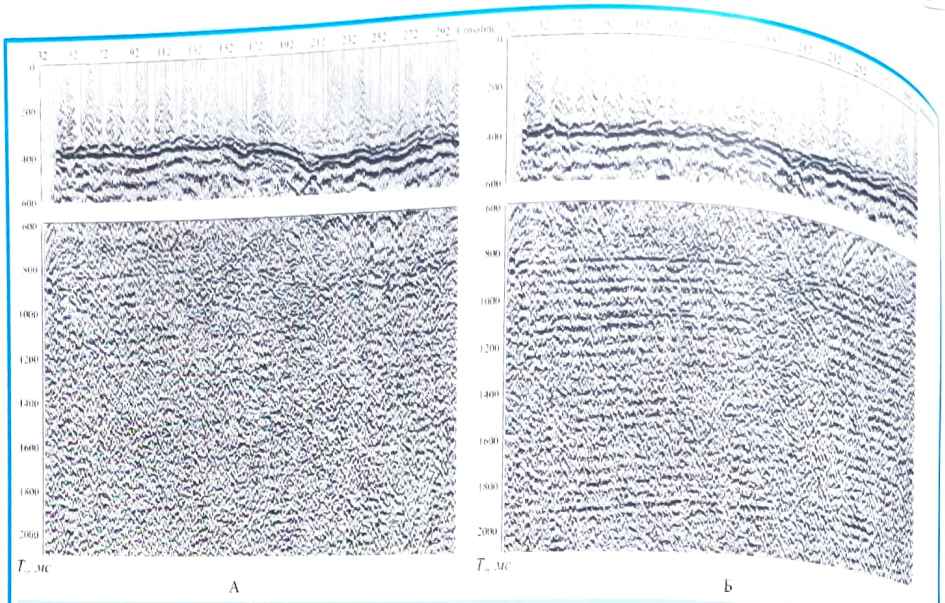


Рис. 5. Эффективность процедуры исключения влияния первой жесткой границы. Фрагменты линии: А - до ввода статпоправок исключения; Б - после ввода статпоправок исключения с коэффициентом K=0.7

2. Получение суммарного куба на ограниченной по удалениям базе суммирования в целях обеспечения наиболее точной конфигурации линии Т0 для данной границы;
3. 3D-миграция по указанному выше кубу;
4. Пространственная корреляция первой "жесткой" границы по мигрированному кубу и построение карты вертикальных времен (Тв) указанной границы;
5. Построение карты поверхности приведения путем пространственного сглаживания указанной в п.4 карты, т.е. построение карты трендовой составляющей;
6. Расчет карты поправок исключения (рис. 4) путем вычитания карты тренда из карты Тв первой жесткой границы;
7. Распределение рассчитанных поправок по пунктам приема и возбуждения (по 1/2 величины поправки в пункт приема и в пункт возбуждения);
8. Получение набора кубов для анализа с разными коэффициентами (множителями) статпоправок исключения - коэффициентами исключения K;
9. Выбор коэффициентов исключения для различных пространственных зон путем визуального контроля качества суммирования на вертикальных сечениях куба.

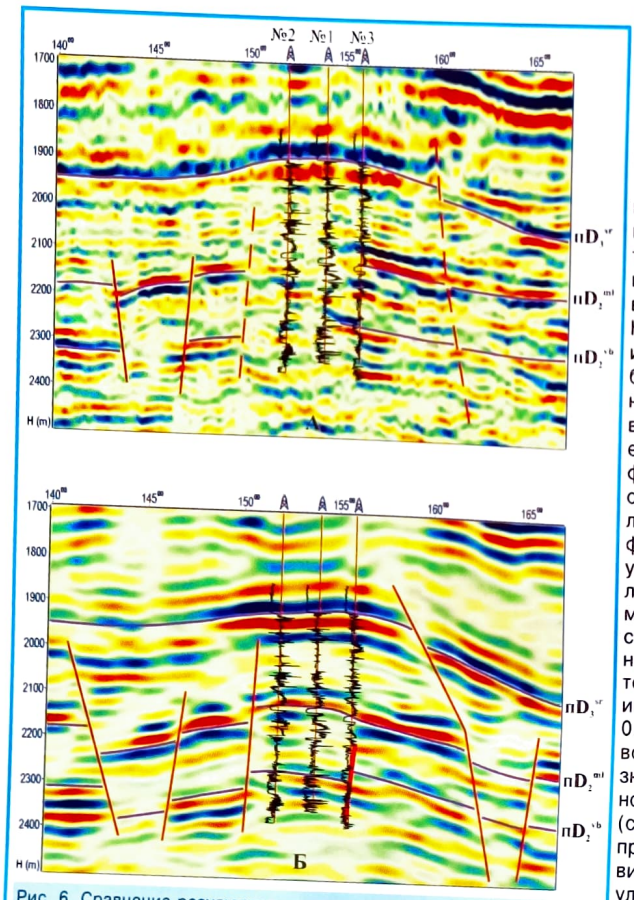


Рис. 6. Сравнение результатов миграции после суммирования (А) и до суммирования (Б)

Теоретически, данные коэффициенты определяются соотношением интервальных скоростей в толще пород над "жесткой" границей V1 и под ней V2 и рассчитываются по формуле: K=(V2-V1)/V2. Но поскольку значения данных интервальных скоростей могут быть оценены лишь приблизительно, для более точного определения вводимых в ПМ поправок требуется эмпирический подбор коэффициентов K. К тому же указанные скорости могут изменяться по латерали, соответственно и коэффициенты исключения на разных участках площади могут быть различными. Критерием выбора оптимального значения K служит качество прослеживания глубоких границ. В данном случае выполнялось тестирование коэффициента K в интервале от 0.3 до 0.9 с шагом 0.1, и в качестве наилучшего для всей площади было выбрано значение K равное 0.7. Эффективность описанной выше процедуры (с оптимальными параметрами) проиллюстрирована на рис. 5. Как видно, произошло кардинальное улучшение прослеживаемости всего комплекса отложений – как в интервале карбона и девона (800-

1200 мс), так и более глубоких – почти на всем протяжении (по латерали) вертикального сечения куба.

Миграция до суммирования

В настоящее время основные геологические ресурсы УВ в пределах саратовской части Прикаспийской впадины, по-прежнему, связываются с подсолевой частью разреза, где возможно обнаружение залежей УВ, приуроченных как к внутрибассейновым органогенным постройкам средне-верхнефранского возраста, так и к антиклинальным ловушкам, прежде всего в отложениях терригенного девона. Также возможно обнаружение литологически ограниченных ловушек, приуроченных к песчаным линзам и пластам верейско-мелекесской толщи.

Геологические ресурсы УВ надсолевой части разреза оцениваются ниже, но учитывая относительно небольшие глубины залегания потенциально продуктивных отложений – это направление поисков представляет определенный интерес. В надсолевой части разреза, кроме пластовых сводовых ловушек УВ, приуроченных к вершинам соляных куполов, возможны и ловушки, образованные нависающими карнизами соли, что подтверждается разрезом скважины 4 Куриловская. Как показывает опыт поисково-разведочных работ на Южной Эмбе с подкозырьковыми ловушками связаны достаточно значительные запасы УВ.

Поиск названных потенциально продуктивных ловушек затруднен сложной волновой картиной, которая обусловлена широким распространением проявлений солянокупольной тектоники. Достоверность глубинных построений по сейсморазведочным данным в таких сейсмогеологических условиях определяется тремя факторами: качеством прослеживаемости целевых горизонтов, точностью определения скоростной модели среды и корректностью используемого механизма преобразования временного разреза в глубинный. Эти задачи решаются в комплексах программ пластовой миграции до суммирования. Технология интерпретационной обработки, основанная на процедуре миграционного преобразования исходных записей с учетом скоростной модели, определяемой по данным ОГТ, позволяет повысить надежность изображения сейсмических границ и одновременно осуществить корректное преобразование временного разреза в глубинный. Опыт, накопленный специалистами ОАО Саратовнефтегеофизика, показал высокую эффективность использования миграционного преобразования, как в платформенных условиях, так и в областях развития соляной и диапировой тектоники. В работе [2] обсуждается необходимость применения миграции до суммирования в платформенных условиях. В ЦОИ ОАО Саратовнефтегеофизика" впервые в Саратовской области, было произведено опробование и внедрение в производство 3D миграции до суммирования с использованием программного комплекса GeoDepth (разработка Paradigm Geophysical) на месторождениях, расположенных в пределах Степновского мегавала, Бузулукской впадины и Жигулевского свода. На ряде примеров было показано, что в платформенных условиях применение миграции целесообразно для решения следующих задач: учета влияния жесткой криволинейной границы в верхней части разреза, связанной с карбонатными отложениями палеозойского возраста, повышения когерентности отражений и устранения негиперболичности годографов, а также локализации мелкомасштабных тектонических нарушений. Один из удачных примеров приведен на рис. 6.

В областях развития солянокупольной тектоники, в некоторых случаях, глубинная миграция до суммирования оказывается единственным инструментом, позволяющим получить информацию о геологическом строении подсолевого комплекса отражений. В работе [1] рассматриваются возможности и проблемы применения

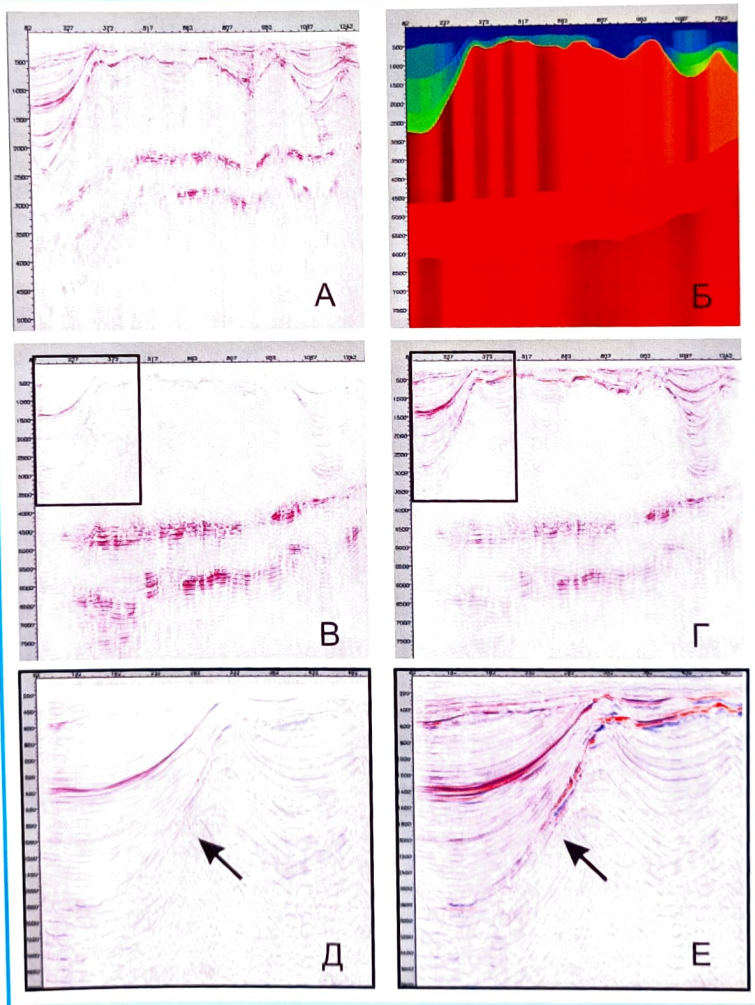


Рис.7. Тестирование алгоритмов миграции до суммирования: А - исходный временной разрез; Б - глубинно-скоростная модель; В - результат мигации по алгоритму Кирхгофа; Г - результат мигации на основе волнового уравнения; Д и Е - увеличенные фрагменты разрезов В и Г соответственно



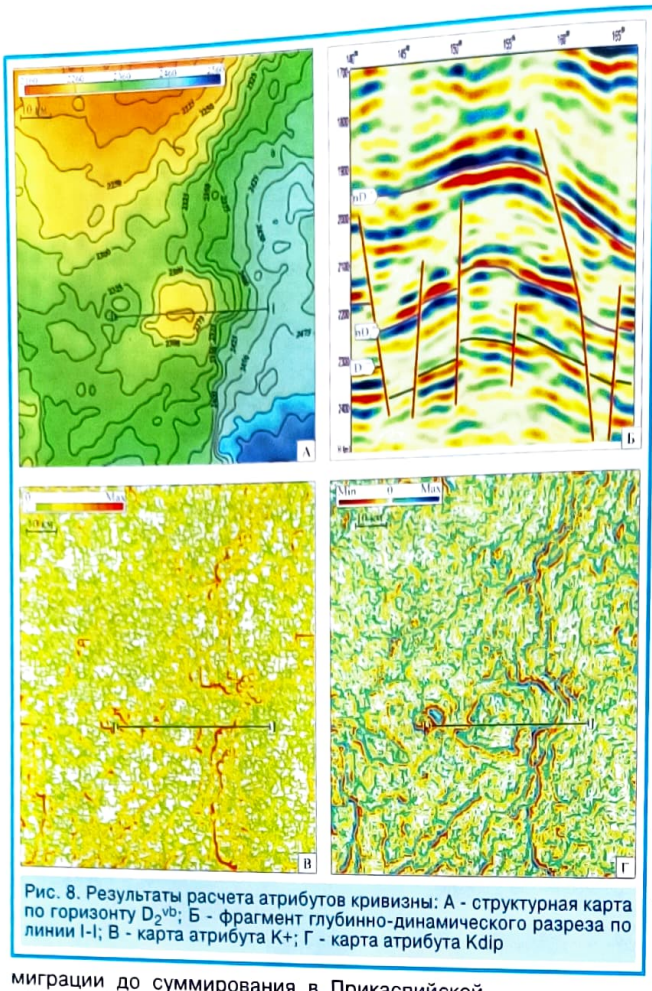


Рис. 8. Результаты расчета атрибутов кривизны: А - структурная карта по горизонту D_2^{vb}; Б - фрагмент глубинно-динамического разреза по линии I-I; В - карта атрибута K+; Г - карта атрибута Kdip

миграции до суммирования в Прикаспийской впадине. На рис. 7 приведен пример тестирования различных алгоритмов миграции до суммирования.

Атрибуты кривизны

Одно из основных направлений разведки нефти и газа в Саратовском Поволжье связанно с тектонически-экранированными структурами нижнего терригенного комплекса осадочного чехла в зоне сопряжения Бузулукской впадины с Жигулевско-Пугачевским сводом, Степновского сложного вала и "кольца" Саратовских дислокаций с обрамляющими землями в "створе" Рязано-Саратовского прогиба. Для этой территории характерно широкое развитие дизъюнктивных нарушений предтиманской и предфаменской тектонических фаз. Все представляющие разведочный интерес структуры имеют антиклинально-блоковое строение и обусловлены сбросами и грабенами предтиманского возраста амплитудой от 40 до 85м. С предфаменской тектонической фазой связано образование региональных разломов амплитудой до 300-350м. В таких сложных геологических условиях для повышения эффективности интерпретации данных сейсморазведки возникает необходимость использовать специализированные процедуры обработки и интерпретации, позволяющие более точно определять положение тектонических объектов. При этом наибольшее распространение в практике сейсмической интерпретации получили такие методы как анализ мгновенных параметров и атрибутов когерентности. Для решения этой задачи в нашем центре используются атрибуты кривизны поверхности, вычисляемые по структурным картам. Теория кривизны, подробное описание и сравнительный анализ различных атрибутов приводится одним из авторов в работах [3,4]. Для вычисления атрибутов кривизны, рассмотренных в предыдущем разделе, сотрудниками ЦОИ (Артемьев А.Е., Федорчук Р.А.) было создано автономное приложение для персональных компьютеров под управлением операционной системы Microsoft Windows. Это приложение получило название "CMap". Схематично алгоритм работы программы "CMap" можно изобразить следующим образом:

- чтение исходных данных в формате XYZ;
- применение фильтра к исходным данным;
- вычисление коэффициентов уравнения (8);
- расчет атрибутов кривизны;
- нормировка результатов вычислений;
- запись результатов в файлы формата XYZ.

На вход программы подаются результаты структурной интерпретации сейсмических данных в виде текстовых файлов в формате XYZ, где X и Y – прямоугольные координаты, а Z – параметр. В качестве прямоугольных координат могут быть использованы реальные топографические координаты, либо номера X,Y линий 3D съемки. В качестве параметра могут быть приняты значения глубин или же времена T_0 сейсмических горизонтов.

Программа дает возможность производить по желанию пользователя одновременный расчет всех атрибутов кривизны, либо только необходимых в данный момент для работы пользователя. Применение фильтра и нормировки также оставляется на усмотрение пользователя. Запись вычисленных атрибутов производится в директорию указанную пользователем в виде текстовых файлов в формате XYZ.

Для опробования программы "CMap" было выбрано одно из месторождений, расположенное в пределах Степновского мегавала, входящего в состав Рязано-Саратовского прогиба. В 2000 году силами ОАО "Саратовнефтегеофизика" на этом месторождении были проведены полевые сейсморазведочные работы методикой ОГТ-3D, проведена обработка в комплексе Geocluster. Геологической задачей работ являлось детальное изучение строения ловушки месторождения, картирование блоков, ограниченных разрывными нарушениями различной амплитуды. В 2001 году была выполнена миграция до суммирования в программном комплексе GeoDepth [2]. Фрагмент глубинно-динамического разреза через структуру приведен на рис. 8Б. Последним горизонтом, участвующим в построении глубинно-скоростной модели для пластовой миграции, являлось отражение от подошвы саргаевских отложений (D_3^{sr}). Этот горизонт был подвержен тектоническим нарушениям в предфаменскую фазу. Тектонические нарушения предфаменского возраста характеризуются значительными амплитудами и достаточно надежно трассируются даже по немигрированным данным. Наибольший интерес с точки зрения уточнения знаний о геологическом строении резервуара представляло изучение дизъюнктивных нарушений предтиманской фазы. С этой целью авторами и были использо-

ваны атрибуты, рассчитанные по программе "CMap". В процессе подготовки исходных данных были выполнены следующие операции:

- ручная корреляция каждой двадцатой X и Y линий горизонта D_2^{vb};
- автоматическая корреляция указанного горизонта;
- фильтрация полученной карты в программе "CMap" на базе 3x3 трассы.

Полученная в результате этих действий карта приведена на рис. 8А. В центральной части карты хорошо просматривается положение поднятия. Для быстрого и эффективного определения местоположения разрывных нарушений, ограничивающих структуру, был произведен расчет атрибутов кривизны. На рис. 8 показаны карты двух из них - K_+ и K_{dip}. Важным аспектом является представление результатов. Здесь необходимо выбрать оптимальный метод построения карты и тщательно подобрать цветовую палитру. Метод взвешенных сумм, первоначально использовавшийся авторами для построения карт атрибутов, оказался неподходящим для этой цели. Значительно лучшие результаты удалось получить с использованием алгоритмов крайгинга. Что касается выбора палитры цветов, то здесь приходится использовать индивидуальную палитру для всех атрибутов на каждой исследуемой площади. Иногда, для лучшего отображения полученных результатов, целесообразно использовать процедуру нормировки, реализованную в программе "CMap". Как видно из рисунка, на карте атрибута K_+ отчетливо проявляется высокоамплитудное разрывное нарушение предфаменского возраста. Его положение с большой степенью точности совпадает с принятой моделью используемой для проведения миграции. Гораздо больший интерес для нас представляли нарушения предтиманского возраста. Анализ полученных карт атрибутов показал, что для изучения этих объектов наиболее целесообразным является использование карты атрибута K_{dip}. По результатам интерпретации полученных данных удалось уточнить положение разрывных нарушений контролирующих резервуар.

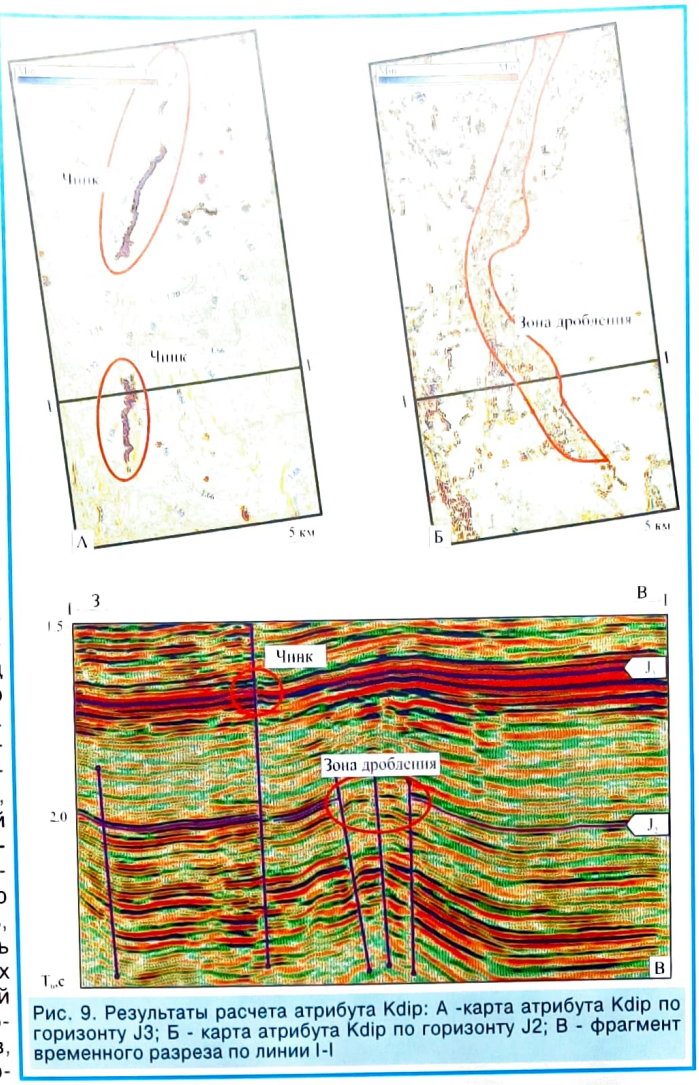


Рис. 9. Результаты расчета атрибута Kdip: А -карта атрибута Kdip по горизонту J3; Б - карта атрибута Kdip по горизонту J2; В - фрагмент временного разреза по линии I-I

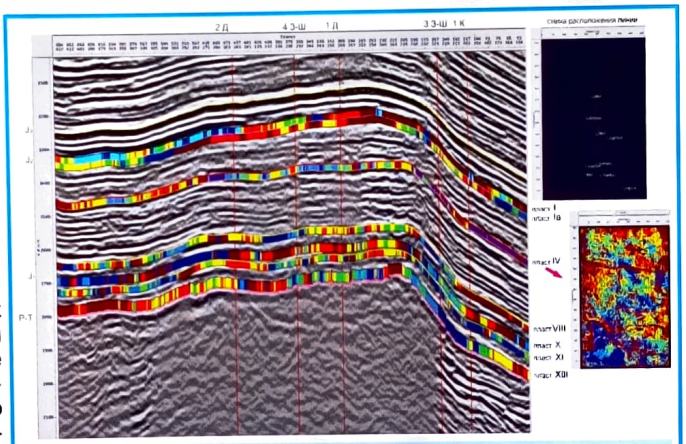
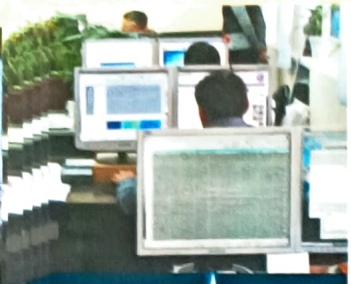


Рис. 10. Линия через скважины с выделенными опорными горизонтами, продуктивными пластами и фациями

В качестве еще одного примера использования атрибутов кривизны для решения задач структурной интерпретации приведем пример по месторождению, расположенному в Муйнакском районе Республики Узбекистан. В 2007 году силами ОАО "Саратовнефтегеофизика" на этом месторождении были выполнены полевые сейсморазведочные работы методикой ОГТ-3D по площади 450 км². Данная площадь, в тектоническом отношении, приурочена к западной части Судочьего прогиба и восточному склону Куаныш-Коскалинского вала. На исследуемой площади отмечается наличие нескольких разновозрастных систем нарушений, соответствующих различным тектоническим фазам и секущих, как фундамент, так и низы осадочного чехла. Имеются и сквозные нарушения, затрагивающие весь разрез осадочного чехла. В частности, в пределах 3D-съемки прослеживается четкое дизъюнктивное нарушение, имеющее наибольшую интенсивность по нижнеюрским горизонтам. Вверх по разрезу амплитуда нарушения несколько уменьшается. По поверхности данное нарушение корреспондируется с зоной крутого



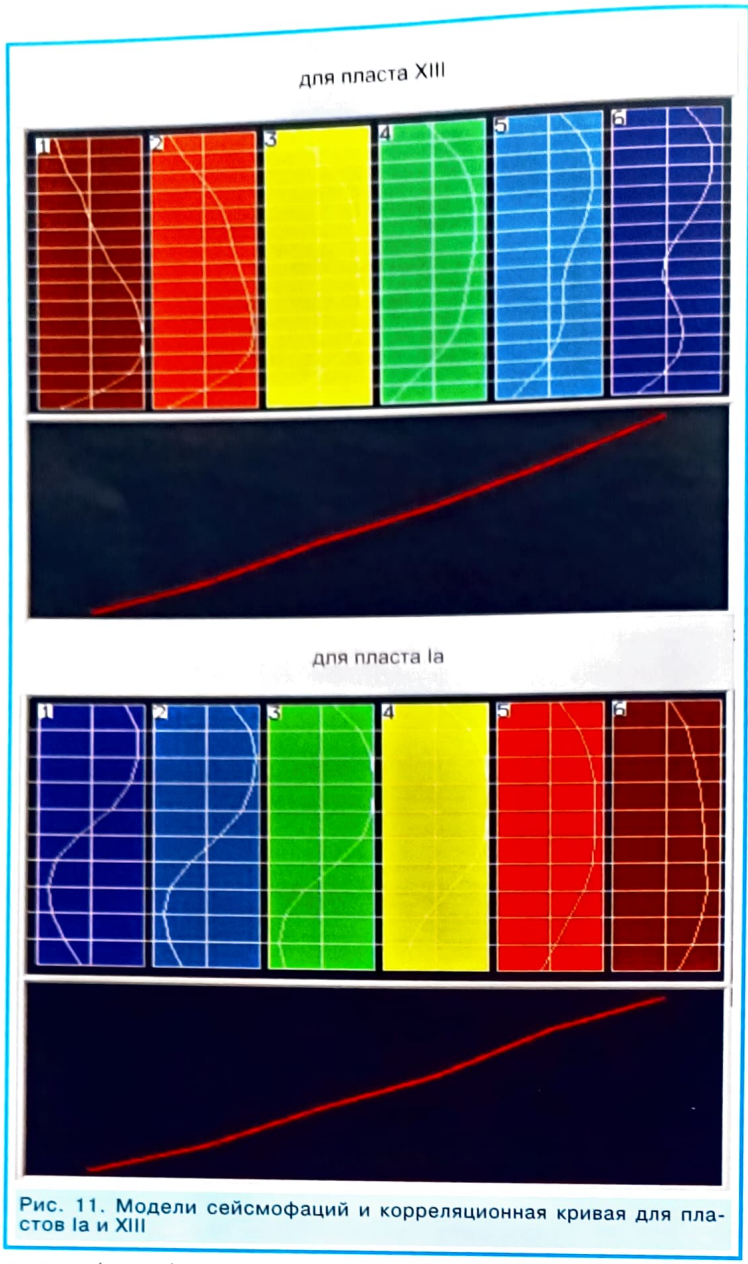


Рис. 11. Модели сейсмофаций и корреляционная кривая для пластов Ia и XIII

склона (чинка) разделяющего плато Устюрт и равнинную территорию долины реки Амударья, а также прибрежной зоны Аральского моря.

Фрагмент временного разреза по линии I-I 3D-съемки показан в нижней части рис. 9. В верхней части разреза отчетливо прослеживается отражающий горизонт J_3, связанный с кровлей юрского комплекса (кровлей кимеридж-титона). Этот горизонт характеризуется наличием высокоамплитудного дизъюнктивного нарушения, обозначенного на рисунке как "чинк". По ниже залегающим горизонтам наблюдается множество разрывных нарушений, в том числе зона тектонического дробления.

Исходя из опыта предыдущих работ, связанных с анализом атрибутов кривизны, для изучения систем разрывных нарушений авторами был выбран атрибут Kdip. На рис.9 приведены карты атрибута K_{dip} по горизонтам J_3 и J_2. Изолиниями показаны линии равных времен, измеряемые в секундах. На рис.9 А отчетливо выделяется зона "чинка". На рис. 9 Б хорошо проявляется разновозрастные системы нарушений, затрагивающие горизонт J_2.

Сейсмофациальный анализ

Целью сейсмофациального анализа является восстановление обстановки ... конакопления и прогноз литол... ций по данным сейсморазведки. ... основе анализа лежат предста... ния о том, что латеральные и вер... тикальные изменения литологи... ских и петрофизических свойс... осадочной толщи приводят к изме... нениям физических параметр... сейсмического сигнала, что в свою очередь оказывает влияние на характер прослеживаемости гори... зонтов и форму сейсмическог... импульса. Задача сейсмофациаль... ного анализа – выделение сейсмо... фаций на основе анализа измене... ния волновой картины. В настоя... щее время, благодаря доминирую... щей роли трехмерной сейсморазв... ведки, значительному улучшени... качества регистрируемых данных и последним достижениям в области обработки и интерпретации, уда... лось добиться более детального расчленения разреза. Если раньше под «сейсмофацией» понимали пакет отражений, то сейчас сейс... мическая фация может быть иден... тифицирована по форме записи одиночного отражения и связана не только с внутренней структурой но и с тонкими особенностями осадконакопления.

Сейсмофациальный анализ выполняется в системе Stratimagic компании Paradigm Geophysical. Материалом для интерпретации обычно служит куб данных, полученный в результате миграции до суммирования во временной области.

Первый этап работы включает в себя определение сейсмических комплексов, которые объединяют относительно согласно залегающие и генетически связанные отложения. Для этого должны быть построены и изучены срезы относительно опорных горизонтов и пропорциональные срезы между соседними опорными горизонтами, что позволяет сконцентрироваться на целевых интервалах, выделить интервалы развития палеорусел. Для определения продуктивных интервалов используются скважинные данные. После изучения и тестирования, выбираются оптимальные интервалы анализа, показанные на рис. 10.

Второй шаг представляет собой более детальный сейсмофациальный анализ внутри определенного интервала. На данном этапе работ формы сигналов группировались в дискретные «сейсмофации». Сейсмическая фациальная единица (сейсмофация) объединяет группу отражений, характеризующихся схожим набором параметров, таких как конфигурация, непрерывность, амплитуда, частота и т.д. Каждый параметр несет определенную информацию о геологическом строении изучаемого интервала. Конфигурация отражений тесно связана с основными характеристиками напластования, непрерывность отражений – с непрерывностью пластов, амплитуда показывает соотношение плотности и скорости, частота зависит от мощности пластов.

Наиболее эффективна классификация уча-

стков трасс по их форме с использованием технологии нейронных сетей (SISMAGE™ Neural Network Technology - NNT), которая позволяет определять, анализировать и интерполировать детальные характеристики коллекторов, не выявляемые другими способами. В основе NNT лежит применение самоорганизующейся нейронной сети для распознавания и оценки изменения формы сейсмического сигнала в изучаемом интервале. Способность NNT выявлять устойчивые зависимости в условиях встречающихся помех и отражать все тонкости сейсмического волнового поля позволяет повысить точность результата при оценке коллекторов и геометризации их границ.

Классификация производилась в несколько этапов:

1. Обучение: используя серию итераций, идентификацию отдельных форм сейсмических трасс и создание набора синтетических трасс, изменяющихся при каждой итерации. Форма определяется как функция скорости изменения трассы от одного её отсчета к другому, т.е. наклонами отрезков трассы между соседними отсчетами. В связи с этим абсолютные значения амплитуды трассы менее значимы, чем её форма. Модели трасс являются искусственным представлением классов по учебному набору трасс. Они хранятся в виде последовательных серий.
2. Классификация: последовательное сравнение смоделированных классов с реальными сейсмическими данными по трассам. В результате чего, каждой реальной трассе присваивается номер и цвет класса «сейсмофаций», наиболее соответствующий ей.

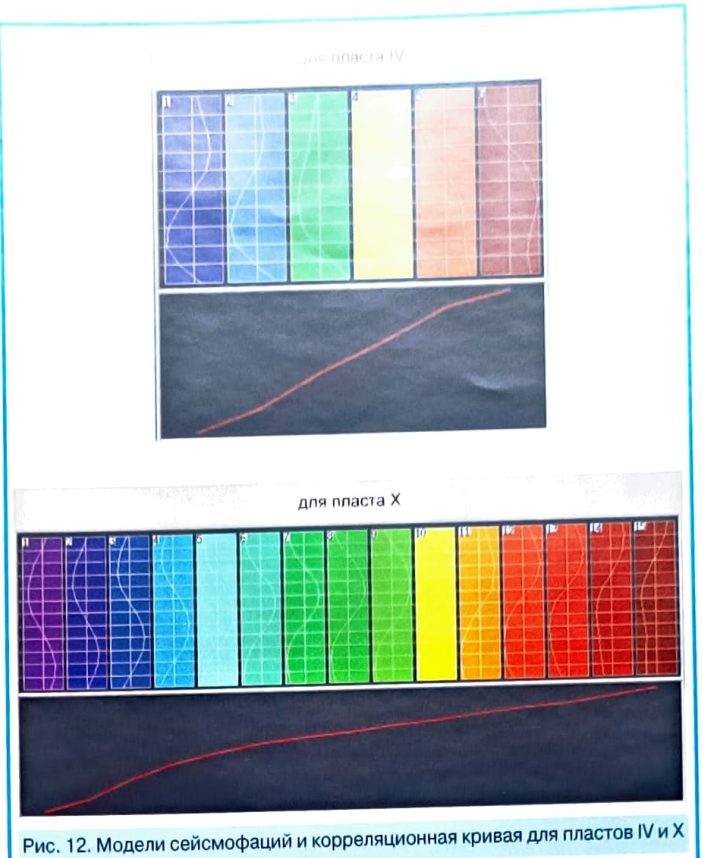


Рис. 12. Модели сейсмофаций и корреляционная кривая для пластов IV и X

Прямой корреляции между определенным типом рисунка волновой картины и литологическим составом пород не существует. Так, например, низкоамплитудные отражения могут соответствовать как очень тонким пластам, так и зонам развития пород одного литологического типа: песчаникам или глинам. Однако, анализ изменяющихся характеристик отражений в комплексе со всеми

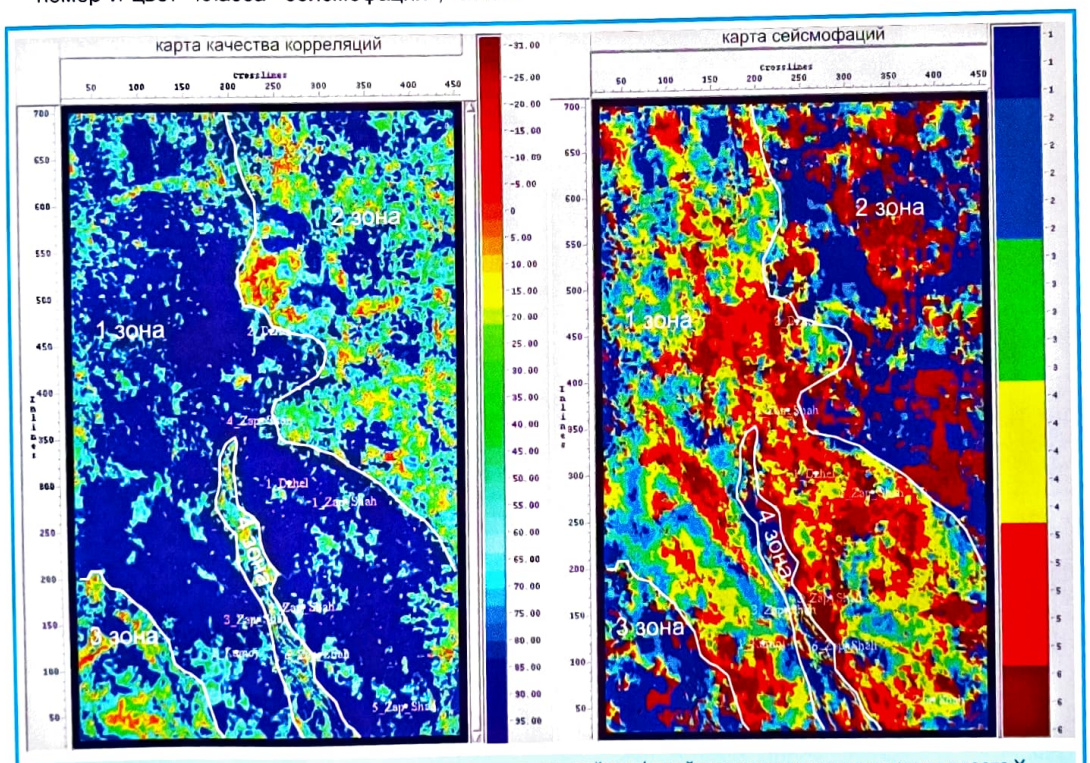


Рис. 13. Сопоставление карты качества корреляции и карты сейсмофаций с выделенными зонами для пласта X

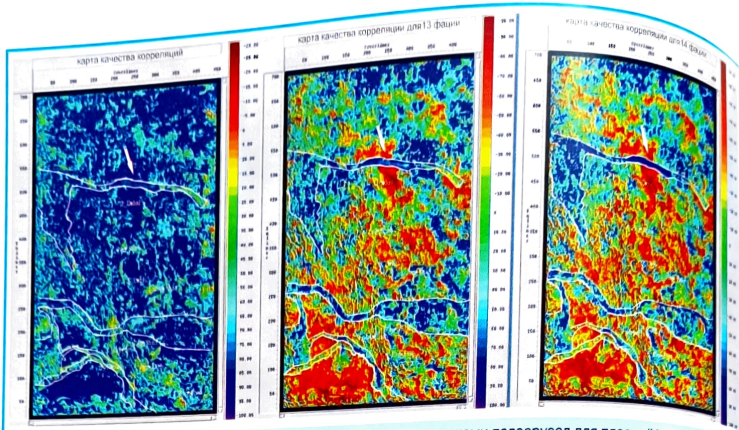


Рис. 14. Сопоставление карт качества корреляции с выделенными зонами палеорусел для пласта IV

имеющимися данными, в первую очередь данными ГИС, керна, опробований, позволяют сделать предположения об условиях осадконакопления и получить приемлемые оценки литологии.

Окончательным результатом расчетов являются карты сейсмофаций и наборы модельных трасс, которые совместно описывают разнообразие форм сигналов по всей площади в исследуемом интервале.

Удобным способом контроля за процессом автоматической классификации и своеобразной подсказкой для интерпретации полученных результатов является расчет и анализ ряда специальных карт, графиков и кроссплотов. Примером может служить расчет корреляционной кривой, представляющей собой последовательность коэффициентов корреляции i-й и j-й модельных трасс как функции разности $|i - j|$ номеров этих трасс. В идеале это должна быть прямая линия, отображающая уменьшение коэффициента корреляции пары трасс по мере роста разности $|i - j|$ (кривая красного цвета на рис. 11).

Интерпретация данной линии обусловливается выбранным количеством классов фаций. Если корреляционные линии кривые, то этому может быть несколько объяснений:

- недостаточное число итераций при выборе последовательности модельных трасс (этап 2);
- слишком мало моделей трасс;
- в выбранном интервале разреза трассы имеют ограниченное количество N основных форм с несколькими промежуточными формами или совсем без оных. В таком случае, корреляционная кривая может быть использована как индикатор наличия N (двух или более) различных геологических сред.

На рис. 11 по интервалам пластов I, Ia, XIII корреляционная кривая – прямая линия или близкая к ней. На рис. 12 по интервалам пластов IV и X корреляционную кривую можно подразделить на участки с разным наклоном. Выделяем 3 зоны для пласта IV – сине-голубая зона, красно-коричневая и жёлто-зелёная переходная зона, что позволяет выделить отдельные зоны на карте сейсмофаций. Для пласта X – на корреляционной кривой отдельно выделяется сине-фиолетовая зона (рис. 12).

В качестве результата получена также карта корреляции, показанная на рис.13. В процессе классификации каждая сейсмическая трасса сравнивается с модельными трассами, и ей присваивается цвет и номер модельной трассы с наилучшей корреляцией. Синим цветом показана высокая корреляция модельных и реальных трасс, красным цветом, соответственно, низкая корреляция. Однако определенным фациям в некоторых случаях может соответствовать явно выраженная область «плохих» корреляций, связанная с зонами разломов, а также палеоруслами. Этот факт иногда может служить индикатором разнообразия форм записи.

Кроме вышеописанных карт, рассчитываются карты корреляции всех трасс для каждой модели отдельно. Количество таких карт соответствует количеству классов или моделей фаций. Их анализ также помогает выделить зоны с подобными и резко отличающимися условиями осадконакопления. На рис. 14 по всем картам качества корреляции, в пределах северного палеорусла выделяется зона, указанная стрелкой.

Полученные в ходе сейсмофациального анализа результаты в совокупности со всеми накопленными материалами, становятся основой, для проведения геологической интерпретации, включающей описание структурной и формационной моделей строения площади работ, комплексирования сейсморазведки и других геофизических методов и в конечном итоге оценки перспектив нефтегазоносности.

Владея современными аппаратными средствами, технологиями обработки и интерпретации данных, мы оптимистично смотрим на повышение возможностей сейсморазведки в решении геологических задач в разнообразных сейсмогеологических условиях.

Литература

1. Артемьев А.Е. Опыт применения глубинной миграции на основе волнового уравнения в условиях развития солянокупольной тектоники. // Приборы и системы разведочной геофизики №04(14)/2005 –С.28-30.
2. Артемьев А.Е., Гавриков А.Г., Федорчук Р.А. К вопросу о необходимости применения 3D миграции до суммирования в платформенных условиях. // Приборы и системы разведочной геофизики №04(06)/2003. С.40-44.
3. Артемьев А.Е., Федорчук Р.А. Атрибуты кривизны и их использование для картирования дизъюнктивных нарушений. // Геофизика, №5, 2006. – С. 16-21
4. Артемьев А.Е., Федорчук Р.А. Использование атрибутов кривизны для решения задач структурной интерпретации. // Приборы и системы разведочной геофизики №02(24)/2008. –С.21-25.
5. Соснов К.Н., Заложных М.А., Барулин Д.А. и др. Обработка сейсморазведочных материалов: возможности и проблемы. // Приборы и системы разведочной геофизики №04(14)/2005. С.20-25.

Рассмотрен набор процедур в системе 3С-Interact, предназначенных для решения широкого круга методических и геологических задач. Отличительной особенностью системы является ее универсальность, возможность при помощи нее обрабатывать записи, полученные различными модификациями метода ВСП: продольным и непродольным ВСП, уровневым ВСП, ВСП с подвижным источником колебаний. В системе реализованы современные подходы к определению модели среды и формированию ее изображения, опирающиеся на методы оптимизации при решении прямых и обратных задач. Пользователь имеет возможность на этапе интерпретации в реальном времени сравнивать исходные записи и изображения среды, полученные путем миграции. Стыковка данных ВСП, ГИС и наземной сейсморазведки с целью увязки промыслово-геофизических и сейсмических реперов осуществляется в специальном пакете, входящем в систему. Приведены примеры решения задач с использованием процедур, содержащихся в системе 3С-Interact.

Метод ВСП, модификации метода, обработка и интерпретация, обрабатывающие системы, обратные задачи, увязка данных ГИС и сейсморазведки

Обработка и интерпретация данных вертикального сейсмического профилирования в специализированной системе 3С-Interact

Кузнецов В.М., Шехтман Г.А., Попов В.В., ВНИИГЕОФИЗИКА, г.Москва, Рыжков В. И., РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, г.Москва

Задачи, традиционно решаемые методом вертикального сейсмического профилирования, условно можно разделить на несколько направлений:

- отождествление и параметризация волн разных типов и классов, выделяемых из совокупного регистрируемого волнового поля при ВСП - время вступлений, спектральный состав, поляризация и др.;
- глубинная и стратиграфическая привязка выделенных волн;
- дифференциация разреза на интервалы по упругим параметрам и создание скоростной модели околоскважинного пространства по волнам разных типов;
- расчет глубинного и временного отображения околоскважинного пространства с прогнозом структурных особенностей разреза и сопоставлением с данными наземной сейсморазведки;
- прогноз внутренней структуры породных комплексов (трещиноватость, тонкослоистость и т.п.).

К требованиям, выдвигаемым заказчиком работ, следует отнести: оперативность получения результатов (часто результат прогноза необходимо получить в течении нескольких дней после проведения работ); разнородность данных, используемых при обработке, – данные ГИС, наземной сейсмики, многокомпонентные данные регистрации и возбуждения; использование сложных моделей среды – криволинейные границы, анизотропия.

Исходя из перечисленных задач и требований, система обработки и интерпретации данных ВСП должна включать соответствующие процедуры, которые позволят оперативно и корректно решить поставленную геологическую задачу.

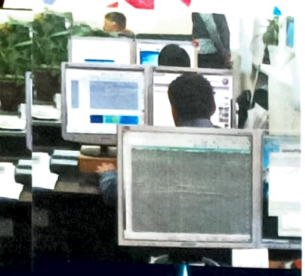
Разработанная авторами система 3С-INTERACT предназначена для интерактивной обработки и интерпретации записей многокомпонентных сейсмических наблюдений ВСП в различных модификациях метода, включая продольное ВСП, непродольное ВСП (НВСП), уровневое ВСП, ВСП с подвижным источником колебаний (ВСП-ПИ) и др. [1, 2]. 3С-Interact позволяет решать все задачи, указанные выше, но главная особенность системы - это замкнутый граф обработки и интерпретации, позволяющий геофизику легко переключаться между разными этапами исследований, проверять разные варианты параметров, сочетать решения прямой и обратной задач.

Система содержит весь набор стандартных процедур. К ее отличительным особенностям можно отнести:

- углубленную обработку трехкомпонентных компонентных записей;
- быструю 3D миграцию для различных типов и классов волн с учетом анизотропии;
- мощный интерактивный инструмент при совместной интерпретации данных ВСП, ГИС, сейсморазведки и подготовку отчетных планшетов.

При соответствующей методике отработки скважины система позволяет изучать анизотропные свойства околоскважинного пространства, выделять трещиноватые коллектора с оценкой ориентации систем преимущественной трещиноватости и фильтрационно-емкостных параметров коллектора. Уже на этапе ввода данных (comprof) в этикетки трасс вносится информация о направленности возбуждения и приема, что впоследствии позволяет компоновать шестикомпонентные записи и осуществлять поиск ориентации главных элементов симметрии среды (вращения типа «Элфордовского»), выделять «быструю» и «медленную» поперечные волны и оценивать задержку между ними. Послойный анализ подобного рода и искусственное управление направленностью источника позволяет осуществлять компенсацию анизотропии в покрывающей толще (layer stripping) и проводить корректную оценку параметров анизотропии в целевом интервале. Этот аппарат позволяет на этапе интерпретации осуществлять решение обратной задачи – по поляризации и параметрам анизотропии волн разных типов прогнозировать фильтрационно-емкостные параметры коллектора: структуру порово-трещинного пространства, открытую пористость и ориентацию преобладающих систем включений типа трещин и каверн.

Миграция, реализованная в системе 3С-Interact, позволяет проводить соответствующие преобразования на основе 3D модели среды, криволинейной скважины и неплоских промежуточных границ, выбирать алгоритм миграции (лучевая или Кирхгоффа), тип и класс целевых волн (отраженные, проходящие, кратные, PP, PS, SS, SP, «следящая компонента»), рассчитывать глубинные и временные разрезы, одновременное позиционирование курсора на элементах исходного волнового поля и мигрированного разреза. При этом для согласования временных разрезов НВСП с различных ПВ и наземной сейсмики можно осуществить прямой и обратный пересчет мигрированных разрезов из глубинного во временной масштаб по единой модели.



На этапе обработки записей ВСП одной из основных задач является повышение относительной интенсивности волн, принимаемых в качестве полезных для последующей обработки. Следует сразу отметить, что понятие «полезная волна» весьма условно. Так, при ВСП на продольных волнах обменные волны выступают в качестве помех и наоборот. Из волн падающих и восходящих, монотипных или обменных нередко возникает потребность выделить волны требуемого типа и класса, по которым на последующем этапе обработки вычисляют те или иные параметры модели либо формируют изображение околоскважинного пространства. Ясно, что надежное одновременное выделение определенной части волнового поля способно повысить технологичность обработки в целом и надежность решения конкретной задачи в частности. Введение кинематических поправок в записи непродольного ВСП (НВСП) или ВСП с подвижным источником колебаний (ВСП-ПИ) с последующим выведением на вертикаль позволяет обеспечить условия более эффективного выделения волн заданного типа и/или класса путем последующей многоканальной фильтрации по кажущимся скоростям, например медианной фильтрацией. Исходные волновые поля при существенно непродольных вертикальных профилях сложно разделить по кажущимся скоростям, и это хорошо известно, как и то, что деконволюция тоже работает гораздо лучше по продольному ВСП.

3С-Interact позволяет также преобразовать сейсмограммы непродольного ВСП в сейсмограмму продольного ВСП и обратно для волн указанного класса и типа в условиях среды с неплоскими границами раздела. Это позволяет, в частности, проводить стыковку данных НВСП и наземной сейсморазведки – такая задача часто возникает для PS волн из-за их низкого качества для ПВ с небольшими выносами.

Наиболее ответственным шагом на этапе интерпретации полученных разнородных данных (ВСП, АК, МОГТ, волновые поля продольных, обменных волн с различной ориентацией компонент и лучевых плоскостей) является согласование и взаимоувязка параметров волн разных типов по разным методам. Это требуется для того, чтобы (1) провести дифференциацию разреза на интервалы с изменением упругих параметров пород и (2) отождествить их по глубине (для измерений во внутренних точках среды) и по времени (для наземных данных). Осуществляется такая работа не на уровне графических образов, а по данным ГИС, волновым полям ВСП и МОГТ, привязанным к единой системе координат (глубина, время) и с учетом соответствующих статических сдвигов и формы сигналов. Система 3С-INTERACT позволяет, в частности, разбивать разрез на интервалы по совокупности данных ГИС и ВСП и путем решения обратной кинематической задачи рассчитать скоростную модель слоисто-однородной среды по волнам разных типов, а также статические сдвиги, содержащиеся в записях ВСП [3].

Целесообразность преобразования глубинных разрезов во временные разрезы обусловлена, прежде всего, необходимостью стыковки разрезов НВСП с временными разрезами наземной сейсморазведки, с трассами однократных отражений, а также с сейсмограммами продольного ВСП после спрямления на них осей синфазности отраженных волн с выведением их на вертикаль. Преобразования осуществляют для слоисто-однородной анизотропной модели среды с плоскими и неплоскими границами раздела при эллиптической аппроксимации зависимости лучевой скорости от угла с вертикальной осью анизотропии (VTI).

Полезной для пользователя особенностью системы является возможность установить непосредственную связь между исходным и мигрированным волновыми полями путем режима «двух курсоров». Прослеживая при помощи мыши какую-либо особенность исходного волнового поля (на сейсмограмме ВСП), можно по перемещению второго курсора увидеть объект на мигрированном разрезе, который формируется в процессе миграции, и наоборот – убедиться, что какой-либо объект на разрезе сформирован путем преобразования при миграции реальной волны.

Граф создания пространственной модели с неплоскими границами раздела приведен на рис.1.

Приведем примеры решения различных задач в системе 3С-Interact.

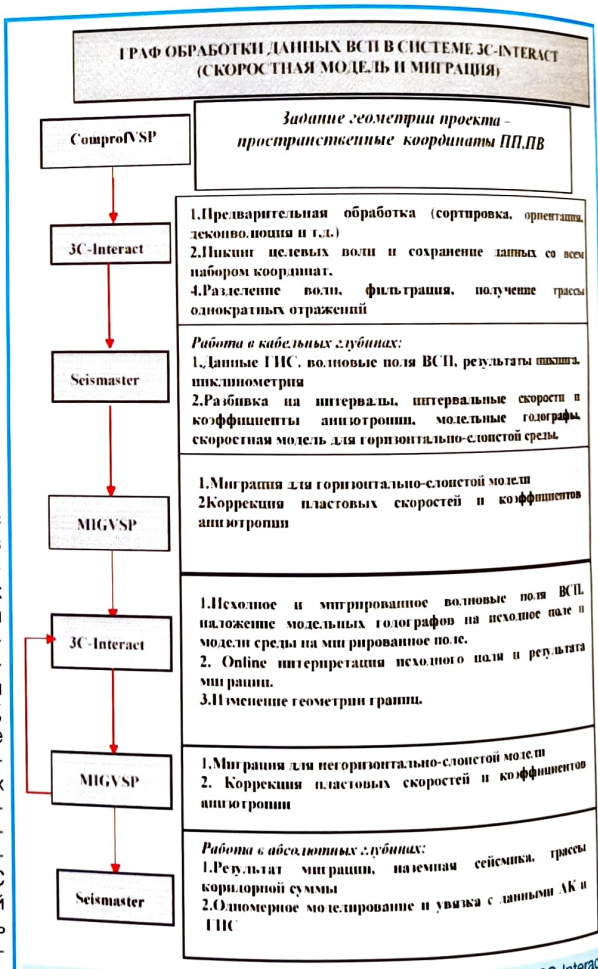


Рис. 1 Граф обработки и интерпретации данных ВСП в системе 3С-Interact при создании пространственной модели с неплоскими границами

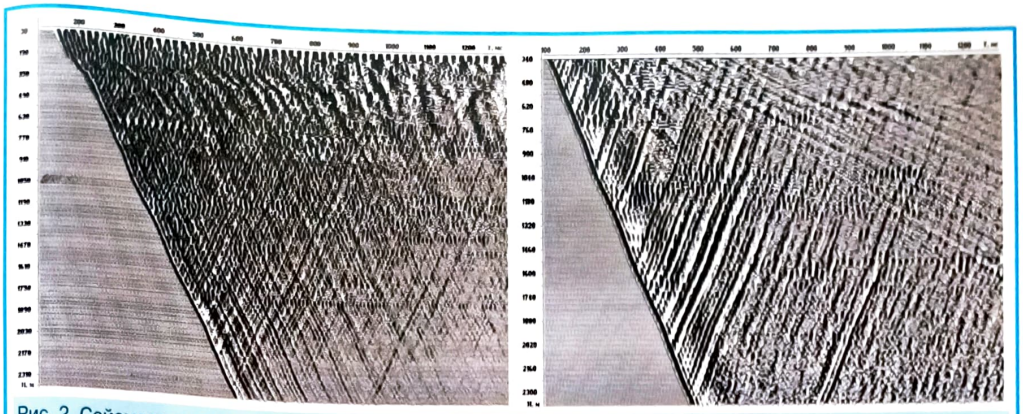


Рис. 2. Сейсмограмма ВСП (слева) и результат применения деконволюции (справа). Пример подавления падающих кратно-отраженных волн и повышения разрешенности записей путем деконволюции по цугу падающих волн

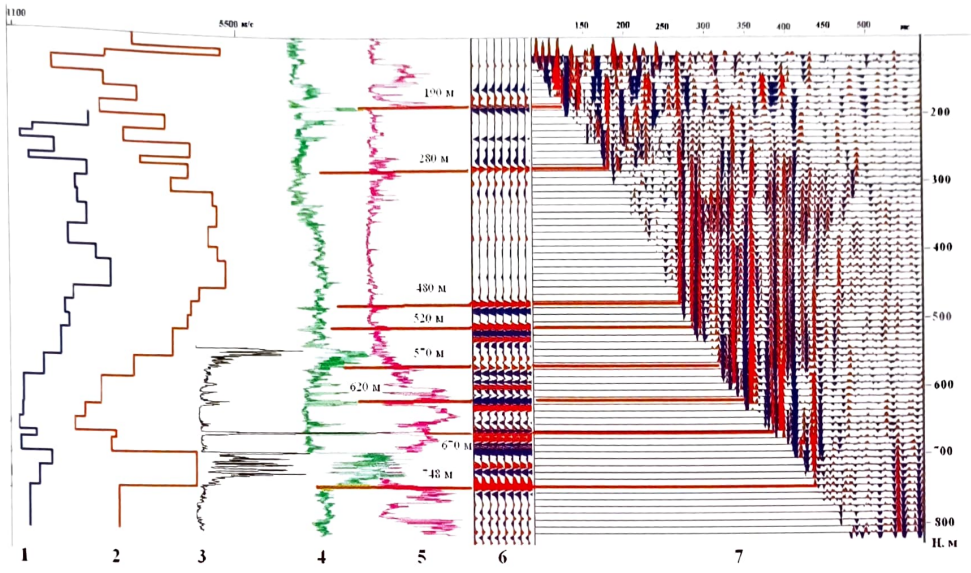


Рис. 3. Пример увязки промыслово-геофизических и сейсмических реперов.
1 – график пластовых скоростей Vs, 2 – график пластовых скоростей Vp. 3 – кривая КС, 4- кривая НГК, 5 – кривая ГК, 6 – трассы однократных отражений в глубинном масштабе, 7 – сейсмограмма ВСП с выведенными на вертикаль осями синфазности отраженных волн

Рис. 4. Разделение трехкомпонентных записей на компоненты при ВСП с ненаправленным источником колебаний (пример уверенного прослеживания поперечных волн на y-компоненте)



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

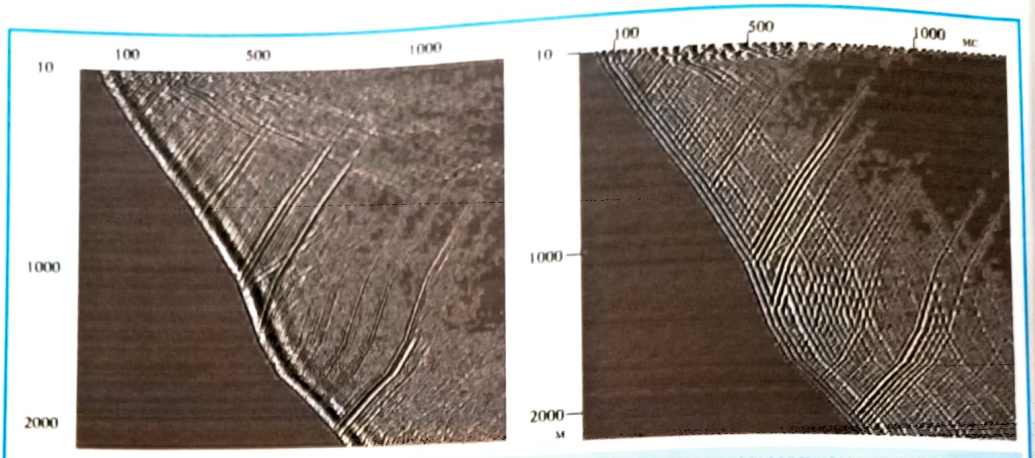


Рис. 5. Сопоставление сейсмограммы ВСП после деконволюции виброграмм с использованием в качестве опорных сигналов свипов, регистрируемых внутри среды (слева) с сейсмограммой ВСП, полученной стандартным путем (взаимная корреляция виброграммы ВСП со свипом, генерируемым виброисточником). Пример решения методической задачи (оценка эффективности нового подхода к обработке данных)

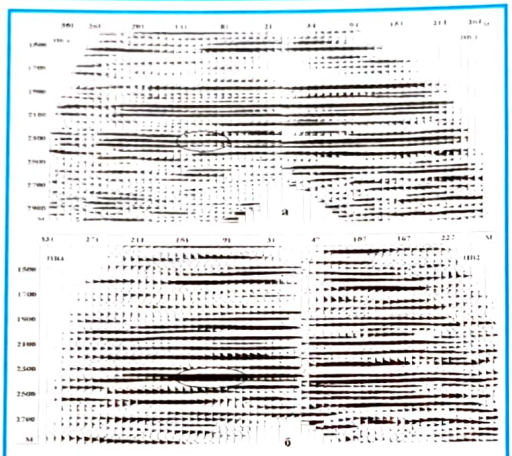


Рис. 6. Глубинные разрезы НВСП, полученные путем миграции записей отраженных продольных волн (а) и отраженных поперечных волн (б). Эллипсами оконтурены особенности одного из горизонтов (уменьшение мощности), проявляющиеся одинаково на различных типах волн

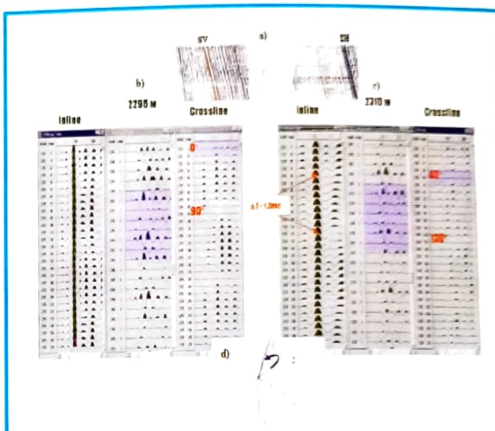


Рис.7 Определение преимущественной ориентации трещиноватости по данным ВСП (a) при ортогональной линейной поляризации поперечных волн над трещиноватым интервалом (b). Плоскость симметрии в интервале повернута на угол 40- от лучевой плоскости (c,d)

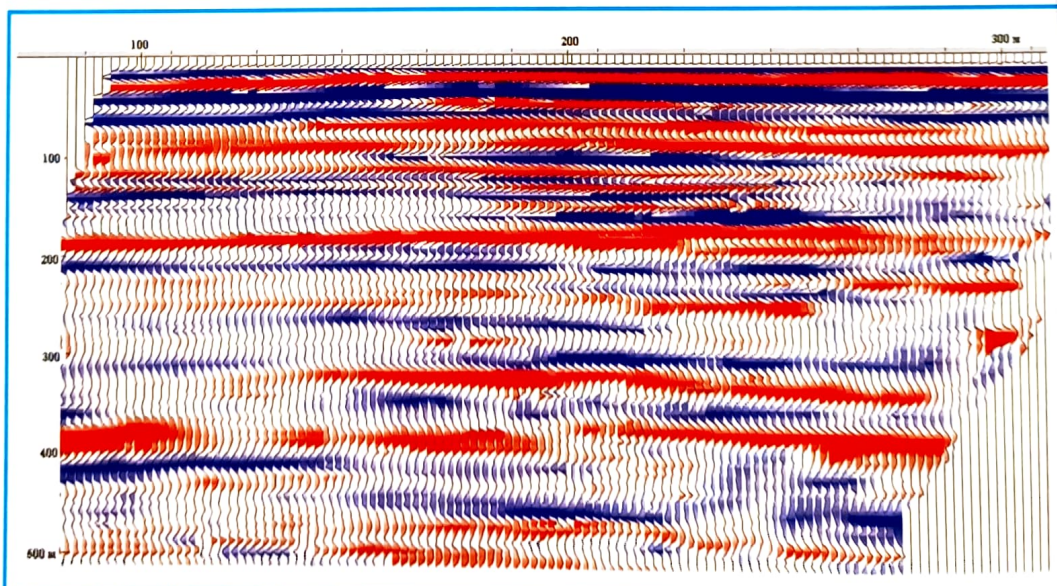


Рис. 8. Глубинный разрез ВСП-ПИ, полученный путем миграции кратно-отраженных падающих волн (пример изучения структуры верхней толщи разреза в условиях сильных помех и искажений, препятствующих формированию изображений по однократно-отраженным волнам)

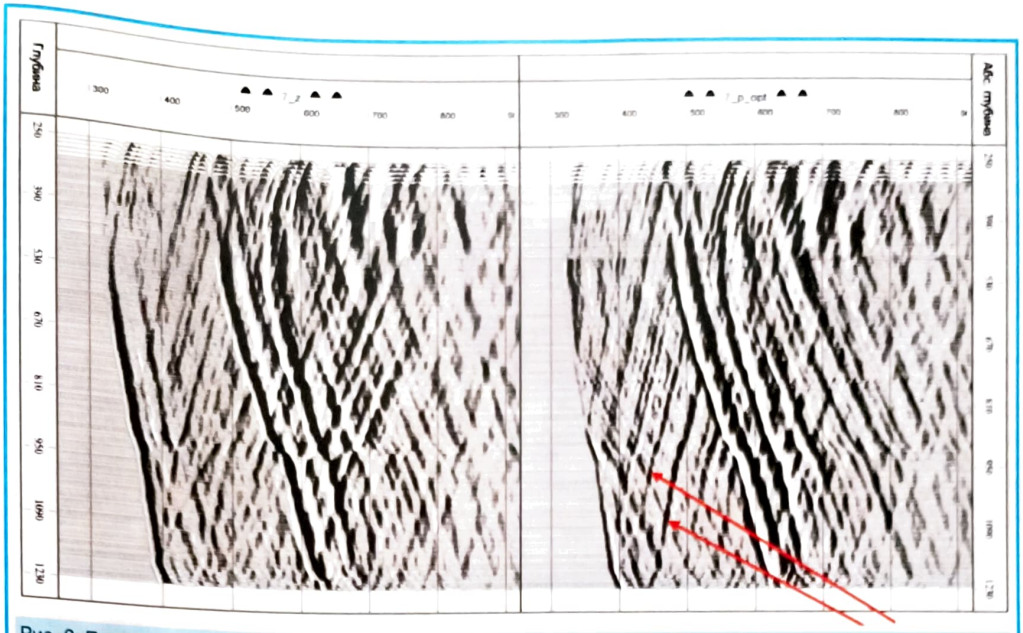


Рис. 9. Пример улучшения прослеживаемости продольных отраженных волн. Слева – исходная сейсмограмма на z-компоненте, справа – сейсмограмма по оптимальной компоненте (стрелками показаны целевые отражения)

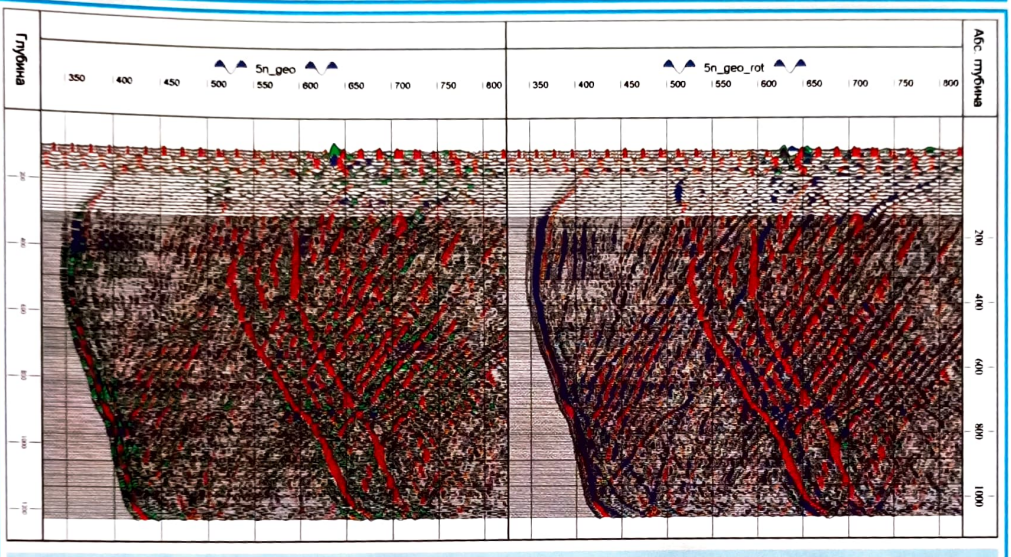


Рис. 10. Сейсмограммы ВСП до ориентирования компонент (слева) и после ориентирования (справа). Разные цвета соответствуют различным компонентам (z - красный цвет, x – синий цвет, y – зеленый цвет)

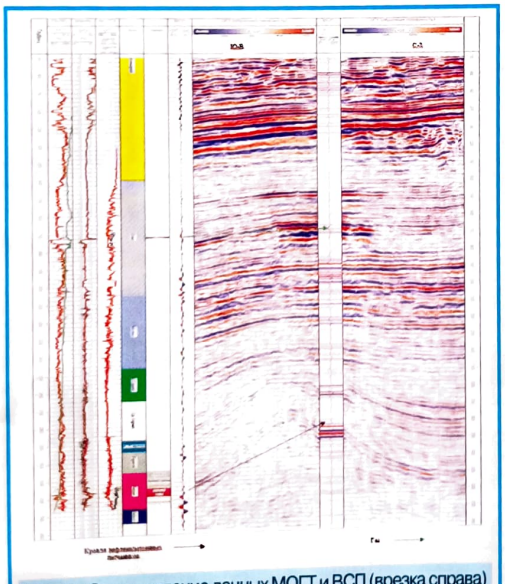
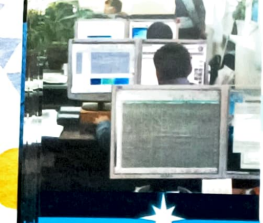


Рис. 11. Сопоставление данных МОГТ и ВСП (врезка справа)

Следует отметить еще одну важную особенность технологии обработки данных ВСП в системе 3C-Interact. Это возможность расчета годографов волн любых типов и классов согласно выбранной модели с учетом геометрии системы наблюдений. Наложение этих годографов на исходное волновое поле позволяет оценить адекватность модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.М., Шехтман Г.А., Попов В.В., Рыжков В.И., Мухтаров Т.Э., Филимоненко С.В. Обработка и интерпретация данных МВС-ВСП в специализированной системе 3C-Interact // Материалы научно-практической конференции «Гальперинские чтения – 2004», Москва, 2004, С. 81-84.
2. Шехтман Г.А., Кузнецов В.М., Попов В.В. Модификации метода ВСП: какую предпочесть? // Технологии сейсморазведки. 2004. № 1. С. 75-79.
3. Шехтман Г.А., Попов В.В. Изучение структуры околоскважинного пространства по разностным и дифференциальным годографам // Технологии сейсморазведки. 2007. № 3. С. 9-43.



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Специализированная система обработки данных 3D ВСП

Мишин В.А., Александров С.И., Перепечкин М.В., ОАО «ЦГЭ», г. Москва

Введение.

Метод вертикального сейсмического профилирования (ВСП), основанный Е.И. Гальпериным, занимает самостоятельную нишу в поисковых и разведочных работах на нефть и газ.

Первые модификации ВСП с нулевым выносом и однокомпонентной регистрацией решали кинематические задачи на линии вертикального профиля и выступали лишь как вспомогательный инструмент для анализа волнового поля и привязки отражений. Поляризационное направление ВСП, основанное на многокомпонентной регистрации, позволило перейти к решению динамических задач в их многоволновой постановке.

По мере совершенствования аппаратурной базы менялся и подход к проектированию систем наблюдений.

Удаление источника от устья скважины привело к созданию модификации «непродольного», а в случае нескольких пунктов взрыва «мультиофсетного» ВСП. Это направление уже решало геометрические задачи, связанные с построением разреза в окрестности скважины.

К системам такого типа относятся «уровенные» наблюдения или наблюдения обращенного годографа, когда нескольким положениям приемника в скважине соответствует профиль пунктов взрыва на поверхности. Наиболее полной модификацией описанной геометрии являются методики ВСП ОГТ (Walkaway), когда применяется полноценная регистрация по стволу скважины.

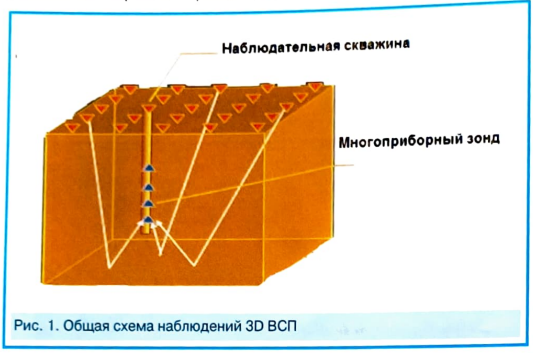


Рис. 1. Общая схема наблюдений 3D ВСП

Однако, пространственная асимметрия геологических объектов, вызванная тектоническими нарушениями либо латеральным замещением пород, резко снижала эффективность профильных наблюдений, которые не давали представления о морфологии объекта в пространстве. Поэтому дальнейшее развитие систем наблюдений ВСП было связано с желанием получить в окрестности скважины полноценные объемные изображения. И вслед за наземной сейсморазведкой ВСП перешло к модификации 3D.

Понятие 3D ВСП в его площадной модификации подразумевает континуальное (плотное) распределение источников в окрестности скважины. Планирование таких систем происходит по законам 3D сейсморазведки, наблюдения зачастую проводятся синхронно с наземной расстановкой, а методика обработки предполагает трехмерные алгоритмы (Рис.1).

Отечественным первопроходцем площадных скважинных наблюдений стал Г.А. Шехтман. В 1993 году им были доложены результаты эксперимента, проводимого в Казахстане на участке Кожасай. В результате анализа срезов глубинного мигрированного куба в целевом геологическом интервале тогда удалось решить ряд геологических задач, в частности, определить наклон отражающих границ и провести стратиграфическую привязку горизонтов в пределах соленосной толщи.

Первый эксперимент по 3D ВСП за рубежом был проведен компанией AGIP на месторождении Brenda восьмиточечным

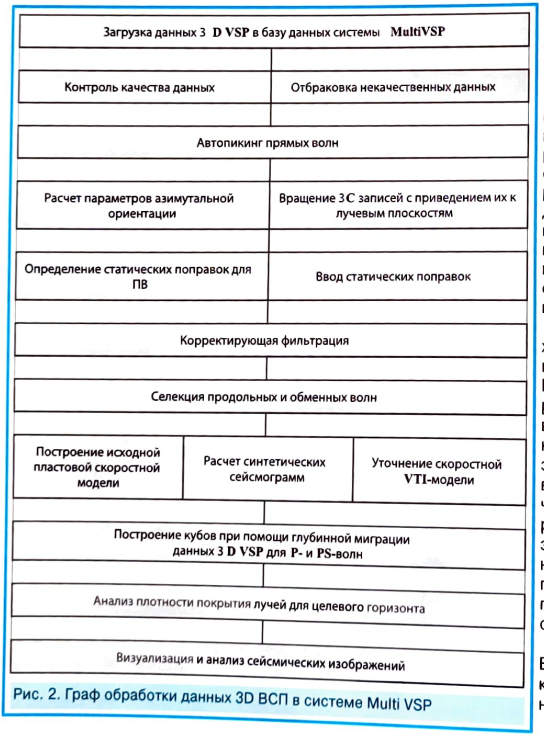


Рис. 2. Граф обработки данных 3D ВСП в системе Multi VSP

зондом. Далее, работы проводились компаниями Phillips Pet (Ekofisk K-17), Shell (Brent), Norsk Hydro (Oseberg), PanCanadian (Blackfoot), British Petroleum (Magnus Field), Chevron† (Lost Hills Field, California), Output Expl. Inc. (S. Louisiana, Salt Basin), Crestar Energy (Coyote, Alberta), British Petroleum (Gulf of Mexico), а также рядом других компаний. По мере развития элементной базы увеличивалась и канальность зонда, которая в некоторых проектах достигала нескольких сотен точек.

К настоящему времени практика выполненных работ по 3D ВСП позволяет очертить круг задач, решаемых данным методом:

- повышение разрешенности сейсмических изображений за счет регистрации во внутренних точках среды;
- получение сейсмической информации в условиях соляно-купольной тектоники, когда подсолевые отражения маскируются покрывающей толщей;
- получение изображений при наличии сильно контрастных включений (базальты, ангидриды), являющихся причиной образования многократно отраженных волн;
- построение кубов данных по волновым модам различного типа – PP, PS, SP, SS;
- построение более точной скоростной модели (в сравнении с ОГТ) в окрестности скважины, что приводит к улучшению качества глубинных построений;
- получение надежных оценок параметров анизотропии.

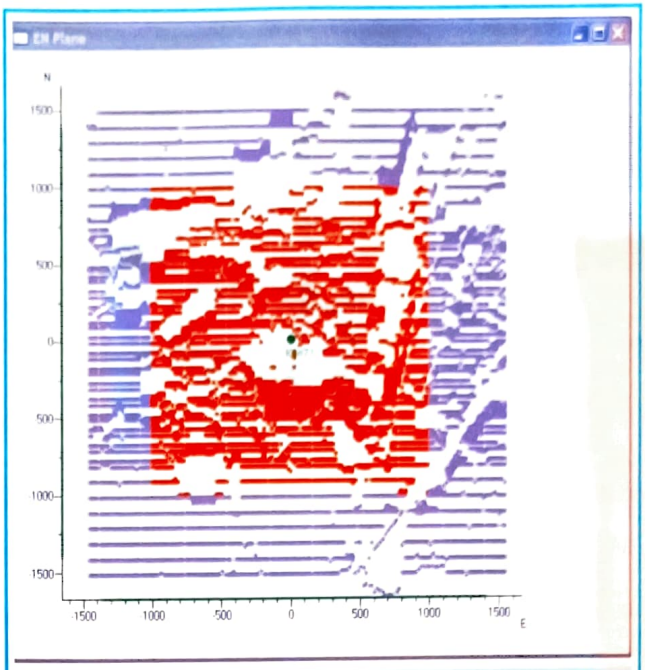


Рис. 3. Схема полевых наблюдений 3D ВСП на месторождении Шенли (КНР) (Красным цветом показана область пунктов взрыва, выбранная для миграции)

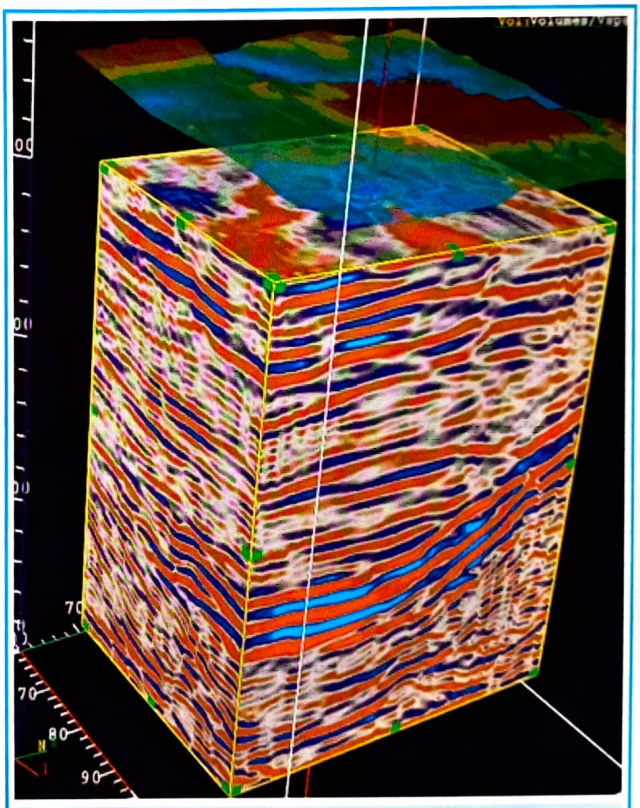


Рис. 4. Представление мигрированного куба данных 3D ВСП в системе Multi VSP

Не смотря на то, что методика 3D ВСП приобрела в настоящее время производственный характер, существует пробел в организации процесса обработки. Обычно обработка данных такого типа проводится либо на основе автономных программ, либо путем приспособления для этой цели стандартных технологий ВСП и ОГТ. При этом граф обработки содержит многочисленные преобразования данных из одного формата в другой. Трудности возникают также на этапе совместной интерпретации кубов ВСП и ОГТ. Все это в итоге сказывается на окончательной стоимости работ и сроках выполнения контрактов, которые занимают от нескольких месяцев до года.

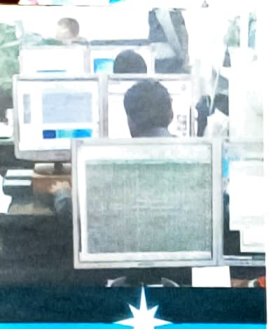
Программно-алгоритмическая база также нуждается в обновлении. Алгоритмы контроля качества, скоростного анализа и продолжения волновых полей, взятые из стандартных пакетов, зачастую не удовлетворяют требованиям обработки скважинных данных.

По этим причинам стала актуальной задача создания новой специализированной системы, способной повысить уровень автоматизации обработки и интерпретации данных 3D ВСП.

Системы и граф обработки данных.

Примером такой системы может служить комплекс Multi VSP, созданный в последние годы в ЦГЭ на платформе Windows . Основными чертами системы являются:

- идеология «Клиент-Сервер» с возмож-



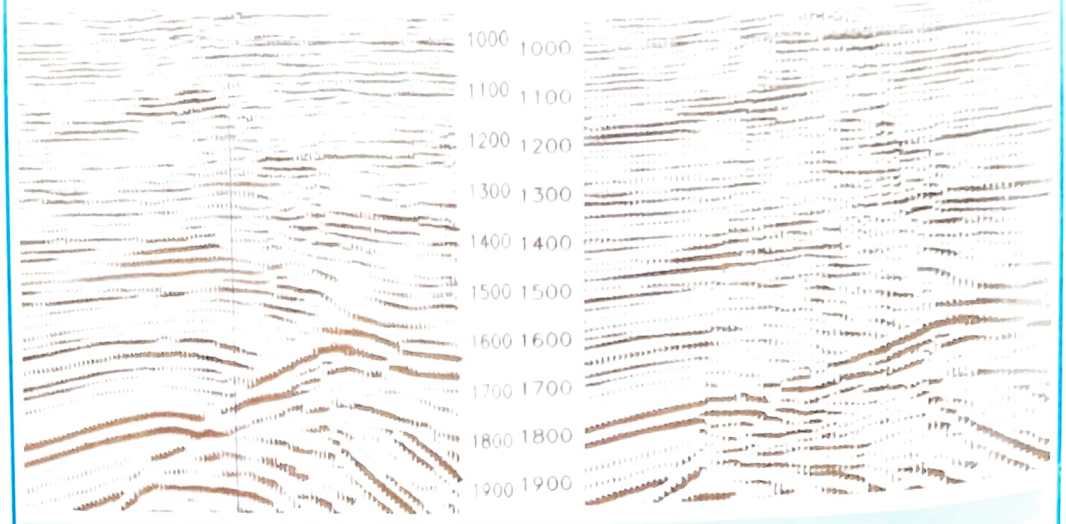


Рис. 5 . Сравнение сечений кубов ОГТ(слева) и ОГТ+ВСП . Направление Юг-Север

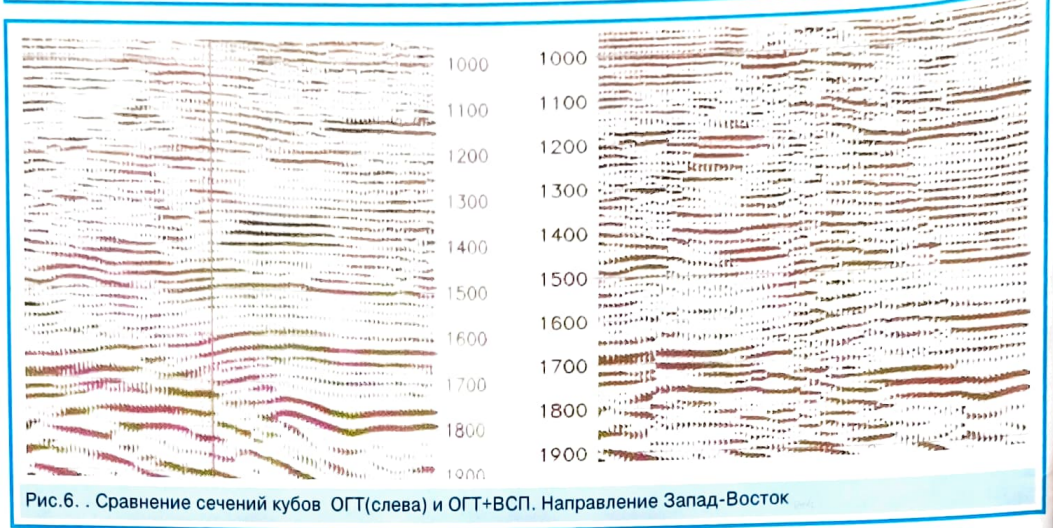


Рис.6. . Сравнение сечений кубов ОГТ(слева) и ОГТ+ВСП. Направление Запад-Восток

ностью многопользовательского интерфейса;
- поддержка баз данных стандарта ODBC;
- универсальная загрузка и выгрузка данных формата SEGY;
- возможность организации параллельных вычислений.

Перечисленные черты системы позволяют организовывать произвольные запросы к базе данных и на основе этого разрабатывать алгоритмы практически любой степени сложности.

Рассмотрим граф обработки данных 3D ВСП, реализованный в системе Multi VSP(Рис. 2).

Основные процедуры графа были описаны в работах [1, 3]. Здесь мы акцентируем внимание на алгоритмах продолжения волновых полей, имеющих решающее значение на заключительной стадии обработки.

Алгоритмы миграции данных 3D ВСП

В работе [1] был предложен практический алгоритм миграции данных 3D ВСП, основанный на методе энергетического хеширования. Смысл метода заключается в предварительном оценивании области фокусирования для избегания эффектов, связанных с «размазыванием» сигнала. (Smile эффект). Эта проблема особенно актуальна в 3D ВСП, так как размер пространственной апертуры в несколько раз превосходит размер зоны фокусирования.

Опробование метода на реальных материалах показало его работоспособность в условиях спокойной геологии. Неустойчивость возникла при наличии сложной модели среды, к каковой можно отнести геологию месторождения Шенли (КНР). Причина неустойчивости – в неадекватности VTI модели, применяемой при реализации метода, реальной скоростной модели.

Преодолевать возникшие трудности путем разработки программ трассирования луча в произвольной среде оказалось делом чрезвычайно дорогостоящим. Кроме того, известные ограничения лучевого метода при наличии зон разломов не давали надежду на улучшение ситуации.

В итоге, задача построения изображения в около-скважинном пространстве для данных полевого эксперимента, рассмотренного ниже, была решена с привлечением аппарата миграции на основе волнового уравнения.

В целом, алгоритм миграции может рассматриваться как модификация метода фазового сдвига, предложенного Gazdag [2].

Применим принцип взаимности к системе наблюдений 3D ВСП (Рис.1). Теперь каждый приемник может рассматриваться в качестве источника, а пространственная назем-

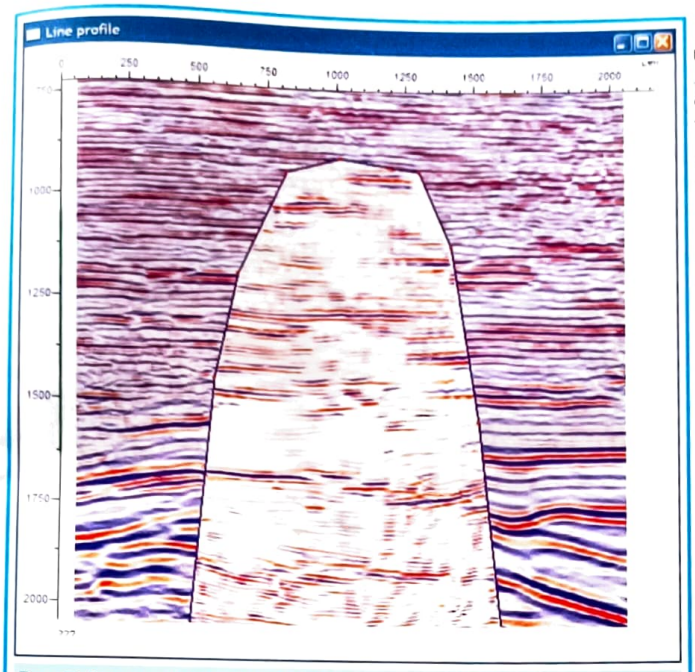


Рис. 7. Аппликация разреза 3D ВСП в разрезе ОГТ. Юг-Север

ная апертура может быть отнесена к базе приема. Тогда продолжение волнового поля с поверхности вовнутрь среды может быть представлено в спектральной области как

$$D(k_x, k_y, z_{i+1}, w) = D(k_x, k_y, z_i, w) * e^{ik_z \Delta z},$$

здесь:

$D(k, z, w)$ – пространственно-временной спектр волнового поля на глубине Z

k_x, k_y, k_z – пространственные волновые числа;

ω – круговая частота;

Z_i, Z_{i+1} – начальный и конечный уровни пересчета поля;

А результирующее поле на глубине Z, согласно общим принципам миграции, представляется как

$$I(x, y, z) = \int_{w1}^{w2} G(x, y, z, w) * D(x, y, z, w)^* dw,$$

где:

$G(x, y, z, w)$ - функция Грина источника, расположенного в скважине;

$[w_1, w_2]$ – рабочая полоса частот.

Таким образом, окончательный результат миграции может быть получен суммированием полей для всей совокупности источников.

Обработка реальных данных

Рассмотренный способ миграции был применен к обработке данных полевого эксперимента 3D ВСП, проводимого синхронно с наземной 3D сейсморазведкой высокого разрешения на нефтяном месторождении Шенли (провинция Шандунь КНР).

Несмотря на хорошую изученность месторождения, местные геологи надеялись получить дополнительную информацию от ВСП.

Наблюдения проводились 14-ти канальным зондом, расположенным на глубинах 830-930 метров. Целевым интервалом для ВСП считался интервал от 1500 до 2500 метров.

Схема наземной расстановки приведена на рис 3. Общая площадь пунктов взрыва составляла 9км^2, а число ПВ равнялось 7074.

Обработка, проводимая по вышеуказанному графу, позволила выбрать оптимальную область для миграции, удовлетворяющую необходимому уровню сигнал /помеха. Эта область отмечена красным цветом и составила площадь около 4км^2.

В качестве опорной скоростной модели была выбрана модель интервальных скоростей, полученных при обработке ОГТ, которая потом уточнялась. Оптимальными параметрами для миграции оказались следующие:

- шаг по пространственным координатам – 20 метров;
- шаг по глубине – 5 метров;
- полоса частот 5-90 Герц.

Далее приводятся результаты обработки 3D ВСП в сравнении с наземной сейсморазведкой.

На рис.4 показан общий вид мигрированного куба 3D ВСП в системе Multi VSP. Далее приведено сечение inline(направление Юг-Север) и crossline (Запад-Восток), проходящее через основную разломную зону (Рис.5-6). Здесь показана хорошая динамическая выраженность основного нарушения и совпадение основных опорных горизонтов с разрезом ОГТ.

На рис. 7 приведена цветная аппликация разреза ВСП в разрез ОГТ, выполненная в системе MultiVSP.

Выводы.

Продемонстрирована работа системы обработки данных 3D ВСП MultiVSP .

Показана работоспособность алгоритма миграции на основе волнового уравнения в условиях сложно-построенных сред при наблюдениях 3D ВСП.

Проведено сравнение кубов данных 3D ВСП и ОГТ в околоскважинной зоне, позволяющее заключить следующее:

- разрезы ВСП выигрывают по параметру вертикальной разрешенннности записи;
- разрезы ОГТ более информативны в глубинной части записи по параметру горизонтальной разрешенности, что объясняется сглаживающими факторами обработки ОГТ;
- мигрированный куб 3D ВСП содержит дополнительную геологическую информацию в условиях сложно-построенных блоковых структур;
- для улучшения горизонтальной разрешенности глубинного куба 3D ВСП необходимо увеличить число приемных каналов зонда.

Литература

1. Massive 3D VSP data migration with energy hashing technique ,Mishin V.A. et al., EAGE workshop, Saint-Petersburg , September, 2006
2. Migration of seismic data by phase shift plus interpolation. Gazdag J. & Sguazzero P. Geophysics, V31, 124-131.
3. Практические методы миграции данных массивного 3D ВСП. Мишин В.А., Александров С.И., Кивелиди В.Х., Перепечкин М.В., Гальперинские чтения, Москва 2006, материалы конференции.



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ


ЦГЭ
Информационные технологии
нефтегазовому комплексу
www.cge.ru
ЦГЭ

Проблемы подготовки геофизиков в российских вузах

Михеев С.И. ФГУП НВНИИГГ, г.Саратов

Вплоть до 2011 года подготовка геофизиков осуществлялась в 26 вузах. Их выпуск составлял 700-800 человек в год, что было достаточно для покрытия нужд отрасли. Но степень готовности выпускников к самостоятельной работе и, в меньшей мере, уровень теоретической подготовки часто вызывали критические замечания. Это определяется общим падением престижа инженерного и научного труда и рядом других проблем отечественного профессионального образования.

Одной из главных проблем российских ВУЗов, в том числе, подготавливающих геофизиков, является недостаточное финансирование. В среднем в России на обучение одного студента затрачивается приблизительно 34 тыс. рублей в год. Крупные же университеты мира имеют на одного студента бюджет порядка 1 миллиона долларов в год. Думается, комментарии здесь излишни. Скудность финансирования привела, помимо прочего, к значительным сокращениям профессорско-преподавательского состава кафедр в постперестроечный период. Обратим внимание на то, что учебные нагрузки преподавателей при этом практически не изменились. Не было также нарушено соответствие учебного процесса Государственному образовательному стандарту. Естественно возникает вопрос, как можно, сохранив общий объем занятий и сократив приблизительно треть преподавателей, оставить учебную нагрузку оставшихся преподавателей неизменной? Ответ на данный вопрос прост: учебные нагрузки профессорско-преподавательского состава были сохранены за счет кардинального (до 50%) сокращения аудиторных занятий и замены таких занятий самостоятельными. Автор вовсе не противник самообразования студентов как средства развития их умения самостоятельно работать, выполнять научные исследования, искать и анализировать необходимую для решения той или иной задачи научно-техническую информацию и пр. Но в условиях ослабленного контроля, слабой мотивации самообучения трудно ожидать выполнения рабочих программ изучаемых дисциплин в полном объеме. Кроме того, изучение наиболее сложных проблем геофизики требует отсутствующего у студентов широкого профессионального кругозора и опыта научной работы. Тесное общение с преподавателем позволяет преодолеть возникающие трудности. Поэтому трудно понять, почему замена аудиторных занятий на самостоятельные не сопровождается обоснованием их оптимального соотношения, не подкрепляется достаточными ресурсами для контроля самообразования студентов. В результате уровень теоретической и практической подготовки студентов снижается. Кроме того, подготовлена почва для еще большего сокращения профессорско-преподавательского состава.

Большую озабоченность вызывает положение дел с кадровым составом геофизических кафедр. Из-за низкой зарплаты его костяк сейчас составляют, преимущественно, преподаватели пенсионного возраста и внешние совместители. Остающаяся же на кафедрах молодежь, в основном после обучения в аспирантуре, не имеет опыта практической работы, слабо ориентируется в проблемах производства. К сожалению, ожидать скорых изменений в оплате труда преподавателей ВУЗов не приходится. В средствах массовой информации постоянно обсуждается проблема оплаты труда школьных учителей. Но, часто ли мы слышим о сходной проблеме высшей школы, где проблема с низкой зарплатой преподавателей еще более актуальна? Ведь зарплаты ассистентов, преподавателей, старших преподавателей ВУЗов даже меньше зарплаты школьных учителей. При этом половина их зарплаты выплачивается за научную работу. То есть, собственно преподавательская деятельность указанных работника ВУЗа оценивается менее чем в 5 тысяч рублей! Не лучше положение дел с российскими профессорами, которые получают на порядок меньше, чем европейские!

Большую озабоченность из-за очень низкого материального обеспечения вызывает положение дел с подготовкой кадров высшей квалификации. Аспиранты с 2011 г. стали получать стипендию 2,5 тыс. руб, докторанты - 4 тыс. руб. Это при официально установленной величине прожиточного минимума для трудоспособного населения 7023 руб. (постановление правительства РФ № 772 от 14 сентября 2011г.). То есть ориентированная на научную деятельность молодежь, а также уже подтвердившие высокую научную квалификацию и продолжающие активную научную деятельность работники оказываются далеко за чертой бедности. А ведь это уже взрослые люди, которым необходимо содержать семьи, выделять из своего скромного бюджета средства на подготовку диссертации. Для того, чтобы прожить аспиранты и докторанты вынуждены зарабатывать деньги «на стороне», причем, часто работая не по специальности. Отвлечение от учебы работающих аспирантов и докторантов во многом объясняет причины низкой активности при подготовке диссертаций, снижения уровня последних.

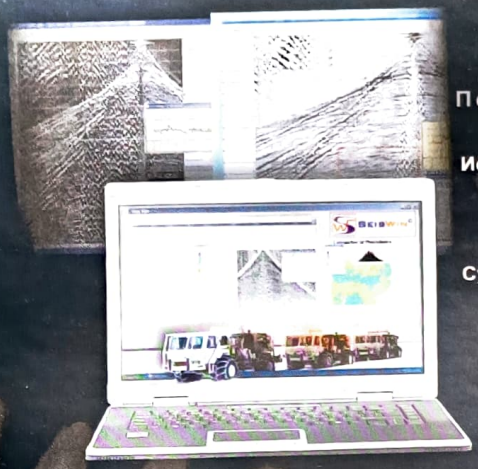
Хорошим, по задумке, новшеством последних лет в российской образовательной системе является ориентация ее на «компетентностный подход». Компетентность — это, прежде всего, общая способность и готовность личности к профессиональной деятельности. Широкому внедрению в отечественный образовательный процесс «компетентностный подход» обязан подписанием Россией в 2003 году Болонской декларации, обязывающей воплощать в жизнь идею "гармонизации" систем образования стран Европы. Большое значение обсуждаемого подхода, как основы сближения российской системы профессионального образования с западноевропейской, сомнений не вызывает. Одновременно, на практике он порождает определенные проблемы. Если ранее преподаватель, составляя рабочие программы дисциплин, имел возможность полностью сосредоточиться на их содержательных аспектах, то сейчас почти такие же усилия приходится прилагать для определения и описания формируемых систем компетенций, которые должен приобрести выпускник в процессе обучения. В результате объем каждой из рабочих программ возрастает более чем на треть за счет включения в них многократно повторяющихся общих положений о том, что в процессе изучения дисциплин у студента будет формироваться культура мышления, готовность к работе в коллективе, способность критически переосмысливать накопленный опыт и т.п. Как связанные с этим изменения рабочих программ спецкурсов могут способствовать качеству

продолжение на стр. 30 >

ООО «ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
Офис Е-321, Парк-Плейс, Ленинский пр-т 113/1, 117198, Москва, Россия
Тел. +7 (495) 234 27 94 Факс +7 (495) 956 52 37 info@gds.ru www.gds.ru

SeisWin-QC

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЕЙСМОДАННЫХ



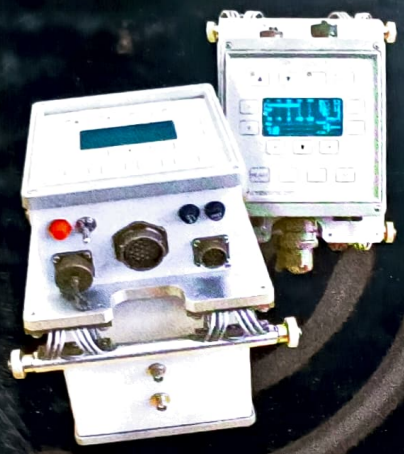
Пользователи → Задачи

- Исполнитель работ → Выбор параметров съемки
- Супервайзер → Контроль качества полевых работ
- Заказчик → Контроль со стороны Заказчика

- автоматизированный расчет характеристик сейсмозаписей для 2D и 3D съемок
- визуализация в виде набора карт и статистических гистограмм
- интерактивность
- on-line контроль качества
- простота и удобство использования

GDS-I

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРАТОРАМИ



- компактная конструкция на современной элементной базе
- повышенная помехоустойчивость
- реализован метод адаптивной вибротехнологии
- совершенный алгоритм регулирования фазы и силы
- согласованность с современными отечественными и зарубежными сейсмостанциями
- простота эксплуатации и ремонта

Январь

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Февраль

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29				

Март

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Апрель

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Май

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Июнь

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

2012

IST-3MP

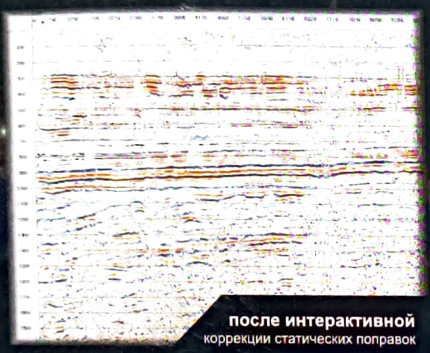
ПАКЕТ ПРОГРАММ ИНТЕРАКТИВНОЙ КОРРЕКЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ПОПРАВОК

- устраняет влияние средне- и длиннопериодных аномалий статических поправок
- повышает достоверность выявления малоамплитудных структур в условиях неоднородного строения верхней части разреза
- уверенно работает там, где метод преломленных волн и автоматическая коррекция статических поправок не дают результата
- работает с данными 3D и 2D

Приповерхностные траппы



после автоматической коррекции статических поправок



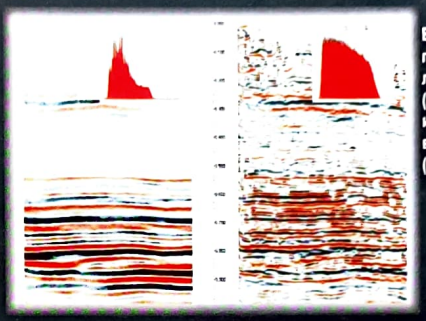
после интерактивной коррекции статических поправок

АВИС

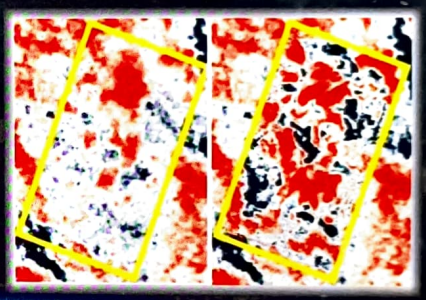
ТЕХНОЛОГИЯ АДАПТИВНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Новая, не имеющая аналогов, технология проведения полевых работ, построенная на усовершенствовании метода «Вибросейс».

- гибкий учёт меняющихся вдоль профиля поверхностных и глубинных сейсмогеологических условий района работ
- адаптация сигнала к каждой площадке возбуждения на профиле в автоматическом режиме на основе анализа АЧХ сейсмической записи в целевом интервале и её инвертирования на уровне адаптированного свипа
- эффект расширения спектра сигнала, повышения разрешенности поля отраженных волн, стабилизация динамических характеристик записи



Временные разрезы, полученные по данным линейной сейсморазведки (слева) и адаптивной вибросейсморазведки (справа)



Горизонтальные срезы 3D кубов на уровне 700 мс, полученные на севере Западной Сибири по данным стандартной 3D съёмки с линейным свип-сигналом (слева) и адаптивной вибросейсморазведки (справа)

Июль

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Август

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Сентябрь

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Октябрь

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

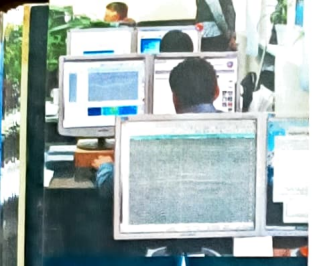
Ноябрь

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Декабрь

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

ВРЕМЯ НОВАЦИЙ



обучения непонятно. Ведь вся история отечественной высшей школы уже являет борьбу против догматического заучивания понятий, правил и принципов.

Примечательной особенностью современного высшего образования России является массовый переход ВУЗов к многоуровневой подготовке по системе "бакалавр - магистр". Такая система обучения отвечает требованиям нового государственного образовательного стандарта третьего поколения (ГОС-3). Особенности многоуровневой подготовки неоднократно обсуждались на ряде совещаний Учебно-методического объединения по направлению "Прикладная геология". На этих совещаниях отмечалась оптимальность традиционной подготовки специалистов с пятилетним сроком обучения для технических вузов горно-геологического профиля. Причем, подготовка специалитета не противоречит Болонскому процессу. Все это дает основания полагать, что активное внедрение системы "бакалавр - магистр" объясняется стремлением сократить период госбюджетного финансирования с 5 до 4 лет. Соответственно, можно ожидать продолжения сокращения профессорско-преподавательского состава, ослабления роли ВУЗов как научных центров. Ведь подготовка магистров не носит массового характера: в развитых странах не более 10 - 15% выпускников со степенью "бакалавр" продолжают обучение по программе магистра. Таким образом, в ближайшем будущем следует ожидать снижения профессионального уровня геофизиков, приходящих после окончания вузов на производство. Действительно, магистрантов будут выпускать немного, а сама магистратура ориентирована, в первую очередь, на подготовку научно-педагогических кадров.

Помимо перехода на двухуровневую систему обучения введение нового государственного стандарта ГОС-3 привело к укрупнению ранее существовавших специальностей. Из более чем 550 технических специальностей, по которым проводился выпуск специалистов в России, пятилетняя система обучения сохранилась только по 45. В список последних входят специальности горных инженеров-геологов и геофизиков. Однако, для них также предусмотрено укрупнение специальностей. В частности, обучение геофизиков будет осуществляться теперь в рамках укрупненной специальности 130200 - «Технологии геологической разведки». Данная специальность предусматривает возможность подготовки горных инженеров по 5 специализациям: Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (МПИ); Геофизические методы исследования скважин; Технология и техника разведки МПИ; Сейсморазведка; Геофизические информационные системы. В университетах, ранее осуществлявших подготовку геофизиков по специальности 020302 «Геофизика», подготовка будет разрешена только по системе бакалавр-магистр.

Последствия встраивания России в европейскую систему на настоящий момент спрогнозировать практически невозможно. Не внушает, например, оптимизма то обстоятельство, что в новом стандарте ГОС-3 существенно (до 40%) уменьшен объем времени на специальные дисциплины. С одной стороны, это должно привести к расширению кругозора выпускников, с другой – к снижению уровня их профессиональной подготовки. Помимо прочего, некоторые ВУЗы в ходе преобразований вообще перестанут готовить геофизиков.

Отдельно остановимся на обсуждении особенностей платного образования в российских ВУЗах, введенного после 1991 г. Причем, вопреки мировой практике, в нашей стране допускается ситуация, когда в одном вузе часть студентов обучается на платной основе, а другая часть — на бюджетной. В результате менталитет руководства вуза и части преподавательского корпуса приобретает ярко выраженные черты предпринимательства. Все большее внимание начинает уделяться не учебному процессу, а вопросам увеличения получаемой прибыли. В фаворе оказываются не те, кто имеет высокие научные показатели и педагогические способности, а сотрудники, обладающие предпринимательскими способностями. Нетрудно представить, как это сказывается на системе образования.

Еще одной примечательной особенностью современного этапа развития российского высшего образования является массовая сертификация систем менеджмента качества ВУЗов. Получаемые при этом сертификаты соответствия международным стандартам подтверждают способность образовательного учреждения обеспечивать высокий уровень образовательных услуг. Аккредитованная международная сертификация системы менеджмента позволяет также улучшить имидж ВУЗа, оптимизировать делопроизводство и т.п. Исходя из вышесказанного, проводимые в высших учебных заведениях мероприятия по внедрению систем менеджмента качества и их сертификации с практической точки зрения полезны. Вместе с тем, они сопровождаются разработкой и использованием большого количества документов, в которых устанавливаются правила осуществления и характеристики образовательных процессов, требования к терминологии, делопроизводству и др. В результате, все больше времени работники ВУЗов вынуждены уделять не содержательным аспектам учебного процесса, а выполнению многочисленных формальных требований, далеко не всегда адаптированных к российским условиям. Причем, это происходит в условиях, когда количество учебной документации и так кратно возросло из-за одновременной подготовки специалистов, бакалавров и магистров, а количество проверок кафедр и факультетов, по сравнению с советским временем, возросло в разы.

Завершая статью, обратимся к словам Д.А.Медведева, сказанным на одном из совместных заседании Госсовета и комиссии по модернизации «Без радикального улучшения профессионального образования никакая модернизация у нас не получится ....». В этой связи зададимся вопросом, обеспечат ли проводимые сейчас в области высшего профессионального образования реформы повышение необходимого для страны уровня подготовки специалистов? Для того, чтобы ответить на этот вопрос предлагается проанализировать приведенную ниже сводку реализуемых в высшем образовании мероприятий, а также происходящих в нем процессов:

- перевод высшего образования с массовой формы подготовки «инженер» к форме «бакалавр» и связанное с ним сокращение периода обучения с 5 до 4-х лет;
- почти двукратное уменьшение доли аудиторных занятий, не подкрепленное эффективной организацией проверки результатов самостоятельной работы студентов;
- уменьшение в новом стандарте обучения третьего поколения времени на изучение специальных дисциплин до 40%;

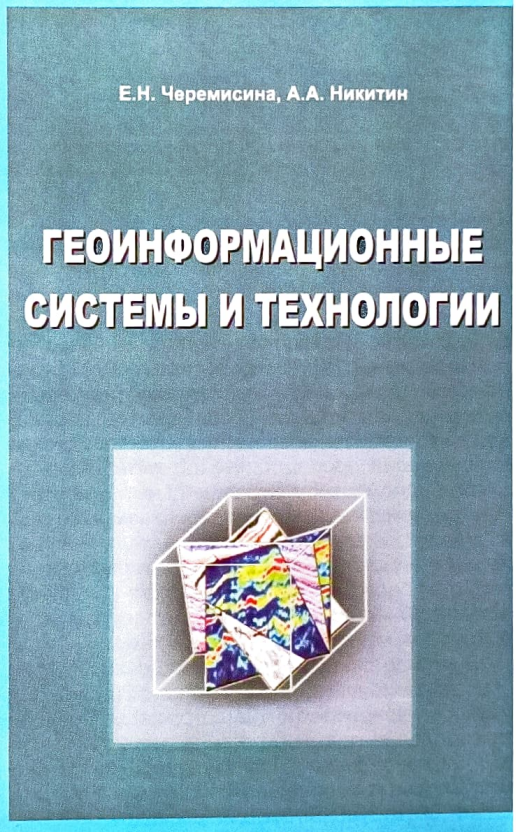
- значительное недофинансирование образования;
- коммерциализация деятельности ВУЗов, сопровождающаяся переносом акцентов с проблем организации учебного процесса на вопросы получения прибыли и ее увеличения;
- укрупнения ранее существовавших специальностей. Прекращение, в ряде случаев, подготовки студентов по жизненно необходимым для успешного функционирования геологоразведочной отрасли специальностям, в том числе 020302 «Геофизика»;
- прошедшие и продолжающиеся сокращения профессорско-преподавательских и инженерно-технических работников ВУЗов;
- старение профессорско-преподавательского состава, массовые замены штатных преподавателей зачастую не обладающими педагогическими способностями совместителями;
- отвлечение от учебы и подготовки диссертаций студентов, аспирантов и докторантов, связанное с необходимостью зарабатывания средств для обеспечения сколь-либо приемлемого уровня жизни. Падение в этой связи их активности при обучении и подготовке диссертаций, снижение уровня последних;
- кратное увеличение объема работ преподавателей по приведению учебной документации к формальному соответствию ГОС-3 и внедряемым системам менеджмента качества ВУЗов.

Приведенный перечень не претендует на полноту, но и он дает основания усомниться в соответствии сложившегося в высшем образовании положения дел ориентации страны на инновационное развитие экономики. Одно то, что количество занятий по специальным дисциплинам сокращается для массовой формы обучения в два и более раза, дает основания усомниться в готовности будущих выпускников к разработке и внедрению новых технологий. А ведь без этого инновационные процессы в экономике невозможны. Очевидно, что достичь реального улучшения качества высшего профессионального образования можно только путем серьезного обоснования целей и методов его реформирования. Это позволит избежать наблюдающегося копирования западного опыта без его критического осмысления, обеспечит сохранение проверенного практикой учебно-методического богатства национальной высшей школы.

Литература

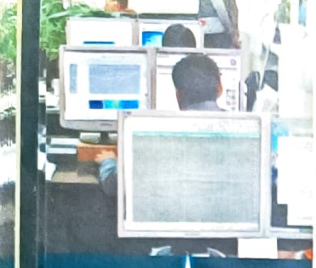
1. Анищенко В.С. Высшее образование в России: проблемы и перспективы. Наука и Инновации в модернизации России и развитии мира: Материалы Международной гумбольдтовской конференции, М., 2010
2. Бондарев В.И., Крылатков С.М. Перспективы высшего геофизического образования в России. Международный журнал экспериментального образования. №11. 2010
3. Сухомлин В. А., Полная победа инноваций над российским образованием. М.: МАКС пресс, 2008, 32 с.

Вышел в свет новый учебник для ВУЗов



«Геоинформационные системы и технологии» - новый учебник для ВУЗов, авторы Е.Н.Черемисина и А.А. Никитин, вышел в свет в этом году. В книге дано понятие «геоинформатика», рассмотрены вопросы об измерении и скорости передачи геоинформации, о системах её сбора и регистрации, хранения геоинформации в базах данных и базах знаний. Основное внимание уделено геоинформационным системам и технологиям при решении широкого спектра задач геолого-геофизических исследований. Многоуровневый и разнопараметровый характер геоинформации обуславливает необходимость рассмотрения принципов и методов интегрированного системного анализа и создания информационно-аналитических систем недро- и природопользования.
Издание рекомендовано УМО по высшему образованию в области прикладной геологии в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 130102 «Технология геологической разведки» по направлению подготовки дипломированных специалистов 130100 - «Прикладная геология».

По вопросам приобретения обращаться в ФГУП ГНЦ РФ ВНИИгеосистем по адресу: 117105, Москва, Варшавское шоссе, 8; тел. 952-21-57, e-mail: artur@geosys.ru.



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Системы геологического моделирования семейства DV: DV-Discovery, DV-Geo, DV-SeisGeo

Кашик А.С., Гогоненков Г.Н., Билибин С.И., Перепечкин М.В., Ушатов Е.Ю., Жемжурова З.Н., Ковалевский Е.В., ОАО "ЦГЭ", г.Москва

Введение

Геологическое компьютерное 3D моделирование – новое направление в нефтяной индустрии, порожденное развитием вычислительной техники. Сегодня геологи, геофизики и разработчики ежедневно и непосредственно на своих рабочих местах используют цифровые геологические модели – численные представления реальных геологических объектов (осадочных бассейнов, месторождений, природных резервуаров нефти и газа), выполненные на том уровне абстракции, который достаточен для решения поставленной задачи. Какой именно задачи? В процессе поиска, разведки и разработки месторождений нефти и газа специалисты решают не одну, а некоторую иерархическую последовательность задач, и на каждом уровне иерархии используются свои модели.

Верхний уровень в иерархии моделей является региональным. Здесь создается модель осадочного бассейна (протяженностью в тысячи километров), которая должна предсказать, на каком участке региона и на каком горизонте имеются условия для накопления углеводородов. Известно, что для этого требуется наличие пластов коллектора, перекрытых непроницаемыми покрышками. Исходными данными для такого рода моделей являются региональные сейсморазведочные профили, опорные и параметрические скважины, структурно-тектонические карты и многое другое.

Следующий уровень в иерархии моделей является поисковым. Модель этого уровня строится уже не для всего региона, а только для его перспективного участка (протяженностью в сотни километров), выделенного на предыдущем этапе. Задача моделирования состоит теперь в том, чтобы найти на целевом горизонте структурные поднятия или неструктурные ловушки, которые могут аккумулировать нефть и газ. Для решения указанной задачи выполняются поисковые исследования по сети сейсмических профилей 2D. По результатам интерпретации этих данных конструируется трехмерная геологическая модель, отображающая рельеф целевого горизонта и крупные тектонические нарушения. Перспективные объекты, обнаруженные с помощью полученной модели, проверяются поисковым бурением. Скважина устанавливает наличие нефти и газа, а также дает первые сведения о литологии и коллекторских свойствах продуктивного пласта. На основании поисковой модели оцениваются ресурсы углеводородов.

В случае открытия месторождения поисковый этап сменяется разведочным. Он касается уже только конкретного месторождения (если мы продолжаем говорить о протяженности, то это порядка десяти километров). Названный этап включает выполнение сейсмических наблюдений 3D и бурение группы разведочных скважин. В результате этих работ получают данные для построения действительно трехмерной детальной геологической модели. Тем самым осуществляют переход на следующую, третью ступень в иерархии моделей, на которой точность прогноза коллекторских свойств и насыщения существенно возрастает. На основании детальной геологической модели выполняют подсчет запасов и составляют проект разработки.

Дальнейшее уточнение геологической модели производится в ходе разработки. Во-первых, модель уточняют в результате бурения эксплуатационных скважин, поскольку в каждой из них выполняются исследования методами ГИС. Наиболее точную модель мы получаем на поздних стадиях разработки, когда число эксплуатационных скважин составляет многие десятки и сотни. Во-вторых, модель уточняется по данным о продуктивности эксплуатационных скважин. Каким образом? Модель пересчитывают на крупную сетку и подают на вход гидродинамического симулятора. Сравнивая модельные и реальные данные о продуктивности скважин, определяют различия. Далее в модель вносят поправки, стараясь эти различия устранить. Данная процедура называется адаптацией модели к истории разработки. В случае успешной адаптации модель можно использовать для выбора наиболее эффективного режима добычи и прогнозирования кривых продуктивности скважин.

Современные геологические модели интегрируют огромные объемы сейсмических и скважинных данных. Для построения таких моделей используют мощные компьютеры и большие (иногда очень большие, возможно - крупнейшие из существующих) программные комплексы – системы геологического моделирования. Где создаются эти системы, кто их разрабатывает?

Системы геологического моделирования являются наукоемкими программными продуктами высокого уровня сложности. Их разрабатывают крупные специализированные компании в сотрудничестве с университетами, государственными и частными научными центрами. Лучшие мировые производители названных систем – компании: Schlumberger, Paradigm, Landmark, Roxar, SMT. Россию в этой мировой табели о рангах представляет Центральная геофизическая экспедиция (ЦГЭ). Мы придаем большое значение тому обстоятельству, что Экспедиция, созданная в 1967 г. как главный в СССР методический центр обработки цифровой сейсмики и каротажа, входит сегодня в число ведущих мировых разработчиков систем геологического моделирования, воплощая в эти системы знания и опыт, накопленные в нашей стране.

Специализируясь в области геофизического сервиса, ЦГЭ предоставляет российским и зарубежным нефтяным компаниям широкие услуги в сфере геологического моделирования – обработку и интерпретацию сейсмики 2D и 3D, интерпретацию данных ГИС, построение геологических моделей месторождений, подсчет запасов, проектирование разработки, гидродинамическое моделирование. Как подрядчик, ЦГЭ имеет в своем распоряжении программные системы Petrel, Tigress, IRAP RMS, More и другие. Однако главными рабочими инструментами в ЦГЭ являются программные системы собственного производства. В первую очередь это системы семейства DV (разработанные совместно с компанией ПИК - Петролеум инжиниринг и консалтинг). В семейство DV входят

три системы - сейсмической интерпретации DV-Discovery, геологического моделирования DV-Geo и сейсмогеологического моделирования DV-SeisGeo. Название DV есть сокращение от Dynamic Vision. Системы DV неоднократно описывались - смотрите, например, работы предыдущих лет [1, 2, 3, 4, 5]. Но поскольку системы DV непрерывно развиваются, считаем, что пришло время сделать это еще раз.

Сейсмическая интерпретация в системе DV-Discovery

Система DV-Discovery предназначена для интерпретации сейсмических данных 2D и 3D. Она применяется для решения двух типов задач: первая – создание поисковых моделей по данным сейсмики 2D, вторая – создание детальных моделей резервуаров по данным сейсмики 3D. Исходными данными для системы DV-Discovery являются сейсмические профили или кубы сейсмотрасс после суммирования и миграции, а также данные ГИС. Система выполняет следующие функции:

- интеграцию сейсмических наблюдений 2D и 3D;
- трехмерную интерпретацию профильных данных - 2.5D;
- ручную и автоматическую корреляцию отражающих горизонтов;
- пространственное картирование тектонических нарушений;
- привязку отражающих горизонтов к скважинным данным;
- подбор скоростной модели среды, пересчет отражающих горизонтов из временной вертикальной шкалы в глубинную, построение карт изохрон и глубин;
- седиментационный анализ;
- палеотектонический анализ;
- расчет атрибутов сейсмической записи;
- дообработку сейсмограмм (фильтрацию, устранение помех и т.д.);
- расчет синтетических сейсмограмм и оценку формы сейсмического сигнала методом стратиграфической деконволюции;
- прогноз коллекторских свойств горных пород по скважинным данным и сейсмическим атрибутам;
- псевдоакустическое преобразование и стохастическую инверсию.

Главным достоинством DV-Discovery являются встроенные средства чрезвычайно быстрой динамической визуализации. Лучше всего их возможности проявляются в ходе работы с кубами сейсмических данных. Динамическая визуализация играет ключевую роль при поиске структурных ловушек, при корреляции отражающих горизонтов, при трассировании тектонических нарушений. Пример корреляции отражающего горизонта и трассирования тектонических нарушений показан на рис. 1.

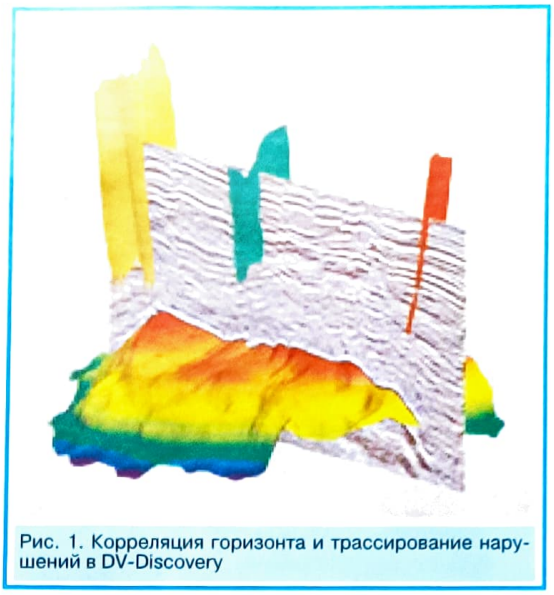


Рис. 1. Корреляция горизонта и трассирование нарушений в DV-Discovery

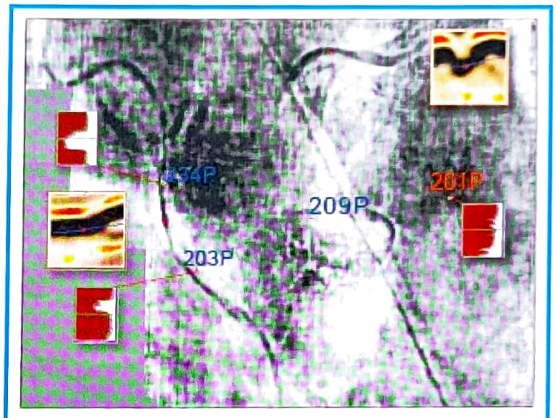


Рис. 2. Седиментационный слайс. Четко выделяются палеоканалы и малоамплитудные тектонические нарушения. В наложенных окнах визуализированы интервалы каротажных кривых по скважинам и фрагменты вертикальных сейсмических разрезов

К числу особых достоинств системы DV-Discovery относятся инструменты седиментационного и палеотектонического анализа. Седиментационный слайс представляет собой сечение куба сейсмических амплитуд поверхностью, делящей интервал между откоррелированными отражающими границами в одной пропорции. Такой слайс можно рассматривать как стратиграфическую поверхность. Этим достигается устранение структурного (тектонического) фактора, что позволяет увидеть особенности строения локальных тел (рис. 2). Важным элементом седиментационного анализа является возможность наложения на главное изображение малых окон с фрагментами вертикальных разрезов. Последние облегчают геологическую идентификацию седиментационных объектов на вертикальных разрезах.

Разработанная технология позволяет эффективно извлекать из сейсмического куба информацию о палеогеографии - погребенных каналах, локальных телах, малоамплитудных нарушениях. Кроме того, она позволяет увидеть, какое влияние на

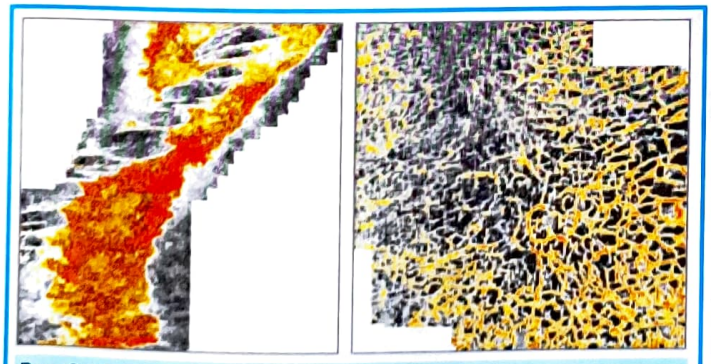
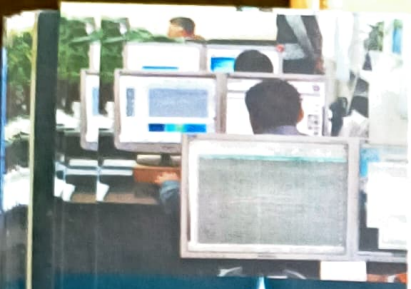


Рис. 3. Седиментационные слайсы. Слева - газовая залежь и зона тектонических нарушений. Справа - система полигональных нарушений



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

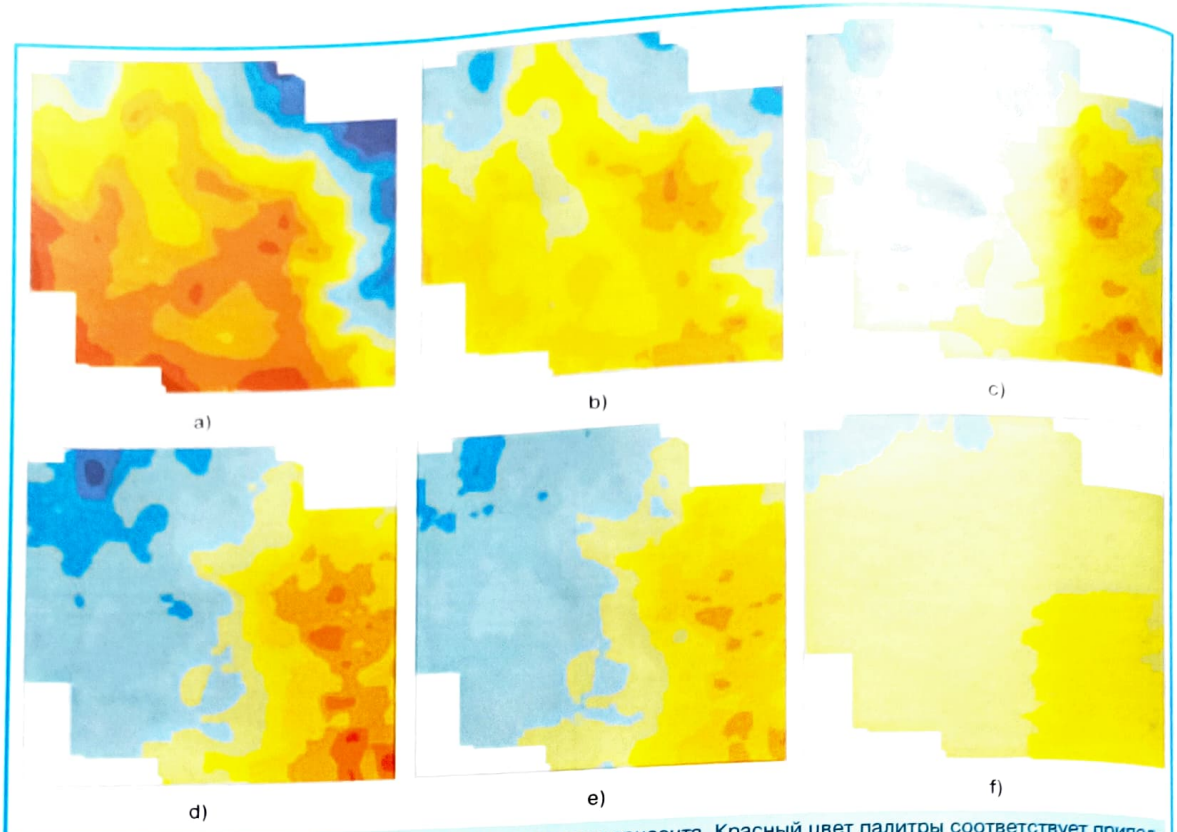


Рис. 4. Палеореконструкция структурного плана целевого горизонта. Красный цвет палитры соответствует приподнятым участкам. Последовательно: a - современное состояние, b - третичный период, c - верхний мел, d - средний мел, e - нижний мел, f - юрский период

динамику сейсмической записи оказывает залежь углеводородов (рис. 3).

Палеотектонический анализ в DV-Discovery реализует следующую идею. Широкий класс седиментационных поверхностей изначально формировался в субгоризонтальных условиях. Возьмем в качестве объекта анализа некоторый нефтеносный горизонт. Если мы будем поочередно выравнивать все седиментационные поверхности, начиная от кровли выбранного горизонта и до самого верха куба, то увидим, как менялось форма нашего нефтеносного горизонта (какие происходили наклоны, искривления, изломы) с момента его образования и до настоящего времени. В результате такого анализа появляется возможность прогнозировать зоны аномальной трещиноватости, пути миграции, время и области скопления углеводородов (рис. 4).

Относительно недавно в систему включены средства, обеспечивающие трехмерную интерпретацию профильных данных. Методика создания кубов из профилей 2D основана на том же принципе, что и седиментационный анализ. Отличительной особенностью разработанной технологии является то, что она не накладывает условий на сеть профильных данных и не требует их специальной предварительной обработки.

Геологическое моделирование в системе DV-Geo

Система DV-Geo предназначена для построения детальных трехмерных геологических моделей и подсчета запасов. Наиболее эффективной она является при построении моделей по данным ГИС на площадях, разбуренных эксплуатационной сеткой скважин. Вместе с данными ГИС могут использоваться сейсмические данные о структуре и свойствах объекта (отражающие горизонты, разломы, кубы параметров, карты атрибутов), импортированные из DV-Discovery или других интерпретационных сейсмических систем. В ходе создания и документирования трехмерной геологической модели система DV-Geo позволяет выполнять следующие действия:

- анализ и верификацию загруженных данных;
- ручную и автоматическую корреляцию разрезов скважин;
- интерпретацию и увязку керна;
- интерпретацию данных ГИС;
- обоснование флюидных контактов;
- статистическое исследование данных;
- построение структурного каркаса и 2D моделирование;
- трехмерное литологическое и петрофизическое моделирование;
- анализ и картирование трехмерных объектов;
- подсчет запасов;
- подготовку отчетной документации;
- ремасштабирование трехмерной геологической модели для передачи в систему гидродинамического моделирования;

При построении геологической модели возможно применение как детерминированного, так и стохастического подходов. В обоих случаях может использоваться принципиальная модель. Последняя представляет собой карты эффективных толщин и петрофизических свойств, составленные геологом по имеющейся информации, но с привлечением его субъективных суждений о генезисе геологического объекта. В процессе трехмерной интерполяции данных принципиальная модель может быть задана как обуславливающий фактор. Данный подход позволяет геологу контролировать прогнозирование свойств в пространстве 3D. Вторая функция принципиальной модели - она помогает согла-

совывать результаты моделирования на различных этапах. В результате упрощается подготовка отчетной документации и облегчается защита модели на экспертном совете.

В инструментарий DV-Geo входит широкий набор алгоритмов двухмерного и трехмерного моделирования, которые представлены далее в соответствии с основными этапами технологического процесса.

Структурное моделирование:

- весовая интерполяция;
- сплайновая интерполяция;
- 2D кригинг;
- 2D последовательное гауссовское стохастическое моделирование.

Литологическое моделирование:

- весовая интерполяция;
- 3D последовательное индикаторное стохастическое моделирование, в том числе с использованием вторичной переменной;
- 3D объектное стохастическое моделирование.

Параметрическое моделирование:

- 3D весовая интерполяция, в том числе с использованием индикаторного куба;
- кригинг;
- 3D последовательное гауссовское стохастическое моделирование, в том числе с использованием вторичной переменной и (или) индикаторного куба;

Все разработанные в DV-Geo алгоритмы учитывают следующие требования:

- возможность работы при неравномерном распределении скважин по площади;
- возможность моделирования с учетом нарушений;
- возможность моделирования латеральной макро анизотропии;
- возможность учета трендовых данных;
- надежная работа при большем числе скважин и дополнительных контрольных точек.

Множество алгоритмов обеспечивает значительную гибкость в поиске решений задач, возникающих по ходу построения геологической модели, при широком разнообразии исходных данных и требований геологов.

В настоящее время большинство работ по подсчету запасов выполняются по детерминированным моделям. В DV-Geo имеются средства для оперативной оценки неопределенности получаемых объемов запасов методом Монте-Карло. По детерминированным поверхностям - кровле пласта и водонефтяному контакту - создается множество их стохастических

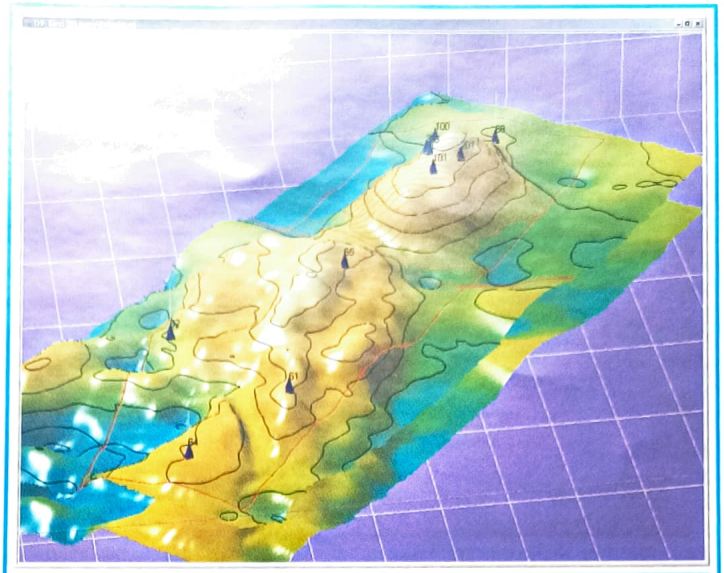


Рис.5. Пример структурного каркас геологической модели

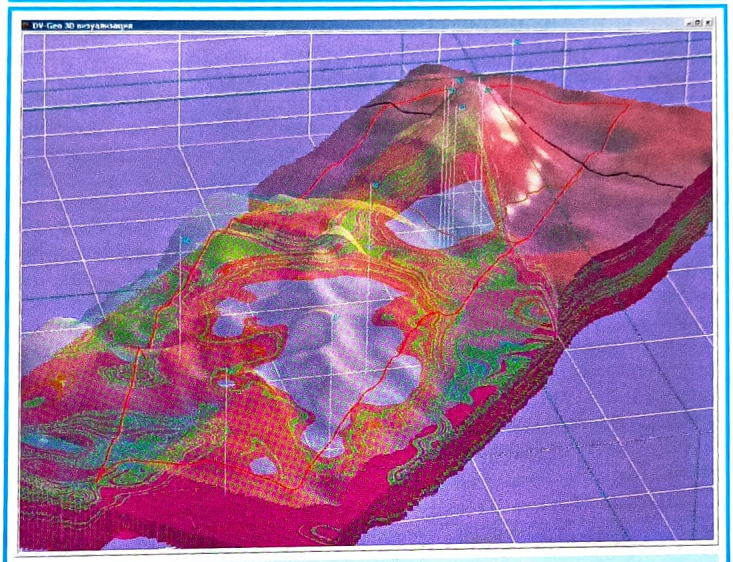


Рис.6. Пример литологической модели

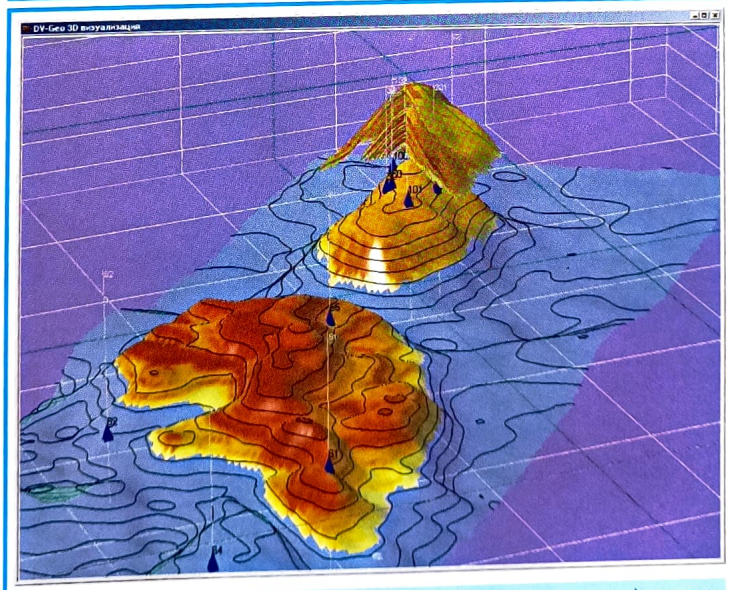


Рис.7. Пример куба одного из подсчетных параметров - нефтенасыщенности

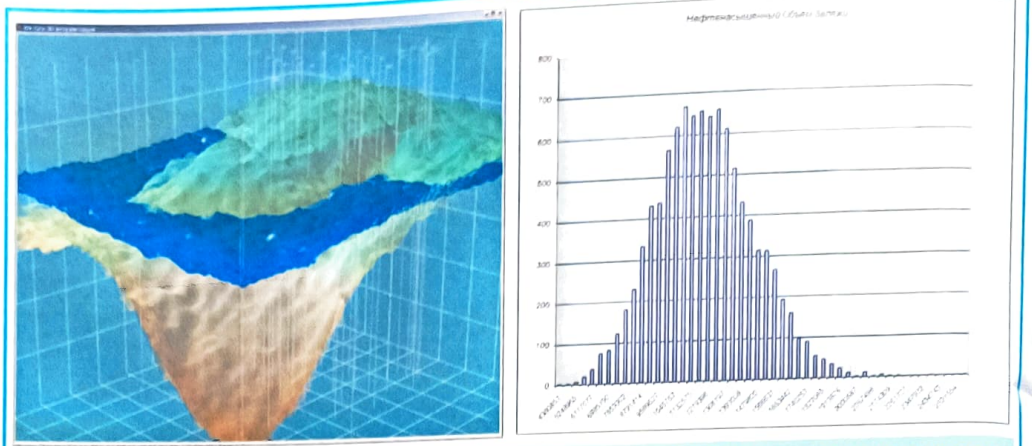


Рис.8. Слева - реализация кровли резервуара и реализация поверхности ВНК. Справа – распределение значений нефтенасыщенного объема

реализаций, включающих случайные отклонения с заданной вариограммой. Для каждой пары таких реализаций находится площадь и объем залежи. Дальше задаются фиксированные распределения значений подсчетных параметров - пористости и нефтенасыщенности. В каждом элементарном объеме нефтенасыщенной части залежи из этих распределений делается случайная выборка, после чего подсчитывается суммарный объем запасов, тысяч тонн. Многократное повторение названного расчета дает возможность построить распределение объема запасов (рис.8). Второе, что позволяет названный подход - построить карту вероятности попадания в нефтяную залежь.

Система DV-Geo предоставляет пользователю возможность проведения различных вычислений, как с объектами исходных данных, так и с результатами геологического моделирования. Для этого в системе реализованы мощный, функционально расширяемый калькулятор объектов (первый уровень) и встроенный интерпретатор языка программирования (второй уровень).

Встроенный язык программирования широко используется. Большая часть обрабатывающих процедур DV-Geo, а также все процедуры импорта и экспорта данных, написаны именно на встроенном языке. Это сотни процедур. Названные коды открыты для пользователя и могут служить образцами для написания (и включения в систему) его собственных процедур. Благодаря этому принципиальному решению доступная пользователю степень владения системой приближается к той, которую имеют ее разработчики. Наличие средств программирования позволяет настраивать DV-Geo на решение любых нестандартных задач, а также использовать ее как творческую лабораторию в ходе научно-исследовательских работ. Моделирование в DV-Geo описывается также в статьях [6, 7].

Сейсмогеологическое моделирование в системе DV-SeisGeo

Задача программного комплекса DV-SeisGeo состоит в том, чтобы объединить функциональные возможности DV-Discovery и DV-Geo на одном рабочем месте. В системе DV-SeisGeo

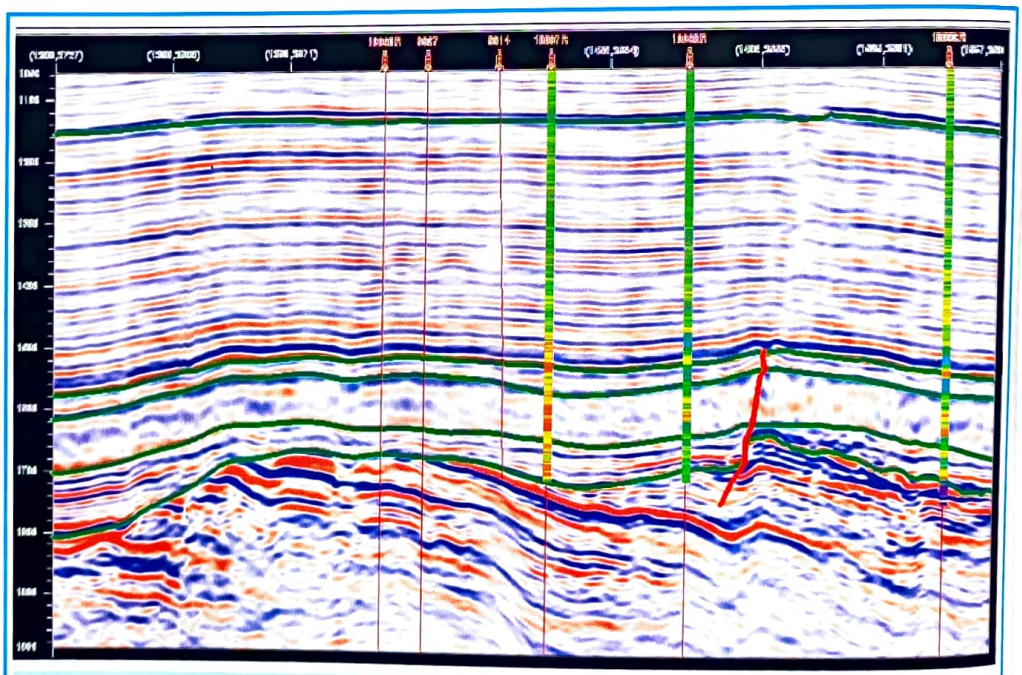


Рис. 9. Сейсмотектоническая модель и значения коэффициента нефтегазонасыщения Кнг по скважинным данным. Оранжевый цвет на скважинах соответствует Кнг = 90%

пользователь может осуществить переход от интерпретации данных сейсморазведки к построению геологической модели (рис. 9, 10).

Сегодня дело обстоит так: если пользователь может один работать по всему спектру задач (от сейсмики до геологического моделирования), то ему лучше использовать DV-SeisGeo. Если же интерпретацию сейсмики и геологическое моделирование выполняют два разных специалиста, то им лучше использовать, соответственно, DV-Discovery и DV-Geo.

В основу построения программного комплекса DV-SeisGeo заложены следующие принципы:

- метрика моделей является четырехмерной XYZT. Координата T представляет (в зависимости от задачи) геологическое время, время разработки или сейсмическое время;
- действия пользователя и выполняемые расчеты отображаются на мониторе в динамике формирования конечного результата;
- действия пользователя запоминаются с возможностью последующего воспроизведения. Тем самым решается задача опробования многовариантной интерпретации, оптимизации графов обработки, создания и накопления базы знаний;
- отображение объектов на мониторе производится в привычном для специалистов виде;
- предусмотрена совместная и раздельная визуализация множества различных параметров.

Моделирование в DV-SeisGeo завершается подготовкой данных для гидродинамического моделирования. Возможно также отображение результатов гидродинамического моделирования в четырехмерном пространстве XYZT. Возможности работы с четырехмерными пространствами имеются в каждой системе DV, но в DV-SeisGeo они используются наиболее широко. Моделирование в DV-SeisGeo подробно описано в практическом курсе [8].

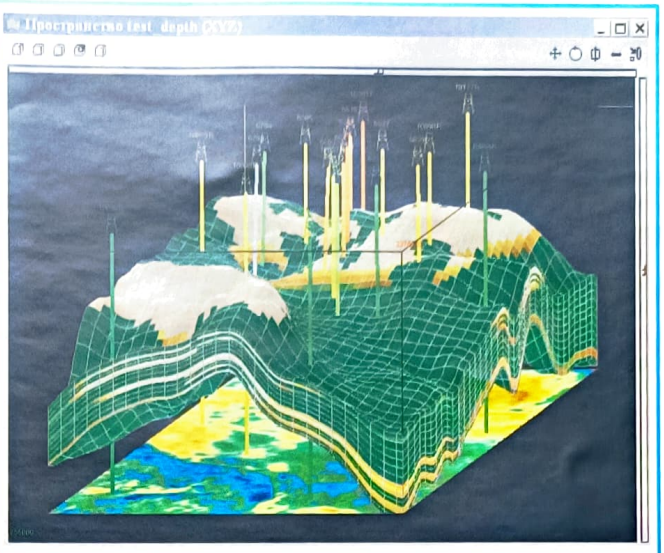


Рис. 10. Модель продуктивной пачки. Визуализированы куб NTG и карта сейсмического атрибута - вариации амплитуд. Синий цвет на карте атрибута соответствует повышенной вариации

Заключение

С использованием программных комплексов DV в ЦГЭ выполнено более сотни проектов по сейсмогеологическому моделированию и подсчету запасов. Среди них - трехмерная модель уникального Самотлорского месторождения. Кроме того, в названное число входит ряд зарубежных проектов - модели месторождений в Казахстане, Узбекистане, Вьетнаме, Алжире, Китае (Ин-Дай) и Ираке. Программные комплексы семейства DV являются базовыми инструментами на большинстве рабочих мест геофизиков и геологов ЦГЭ. Более 200 лицензий на системы DV передано в сторонние компании - в НК «Роснефть», ОАО «ВНИИнефть», ОАО «СамараНИПИнефть» и другие.

Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых (ГКЗ Роснедра) сертифицировала все три системы DV - DV-Discovery, DV-Geo и DV-SeisGeo. ГКЗ рекомендует работающим в России нефтяным и сервисным компаниям использовать системы DV для моделирования и подсчета запасов.

Выполненная во ВНИИГАЗе сравнительная оценка систем DV и ведущих зарубежных программных комплексов [9] показала, что отечественные программные системы ни в чем существенном зарубежным не уступают, а по некоторым показателям - даже их превосходят.

Литература

1. Кашик А.С., Гогоненков Г.Н. О моделировании крупных, давно эксплуатирующихся месторождений (в порядке обсуждения). «Нефтяное хозяйство», М, 2002, № 7, с.94-99.
2. Кашик А.С., Билибин С.И., Гогоненков Г.Н., Кириллов С.А. Новые технологии при построении цифровых геологических моделей месторождений углеводородов. "Технологии ТЭК", № 3 2003
3. Кашик А.С., Кириллов С.А., Ческис В.Л. Решение геологических задач в четырехмерном многопараметровом пространстве. НТЖ «Геофизика», специальный выпуск «Технологии сейсморазведки – II», М, 2003, с.3-16.
4. Гогоненков Г.Н., Ковалевский Е.В. DV-Geo, DV-Discovery, DV-SeisGeo - системы геологического моделирования, разработанные в России «Недропользование XXI век», № 4, 2007.
5. Гогоненков Г.Н., Ковалевский Е.В. Системы геологического моделирования семейства DV «Нефтяное хозяйство», № 10, 2007.
6. Перепечкин М.В, Билибин С.И. Технологии использования принципиальных моделей при проведении этапа литологического моделирования залежи углеводородов в программном комплексе DV-Geo.:МГНЦ, ВНИИ Геосистем, Геоинформатика, №1, 2007.
7. Кашик А.С., Гогоненков Г.Н., Билибин С.И., Перепечкин М.В., Ковалевский Е.В. Система геологического моделирования DV-Geo как пример российского инновационного бизнеса. Экспозиция Нефть Газ, 2011, № 5/Н, с. 11-15.
8. Золоева Г.М., Жемжурова З.Н., Рыжков В.И., Чекунова В.А., Черноглазов В.Н. Практический курс геологического моделирования. М.: Недра, 2010. 319 с.
9. Ларин Г.В., Эффективный компьютерный инструментарий геолога и геофизика при изучении нефтегазового месторождения // Геофизика, 2010, №3, с. 3-15.

Система хранения геолого-геофизических данных GeoProDB

Посохин И.К., Шкуратов О.И., Ячменёва Л.В., ООО «НПК «Геопроект», г. Саратов

Для успешного выполнения задач, решаемых сервисной компанией в процессе геолого-геофизического изучении недр при поиске и разведке нефтяных и газовых месторожде-ний, в компании ООО НПК «Геопроект» еще в начале её деятельности была разработана и затем успешно использовалась база данных INFGEO [1]. Разработка была выполнена на ин-струментальной основе MS Access.

Использование большого количества разнородных данных и программных средств (специализированных и общего пользования), отличающихся разнообразием исходных данных, способов описания и форматов хранения, требует создания универсальной системы хранения и транспортировки данных между пользователями и программными системами, предназначенными для обработки и интерпретации геолого-геофизической информации.

С 2009 г. в ООО НПК «Геопроект» началось обновление информационной системы хранения геолого-геофизических данных.

Новая разработка, GeoProDB, сохранив основные функции прежней базы данных (БД INFGEO), была дополнена современными средствами и техническими ресурсами.

Принципиальная новизна состоит в применении GIS технологий, получивших широ-кое распространение в последние годы. Эти технологии предполагают использование про-странственных (spatial) типов данных, в которых имеется три вида геометрических объектов: Точка (POINT), Линия (LINE), Полигон (POLYGON).

Геометрические данные могут быть представлены в географических и прямоугольных координатах. Основные операции над пространственными данными покрывают потребности пользователей геофизических систем обработки и интерпретации.

GeoProDB разработана на основе MS SQL Server 2008 R2 как основной системы управления базами данных (СУБД), поддерживающей пространственные данные.

Схема данных БД основана на предложениях Public Petroleum Data Model Association (PPDM) [2] 2008 года.

Использование универсального сервера БД позволило автоматически решить ряд важных производственных задач:

- обеспечение одновременного доступа к данным различных пользователей без снижения производительности;
- ускорение доступа к данным;
- разграничение вычислений на клиентской и серверной сторонах;
- повышение контроля за правильностью вво-димых данных и сохранение ре-зервных копий БД в автоматическом режиме по заданному расписанию.

Пространственные типы данных введены в соответствии со стандартом Open Geospatial Consortium, Inc.(OGC) [3], который стал между-народным стандартом для исполь-зования в GIS – системах современных систем обработки и интерпретации данных в нефтя-ной геологии и геофизике.

Использование пространственных типов данных позволяет администратору БД визуали-зировать профили, координаты устья и забоя скважин ещё на ранних этапах вво-да/вывода данных, пользуясь штатными средствами SQL Server Management Studio (SSMS).

Разработана методика загрузки в БД с использования геометрических данных из шейп-файлов, производимых многими GIS – системами произвольного назначения. Шейп-файл содержит в себе информацию о про-странственных и численных данных, например карта дорог, экологические и другие тематиче-ские карты, данные географического и/или ад-министративного деления. Правильное сочета-ние информации карты и геофизических дан-ных БД позволяет получить точные и подроб-ные картографические изображения при созда-нии отчетов.

Кроме того, есть принципиальная возмож-ность подключения обрабатывающих или интерпретационных программных средств непосредственно к БД через механизм подклю-че-ния к серверу БД без использования экспор-та-импорта через текстовые файлы. Поскольку часто такие возможности заложены в совре-менных программах, это открывает новые резер-вы повышения производительности.

В рамках расширения функциональности использования геометрических данных про-странственные данные получили дополнитель-ный атрибут Система координат, позволяющий хранить координаты геометрических объектов одновременно в различных прямоугольных системах координат - в различных тополистах, условных и кодированных прямоугольных системах координат. Именованный атрибут Система координат позволяет однозначно определить принадлежность геометрических объектов к одинаковой системе координат, что исключает путаницу при картопостроении. Систем координат может быть произвольно много, что позволяет удобно сохранять координаты из любых источников, полученных от заказчика.

Все объекты БД получили атрибут Источник Данных, что позволяет отслеживать ис-торию получения информации и/или её достоверность. Также как систе-ма координат, Ис-точник Данных служит для поиска данных по различным источникам, отли-чающихся, в том числе, и досто-верностью хранимых данных.

Большое неудобство при загрузке скважинных данных создаёт традиционно не уни-

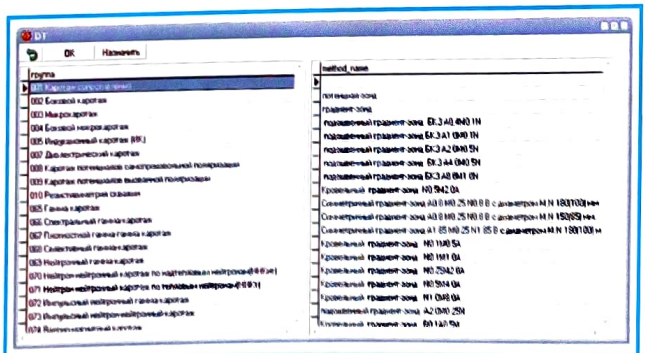


Рисунок 1. Форма выбора типа кривых при вводе LAS-файлов

фицированное использование мнемонических названий кривых ГИС, что приводит к неоправданным потерям времени на расшифровку имени при вводе кривых из LAS-файлов. Для решения этой проблемы создан справочник геофизических методов для хранения и классификации кривых из LAS-файлов и система хранения кривых по скважинам непосредственно в БД, что расширяет возможности при работе с данными ГИС (Рисунок 1).

Автоматизирована загрузка данных ГИС в БД и выгрузка для передачи во внешние обрабатывающие комплексы ГИС.

Реализована возможность визуализации данных на этапе загрузки-выгрузки кривых ГИС (Рисунок 2), инклинометрии, построении схем профилей и скважин на поверхности для нужд картопостроения.

Получила развитие программа работы со стратиграфической колонкой, получения разбивок и передачи их для нужд интерпретации (Рисунок 3). Изменения разбивок автоматически приводят к актуализации последней версии, что позволяет избежать неодно-значности при дальнейшем использовании.

Создана система истории изменений данных, сохраняющая все редакции данных с возможностью восстановления по дате изменения и автору внесенных изменений. Отметки даты и автора изменений производятся автоматически при редактировании любых объектов БД. Механизм использует стековый подход, последний – актуальный, и исключает выборку разноречивых данных пользователем (Рисунок 4).

В части обслуживания обработки сейсмических данных разработана система хра-нения текстовых файлов истории обработки в привязке к профилям непосредственно в БД, что значительно ускоряет их поиск в процессе работы (Рисунок 5).

Новые инструментальные средства БД позволили сократить время, затрачиваемое на подготовительные процедуры при выполнении проектов, повысить ответственность специалистов за качество данных, исключить путаницу при использовании данных.

Подобный подход позволяет повысить производительность выполняемых работ и их качество.

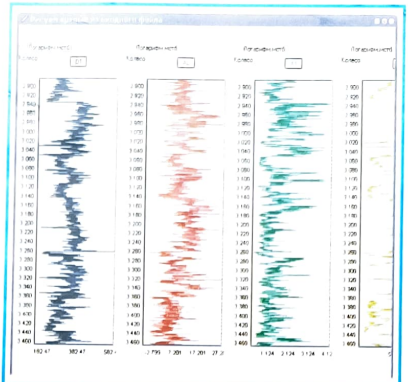


Рисунок 2. Визуализация кривых ГИС во время загрузки в БД

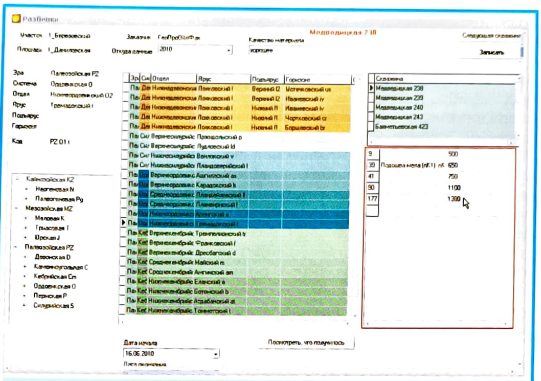


Рисунок 3. Форма работы со стратиграфической колонкой

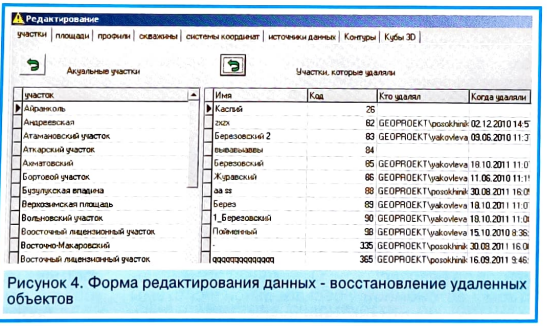


Рисунок 4. Форма редактирования данных - восстановление удаленных объектов

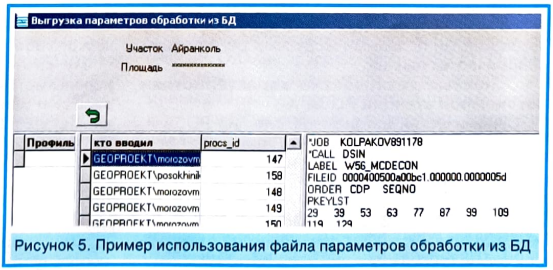


Рисунок 5. Пример использования файла параметров обработки из БД

Список использованной литературы:

1. Л.В.Ячменёва, Т.Р.Цветкова, О.И.Шкуратов (ООО «НПК «Геопроект», г. Саратов, Россия,2002г.). INFGEO - банк данных геолого-геофизической информации. Недра Поволжья и Прикаспия, Выпуск 32, Саратов,2002 г.
2. http://www.ppdm.org/
3. http://www.opengeospatial.org/standards/

Сейсмические исследования в шахтах с использованием автономной системы регистрации РОСА-А

Сагайдачная О.М., Дунаева К.А., Канарейкин Б.А., Сальников А.С., Шмыков А.Н.,
ФГУП «СНИИГГиМС», г. Новосибирск

Введение

Геологические условия угольных месторождений определяют основные технологические циклы эксплуатации шахтных полей. Актуальной задачей, решение которой позволяет значительно снизить затраты по добыче угля и повысить безопасность, является прогнозирование возможных скрытых нарушений, в том числе и песчаных врезов, не выявленных на этапах разведки и проведения подготовительных выработок. Наличие в угольном пласте песчаника повышенной крепости не только снижает продуктивную мощность пласта, но и существенно усложняет добычу угля с использованием современной техники.

В настоящее время для локализации потенциальных зон с повышенным выделением метана и оптимизации заложения подземных дегазационных скважин рекомендуется проводить опережающие геолого-геофизические исследования угольного пласта (выемочного столба). Оперативный опережающий контроль условий залегания угольных пластов дает возможность оптимизировать технологию отработки участка шахтного поля в зависимости от установленной степени трещиноватости и литологических изменений.

К числу эффективных геофизических технологий можно отнести метод сейсмических исследований, основанный на изучении скоростного строения среды в лавах на проходящих объёмных (продольных и поперечных) и каналовых волнах [1, 4, 6].

Сейсмические исследования в угольных шахтах Кузбасса проведены по способу просвечивания в период 2010 .2011 гг. (ООО «НТЦ Восточный», г. Кемерово и ФГУП «СНИИГГиМС», г. Новосибирск) с использованием автономных сейсмических станций РОСА-А [5 - 7]. В соответствии с требованиями Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (заключение №189-7 от 22.12.2009 г.) станция РОСА-А прошла экспертизу на соответствие исполнения её полевых блоков требованиям нормативных документов по безопасности. Очевидным преимуществом автономной бескабельной системы является отсутствие внешнего кабеля для подачи электропитания, проводной связи с управляющей станцией, а также проводов между автономными полевыми модулями регистрации сейсмических данных.

Основные технические характеристики автономной станции РОСА-А

Сейсмическая автономная станция РОСА-А, разработанная в ФГУП «СНИИГГиМС» (патенты RU 2331087, 2366981, 90223, 103937), обеспечивает проведение наземных и подземных исследований в режиме длительных и программируемых наблюдений [2, 8 - 10]. Основные функциональные блоки станции приведены на структурной схеме (рис. 1).

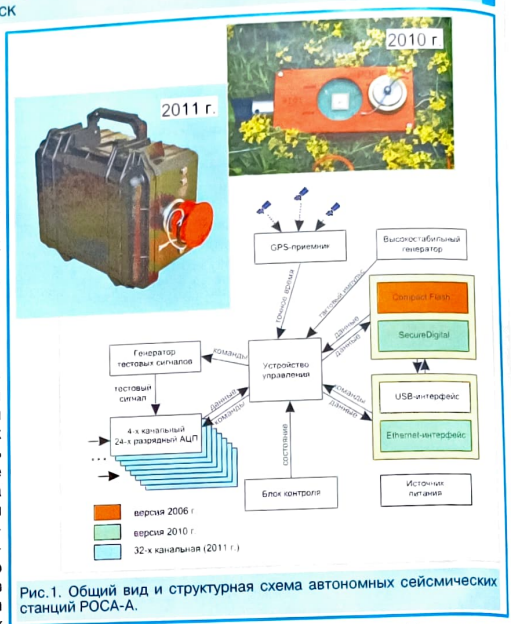


Рис.1. Общий вид и структурная схема автономных сейсмических станций РОСА-А.

Устройство управления обеспечивает настройку всех компонентов модуля, регистрацию сейсмических данных, синхронизацию внутренних часов, обмен информацией с компьютером через внешний порт и мониторинг технического состояния модуля.

При программировании рабочего сеанса можно выполнить диагностику технического состояния канала регистрации без использования дополнительных приборов. Перечень контролируемых параметров включает: 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.

Генератор тестовых сигналов регистратора построен на дельта-сигма ЦАП'е и обеспечивает уровень нелинейных искажений сигналов меньше 0,0005%. Реализованные параметры внутреннего генератора тестовых сигналов определяют высокое качество автономного метрологического обеспечения.

В качестве энергонезависимой памяти используются промышленные flash-карты CompactFlash или SecureDigital емкостью до 32 Гб. В версии v.2 реализована опция «горячей» замены карт памяти и считывание их отдельно от устройства. Для записи информации на карту используется стандартная файловая система FAT16/FAT32, поддерживаемая практически всеми современными операционными системами.

Для программирования режима записи используется компьютер, например Notebook, с

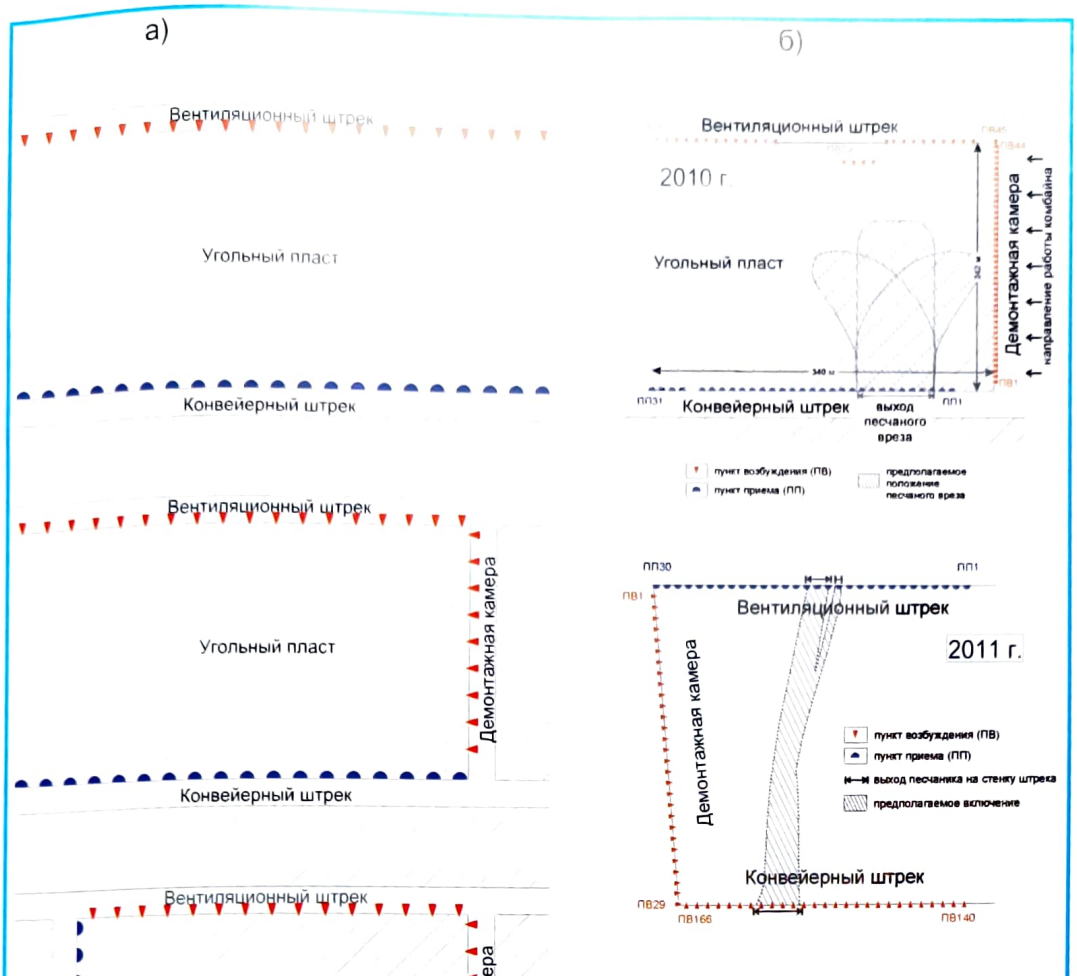


Рис.2. а) Возможные и б) реализованные системы наблюдений на проходящих сейсмических волнах в угольных шахтах.

USB портом и предустановленной операционной системой, поддерживающей файловую систему FAT и накопители USB Mass Storage. USB-интерфейс регистратора соответствует стандартам: USB 1.1 Full-speed и USB Mass Storage Class Bulk-Only Transport, Revision 1.0. Применение USB-порта позволяет легко организовать управление регистратором с использованием широкого перечня вычислительной техники. При подключении к компьютеру регистратор представляется пользователю как жёсткий диск (аналогично опознаванию USB FlashDrive), доступный для записи и чтения файлов. В корневой директории этого диска посредством стандартных средств (Блокнот, WordPAD) подготовлен файл «config.txt», содержащий информацию о предстоящих сеансах работы. Программное обеспечение регистратора создает на этом диске текстовый файл (report.txt) с информационными сообщениями о техническом состоянии модуля, GPS-сигналах, проведённых сеансах и т.п. Данные сейсмических записей сформированы на диске как бинарные файлы, которые далее можно конвертировать для просмотра и обработки в требуемый формат, например, обменный формат SEG-Y. В состав поставляемого программного обеспечения входит также библиотека функций для хранения и архивации записей.

В версии 2 добавлен интерфейс Ethernet, соответствующий стандартам 10BASE-T/100-BASE-T, обеспечивающий канальную скорость передачи данных до 100 Мб/с.

Функциональные характеристики и технические параметры сейсмических регистраторов РОСА А® (см. таблица) соответствуют лучшим зарубежным аналогам: ION (FireFly®), Fairfield (Zland, ZNodal™systems), Refraction Technology, Inc. (Reftek), OYO Geospace Company (GSR™) [11 - 14].

Основным параметром, ограничивающим минимальный уровень регистрируемых сигналов, является величина мгновенного динамического диапазона (мДД) сейсмического канала. Как правило, регистрация данных при условии мДД ≥ 120 дБ обеспечивает достоверное выделение сигнальной составляющей в общем потоке информации и, следовательно, возможность исследования энергетически слабо выраженных отдельных элементов сейсмического поля.

Таблица

Технические характеристики	РОСА-А
количество каналов, аналоговые приемники	4 / 32
общий динамический диапазон	более 146 дБ
мгновенный динамический диапазон	до 135 дБ
частотный диапазон регистрации	0 – 3200 Гц
подавление синфазной помехи	более 120 дБ
коэффициент нелинейных искажений	менее 0,0005%
уровень шума (при заданном усилении), RMS	менее 0,16 μВ (36 дБ)
способ хранения данных	встроенная Flash-память или SD (2ч32GB)
способ передачи данных	USB порт; съёмный SD; Ethernet (RAW UDP)
рабочий диапазон температур	от -40 до +60єС
время автономной работы, суток	более 10
потребляемая мощность в рабочем режиме (на один канал)	менее 0,5 Вт (4 канала) менее 160 мВт (32 канала)
исполнение	IP67, допустимо погружение в воду

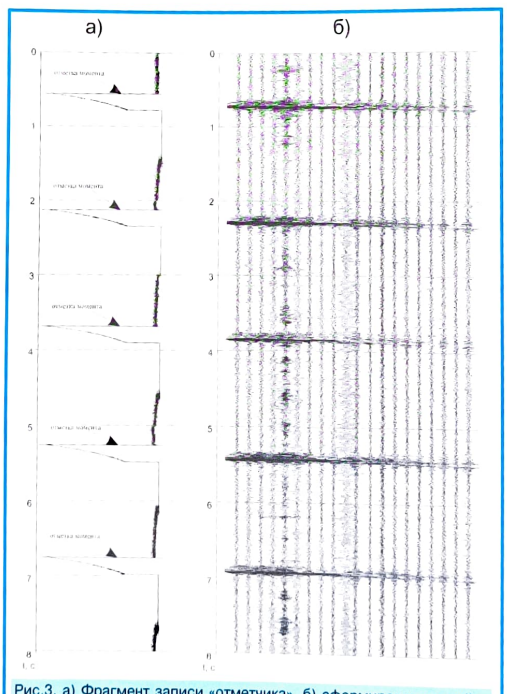


Рис.3. а) Фрагмент записи «отметчика», б) сформированная сейсмограмма, соответствующая записи пяти регистраторов

Полученное значение D динамический диапазон превышает 140 дБ на периоде квантования 0,5 мс, 130 дБ (2 мс), 125 дБ (1 мс), 110 дБ (0,25 мс). Аппаратный шум является равномерным и малоинтенсивным на частотах до 1 кГц.

Важнейшим условием использования в шахтах системы регистрации сейсмических данных с автономными станциями РОСА-А является обеспечение высокоточной синхронизации времени при отсутствии спутниковых сигналов. При отсутствии устойчивого приема спутниковых сигналов GPS прецизионный термостатированный генератор позволяет длительное время работать в автономном режиме с погрешностью менее ± 1 мс/сутки.

Методика полевых сейсмических работ в шахтах

Полевая методика сейсмических исследований в шахтах включала систему многократных перекрытий на проходящих объёмных (продольных и поперечных) волнах, которая определяется технологическими схемами эксплуатации угольных месторождений, в том числе размерами выемочного столба и размерами искомого нарушения. При выборе параметров системы наблюдений принципиально важно обеспечивать максимально равномерное просвечивание изучаемого объекта. Возможные реализации системы многократных перекрытий на проходящих волнах показаны на рис. 2а.

Общая схема полевых сейсмических работ в шахтах с автономными станциями РОСА-А следующая: перед началом работы станции на дневной поверхности согласуются по мировому времени через спутниковые сигналы по GPS-приёмникам. Далее для проведения сейсмических измерений станции устанавливаются в шахте.

Например, на исследуемом в 2010 г. участке размером 340х250 м² (рис. 2б) пункты приема (ПП) сейсмических колебаний размещались с шагом 10 м по борту конвейерного штрека. Сейсмоприемники помещались в горизонтально пробуренные в угольном пласте шпуры глубиной около1,0 м. Пункты возбуждения (ПВ) упругих колебаний размещались с шагом 10 м. на борту вентиляционного штрека и стенке демонтажной камеры. На каждом ПВ выполнялось по 6 - 8 ударов кувалдой (10 кГ) по металлическому штырю, расположенному в горизонтальном шпуре глубиной ~ 1,0 м. Продолжительность рабочего сеанса записи составляла около часа, в течение которого отрабатывалось несколько ПВ.

Для обеспечения привязки сейсмических данных к мировому времени используется канал автономного регистратора РОСА-А с подключенным сейсмическим датчиком, располагаемым в непосредственной близости от источника возбуждения. При работе в шахтах использовался пьезодатчик, закреплённый непосредственно на кувалде и подключенный к формирователю импульсов. В качестве последнего использовался одновибратор на КМОП таймере 555, формирующий нормированный по длительности (менее 0.2 с) импульс с крутыми фронтами. Высокая идентичность импульсов позволяет выполнить при обработке достоверную идентификацию и временную привязку зарегистрированных

отметок момента возб... (рис. 3).

Динамический диапазон ... мического канала станции ... и прецизионная система ... ной привязки позволили ... качественный материал на ... дискретизации 0,5 мс (рис. 4).

Особенности сейсмического волнового поля

Наблюдаемые сейсмические колебания характеризуются широким частотным диапазоном от 20 Гц до 200 Гц (и более). На всех полученных сейсмограммах выделяются (рис. 5) три группы волн: продольные волны $P^{УВ}$, распространяющиеся по вмещающим угольный пласт породам (в кровле или подошве угольного пласта); поперечные волны $S^{УВ}$, распространяющиеся по вмещающим угольный пласт породам (в кровле или подошве угольного пласта); каналовые волны $S^{У}$, распространяющиеся по угольному пласту (волноводу).

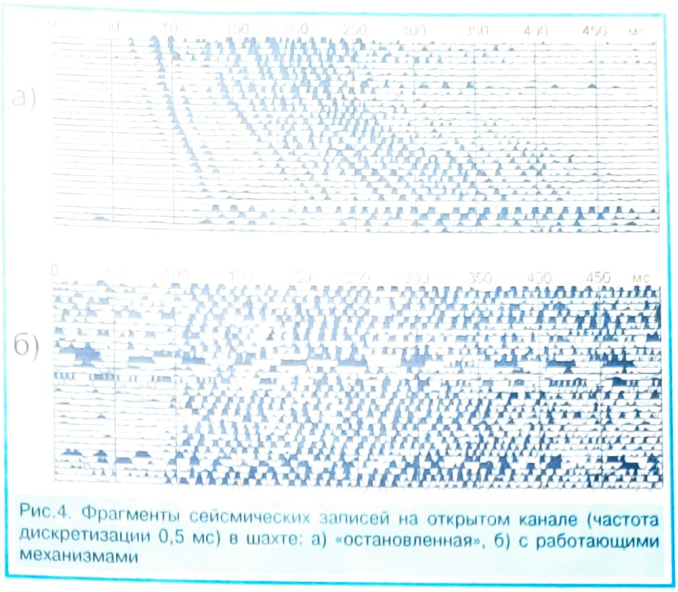


Рис.4. Фрагменты сейсмических записей на открытом канале (частота дискретизации 0,5 мс) в шахте: а) «остановленная», б) с работающими механизмами

В первых вступлениях регистрируются преломленные волны РУВ, распространяющиеся по высокоскоростным углевмещающим породам (песчаникам). При возбуждении колебаний в угольном пласте одновременно формируются две преломлённые волны. Одна из них распространяется в породах кровли угольного пласта, другая – в породах его почвы. Следовательно, в первых вступлениях может регистрироваться либо волна, распространяющаяся по породам кровли угольного пласта, либо по породам почвы. Волновой пакет поперечных преломленных волн $S^{УВ}$ также состоит из совокупности волн, распространяющихся в породах кровли и почвы пласта (рис. 5).

Угольный пласт характеризуется относительно углевмещающих пород более низкими значениями (примерно в 1,4 раза) скоростей сейсмических волн и рассматривается как волновод. При распространении сейсмических волн по волноводу формируется интерференционный протяженный цуг колебаний длительностью около 25 - 40 мс, состоящий из ряда волн. Зарегистрированная волна $S^{У}$ отличается повышенной средней частотой (120 - 170 Гц), не имеет четких первых вступлений и быстро меняет полярность по фронту распространения (рис. 5). Годограф волны $S^{У}$ может быть построен только в виде огибающей максимальной амплитуды цуга. Волна $S^{У}$ отличается повы-

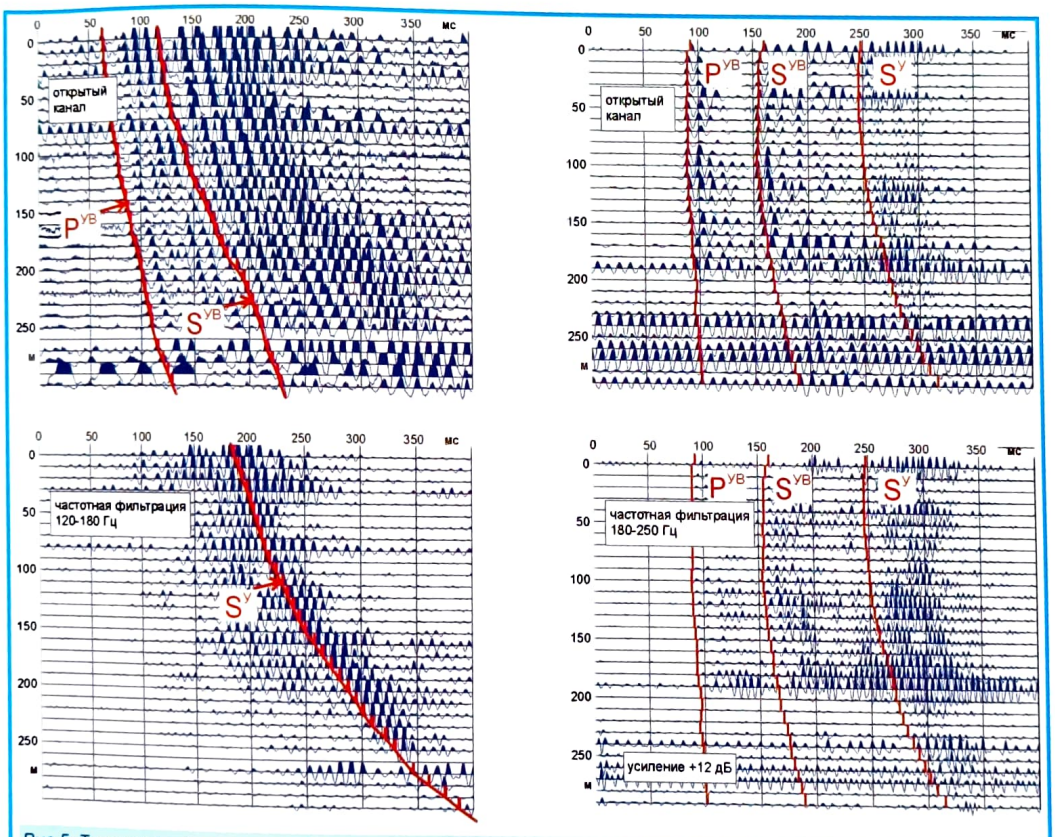


Рис.5. Типичные сейсмограммы ОТВ на открытом канале и после частотной полосовой фильтрации

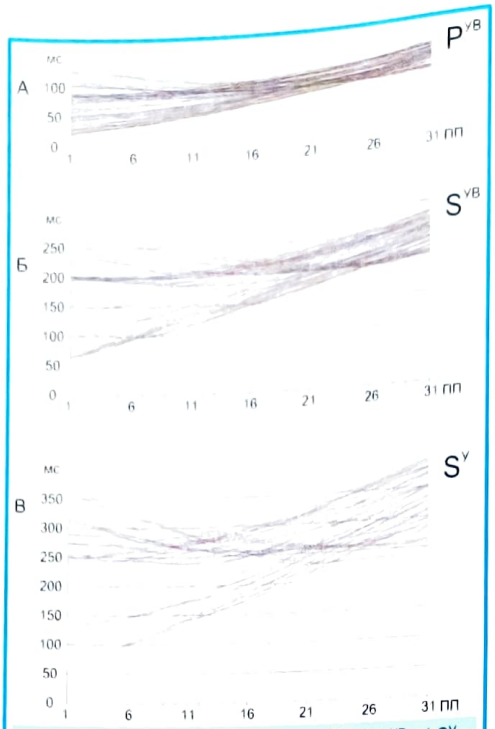


Рис.6.Системы годографов волн: а) $P^{УВ}$, б) $S^{УВ}$, в) $S^{У}$

шенной средней частоты регистрации в сравнении с частотой регистрации волн $P^{УВ}$ и $S^{УВ}$. Значения скорости распространения волны $S^{У}$ ниже значений скорости распространения объемных поперечных волн в угольном пласте. В совокупности эти свойства волны $S^{У}$ позволяют интерпретировать ее как каналовую волну волноводного типа, а определяемую по её годографам значение скорости рассматривать, как групповую скорость [1].

Методика и результаты обработки волнового поля

Методика обработки сейсмического поля проходящих волн основывается на способе лучевой томографии с использованием программы «Migratom» и включает этап прослеживания осей синфазности однотипных волн. Пикировка осей синфазности выделенных однотипных сейсмических волн выполняется с использованием программы «Seisviewer» (разработка ФГУП «СНИИГиМС») Построенные системы годографов $t_P^{УВ}$, $t_S^{УВ}$ и $t_S^{У}$ прослеженных однотипных волн $P^{УВ}$, $S^{УВ}$, $S^{У}$ (рис. 6) служат базой для двухмерного изображения поля скоростей сейсмических волн.

Сейсмотомографическая обработка на проходящих объёмных и каналовых волнах послужила основой детального восстановления особенностей строения угольного пласта и углевмещающих пород по скоростям $V_P^{УВ}$, $V_S^{УВ}$ и $V_S^{У}$ (рис. 7, 8). В поле скоростей $V_P^{УВ}$ выделены два участка: I участок характеризуется пониженными значениями скоростей ($V_P^{УВ}$ = 3,1 ÷ 3,35 км/с), II участок характеризуется повышенными значениями скоростей ($V_P^{УВ}$ = 3,35 ÷ 3,6 км/с). В поле скоростей $V_S^{УВ}$ также выделяются два участка: I участок характеризуется пониженными значениями скоростей ($V_S^{УВ}$ = 1,4 ÷ 1,65 км/с), II участок характеризуется повышенными значениями скоростей ($V_S^{УВ}$ = 1,65 ÷1,9 км/с). Различия в значениях скоростей $V_P^{УВ}$ и $V_S^{УВ}$ на участках I и II могут быть обусловлены изменением литологического состава углевмещающих пород. Повышенные значения скоростей $V_P^{УВ}$, $V_S^{УВ}$ для участка II указывают на увеличение песчанистости (плотности) углевмещающих пород на этом участке. Сейсмотомографический разрез по отношениям скоростей $V_S^{УВ}/V_P^{УВ}$ также подтверждает разделение углевмещающих пород на два участка. Их разграничительная линия фиксируется контрастной полосой повышенных значений параметра $V_S^{УВ}/V_P^{УВ}$ (0,50 – 0,54). Эта полоса может соответствовать дизъюнктивной дислокации типа сдвига или малоамплитудного сброса, либо некоторой локальной зоне напряженного состояния среды (предразломное состояние).

На сейсмотомографическом разрезе по скоростям $V_S^{У}$ значения последних находятся в диапазоне 1,1 ÷ 1,3 км/с и могут быть соотнесены со значениями групповой скорости каналовых волн, распространяющихся по угольному пласту (рис. 8). В поле значений скоростей $V_S^{У}$ уверенно выделяется высокоскоростной ($V_S^{У} \geq$ 1,25 км/с) участок, который может рассматриваться как прогнозный песчаный врез. Важно отметить, что по результатам обработки максимальное

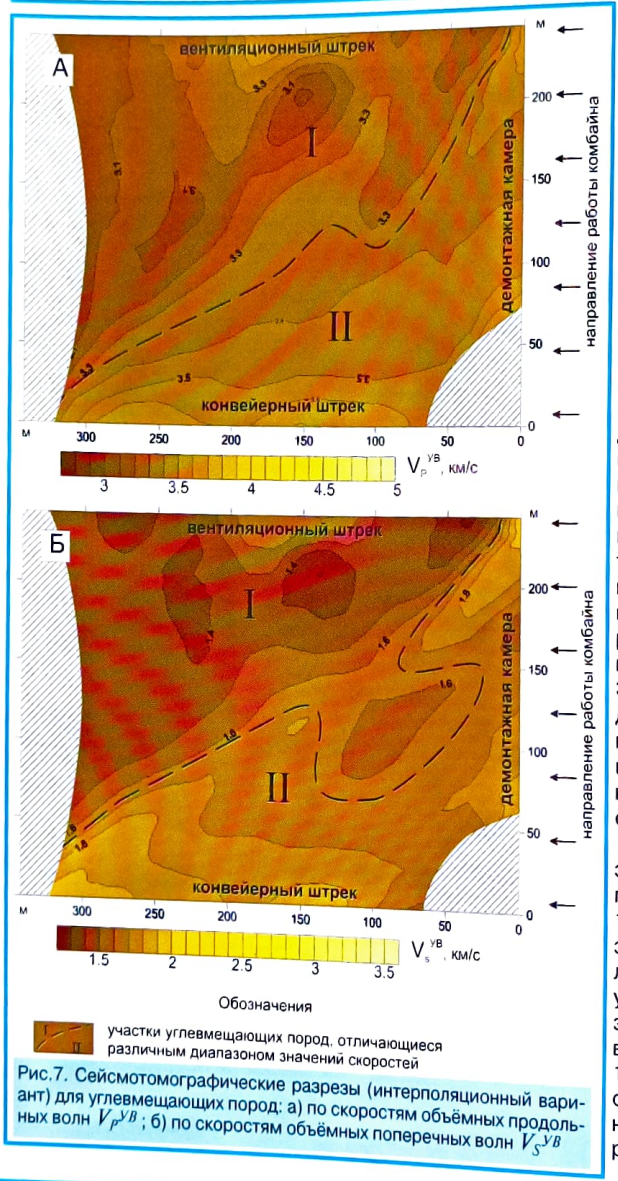


Рис.7. Сейсмотомографические разрезы (интерполяционный вариант) для углевмещающих пород: а) по скоростям объёмных продольных волн $V_P^{УВ}$; б) по скоростям объёмных поперечных волн $V_S^{УВ}$

внедрение песчаного вреза в угольный пласт не превышает 50 м от конвейерного штрека.

Выводы

Таким образом, данные работы показали, что бескабельная сейсмическая система с использованием автономных станций РОСА-А позволяет провести детальные инженерно-геофизические исследования в шахтах с минимизацией рисков по охране труда и может быть применена для мониторинга подземных и наземно-подземных объектов (сооружений) в условиях неустойчивого приёма спутниковых сигналов.

Сейсмические работы, проведенные в шахте по способу просвечивания на проходящих объёмных (продольных и поперечных) и каналовых волнах, позволили восстановить особенности скоростного строения угольного пласта и углевмещающих пород и выполнить количественную оценку их физико-механических свойств. Последующая разработка угольного пласта подтвердила результаты сейсмического прогноза по структуре песчаного массива.

Следует особо отметить необходимость обоснованного выбора параметров системы наблюдения, принимая во внимание, что при использовании способа просвечивания на проходящих волнах наиболее достоверные сведения об объекте могут быть получены при освещении объекта по его периметру и высоком отношении полезного сигнала к уровню помех.

Предлагаемый способ может способствовать улучшению технологии отработки угольных пластов, повысить безопасность угледобычи за счет опережающего прогноза механически ослабленных зон и зон повышенного метановыделения.

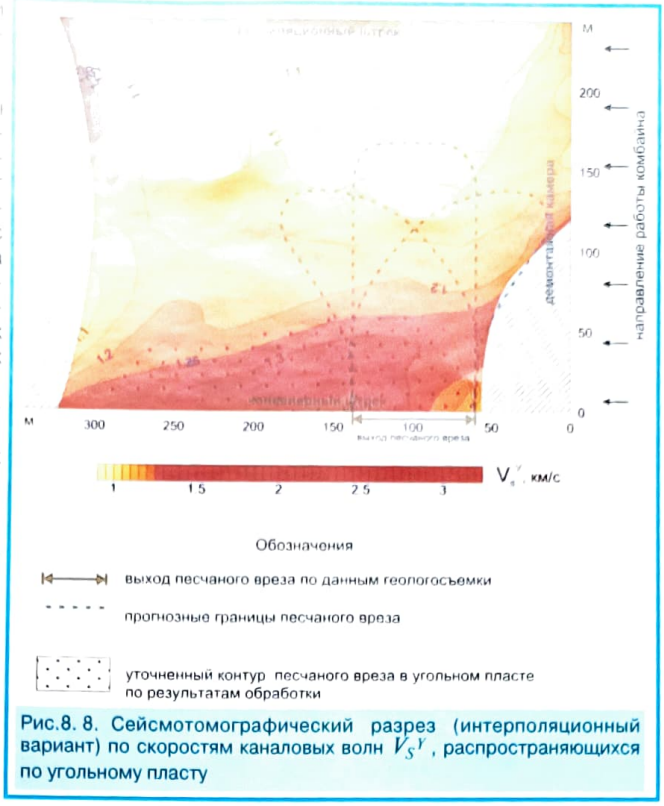


Рис.8. 8. Сейсмотомографический разрез (интерполяционный вариант) по скоростям каналовых волн V_S^Y, распространяющихся по угольному пласту

Публикации

1. Азаров Н.Я., Яковлев Д.В. Сейсмоакустический метод прогноза горно-геологических условий эксплуатации угольных месторождений. – М.: Недра. 1988.-199 с.
2. Вершинин А.В., Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Сальников А.С., Шмыков А.Н. Автономная система сбора сейсмических данных. // Патент №103937 (RU), опубликовано: 27.04.2011, Бюл. №12.
3. Канарейкин Б.А., Сагайдачная О.М., Курбатский В.Н., Дунаева К.А. [2004]. Технология сейсмотомографических исследований грунтов в околотоннельном пространстве. //Приборы и системы разведочной геофизики, №2.
4. Левшин А.Л. [1973]. Поверхностные и каналовые сейсмические волны. //М.: Наука.
5. Сагайдачная О.М., Сальников А.С., Сагайдачный А.В., Шмыков А.Н. [2008]. Бескабельная система регистрации РОСА-А – техническая основа активного и пассивного сейсмического мониторинга //5-я международная выставка «НЕДРА-2008», тезисы научно-технической конференции «Технико-технологическое обеспечение геологоразведочных работ. Проблемы и перспективы». М.: Официальный каталог ВВЦ.
6. Сагайдачная О.М., Дунаева К.А., Сальников А.С., Потапов П.В., Гриценко С.А. [2008]. Сейсмические работы по просвечиванию угольных пластов с использованием автономных станций РОСА-А //Приборы и системы разведочной геофизики, №4.
7. Сагайдачная О.М., Сальников А.С., Вершинин А.В., Сагайдачный А.В., Шмыков А.Н. [2010]. Базовые характеристики сейсмического канала для регистрации слабых сигналов (на примере автономной станции РОСА-А). //Приборы и системы разведочной геофизики, №3.
8. Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Сальников А.С., Шмыков А.Н., Щегольков А.В. Автономный регистратор сейсмических сигналов. // Патент №2331087 (RU), опубликовано: 10.08.2008 Бюл. №22.
9. Шмыков А.Н., Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Сальников А.С. Автономный регистратор сейсмических сигналов и устройство автоматической настройки и коррекции тактовой частоты автономного регистратора сейсмических сигналов. // Патент №2366981 (RU), опубликовано 10.09.2009, Бюл. №25.
10. Шмыков А.Н., Вершинин А.В., Сагайдачная О.М., Сагайдачный А.В., Сальников А.С. Устройство автономной регистрации сейсмических сигналов //Патент №90223 (RU), опубликовано 27.12.2009, Бюл. №36.
11. Sagaidachnaya O.M., Sagaidachny A.V., Salnikov A.S., Shmykov A.N., Shegolkov A.V. [2007]. A Distributed Data Recording System as a Basis for Modern Seismic Research Technologies //69th EAGE Conference & Exhibition, London, Abstracts P187
12. Sagaydachnaya O.M., Salnikov A.S., Vershnin A.V., Sagaydachny A.V., Shmykov A.N. [2010]. Seismic Channel Basic Characteristics for Weak Signal Registration by Point Group of Geophones //72th EAGE Conference & Exhibition, Barcelona, Abstracts P292.
13. Sagaydachnaya O.M. Dunaeva K.A., Kanareikin B.A., Salnikov A.S., Shmykov A.N. [2011]. Seismic Studying Method by Transmitted Wave Technique in Coal Mines //73th EAGE Conference & Exhibition, Vienna, Austria, Abstracts P182.
14. Heath B. [2010]. Weighing the role of cableless and cable-based systems in the future of land seismic acquisition //FIRST BREAK - An EAGE Publication, June 2010, v 28.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ

Сейсмическая коса

СИСТЕМЫ 428XL

это комбинация FDU и кабеля (аналог ST+



ООО «ОЙО-ГЕО Импульс Интернэшнл»

Россия, Башкортостан, г. Уфа, 450001,

ул.Кировоградская, 36

Тел.: 8-(347)-282-91-53

Факс: 8-(347)-282-73-44

E-mail: geoimp@ufanet.ru

Саморегулирование российского геофизического рынка

Лаптев В.В., ОАО НПФ Геофизика, МОО ЕАГО

Российский геофизический рынок молод (менее 20 лет) и относится к категории развивающихся с множеством неурегулированных вопросов, как на законодательном уровне, так и на уровне реального взаимодействия участников действующего рынка. Подобная ситуация является источником значительных финансовых потерь, рисков в вопросах качества услуг, безопасного ведения работ и одинаково неприемлема законопослушным и заказчикам, и подрядчикам. Опыт коллег из стран с развитыми рыночными экономиками показывает, что в создании благоприятного для бизнеса климата, установлении цивилизованных и прозрачных отношений главная роль принадлежит непосредственным участникам рынка и прежде всего тем компаниям, на долю которых приходится основной объём работ, выполняемый на данном рынке. Для наведения порядка на рынке и лоббирования интересов на государственном уровне они, несмотря на существующую между ними конкуренцию, создают и содержат ассоциации (союзы), в рамках которых обсуждаются наиболее актуальные проблемы рынка, на условиях консенсуса принимаются решения и неукоснительно исполняются всеми её членами.

В российской геофизической практике такого самоуправления рынка пока не существует. Рассмотрим возможность адаптации этого полезного зарубежного опыта к российским реалиям.

Становление рынка.

Формирование российского геофизического рынка происходило в сложный для России период перехода от плановой к рыночной экономике. В стране господствовала обстановка экономического хаоса, финансовая система находилась в глубоком кризисе, процветали бартер, неплатежи, криминалитет. Поэтому ни о каком цивилизованном, продуманном подходе к формированию рынка (в отличии от Китая) не могло быть и речи.

В результате болезненных процессов ликвидации централизованного отраслевого управления, дезинтеграции научно-производственных комплексов, акционирования и приватизации возникло большое количество крупных, средних и мелких геофизических компаний, которые вступили в острую конкурентную борьбу без правил за своё место на внутреннем рынке. Мировой рынок российские компании вынуждены были покинуть. Характерными особенностями отечественного рынка этого периода были хаос, разгул криминалитета, коррупция, низкий уровень прозрачности, отсутствие общепринятых норм и правил, регулирующих поведение и взаимоотношения участников рынка. Очевидно, что заниматься систематически этими внутренними проблемами рынка не будут ни какие-либо государственные органы, ни нефтегазовые компании. **Тогда кто должен навести порядок на рынке?**

В этот сложный для геофизики период ситуация ещё более обострилась в связи с допуском американских компаний Schlumberger, Halliburton, Baker Hughes, Weatherford на некогда недоступный им российский рынок [1]. Возникла реальная угроза поглощения ослабленных реформами российских компаний, переход под иностранный контроль геофизического рынка в целом и потеря Россией перспектив возврата на мировой геофизический рынок. **Кто должен лоббировать на государственном уровне защиту интересов отечественного производителя?**

Мировой экономический кризис 2008 г. ещё более дестабилизировал не окрепший геофизический рынок. Дело в том, что нефтегазовые компании, мотивируя падением мировых цен на нефть, вынудили геофизические компании работать при расценках ниже себестоимости услуг. Последовавший в 2009 г. возврат нефтяных цен на уровень $ 100 и более за баррель не сопровождался восстановлением докризисных цен на геофизический сервис [2]. Казалось бы, явная несправедливость в отношении одного из участников рынка, создавшая угрозу существования отечественного высокотехнологического, наукоёмкого сервиса, должна была послужить поводом для немедленного вмешательства государственного регулятора рынка. Однако ни ФАС, ни МПР с Минэнерго РФ даже не попытались что-либо предпринять для устранения очевидного сбоя, дестабилизации на рынке нефтегазового сервиса. **Кто должен был урегулировать этот болезненный вопрос с нефтегазовыми компаниями?**

Таких вопросов реальная жизнь ставит великое множество. Рассмотрим, как их решают коллеги, давно работающие в развитой рыночной экономике.

International Association of Geophysical Contractors (IAGC) [3].

Эта авторитетная международная коммерческая ассоциация объединяет более 100 геофизических компаний и фирм из всех регионов мира, работающих по заказам нефтяной и газовой промышленности. Членами IAGC являются крупнейшие мировые подрядчики, выполняющие полный спектр услуг, и индивидуальные предприниматели, специализирующиеся на отдельных видах сервиса.

Цель, ради которой объединились конкурирующие между собой компании, состоит в «оптимизации делового климата и коммерческого благополучия геофизической промышленности, развитии ответственного поведения бизнеса в профессиональной деятельности, безопасном ведении работ и экологии». В Уставе IAGC поставлена задача быть «целеустремлённой, влиятельной, и эффективной международной коммерческой ассоциацией, увеличивающей доходы членов с помощью эффективно организованной коммерческой и правительственной защиты, создания и распространения среди членов более высоких стандартов и лучших достижений в сервисе».

Ассоциация является той безопасной и популярной для бизнеса гаванью, в которой конкуренты собираются в качестве союзников по отстаиванию общих экономических интересов, для работы над решением общих проблем без нарушения антимонопольного законодательства и законов о конкуренции. Роль коммерческой ассоциации состоит в том, чтобы выступать на государственном уровне, среди нефтегазовых компаний от имени всех членов в качестве авторитетного и влиятельного представителя геофизической отрасли промышленности. Любое коммерческое заявление, исходящее от IAGC, обеспечивает определенную степень анонимности

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОНОМИКА



Таблица 1

РЕЙТИНГ СЕРВИСНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ. РОССИЯ-2010

№	СЕРВИСНЫЕ КОМПАНИИ		ВЫРУЧКА всего, млн. руб.	в т. ч. по геофизсервису: всего, млн. руб.	ГИС, млн. руб.	СЕЙС-КА, млн. руб.	ХОЛДИНГОВАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ	ВЫРУЧКА ХОЛДИНГА, млн. руб.
	крупные сервисные и компании (выручка более 1 млрд. руб.)							
1	ЗАО Геотек Холдинг		12 000	9 150	150	9000		
2	ООО ТНГ-Групп		10 000	7 500	3500	4000	ОАО Татнефть	12 000
3	ОАО ГК Интегра		23 811	7 293	600	6693		254 000
4	Schlumberger в России	Schlumberger	45 000	6 510	2430	0		23 811
		ЗАО Тюменьпромгеофизика			4080	0	Schlumberger в мире	823 200
5	ОАО Башнефтегеофизика		7 800	5 800	2200	3600		7 800
6	ООО Георесурс		6 000	5 450	5200	250	ОАО Газпром	3 597 054
7	Сургутнефтегеофизика		4 000	4 000	4000	0	ОАО Сургутнефтегаз	381 300
8	ОАО Севморнефтегеофизика		4 300	3 300	0	3300		
9	ОАО Арктикморнефтегазразведка						ОАО Зарубежнефть	31 622
10	ОАО Ноябрьскнефтегеофизика		2 500	2 500	2500	0	ОАО Газпром нефть	983 160
11	ОАО Сибнефтегеофизика		2 000	2 000	0	2 000		
12	ОАО Когалым НГФ+ООО Геофизсервис (Урай)		1 930	1930	1930	0		
13	ОАО Якутскгеофизика		1 754	1 754		1 500	ООО Геофизические Евроазиатские Ресурсы	
14	ОАО Дальморнефтегеофизика		1 700	1 700	0	1700		
15	ОАО Росгеология	Иркутскгеофизика		1 700	100	900	Федеральное агенство Роснедра, МПР РФ	41 000
		Севморгео			0	700		
16	ОАО Нижневартовскнефтегеофизика		1 350	1 350	1200	150		
17	Baker Hughes в России	Baker Atlas		1 305	510	0	Baker Hughes в мире	432 000
		Оренбургнефтегеофизика			795	0		
18	ОАО Пермнефтегеофизика		1 170	1 170	280	890		
19	ООО Нефтьсервисхолдинг		11 000	1 100	1100	0	ООО Пермская Фин.Пром.Группа ИНТЕК	23 000
20	ЗАО Римера		13 500	1 030	1030	0	ОАО Челябинский трубопрокатный завод	85 401
21	ЗАО Полярная геофизическая экспедиция		1 000	1 000	100	900	ООО Группа компаний СибНАЦ	6 000
	всего по группе			67 542	89.5%			



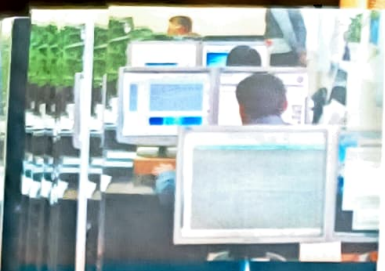
средние сервисные компании (выручка 100 - 1000 млн. руб.)							
1	ОАО Паритет	810	810	810	0		
2	ОАО Самаранефтегеофизика	682	639	412	227		
3	ООО Томскгазпромгеофизика	600	600	600	0		
4	ОАО Ставропольнефтегеофизика	540	540	40	500		
5	ОАО Коминефтегеофизика	450	450	450	0		
6	ООО Ямал Петросервис	400	400	400	0		
7	ОАО Пурнефтеотдача	350	350	210	0		
8	ОАО Саратовнефтегеофизика	337	337	87	250		
9	ОАОВолгограднефтегеофизика	330	330	80	250		
10	ООО Сибгеофизэкспедиция	320	320	320	0		
11	ООО Башвзрывтехнология	800	300	300	0		
12	ОАО Краснодарнефтегеофизика	300	300	200	100		
13	ЗАО Ямалпромгеофизика, Уренгой	280	280	280	0	Новоуренгойская бур.компания (НБР)	
14	ООО Севкавнефтегазгеофизика	275	275	115	160		
15	ООО Удмуртнефтегеофизика	260	260	110	150		
16	ООО НПФ Горизонт		220	220	0		
17	ООО Тюменская геофизическая компания	200	200	200	0		
18	ООО Геоконтроль, Самара	400	200	200	0		
19	ОАО Калининграднефтегеофизика	160	160	65	95		
20	ОАО Енисейгеофизика						
21	ЗАО Гео-технология, Саратов	150	150	150	0		
22	Weatherford в России	30 000	150	150	0	Weatherford в мире	306 662
23	ООО Петровайзер, Тверь	250	135	135	0		
	всего по группе		7406	10%			

малые сервисные компании (выручка менее 100 млн.руб.)							
1	ООО ЗТК-ВНИИГИС	100	100	100	0	ВНИИГИС	
2	ООО Горизонт (Григрьев)	90	90	90	0	ВНИИГИС	
3	ООО ИНГЕО		60	60	0		
5	ЗАО НПФ ГИТАС	70	52	52	0	ВНИИГИС	
6	ООО ИМСС Самара (ГТИ)	50	50	50	0		
7	ООО Геопласт, Урай	40	40	40	0		
8	ЗАО НТЦ Геотехнокин, Москва						
9	ООО Красгеосервис, Красноярск						
10	ЗАО Неоген, Оренбург						
11	ООО Рекомгео, Нижневартовск						
12	ООО Техгеобур, Самара						
13	ОАО Ухтанефтегазгеология, Ухта						
14	ООО НПФ Чепис, Чернушка						
15	ЗАО Нефтегеотехнология, Нижневартовск						
16	ЗАО Сибгеосервис, Жигалово, Иркутская обл.						
17	ЗАО НПП Самарские горизонты, Самара						
18	ЗАО ГК ГеоЛад, Радужный						
19							
20							
21							
всего по группе			392	0.5%			
итого		75 300		100%			

каждому отдельному члену ассоциации и придаёт ему весомость от имени всех членов. В своей деятельности IAGC дорожит репутацией своих членов и ассоциации, борется с участниками рынка, нарушающими этические правила и нормы ведения бизнеса.

Деятельность ассоциации осуществляется в комитетах, создаваемых её членами по наиболее актуальным в текущее время направлениям. Финансирование осуществляется за счёт средств от взносов компаний. Штат постоянных работников IAGC 6 человек: президент, 2 вице-президента, помощник президента и 2 офис-менеджера с неполным рабочим днём. Главная функция штата – помогать работе комитетов и реализовывать решения, принятые IAGC. Комитеты, формирунемые членами ассоциации, разрабатывают и актуализируют стандарты и руководящие документы по технике и технологии геофизических работ на суше и шельфе, по технике безопасности, качеству работ и экологии, метрологии, интерпретации, программному обеспечению и другим вопросам. Комитет по лицензированию проводит обследование на соответствие действующим стандартам ассоциации и выдаёт лицензию IAGC только тем из них, кто отвечает всем требованиям, установленным для членов ассоциации.

Специальный комитет занимается вопросами взаимодействия с нефтегазовыми компаниями и органами государственной власти. Ассоциация гарантирует нефтегазовым компаниям высокое качество, экологическую безупречность и безопасность геофизических работ, выполняемых её членами. Для этого в ряде случаев создаётся страховой фонд, позволяющий компенсировать



заказчику материальный ущерб, возникший по вине подрядчика. Ассоциация обеспечивает своим членам юридическую защиту и поддержку в коммерческих спорах с заказчиками, надзорными государственными органами, а также в урегулировании конфликтных ситуаций между членами IAGC. Всё это позволяет IAGC высоко держать планку качества и эффективности работ и обеспечивает её членам весомые экономические преимущества по сравнению с другими участниками рынка.

Так без вмешательства государства эффективно действует на развитых рынках механизм саморегулирования.

Саморегулирование российского геофизического рынка.

В российском законодательстве подобные вопросы регулируются Федеральным законом № 315-ФЗ "О саморегулируемых организациях". В соответствии с ним в России может быть создана по аналогии с IAGC «Ассоциация геофизических подрядчиков России». В качестве учредителей ассоциации могут выступить ведущие сервисные компании, лидирующие в отрасли по оснащению, технологическим возможностям, уровню качества и безопасности работ, пользующиеся на рынке заслуженным авторитетом и уважением как среди заказчиков, так и подрядчиков. Учредители наряду с Уставом ассоциации разрабатывают и принимают корпоративные требования и стандарты, которым должны соответствовать все члены создаваемого сообщества.

В качестве потенциальных членов ассоциации могут рассматриваться геофизические компании, согласные с Уставом и соответствующие по технико-технологическим показателям, качеству и безопасности работ, рыночной репутации и другим данным корпоративным требованиям, действующим в ассоциации. Каждый кандидат в члены предоставляет ассоциации необходимую информацию и обследуется независимыми экспертами. В случае не соответствия каким-то требованиям кандидату предоставляется время для устранения недостатков. Решение о приёме принимается всеми членами ассоциации. Тщательный отбор и безупречная последующая деятельность необходимы для создания благоприятного имиджа ассоциации как среди нефтегазовых компаний, так и в органах государственной власти.

Представление о возможных учредителях и членах саморегулируемой организации можно получить из приведенного в таблице 1 рейтинга участников российского рынка геофизического сервиса. В основу рейтинга положена суммарная выручка компаний в 2010 г. по сейсморазведке и скважинным геофизическим исследованиям. По объёму выручки образовано 3 группы компаний: с объёмом более 1 млрд. руб., от 100 млн. руб. до 1 млрд. руб. и менее 100 млн. руб. В состав группы с выручкой более 1 млрд. руб. вошла 21 компания. На их долю приходится 89,5% общего объёма геофизических работ в России. Очевидно, что наиболее значимые компании этой группы могут выступить учредителями ассоциации. Группа среднего сервиса с годовой выручкой от 100 млн. руб. до 1 млрд. руб. представлена 23 компаниями с общей 10% долей на рынке. В группу малого сервиса входит большое число небольших компаний и частных предпринимателей, на долю которых в целом приходится примерно 0.5% рынка геофизических услуг. Членами ассоциации могут стать компании из всех групп, если они согласны с Уставом и соответствуют действующим требования и стандартам сообщества.

Инструментами внутренней саморегуляц российского геофизического рынка, позволя щими ускорить перевод его от стихийного цивилизованному способу функционирован могут являться:

- Корпоративные стандарты, методическ руководства, инструкции и другая нормати ная документация, регламентирующие выс кий технический уровень, качество и бе опасность геофизических работ;
- систематический анализ, мониторинг рын рейтинг участников рынка;
- систематический анализ и мониторинг те дерных сессий;
- совместные процедуры участников рынка регулированию ценовой политики и разреш нию спорных вопросов.

Эффект от применения этих инструмент может быть достигнут лишь в случае, когда о будут признаны основными участниками рын а критерии оценки успешности бизнеса, ка ства получаемой геофизической информац безопасности выполнения работ будут одина выми для всех игроков. Честный анализ и мо торинг рынка должен выполняться на регулярн основе объективной, независимой и авторит ной организацией. При этом результаты исс дования рынка должны регулярно публиковат и быть максимально доступны всем участник рынка. Это позволит минимизировать ри конечных потребителей от заключения дого ров с недобросовестными подрядчиками, получения некачественной продукции и потерь, связанных с авариями, осложнениям несчастными случаями при работе с плохо ос щёнными компаниями, не располагающими к лифицированным персоналом.

В настоящее время в России действуют о дующие профессиональные геофизичес общества: Евро-Азиатское геофизичес общество (ЕАГО), Ассоциация по геофизичес исследованиям скважин (АИС) и Ядерно-Гео зическое Общество (ЯГО). Их деятельно носит в основном просветительский харак (конференции, выставки, поддержка образо ния и ветеранов, издание журналов, книг). Ю дическая основа этих обществ различная. ЕА ЯГО объединяет профессионалов в области г физики и смежных дисциплин в качестве фи ческих лиц. АИС является объединением юри ческих лиц. В его состав входят компании, с занные с исследованием нефтегазовых скваж Ни одно из этих обществ вопросами регулиро ния геофизического рынка не занимается.

Создавать ли Ассоциацию геофизичес подрядчиков России на базе существую обществ или в дополнение к ним предстои ближайшее время решать участникам ры совместно с ЕАГО и АИС. Ситуация на рынке с час такова, что промедление в решении воп сов саморегулирования наносит значитель ущерб экономике всех представленных на геофизических компаний.

Литература

1. Лаптев В.В. Будет ли российский нефтега вый сервис интегрирован? // Время колтюб га, 2011. № 4-5(037). С. 22 – 30.
2. Лаптев В.В. Проблемы рынка: отноше недропользователь – геофизический серв // Недропользование XXI век, 2011. № 1. С – 60.
3. сайт www.iagc.

Бескабельная телеметрическая сейсморегистрирующая система

SCOUT

Встроенный датчик Холла для управления питанием

Энергонезависимая Flash память до 32Gb

Ethernet

Высокоскоростной порт Ethernet

Wi Fi

Встроенный Wi-Fi модуль для беспроводной передачи данных

GPS

Система GPS (высокоточная синхронизация по времени и определение координат)



Гибкая система расписания работ

Прочный герметичный корпус

Встроенная аккумуляторная батарея. До 250 часов непрерывной работы

Разъем для подключения геофонов

НЕТ КАБЕЛЕЙ - НЕТ ПРОБЛЕМ!

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Россия, 410019, г.Саратов, ул. Крайняя, 129 , тел.: (8452) 570-500; 69-25-37, факс: (8452) 27-21-01; 64-14-52

skbsp@skbsp.ru | **www.skbsp.ru**

Вычислительный центр будущего уже реален!

Горбачев С.В., Носов А.Н., Нечаев А.Н., Елистратов А.В., ООО «ЛАРГЕО», г. Москва

Как независимая Российская компания ЛАРГЕО была образована в 2004 году на базе отдела обработки Лаборатории Региональной Геодинамики (LARGE Ltd), и за короткое время стала одним из лидеров Российского сервисного рынка по обработке сейсмических данных. С самого начала было ясно, что без мощного вычислительного центра, способного обрабатывать как наземные, так и особенно морские проекты, удержаться на рынке геофизических услуг будет очень сложно. Поэтому основной целью компании было не простое существование и выживание, а желание динамично развиваться. Видя мировые тенденции развития геофизики: увеличение объемов сейсморазведочных работ, повышение плотности данных, усложнение графов обработки сейсмических данных, стало понятно, что без мощного и современного ВЦ не обойтись. Для создания хорошего ВЦ нужны не только большие инвестиции в само оборудование, но нужен еще и хороший программный продукт, с возможностью адаптации под специфику оборудования.

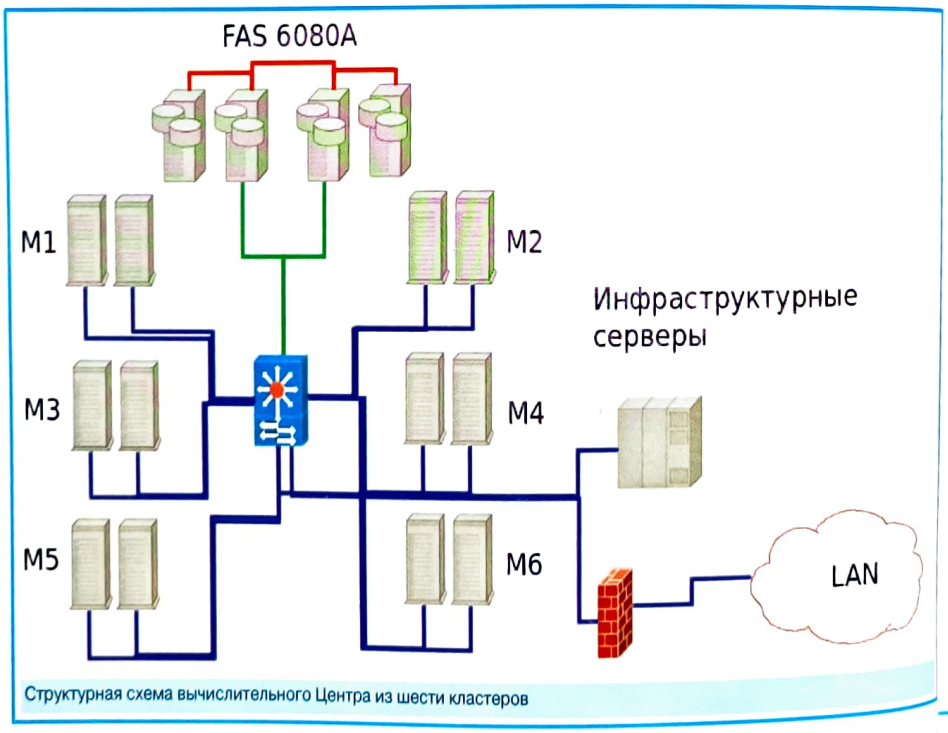


Подписание соглашения о создании Центр обработки сейсмических данных ЛАРГЕО-ION/GXT (Генеральный директор ЛАРГЕО – Елистратов Андрей Владимирович, Вице-Президент ION по России и СНГ – Жан Жанюрар и Президент ION/GXT – Боб Пиблер)

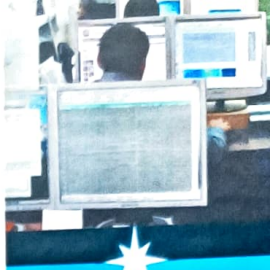
Для реализации такого проекта был необходим сильный партнер, который мог, как поделится опытом создания больших вычислительных ресурсов, так и предоставить качественный программный продукт, отвечающий мировым требованиям в обработке. Такой партнер нашелся, им оказался признанный лидер на рынке геофизических технологий и услуг компания ION Geophysical Corporation. В состав компании ION входит подразделение GX Technology (GXT), являющееся ведущим поставщиком геофизических услуг и технологий для всей нефтегазовой отрасли. Особенностью этого подразделения является решение задач по созданию и совершенствованию передовых подходов к обработке сейсмических данных, построению временных и глубинных изображений среды.

В 2008 году был заключен технологический Альянс межу двумя компаниями и создан Московский Центр обработки сейсмических данных ЛАРГЕО-ION/GXT объединяющий технологи GXT Imaging Solutions, знание Российского рынка и обширный опыт компании ЛАРГЕО.

Создание мощного вычислительного Центра такового уровня, дало возможность не просто увеличить вычислительные мощности и получить самый передовой программный продукт, но и поднять на новый, более высокий уровень, выполнения работ, что повысило конкурентоспособность компании на Российском и международном рынках.



Структурная схема вычислительного Центра из шести кластеров



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
СТРУКТУРА И ЗАДАЧИ ГВЦ

Открытие нового Центра и использование самых передовых мировых технологий в области обработки и построения сейсмических изображений стало важной вехой на пути глобального развития всего Российского сервиса геофизических услуг. Это позволило ввести в стандарты работ (выполнения проектов) многие эффективные процедуры ранее не применяемые из-за нехватки мощностей и отсутствия реализованных алгоритмов.

В связи со стремительным техническим ростом, создание мощного ВЦ не является такой уж сложной задачей и использование вычислительных кластеров не является чем-то необычным, но вопрос заключается в эффективности использования оборудования: систем расчета, передачи и хранения данных. В настоящий момент любой серьезный игрок на рынке обработки геофизических данных имеет вычислительный кластер, а то и не один.

При создании нашего ВЦ особое внимание было уделено специфике данных и технологическим цепочкам обработки, чтобы оптимально выполнялась нагрузка на используемое оборудование. Специфика обработки геофизических данных заключается как в типах наборов данных (сейсмических трасс), так и в задачах, что с этими данными делать. С точки зрения вычислительных средств, процессы обработки можно разделить по различным видам: чтение и запись данных; использование подборок и их трансформации; сортировку, миграционные преобразования и др. В зависимости от вида задачи происходит различная загрузка оборудования и, зная это, необходимо, иметь оптимальную конфигурацию оборудования, отвечающую ставящимся задачам. Схема нашего вычислительного центра выглядит следующим образом:

От эффективности загрузки оборудования зависит скорость расчетов и, как результат, рентабельность его использования, то есть выявление «узких» вычислительных мест системы и их устранение (оптимизация), является очень важной задачей для повышения эффективности работы ВЦ. Особое внимание занимают системы хранения информации, так как на них происходит очень большая нагрузка при чтении и записи. Это заметно при работе с большими массивами данных.

В процессе работы надо не забывать и про вторую составляющую производительности ВЦ – программное обеспечение. Требования рынка геофизических услуг постоянно растут. Когда-то считалось применение временной или глубинной миграцией до суммирования чем-то невообразимым. Теперь же эти процедуры стоят как базисные во всех графах обработки. Увеличение мощностей ВЦ позволило реализовать алгоритмы, применение которых до этого было невозможно, так как расчет задач занимал колоссальное время, или требовал гигантских мощностей. Среди таких алгоритмов можно отметить: 3D SRME, 5D регуляризация, сеточная томография с высоким разрешением, миграция методом волновых уравнений (WEM), миграция методом обратных времен (RTM) и конечно же анизотропная миграция для VTI, TTI и HTI сред и другие алгоритмы. Программисты компании GXT находятся в постоянной работе как над созданием и реализацией передовых программ, так и над оптимизацией алгоритмов под вычислительные ресурсы. Подобная тесная работа позволяет интегрировать современные алгоритмы в структуру каждого отдельного вычислительного центра, повысив тем самым эффективность расчетов.

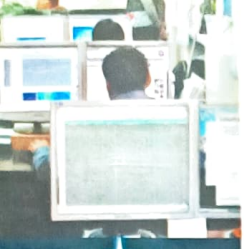
Третьей, не менее значимой составляющей, а даже более важной, являются специалисты, от профессионализма которых зависит выполнение проектов. Ключевой персонал компании был сформирован из сотрудников LARGE Ltd. Их профессионализм и четкая, слаженная работа является залогом успеха компании и во многом определившим ее дальнейшее развитие. С ростом компании расширился и кадровый состав. К нам пришло много новых сотрудников, как молодых, так и уже опытных специалистов, за плечами которых множество успешно выполненных проектов в различных регионах России и мира. Альянс с ION/GXT открыл не только доступ к ресурсной базе, но и возможность обучения наших специалистов в обрабатывающих центрах GXT. Это позволило быстрее адаптироваться, узнать особенности и понять идеологию современной мировой обработки, создавая сильную команду специалистов. Немаловажен и тот момент, что специалисты GXT, находящиеся в других офисах, всегда готовы придти на помощь при решении сложных задач, поделится опытом и знаниями. Тесное взаимодействие специалистов по всему миру повышает эффективность выполнения проектов.

ЛАРГЕО, как активно развивающаяся компания, заинтересована в привлечении квалифицированных и энергичных специалистов, в том числе выпускников вузов, и в воспитании своих собственных кадров. Мы понимаем, что без преемственности поколений и передачи знаний развитие Российской геофизики невозможно. Мы поддерживаем тесные связи со многими университетами и институтами страны, принимая студентов на практику, а если они себя хорошо зарекомендуют, то и на работу, давая возможность учиться и работать одновременно.

На сегодняшний день Московский Центр обработки данных ЛАРГЕО-ION/GXT является самым мощным обрабатывающим центром в России. Сейчас в нашем распоряжении находятся шесть кластеров с суммарным количеством ядер около 3000, при общем объеме оперативной памяти 5,74 Tb, что позволяет выполнять одновременный расчет данных большого объема. Для ускорения чтения и записи данных, мы используем два высокоскоростных дисковых массива хранения данных общим объемом более 250 Tb. Характерным показателем мощности вычислительного Центра является его пиковая производительность – количество единичных операций в секунду, у нас этот показатель – 9856 GFlops.

Мы не стоим на месте, у нас уже продуманна программа поэтапной модернизации ВЦ. Ближайшие месяцы мы планируем нарастить как вычислительные мощности, так и дисковые массивы хранения данных. По нашим планам мощность ВЦ за пару лет должна дойти до 7000 ядер, при объеме дискового пространства в 600 и более Tb.

Процесс обработки данных во многом зависит от объема данных, пожеланий заказчика (специфики графа обработки, времени отводимого на проект) и сложности региона работ. Преимущества нашего центра заключается в том, что мы можем выполнять одновременную обработку большого объема данных. Но тут важно отметить несколько вещей. Во-первых, как и в каком объеме поступают данные, если это проекты объемом по 1000 кв.км. поступаю-







Оборудование вычислительного центра

Первый ВЦ компании ЛАРГЕО располагался в специальном помещении, площадью 18 м². С увеличением мощности и количества оборудования необходимо было увеличивать и площади. На текущий момент площадь вычислительного центра помещений, на которых располагаются кластера, дисковые хранилища данных, ленточные устройства и другое вспомогательное оборудование составляет более 130 м².

История развития и плавны на будущее вычислительного Центра ЛАРГЕО-ION/GXT

Год	Оборудование и обновления
2004	Sun Fire 6800 - 16 cpu SPARC, 32Gb RAM
2005	Добавили два 4-х процессорные и шесть 2-х процессорных машин на Intel Itanium2 процессорах
2006-2007	Добавили SGI Altix 350 - 8CPU Intel Itanium2 и SGI Altix 330 - 16 CPU Intel Itanium2
2008 - Альянс с ION/GXT	Появились первые два кластера M1 и M2, суммарный объем 560 CPU core. Суммарное дисковое пространство перешагнуло 50 Tb.
2009	Добавили кластеры M3 и M4 - это еще 1120 CPU core. Увеличили дисковое пространство на 50Tb.
2010	Добавили кластеры M5 и M6 + 1120 CPU core. Суммарный объем дискового пространства увеличился более чем на 150 Tb.
На сегодняшний момент мощность ВЦ составляет около 3000 CPU. Объем дисковой памяти более - 250 Tb, пиковая производительность – 9856 GFlops. Плюс Altix 350 и Altix 330 - используемые для вспомогательных операций.	
Планы на 2012	Увеличение количества процессоров до 4000, Увеличение дискового пространства до 400 Tb.
Планы на 2013-2014	Увеличение количества процессоров до 7000, Увеличение дискового пространства до 600 Tb.

щие постепенно, и выполняемые по оттестированному графу обработке, то такие проекты выполняются достаточно быстро. Средний срок выполнения у нас таких проектов – 2-3 месяца. Если же район работ неизвестен и необходимо выполнять много тестирования, иногда даже по всему объему, тогда время реализации проекта может измеряться 4-6 месяцами. Если же необходимо обработать площадь около 4000 - 5000 кв.км., то для таких объектов необходимы именно те мощности, которые мы и имеем. В среднем срок выполнения таких проектов от 7 до 14 месяцев, опять же в зависимости от гра обработки, объемов тестирования и геолог района. Наш центр в «спокойном режиме» имеющимся на сегодняшний день оборудова ем, за год может обрабатывать около 800 12000 кв.км. Это достигается как мощны вычислительными ресурсами, так и оптими рованностью программных продуктов к обо дованию.

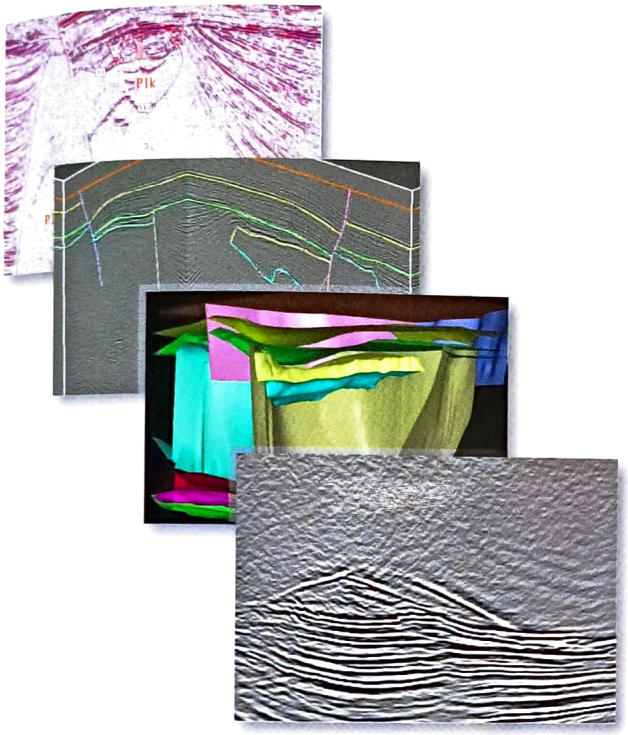
Для наземных работ такие объемы е достаточно редки, но для морских проектов встречается часто. Сейчас происходит актив развитие шельфовых территорий России. К дый год осуществляется отстрел несколь больших участков. Мы выполнили и выполня ряд крупных проектов по Черному, Охотск морям и другим территориям.

Может показаться, что такие мощно нужны только для больших морских проектов это не так. Как мы уже говорили, алгорит обработки постоянно совершенствуются усложняются, при этом возрастают и треб ния к ресурсам. Поэтому мы совместно с активно внедряем усовершенствованные те логии обработки данных, позволяющие б качественно проводить подавление по выполнять миграцию в сложных геологиче условиях, а также оценивать анизотропи предсказывать трещиноватость. Выполня расчетов на крупном ВЦ позволяет выпол сложные задачи в меньшие сроки с сохран ем высокого качества обработки данных.

Хотелось бы отметить, что заграницей много ВЦ обладающих достаточно больш мощностями, но вывоз геолого-геофизиче информации за пределы России запре поэтому создание нашего вычислитель Центра явилось закономерностью разв рынка. Для нас важно, что бы наши Заказ получали качественные услуги, в соответст мировыми стандартами по обработке да поэтому мы находимся в постоянном разв как с точки зрения мощностей Центра, та расширением программных средств.

СЕЙСМИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОКАЖЕТ ВСЁ!

Технологии GX Technology + Знание региональной специфики ЛАРГЕО = Великолепное качество сейсмических изображений



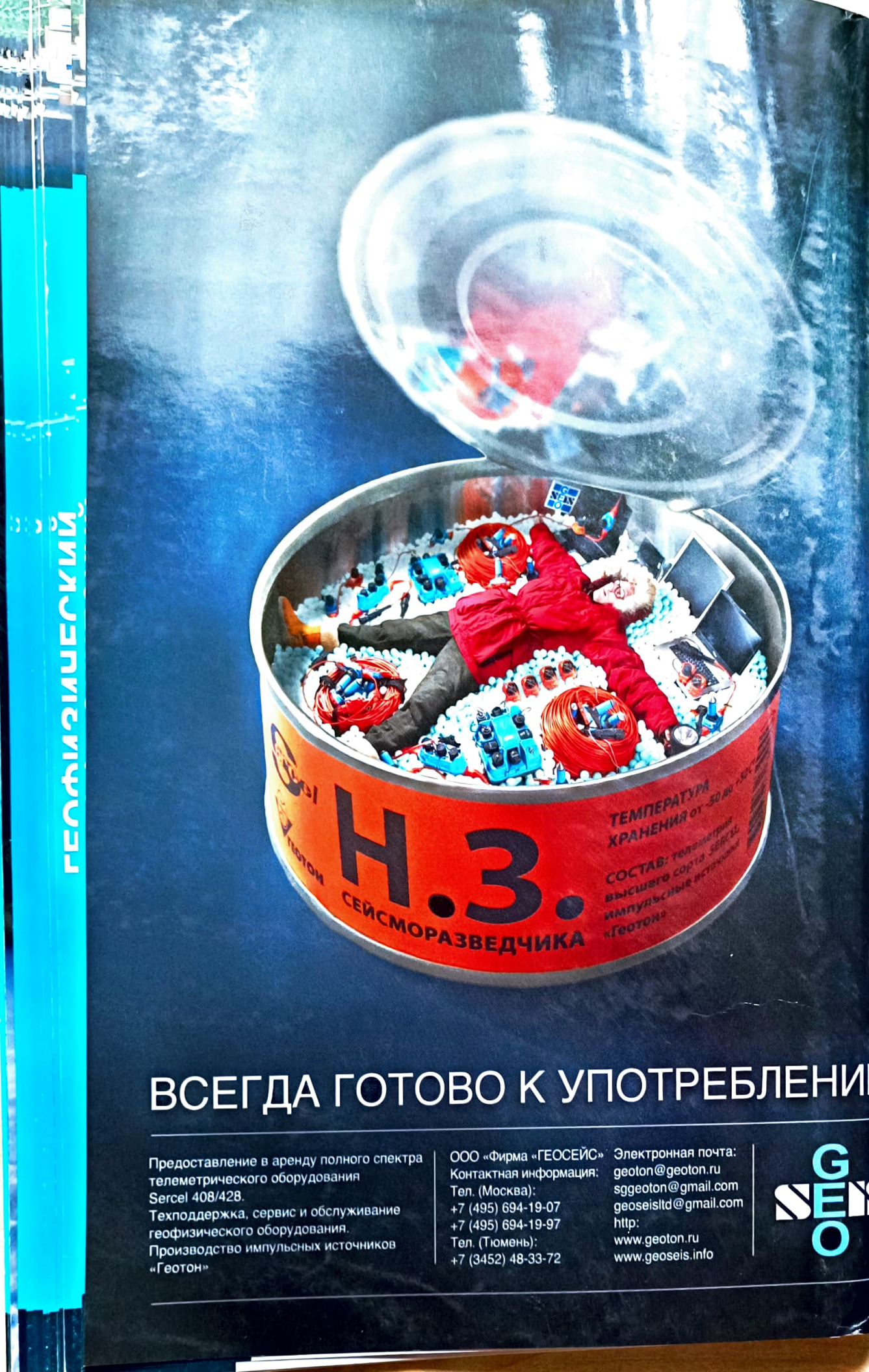
- Обработка данных
- Коррекция статики
- Азимутальный анализ скоростей
- Регуляризация данных
- Построение глубинно–скоростной модели
- Глубинная миграция до суммирования(PreSDM)
- Полноволновая обработка
- Широкоазимутальная съемка

Расположенный в Москве Центр обработки сейсмических данных альянса ЛАРГЕО – ION/GXT объединяет в себе мощь технологий подразделения GX Technology компании ION с глубокими знаниями российского рынка и региональной геологической специфики ЛАРГЕО. Результат – высочайшее качество услуг по обработке сейсмических данных для российских и международных нефтяных компаний.

Узнайте больше на iongeo.com/Russia

LARGEO + ion GX TECHNOLOGY

Российская Федерация, 127083, г.Москва, ул.8 Марта. 10, стр.3, корп. Б1 – 2, тел.: +7 (499) 406 – 0030 факс: +7 (499) 406 – 0029



ВСЕГДА ГОТОВО К УПОТРЕБЛЕНИ

Предоставление в аренду полного спектра телеметрического оборудования Sercel 408/428.
Техподдержка, сервис и обслуживание геофизического оборудования.
Производство импульсных источников «Геотон»

ООО «Фирма «ГЕОСЕЙС»
Контактная информация:
Тел. (Москва):
+7 (495) 694-19-07
+7 (495) 694-19-97
Тел. (Тюмень):
+7 (3452) 48-33-72

Электронная почта:
geoton@geoton.ru
sggeoton@gmail.com
geoseisltd@gmail.com
http:
www.geoton.ru
www.geoseis.info