

ISSN 2074-8906

ПРИБОРЫ и СИСТЕМЫ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ САРАТОВСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ ЕВРО-АЗИАТСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

АПРЕЛЬ-ИЮНЬ

02/2012

ТЕМА НОМЕРА:

ГАЛЕРЕЯ НОВИНОК



ТАКЖЕ В НОМЕРЕ:

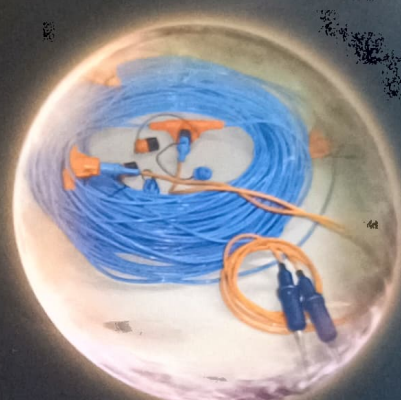
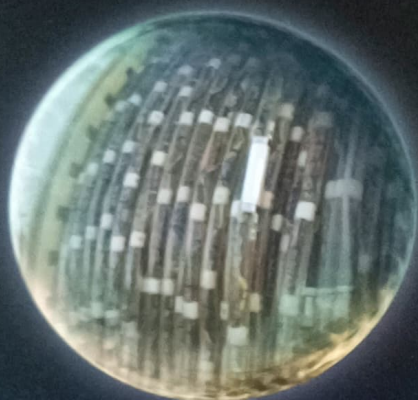
Российское высшее геофизическое образование. Как изменить его качество?
Перечень статей опубликованных в журнале "Приборы и системы
разведочной геофизики" в 2011 году



XZone®
Bottom Fish

XZone®
Marsh Line

XZone®
Fly Lander



СИ Технолоджи

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

353477 Россия, Краснодарский край
г. Геленджик, ул. Ручейная
т.: (86141) 26615, ф.: (86141) 26616
office@intromarin.ru, www.intromarin.ru

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

Нам 10 лет!

П. А. Турлов

● Тема номера: «Галерея новинок»

ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

- Геологическая эффективность структурно-формационной интерпретации и её контроль на примере «рифового направления» ГРП. Часть 2.
Феокистов А. В., Феокистов В. А. 5

- Заказчик-Подрядчик, кто кого!
Власов С. С. 13

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- Комплекс оборудования для ВСП - совместное предложение ЗАО «ГЕОСВИП» и фирмы VINCI TECHNOLOGIES
Алелюхин Н. П. 16

- Галерея новинок от ЗАО «ГЕОСВИП»
Алелюхин Н. Г., Шевчук Л. Е. 20

- Галерея новинок от ООО «СиТехнолджи»
Запорожец Б. В., Крутов А. Л. 22

- Применение новейших технологий сейсморазведочных работ на мелководье и в транзитных зонах объективно обеспечивают лидерство компании «ПГС-Хазар» на российском рынке геофизических услуг
Жгенти С. А. 23

- О возможностях метода сейсмической локации бокового обзора с синтезированной апертурной антенны
Шайдуров Г. Я., Кудинов Д. С., Панько С. П., Копылов М. А. 27

- Основные преимущества сейсмической телеметрической системы «ТЕЛСС-3» при малоглубинных исследованиях
Федотов С. А., Федотов А. С. 30

- Система аккумуляторного электропитания импульсных невзрывных сейсмических источников «Енисей»
Воронцов Ю. С., Кузьмин Д. С., Фомин А. Н., Шайдуров Г. Я., Детков В. А., Копылов М. А. 35

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Технология уточнения глубинно-скоростной модели неоднородной земной среды и получение высоко-разрешенного изображения по сейсмическим данным с применением суперкомпьютера «Ломоносов».
Адамович О. Б., Жуков А. П., Гогоненков Г. Н., Плешкевич А. Л. 37

- Опытные работы по испытаниям полевых бескабельных систем GSR (GEOSPACE) и UNITE (Sercel)
Гафаров Р. М. 46

ГИС

- Контроль структуры подземных резервуаров методом ультразвуковой локации
Зозуля Е. Н., Селезнев Д. В., Божедомов В. Г., Сотников В. Н. 56

ОБРАЗОВАНИЕ

- Российское высшее геофизическое образование. Как измерить его качество?
Крылатков С. М., Бондарев В. И. 61

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- Список статей, опубликованных в журнале «ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ» в 2011 г. 69



СОДЕРЖАНИЕ

«Приборы и системы разведочной геофизики»
Общероссийский научно-технический ежеквартальный журнал
Издаётся 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.

Менеджер Матвеев С. А.
8(987) 822-68-37

Верстка Коваленко Б. 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 19.05.12 г.
Дата выпуска: 30.05.12 г.
Заказ № 030904

Издание зарегистрировано
в Министерстве РФ по
делам печати, телекоммуникации
и средств массовой информации
за номером ПИ № 77-7906 от
27.04.2001 г.

От редколлегии
Ответственность за подбор
и изложение фактов в
статьях несут авторы. Ред-
коллегия может опублико-
вать статьи, не разделяя
точки зрения авторов.

© П. А. Турлов, составле-
ние, 2012

© ООО «ИнформГеофиз-
Сервис», оформление,
2012

Нам 10 лет!

Турлов П.А., СРО МОО ЕАГО, г.Саратов

Итак, сегодня Вы взяли в руки юбилейный номер нашего журнала «Приборы и системы разведочной геофизики». Не хочется проводить дежурную юбилейную презентацию журнала и говорить дежурные слова, но согласитесь, событие все-таки неординарное.

Для чего нужны технические журналы в нашей отрасли – в геофизике?

Журналы это центр сбора и распространения информации. Журналы создают информационную инфраструктуру, которая совершенно необходима для существования и развития отрасли. Чем более развита отрасль, тем больше в ней изданий – это проверенный факт. Поэтому с этой точки зрения необходимость издания журнала сомнения не вызывает. Но это лишь один аспект, связанный с изданием журнала. Не менее важно то, что журнал – это пространство коммуникаций, контактов.

В журнале можно выделить три информационные компоненты: статьи авторов, в которых излагаются новые решения технических задач, дается анализ состояния той или иной области отрасли или сегмента геофизического рынка; новости, отражающие события в отрасли, выставки, конференции, структурные изменения; реклама производителей и поставщиков оборудования и сопутствующей продукции. Эта компоненты не могут существовать независимо: смотреть только рекламу без статей не очень интересно, а существовать журналу без рекламы и вовсе невозможно. Поэтому стремление и умение стать «местом сбора» авторов, читателей, рекламодателей для журнала жизненно важно. И тот факт, что мы отмечаем сегодня 10-ти летний юбилей нашего журнала, убедительно свидетельствует о том, что журнал стал этим «местом сбора» и представляет интерес для каждого из представителей выше названной «триады».

Все эти 10 лет мы старались четко следовать тематической направленности выпусков, поскольку это позволяет сориентировать авторов и читателей по интересам и помогает производителям правильно акцентировать рекламируемую продукцию. Вместе с тем, журнал – это живой организм. И все события в нашей повседневной жизни – политические, экономические, культурные и т.д., так или иначе, оказывают на него влияние. Так что к следующему юбилею журнал, несомненно, претерпит изменения. А вот какие изменения – покажет время. Но какими бы эти изменения ни были, одно можно сказать с уверенностью – во главу угла будут поставлены Ваши интересы, дорогие наши читатели!

Редакция желает всем Вам успехов в Вашей деятельности, новых свершений, реализации задуманных планов. Пусть сопутствует Вам счастье, удача и здоровье и пусть у Вас всегда будет отличное настроение! Будем надеяться, что журнал «Приборы и системы разведочной геофизики» сможет помочь Вам в этом.

С уважением,
главный редактор журнала



П.А. Турлов

НАШИ
ПАРТНЕРЫ



ООО "ТЕОСИГНАЛ"



ООО "Специальные геофизические системы"

Феокистов А.В., Феокистов В. А., г. Саратов

чему препятствует «человеческий фактор». Чрезвычайно высокая специализация в геофизике и геологии стала фактически тормозом в объективном познании недр, а взаимная невосприимчивость смежных специалистов - основным источником большинства ошибок [1].

Для преодоления не востребо­ванности смежных специалистов и повышения геологической эффектив­ности структурно-формационной интерпретации (СФИ) в России созданы новые отраслевые стандарты 21 века [2-9], которые зачастую не выполняются. К чему приводит невыполнение этих стандартов мы хотим показать на конкретном примере «рифового направ­ления ГРП», как наиболее эффективно­го с позиций геологии Нижнего Поволжья. Обоснование выбора Илов­линско-Белогорского участка недр

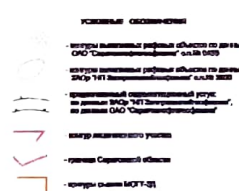


Рис. 1. Результаты поисков объектов типа «риф» на Иловлинско-Белогорском участке на 30.09.2002

ГАЛЕРЕЯ НОВИНОК ГЕОЛОГОРАЗВЕДЧОЧНЫЕ РАБОТЫ

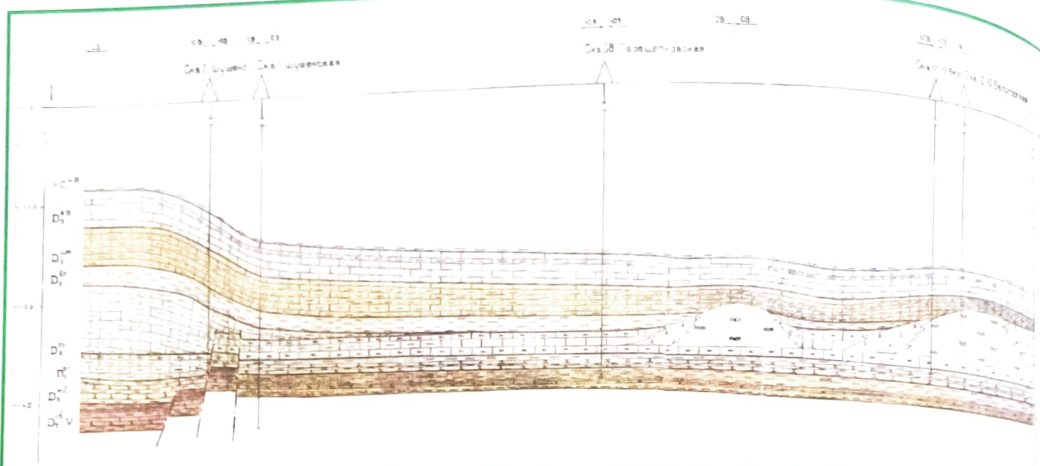


Рис. 2. Геологический профиль ОАО «Саратовнефтегеофизика» через внутрибассейновый Южно-Каменский и барьерный Южно-Белогорский рифовые объекты.

было дано в предыдущем номере журнала.

Официальные сроки действия поисковой лицензии на Иловлинско-Белогорском участке недр: с 30.09.1997 по 30.09.2002. На Южно-Белогорском участке работы были начаты раньше. С 1993 по 2000 год поиски рифовых объектов Белокаменного типа проводились силами ОАО «Саратовнефтегеофизика» (открыватель Белогорского, Лимано-Грачевского и Белокаменного рифовых объектов). Использовалась проверенная сейсморазведка МОГТ-2Д в комплексе с гравиразведкой масштаба 1:25000, электроразведкой ВЭЗ-ВП и ЗСМП по еденичным профилям через выявленные объекты совместно с тематическими обобщениями по «рифовому направлению». В результате работ были уточнены контуры седиментационного уступа девонского палеошельфа, подготовлены под бурение Южно-Белогорский, Вишневский, Западно-Иловлинский, Южно-Каменский объекты и выявлено ещё 12 мало-размерных объектов типа «риф» (рис. 1 – рифовые объекты, выделенные ОАО «Саратовнефтегеофизика», отмечены бирюзовым цветом, контур седиментационного уступа – пунктиром с точкой). Западно-Иловлинская структура трактовалась авторами не как риф, а как тектоническая структура древнего (девонского) заложения, унаследовано развивавшаяся и в каменноугольное время. В связи с недоизученностью в северном критическом направлении на объект представлен не паспорт, а рекомендация на бурение скважины 1-Западно-Иловлинской.

По результатам бурения в пределах Белогорского объекта были установле-

ны шельфовые условия карбонатного скопления ливенского времени, без признаков локального рифообразования. На Южно-Белогорской площади было подтверждено наличие седиментационного уступа ливенского времени образования результатами бурения профиля скважин №№ 10, 11, 12 – Южно-Белогорских. В скважине № 12 при испытании получены признаки углеводородов. Дополнительные работы ВСП в скважине № 11 и ВСП-ОГТ в скважине № 12 с тематическими поисками точки заложения следующей скважины с целью получения промышленной продукции результата не дали. По заключению специалистов ОАО «Саратовнефтегеофизика» скважина № 12 пробурена в оптимальных условиях и возможное увеличение амплитуды структуры на 10-15 м в северном направлении по профилю 0490180 не решит промысловых задач на объекте. По материалам ВСП-ОГТ крутой склон рифа расположен к северу от скважины № 12 (на удалении 750-800 м).

Основным признаком для выделения Вишневского рифа прогнозируемой высотой 800 м послужило наличие на нескольких временных разрезах положительных перегибов отражающих горизонтов, которые можно интерпретировать как структуру обложения-уплотнения над рифом. Самостоятельно тело рифа по динамическим признакам «высвечивается» неплохо в нижнем интервале карбонатного разреза слабо вблизи предполагаемой кровли рифа. Стратификация отражений в зоне максимального развития мощностей ливенско-уметовской толщи условная и допускает различные трактовки. Высказывались предположения, что риф имеет меньшую седимента-

ционную высоту (до 300 – 400м), располагается в нижней части разреза карбонатного девона и может иметь в этом случае семилукско – саргаевский или семилукско – рудкинский возраст. Приуроченность рифа к мезозойско-каменноугольной Иловлинско-Родниковской инверсионной флекуре по аналогии с Макаровским и Алешниковским месторождениями Волгоградской области являлась обоснованием перспектив продуктивности объекта.

В 1995 году на основании паспорта ОАО «Саратовнефтегеофизика» пробурена скважина 2– Вишневская глубиной 3100 м, в которой рифовое тело установлено не было, продукции не получено. После проведения ВСП и пересмотра материалов в 1997 году в ОАО «Саратовнефтегаз» передана рекомендация на углубление скважины с целью опоискования семилукско-саргаевских отложений и на кривление ствола в северо-западном направлении по уточнённому варианту интерпретации.

С целью минимизации рисков бурения «сухих» скважин на Вишневском рифе было проведено опытно-производственное опробование инновационной методики прямых поисков промышленных скоплений УВ средствами инфразвуковой технологии АНЧАР. В качестве эталона использовалось Иловлинское месторождение, на котором внятной аномалии АНЧАР не получено. Выявлено несколько аномалий геоакустического поля, две из которых хорошо совпали с контуром ВНК паспортного варианта рисовки

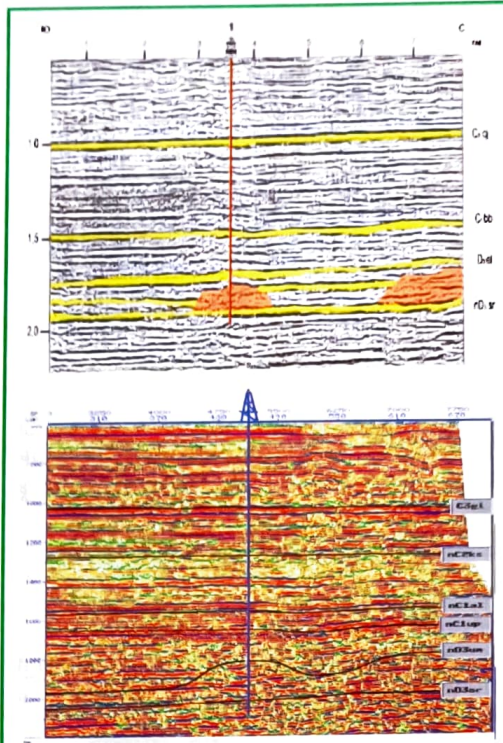


Рис.3. Волновые картины Разинского рифа (вверху) и Южно-Каменского рифа (внизу) на профилях палеообработки с точками рекомендованных к бурению скважин.

Вишневского рифа (Арутюнов и др., 1997). Для проверки северной аномалии АНЧАР и вскрытия рифа пробурена наклонная скважина 4 – Вишневская, которая подтвердила разрез скважины 2 – Вишневская и продукции не дала вопреки прогнозу АНЧАР. Однако, в 1998 году опубликована статья [10], в которой Вишневская и Восточно-Советская (продукции в контуре ано-

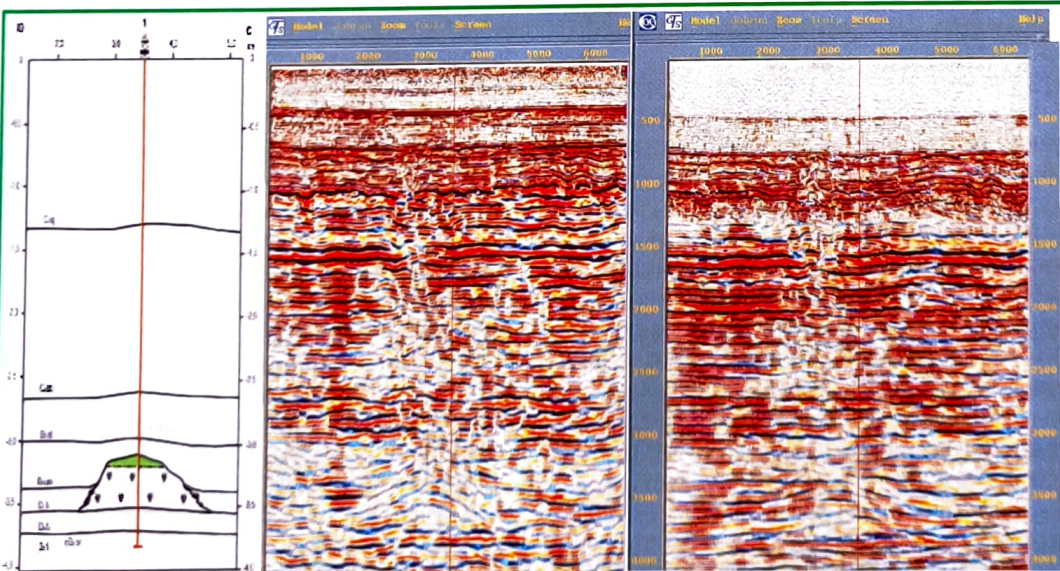


Рис. 4. Геологическая (слева) и геофизическая (справа) модель Разинского рифа в глубинном формате

малии АНЧАР тоже не получено) площади указаны в качестве примеров успешного применения технологии АНЧАР в Саратовской области.

В ходе поисков залежей в девонских отложениях на Западно-Иловлинской площади обнаружена промышленная залежь газа в двух нижнекаменноугольных пластах при бурении скважины №1. Поскольку продукция в карбоне связывалась со структурами облекания верхнефранских рифов, возникла необходимость проверки рекомендации ОАО «Саратовнефтегеофизика». С целью привлечения дополнительных материалов по профилям, отработанным волгоградскими организациями, все материалы по Западно-Иловлинской площади были переданы на экспертную оценку д.г.-м.н. Самойленко Ю.Н. Экспертная оценка представила паспорт на типично рифовый объект, аналогичный Памятно-Сасовскому рифу Волгоградской области, с указанием точки бурения скважины №2 (проектная глубина 3900 м). В результате бурения скважины рифа не обнаружено. Бурение прекращено при забое 2826 м. Скважина №2 Западно-Иловлинская оказалась за контуром газоносности и по каменноугольным пластам. Месторождение законсервировано.

В 2000 году по требованию заказчика из 13 выявленных объектов типа «риф» был выбран специалистами ОАО «Саратовнефтегеофизика» самый «надёжный» Южно-Каменский объект. Согласно паспорту он представляет органогенную внутривассейновую постройку высотой 185 м и площадью 2.4 км² по оконтуривающей изогипсе -3375 м (рис. 1, 2, 3).

Для повышения надежности выделяемых рифовых объектов была проведена массивная альтернативная переобработка и переинтерпретация материалов сейсмических партий 0493, 0196, 0498 ОАО «Саратовнефтегеофизика» в ЗАОр НП «Запприкаспий-геофизика», имеющем опыт выявления продуктивных рифовых массивов в Волгоградской области. Этому же предприятию был передан заказ на выполнение полевых работ с 2000 года, в связи с необходимостью опосредования восточной части Иловлинско-Белогорского участка, характеризующейся пересеченным рельефом и высокой залесённостью территорий, где применение тяжёлых виброустановок саратовцами признано невозмож-

ным. Волгоградцы имеют патент на более мобильную технологию полевых работ с применением малоомощных шпуровых зарядов. Переход на взрывной источник возбуждения в сочетании с технологией «палеообработки и интерпретации» должен был обеспечить прирост информативности и качества сейсморазведочных работ [11].

Альтернативная сейсморазведка волгоградцев усугубила неоднозначность региональных и локальных геологических и геофизических моделей. Были значительно изменены контуры седиментационного уступа девонского палеошельфа (рис. 1-штрих-пунктирный контур), закартирован разлом, захороненный в девоне и контролирующей Иловлинско-Родниковскую инверсионную флексуру. Геологические модели рифообразования и кинематики поисков имели «волгоградскую специфику и стратиграфические модели». Были выявлены 13 объектов типа «риф», совпадающих с саратовскими объектами только на Северо-Вишневской, Южно-Иловлинской и Южно-Белогорской площадях. Подготовлен паспорт на поисковое бурение Южно-Белогорской, Ново-Белогорской, Разинской рифогенных структур (рис. 1 «волгоградские рифы» показаны коричневым цветом). Экспертная оценка волгоградцев отрицала наличие Южно-Каменского рифа, а саратовские специалисты не видели Разинского объекта на сейсмических волновых картинах в обработке (палеообработке) их конкурентов (рис. 3). Из рисунка 3 очевидно, что структура волновых полей объективно одинаковая. Рисунок (корреляция) рифовых объектов и их интерпретация имеет субъективную причину (человеческий фактор). При этом обе организации основным признаком выделения рифовых массивов на сейсмической записи считают наличие слабо выраженных перегибов по вышележащим горизонтам, связываемых со структурами уплотнения-облекания над рифами. На отдельных временных разрезах отмечаются слабо выраженные динамические аномалии (или зоны ухудшения прослеживаемости), связанные с телами рифов, а также и другие признаки (различные наклоны осей синфазности в обрамлении рифов, ухудшение прослеживаемости в подрифовых отложениях, трактующиеся как «зоны деструкции» цокольного блока, ограниченного тектоническими разломами и т.д.). Постоянно

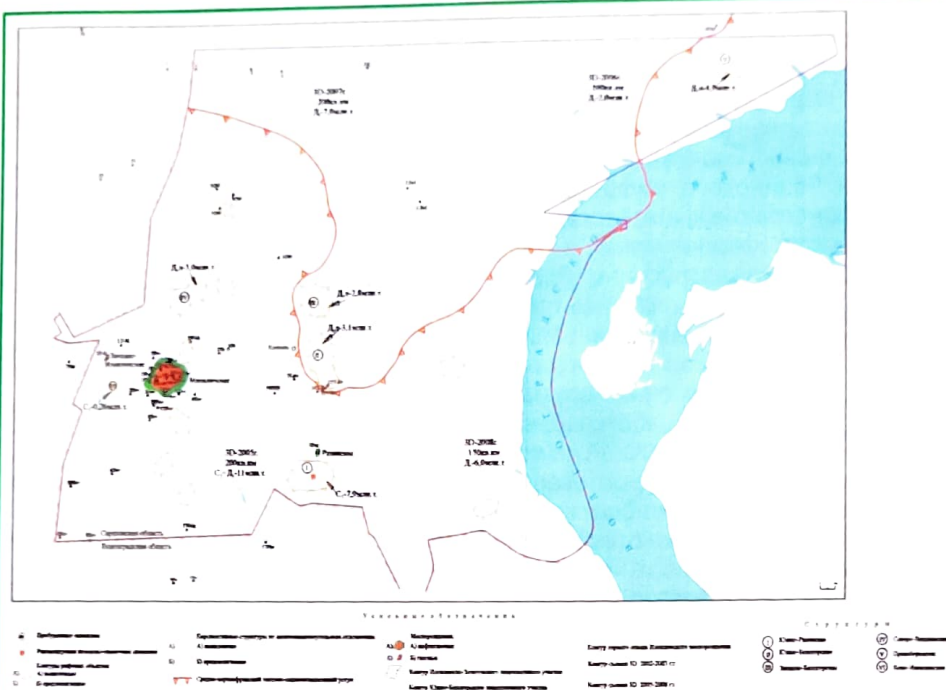


Рис. 5. Рекомендации 2003 года по многоэтапной сейсморазведке МОГТ-ЗД на рифовых объектах (жёлтый контур с зубчиками) и каменноугольных объектах (жёлтый контур) с расширением контура Иловлинско-Белогорского ЛУ

устойчивой совокупности признаков выделения рифов в волновой картине не отмечают обе стороны. Разработкой критериев по технологии сейсмостратиграфии, по «Временным указаниям по методике поисков залежей нефти в ловушках неантиклинального типа» 1986 года или отраслевым стандартам СФИ [2-9] **не занимались обе стороны и не считают это обязательным**, ссылаясь на собственный богатый производственный опыт и хорошую собственную статистику подтверждаемости прогнозов [11].

В качестве причин, снижающих эффективность сейсморазведки при поисках рифов на Иловлинско-Белогорской площади, указываются: расчлененный рельеф; резкое изменение толщин ЗМС; наличие высоко залегающей эрозионной поверхности карбонатных отложений палеозоя; карстовые воронки; крутые склоны рифовых тел и их малые пространственные размеры; высокий уровень частично кратных волн-помех, препятствующих получению качественного сейсмического материала на временах регистрации девонских отражающих горизонтов; недостаточная параметристика по материалам прямых измерений в скважинах и изучения керна для интервалов покрышек и коллекторов с различным флюидонасыщением; непол-

ный комплекс ГИС для карбонатных коллекторов.

Учитывая полное расхождение мнений саратовских и волгоградских геофизиков на паспортные объекты, показанные на рисунке 4, было очевидно, что их достоверность невысока. Специалистами ЗАО «Геофизсервис» было рекомендовано:

1- разобраться с контуром палеошельфа и критериями его трассирования, как наиболее крупного формационного объекта с определением количественных критериев парагенезов;

2- провести сейсморазведку МОГТ-ЗД с целью ранжирования рифов по степени их надёжности [11-12];

3- выполнить экспертную оценку ключевых профилей паспортных объектов в рамках прецизионной системы VELINK (ООО «Геотехсистем», [13]).

Работы ЗД были запроектированы на 2002 год на Разинском рифе, так как его седиментационная высота прогнозировалась 600 м при глубине кровли рифового комплекса 3280 м и высоте залежи 200 м (по аналогии с Памятно-Сасовским месторождением).

Составление проектно-сметной документации на строительство поисковых скважин было начато со времени приёмки паспортов на НТС Исполнителей и Заказчика.

Экспертной переобработкой ООО "Геотехсистем" с использованием процедуры глубинной миграции с "погружением" (пересчет сейсмограмм на уровень ниже первой жесткой границы [13]) визуально подтверждено существование Разинского рифа (рис. 4). Получены глубинно-динамические разрезы, на которых более четко "высветились" тело рифа, структура обложения над ним и клиноформенная слоистость в толще компенсации вблизи рифа. Различие левого и правого геофизического изображения определяется глубиной переобработки исходных записей ОПВ (от частичной до полной). Критерием оценки достоверности скоростной модели не смогли воспользоваться в связи с отсутствием базы параметров скорости по рифовым объектам Саратовской и Волгоградской областей, хотя по параметру скорости модель требовала доработки.

В пределах предполагаемой сводовой части Южно-Каменского объекта в 2001-2002 гг. пробурена поисковая **скважина 1-Южно-Каменская**, достигшая забоя 3986 м и вскрывшая кровлю муллинских отложений. Скважина по условиям местности задана как наклонная, с отклонением забоя от устья на 316 м по дирекционному углу 261°. Скважиной установлено отсутствие в разрезе рифогенных известняков евлановско-ливенского возраста, вскрытие которых предполагалось по проекту на глубине 3345 м. Вместо них вскрыты глинисто-карбонатные депрессионные отложения задонского, волгоградского и евлановско-ливенского горизонтов мощностью более 300 м. Кровля евлановско-ливенского горизонта вскрыта на глубине 3611 м. Признаков нефтегазоносности во вскрытом разрезе не установлено. Сопоставление данных сейсморазведки и бурения по глубинам вскрытия основных отражающих горизонтов показывает, что по отложениям перми и карбона расхождение составляет 40-90 м и обусловлено неточностями определения скоростей. Расхождение по нижележащим горизонтам обусловлено **отсутствием рифа** (ошибка в геологической модели - рис. 2). Разрез депрессионных отложений аналогичен разрезу по скважине 58-Перещепновская. Подошва саргаевских отложений вскрыта на глубине 3828 м. Скважина ликвидирована по геологическим причинам.

Бурение **скважины 1-Разинское** прекращено по достижении глубины 3800 м (при проектной глубине 4000 м) в связи с вскрытием тиманско-пашинских отложений верхнего девона. Скважина вскрыла глинисто-карбонатные отложения депрессионного типа, предположительно евлановско-ливенскими отложениями суммарной мощностью 227 м. Кровля евлановско-ливенских отложений вскрыта на глубине 3742 м (на 462 м ниже данным сейсморазведки). Рифогенные известняки в разрезе скважины отмечены. Налицо **ошибка рифогенных отложений**. Интересно, что по аналогии с Памятно-Саргаевским месторождением, в структуре обложения-уплотнения рифа предполагали «ограниченные скопления газа в бобриковских отложениях» без перспективных ресурсов в силу незначительности. В процессе бурения была обнаружена газонефтяная залежь в нижнекаменноугольных отложениях (бобриковский горизонт), скорее всего связанная с литолого-стратиграфической ловушкой. Амплитуда структурной ловушки, судя по структурной карте, превышает 10 м, размеры небольшие – 0,3х0,3 км, по замкнутому изогипсу –2630 м. В скважине было произведено опробование бобриковских отложений пластоиспытателем в скважинах, с выводом флюида на поверхность. Дебит газа составил 98,7-234 тыс.м3/сут и нефти – 22,1-60,5 м3/сут на 6-10 мм штуцере. Это нефтегазовое месторождение упоминается в литературе как успех в статье [11] и характеризуется по типу залежи, по типу флюида и по типу генезису объекта прогноз не подтвердился.

В 2002 году ЗАО «Запприкаспийский геофизик» выполнены полевые сейсмические наблюдения 3D на участке Иловлинско-Белогорском участке площадью 50 кв.км. в пределах Разинского и Южно-Белогорской структур (законченный контур на рис. 1). Углубленная обработка и интерпретация этих материалов выполнена в 2003 году в филиале ОАО «Сиданко» в городе Саратове (СНТЦ) с использованием обрабатывающих пакетов ECHOS/Fokus 2D/3D и Power 2D/3D («Paradigm Geophysical»). Детально изучена площадь работ сейсмической разведки МОГТ-3D с построением трехмерной глубинно-динамической

модели, по основным прослеженным отражающим горизонтам составлены карты М 1:10 000 и М 1:25 000, глубинные сейсмогеологические и динамические разрезы, построены погоризонтные срезы куба и карты полей сейсмических атрибутов.

По кровле евлановско-ливенских отложений выделена Южно-Разинская структура. Она расположена в юго-западной части площади сейсморазведочных работ 3D. Структура предположительно рифового генезиса внутрибассейнового типа.

Выделение Южно-Разинской рифогенной постройки основано на следующих критериях:

- фиксация в волновом поле на сейсмических разрезах четкой динамической аномалии на уровне средневерхнефранских отложений (эффект «серого» пятна);
- наличие структуры облекания (уплотнения) в вышележащих горизонтах;
- наличие на временных разрезах ложных антиклинальных перегибов (псевдоцоколей) по отражающим горизонтам в подрифовой толще, возникающих в случае терригенного состава вмещающих пород;
- наличие наклонных осей синфазности на участках склонов рифового тела и т.д.

Морфологическая высота постройки около 350 м. По кровле «елецкого резервуара» D3e1 над Южно-Разинским рифом выделяется структура облекания амплитудой 50 м. На структурной карте по кровле бобриковских отложений C1bb Южно-Разинскому объекту соответствует локальная изолированная структура, которая совпадает с зоной резкого увеличения толщин бобриковских песчаных отложений. Литологический фактор в сочетании со структурным фактором обусловил образование крупной комбинированной ловушки.

Анализ полученных материалов показывает, что скв. 1 - Разинская, которая была заложена по материалам сейсморазведки 2D, попала в межрифовое пространство. Разинское месторождение приурочено к песчаному телу небольших размеров, совпадающему со структурным носом, раскрывающимся в западном направлении.

Таким образом, в результате проведения сейсморазведки 3D получены следующие новые геологические результаты:

- уточнено строение Южно-Белогорской структуры, апикальная часть которой расположена северо-западнее площади работ;
- Ново-Белогорская структура по данным сейсморазведки 3D не подтвердилась;
- в пределах Южно-Разинской структуры выявлены рифогенная ловушка в верхнефранских отложениях девона и структурно-литологическая ловушка в визейских отложениях карбона;
- определено новое направление работ по поиску нефтеперспективных объектов структурно-литологического типа в терригенных отложениях карбона.

Полученная геолого-геофизическая информация позволила создать более полную геологическую модель строения и выдать паспорт на подготовленную к бурению Южно-Разинскую структуру.

Интерпретация сейсмических материалов по кубу сейсмических данных 3D обеспечила как литофациальное прогнозирование средневерхнефранского комплекса карбонатного девона, так и изучение геометрии надрифовых и подрифовых границ.

По результатам ГРП Иловлинско-Белогорского участка в 2003 году составлена рекомендация по дальнейшему изучению «рифового направления» в девоне и русловых ловушек в карбоне (рис.5) средствами сейсморазведки МОГТ-3Д, которая не была реализована в связи с окончанием срока поисковой лицензии.

Своевременная реализация рекомендаций по проведению сейсморазведки МОГТ-3Д с 2001 года [11, 12] позволила бы сократить сроки открытия и разведки Лугового месторождения [15], снизить затраты ГРП за счёт предотвращения бурения «сухих» скважин на Южно-Каменской, Разинской, Ново-Иловлинской, Татьянинской площадях и повысить геологическую эффективность СФИ за счёт использования правильного инструмента изучения малоразмерных стратиграфических, литологических и рифовых объектов [14]. Безусловное выполнение отраслевых стандартов СФИ служит гарантией обеспечения требуемого качества работ «рифового направления».

История «рифового направления» имеет счастливый конец в виде откры-

тия Лугового месторождения [15], но в рамках расширения – преобразования Иловлинско-Белогорского в Каменский лицензионный участок недр. Контур Каменского ЛУ практически совпадает с контуром расширения границ Иловлинско-Белогорского участка по рекомендации 2003 года и показан на рисунке 5. Поисковые работы проводились ЗАОр НП «Запприкаспийгеофизика» с учётом опыта и накопленной геолого-геофизической информации, включая 3Д-съёмку на Иловлинско-Белогорском ЛУ, как на опорном полигоне. Это и послужило базой открытия, так как позволило обойти негатив «локутной геологии» о котором мы писали в части 1 данной статьи. Но это уже другая история, частично освещённая открывателями Лугового месторождения в Санкт-Петербурге на международной конференции с символическим названием: «К новым открытиям через интеграцию геонаук» [16].

В заключении авторы благодарят геологическую службу ОАО «Саратовнефтегаз» за разрешение на публикацию материалов геологического изучения Иловлинско-Белогорского участка в виде рисунков.

Список литературы:

1. Ампилов Ю.П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений. Центральное издательство геофизической литературы "СПЕКТР", 2008.
2. РД 153-39.0-047-00 -Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. М., МПР РФ, 2000.
3. Методические указания по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений - в 2 ч. - М., ОАО «ВНИИОЭНГ», 2003.
4. Методические рекомендации по подсчёту геологических запасов нефти и газа объёмным методом. под ред. В.И. Петерсилье и др., Москва-Тверь, 2003.
5. Техническая инструкция по наземной сейсморазведке при проведении работ на нефть и газ. ЕАГО, М., 1999.
6. Методические рекомендации по применению пространственной сейсморазведки 3Д на разных этапах геологоразведочных работ на нефть и газ. М., 2000.
7. Временное руководство по содержанию, оформлению и порядку представления материалов сейсморазведки 3Д на Государственную экспертизу запасов нефти и горючих газов, М., 2002.
8. Методические рекомендации по извлечению данных сейсморазведки (3Д) для подсчёта запасов нефти и газа. М., 2006.
9. Методические рекомендации по извлечению данных сейсморазведки для подсчёта запасов углеводородов в условиях карбонатных пород с пористостями трещинно-кавернового типа (авторы: В.Б. Левянт, И.Ю. Хромова, Е.А. Косов, И.Н. Керусов, Д.Е. Кашеев, В.В. Копеев и Н.Я. Мармалевский), М., 2010.
10. Арутюнов С. Л., Кирсанов М.В. и др. «АНЧАР» – эффективная геофизическая технология поисков и разведки нефти и газа (результаты применения на Оренбургской и Саратовской областях).// конференция памяти В.В. Шаева, Саратов, 1998.
11. Кобылкин И.А., Голиченко А.М., Андреев Г.Н. и др. Повышение геологической эффективности сейсморазведочных работ в Нижнем Поволжье // Тезисы докладов регионального совещания «Основные направления геологоразведочных работ в Поволжско-Прикаспийском регионе на 2002 год и последующие годы», Саратов, 2002.
12. Феоктистов А.В. Основные направления повышения эффективности геологоразведочных работ в современных условиях. // Тезисы докладов регионального совещания «Основные направления геолого-разведочных работ в Поволжско-Прикаспийском регионе на 2002 год и последующие годы», Саратов, 2002.
13. Глоговский В., Лангман С., Фиников В. Погружение волнового поля - альтернатива миграции до суммирования. // Нефтегаз. № 1- 1998.
14. Никитин Ю.И. К обоснованию разведочных работ в старейших нефтегазодобывающих районах Нижнего Поволжья.// Недра Поволжья и Прикаспия, вып.47, август 2006.
15. Лавренченко Ю., Балыков О. Старейшее Луговое месторождение-самое крупное в Саратовской области. // «Курс Русского проекта», апрель 2009.
16. Андреев Г.Н., Прудаева В.В., Наумов С.В., Словогородский И.П. Эффективность процедуры палеообработки на примере открытия Лугового месторождения на Нижней Волге.// Тезисы докладов международной научной конференции «К новым открытиям через интеграцию геонаук», Санкт-Петербург, 2010.

Заказчик-Подрядчик, кто кого!

Власов С.С., ОАО "СаратовНефтегеофизика", г. Саратов

Геологоразведка наиболее чувствительный индикатор состояния нефтегазовой отрасли. Поэтому любое падение объемов сейсморазведки говорит о неоднозначности рыночной ситуации, ожидании или даже наступившей рецессии. Именно в это время внимание участников рынка привлекают инструменты получения заказов, оптимизации затрат и повышения эффективности работ. К примеру, снова появились разговоры о необходимости регламентировать цены на сейсморазведку, чтобы исключить демпинг и вывернуть руки нефтяным компаниям. Вместе с тем, очевидно, что сейсморазведка в России сегодня развивается и все еще является интересным видом деятельности для инвесторов и менеджмента только по причине отсутствия регламентных инструментов. Кроме того, современные отечественные сейсморазведочные компании, хотя бы теоретически, имеют возможность действовать и на международном рынке. Иная ситуация в промысловой геофизике, в которой существующие регламенты исполнения, ценообразования и отечественные технологии позволяют получить только внутренний продукт. Кажется, что это путь в никуда. Так что рынок геофизических услуг должен быть свободным полем деятельности, где должны быть и проигравшие и победившие. И самым важным условием выживания должен быть выбор своего сегмента.

Однако в России существуют и собственные «перегибы» как со стороны Заказчика, так и со стороны сервисных компаний, а если точнее, в отношениях между ними. И возможно именно здесь необходимо применение и создание регламентов и может быть на государственном уровне.

Теперь в очередной раз вернемся к взаимоотношениям Заказчиков (Нефтяные и Газовые компании) и Подрядчиков (Сервисные геофизические компании). В данном случае речь идет только о полевых работах. Заказчик пытается купить результат, например, для полевого контракта это может быть соотношение сигнал / помеха в целевом интервале регистрации сейсмической записи. Подрядчик же пытается продать технологию, которой владеет, не принимая во внимание конкретную

ситуацию, так как ресурсы всегда ограничены и цены тоже. Кроме этого, Заказчик пытается накрутить на непосредственное выполнение полевых геофизических работ получение Подрядчиком согласований на доступ к территории работ и других разрешений. При этом цены всех согласований и дополнительных затрат пытаются зашить в стоимость километра уже на стадии тендера. В лучшем случае договором предусмотрена компенсация таких затрат по факту. Понятно, что в первом случае существует прямая угроза бюджету Подрядчика, а во втором - ситуация может стать сложной для обеих сторон.

В принципе, данная ситуация настолько привычна, что не вызывает на внутреннем рынке никаких эмоций, потому что всего несколько уважающих себя недропользователей работают иначе. Что же здесь неправильно? Да практически всё!

1. Заказчик должен покупать технологию решения геологических задач. Данная технология должна быть рассчитана ответственной геофизической службой - либо внутренней, либо сторонней организацией. Разработанная технология должна включать в себя подробно изложенные и логически увязанные стадии и методы решения поставленных задач (все технико-методические параметры работ и их вариации, подробное описание аппаратуры и оборудования, требования и допуски состояния оборудования, требования к персоналу и технике, полевому лагерю, требования к мероприятиям по охране труда и экологической безопасности и т.д.), а не ограничиваться геологическим заданием на трех или даже 10 листах. Первичный производственно-технический проект должен исходить от Заказчика.
2. Конечно, можно обозначить соотношение сигнал/помеха как критерий для приемки или оценки качества материалов, но при этом нужно понимать, что данный параметр зависит не только от параметров технологии, персонала подрядчика, аппаратуры и оборудования и даже не только от сейсмогеологических и поверхностных условий. Соотноше-

ГАЛЕРЕЯ НОВИНОК
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

ние сигнал/помеха очень чувствительный, сугубо субъективный параметр, который зависит также от сезона, окружающей инфраструктуры и т.д. То есть данный параметр может меняться день ото дня по независящим от Подрядчика причинам и считать его объективным критерием оценки работ нельзя. Но если Заказчик желает включить этот критерий для оценки работ, то он должен быть готовым разделить ответственность с Подрядчиком. Для этого и должны быть предусмотрены вариации в технологии. Наиболее простой пример - это увеличение количества вибровоздействий или накапливаний при неустойчивом уровне микросейсм. Например, можно задать пороговые значения уровня микросейсм и количество накапливаний вибросигнала, установив при этом дополнительную наценку за каждое дополнительное вибровоздействие. Так же можно установить наценку на увеличение длины свипа и, соответственно, снижение цены при уменьшении параметров. Другим инструментом разделения ответственности является оплачиваемый вынужденный простой. То есть оплаты объективного ожидания сейсмическим отрядом условий, при которых достижение данного соотношения сигнал/помеха будет возможным. Это может быть как погодный, так и человеческий фактор: работа техники на полях, бурение скважины и т.д.

3. Заказчик должен обеспечить Подрядчику доступ на территорию работ, получив все разрешения от местных властей, согласие землепользователей, лесопорубочные билеты и т.д.
4. Подрядчик должен только рассчитывать логистику предложенного проекта, условия выполнения, сроки и расценки, обеспечить максимальную безопасность труда и окружающей среды, ну и конечно соблюдать и выполнять все условия контракта.
5. Подрядчик не должен пытаться изменить технологию работ, если на это специально не уполномочен Заказчик.

Преимущества такого подхода к выполнению полевых сейсморазведочных работ видны невооруженным глазом. Заказчик знает, что хочет, Подрядчик понимает, на что идет.

Хотелось бы добавить совсем

немного о мотивации Подрядчика защите интересов Заказчика. Конечно необходимо использовать систему бонусов и штрафов. Например: успешное завершение сезона - это бонус, опоздание реализации к месту работ - это штраф. Но не следует забывать, что джентльменский набор будет только в том случае, если будут соблюдаться по-джентльменски.

Вот такие договоры, заключаемые Подрядчиком и Заказчиком с открытыми глазами, и позволяют им реализовать свои сильные стороны и получить достойный результат. Достойным следует признать результат выполнения работ только при отсутствии негативных последствий для жизни и здоровья людей и окружающей среды, также нанесенного вреда имуществу Подрядчика, Заказчика и третьих лиц.

В результате мы будем иметь выполненные в срок полевые работы, отсутствие сложностей при приемке, сдаче материалов, добросовестность Заказчиков и профессионализм Подрядчиков. Заработают такие рыночные инструменты, как - аренда оборудования под проект, объединение ресурсов разных компаний для больших и сложных проектов. Все это даст толчок новому витку кадровых движений, установится нормальное сегментирование рынка, где квалификация компаний будет определяться объективными факторами, а не только наличием оборудования и флага.

Для реализации всего выше сказанного необходимо:

- создать институты планирования проектирования геологоразведочных работ, ориентированные на решение задач компании;
- изменить подход к супервайзингу сопровождению работ;
- изучать мировой опыт решения подобных проблем;
- привлекать сторонних консультантов для оценки эффективности принимаемых мер;
- искать конкурентные преимущества и новые технологические решения;
- А теперь о вопросе государственной регламентации геологоразведочных работ на обширной территории. Хотелось бы иметь унифицированное, легко рассчитываемое решение проблем проведения геологоразведочных работ в условиях современных реалий. Им должен стать государственный регламент применения сервитута.

недропользователей обеспечивающего их доступ к недрам. Необходим абсолютно легализованный набор процедур и мероприятий для проведения всех необходимых работ по изучению недр в рамках городов, поселений и инфраструктуры (дорог, промышленных предприятий и т.д.), лесов, посевов и заповедников и национальных парков. Должны быть установлены нормы и допуски технологии таких работ, расценки компенсации невозможности потерь и мероприятий по восстановлению нанесенного в результате работ урона в зависимости от региона работ, сезона и других факторов. При этом правила должны быть прозрачны для всех сторон процесса, а не спрятаны глубоко в бюрократических лабиринтах местных и федеральных властей. И не должно быть так, что недропользование и народное хозяй-

ство были связаны только «понятиями», а не законами. Это позволит всем участникам рынка чувствовать себя защищенными и устранил множество таких проблем, как: войны с фермерами и лесниками, глубокие колеи в ози-мых и намотанные косы на культиваторах и т.д. Все понимают, что перепаханные кабели и раздавленные батареи с полей нашей необъятной Родины уже не вернешь, но может быть в недалеком будущем эти потери станут намного меньше.

В заключение хочется сказать: «Рынок геофизических услуг должен быть свободным от многих мешающих ему факторов, но ни при каких обстоятельствах он не должен быть ограничен в конкуренции».

Выбирайте лучшее, Господа.

10



**Встречи
на Волге**



Геотех 2012

Саратов / 21-24 августа 2012 г.

Научно - практическая конференция «ГЕОТЕХ-2012», посвященная 50-ти летию ОАО «СКБ сейсмического приборостроения» будет проходить с 21 по 24 августа 2012 года на волжских берегах г. Саратова.

В рамках конференции состоится презентация анонс новейших разработок ОАО «СКБ СП» в области геофизического оборудования.

Для более подробную информацию о программе мероприятия и способах регистрации вы можете получить на сайте www.skbsp.ru по тел.: +7 (8452) 570-576 или по электронной почте marketing@skbsp.ru



www.skbsp.ru

**50 лет ОАО
«СКБ СП»**

РОССИЙСКОЕ
ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ

ОАО «СКБ сейсмического приборостроения» 50 лет является надежным партнером компаний, занимающихся поиском углеводородов по всему миру.

С 1962 года мы производим передовые сейсморегистрирующие системы для поиска углеводородов в любых климатических зонах - от заснеженных просторов Сибири, до бескрайних песков пустынь.

В 60-70 годах 20 века мы были первыми, кто разработал и внедрил в производство комплекс аналоговой аппаратуры для регистрации и автоматической обработки сейсмозаписей данных. За эту разработку СКБ сейсмического приборостроения в 1970 г. была присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники.

В 80-90 годах 20 века мы были первыми, кто разработал и внедрил в производство цифровые сейсморегистрирующие системы, обеспечившие переход на цифровую регистрацию сейсмоданных во всех геофизических предприятиях страны. За создание и успешное внедрение в производство сейсмостанций ряда «ПРОГРЕСС» группе ведущих специалистов СКБ СП была присуждена премия Совета Министров СССР.

В 21 веке, сохраняя многолетние традиции в области геофизического приборостроения, мы продолжаем разрабатывать и производить уникальное оборудование для решения любых задач сейсмозащиты.

телеметрические сейсмостанции (кабельные и бескабельные)
линейные сейсмостанции
тестеры сейсмоприемников
системы синхронизации возбуждений
тестеры кабелей и обрывоискатели
зарядные устройства стелды контроля полевых блоков
программные комплексы

Контактный тел./факс: (8452) 570-576
e-mail: marketing@skbsp.ru / www.skbsp.ru

Комплекс оборудования для ВСП - совместное предложение ЗАО «ГЕОСВИП» и фирмы VINCI TECHNOLOGIES

Алелюхин Н.П., ЗАО «ГЕОСВИП», г. Москва

ЗАО «ГЕОСВИП» (Россия) и фирма Vinci Technologies (Франция) предлагают российским геофизикам комплекс оборудования для работ ВСП и полный цикл технической поддержки, выполнение пуско-наладочных работ и подготовку техперсонала. Вибрационный источник СВ-27/150К производства ЗАО «ГЕОСВИП» хорошо зарекомендовал себя не только в России, но и за рубежом (фирма ONGC Ltd., Индия), а скважинная аппаратура фирмы Vinci Technologies изготавливается с учетом потребностей заказчика и на основе научно-технических решений, обеспечивающих экономию времени и средств и наивысшие эксплуатационные показатели при работах в условиях высоких температур и давления.

Фирма Vinci Technologies была основана Институтом IFPEN в 60-х годах прошлого века как внедренческая фирма, обеспечивающая ускоренное внедрение результатов НИОКР в промышленное использование. В настоящее время фирма является частной, но, тем не менее, продвигает продукцию по лицензиям указанного института, который, будучи международно-признанным научно-исследовательским центром, насчитывающим более 1800 сотрудников, обеспечивает ей техническую поддержку и предоставляет в ее распоряжение своих ученых, методику и оборудование при подготовке специалистов заказчика. Демонстрационный зал фирмы, т.н. «шоу-рум», дает возможность заказчикам ознакомиться с предлагаемыми рынку образцами новой техники.

Фирма Vinci Technologies одной из первых начала производство скважинных приборов и датчиков еще в начале 80-х годов прошлого века и с тех пор продолжает постоянно совершенствовать свою продукцию, которая ныне признается геологами как образец и отраслевой стандарт. Оборудование с маркой Vinci Technologies применяется в сейсморазведке, при контроле месторождений и для защиты окружающей среды – путем предсказаний нежелательных разрывов и загрязнений коллоидным раствором. При этом ключевым фактором является высокая безопасность работы.

Предлагаемый комплекс оборудования для работ ВСП включает:

Вибрационный источник сейсмических сигналов СВ-27/150К



Макс. толкающее усилие, кН	250
Реактивная масса, кг	3400
Частотный диапазон, Гц	5...25
Взвешивание массы	2 пневмоподпора
Площадь опорной плиты, кв.м	21
Масса опорной плиты, кг	2100
Клиренс по опорной плите, мм	380
Площадь поршня гидроцилиндра, кв. см	1200
Амплитуда перемещения массы, мм	75
Насос вибратора	DENISON P14
Привод насоса, л.с.	330 при 2100 об/мин
Шасси	KAMAZ 63501 (8x3)
Длина, мм	9640
Ширина, мм	2500
Высота, мм	3750
Полная масса, кг	25000
Макс. скорость, км/ч	70
Рабочий диапазон температур, °С	-30...+40
Система управления:	
ВИКОНТ/СвипМастер™, ЗАО «ГЕОСВИП»	Россия

Оборудование для исследования скважин

Фирма Vinci Technologies предлагает геофизикам многоцелевой комплекс оборудования для исследования скважин, обеспечивающий получение и регистрацию данных на поверхности и непосредственно в скважинах и позволяющий выполнять одновременную работу:

- с приборами 3D и 4D в условиях высоких температур и давления;
- приборами контроля гидроразрыва пласта;
- приборами, оснащенными постоянными датчиками.

Комплекс полностью совместим со всеми серийно выпускаемыми источниками сейсмических сигналов, аналоговым оборудованием ВСП и программным обеспечением обработки данных и включает:

- наземную регистрирующую станцию GEONET;
- устройство PEREVAL для контроля бассейна;
- устройства GEOREC-S и GEOREC-US для контроля гидроразрыва пласта;
- устройства GEOREC (цифровые и аналоговые) для формирования изображения.

1. Наземная регистрирующая станция GEONET

GEONET – это единая для всех скважинных приборов фирмы Vinci Technologies регистрирующая станция, способная получать данные одновременно с 10 скважин (с опциями).

Станция включает:

- два модуля питания – для электромоторов и приборов;
- промышленный компьютер для управления и регистрации;
- программное обеспечение управления электромоторами и уровнями;
- программное обеспечение регистрации и хранения данных.

Отличительные особенности станции:

- Выходной формат: SEG2, SEG2, SEG2 (прочие форматы – по заявкам)
- Корреляция и суммирование данных
- Совместимость со всеми стандартными источниками данных
- Гибкий интерфейс с блоками управления источниками сигналов
- Встроенное программное обеспечение контроля качества
- Синхронизация: лучше 50µс

- Дисплей для воспроизведения воздействий
- Гибкие установки пороговых величин, применимые с любыми датчиками на любых глубинах
- Возможность подстройки пороговых величин к уровню окружающих шумов
- Возможность комплексного тестирования: сейсмоприемников, шумов, коротких импульсов
- Питание: 100/230 В пост. тока, 47/63 Гц
- Диапазон рабочих температур: 0...50°C

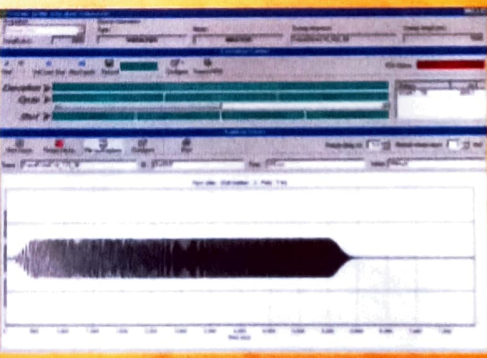
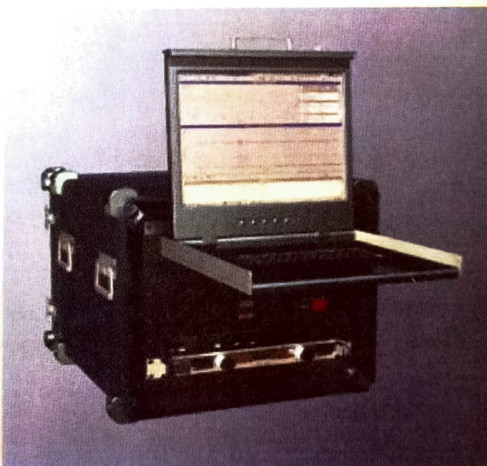


Рис. 1. Регистрирующая станция GEONET

2. Семейство скважинных приборов GEOREC

Аппаратура серии GEOREC – это скважинные цифровые приборы (кроме GEOREC-A), предназначенные для сбора сейсмических данных в условиях высоких температур и давления. Каждый уровень аппаратуры включает 3 сейсмоприемника на жесткой или карданной подвеске, датчики давления и температуры, собственный источник питания и телеметрию. При использовании семижильного кабеля можно последовательно, в зависимости от модели, соединять до 48 уровней аппаратуры. Наличие независимых источников питания и телеметрии на каждом уровне предотвращает выход из строя всего комплекса в случае отказа на каком-либо уровне.

3. Оборудование контроля гидроразрыва GEOFRAC

Фирма Vinci Technologies занимается микросейсмическим контролем гидроразрыва пласта с 90-х годов прошлого века, используя многолетний опыт данной области института IFPEN. Система картирования гидроразрыва пласта GEOFRAC обеспечивает в реальном масштабе времени размещение разрыва благодаря размещению прибора в обрабатываемой скважине, т.е. в непосредственной близости к источнику разрыва;

- точную оценку азимута и распространения разрыва;
- оптимальное решение по расположению скважин, в частности, горизонтальных.

Параметры	Цифровое оборудование			Аналоговое оборудование
	GEOREC	GEOREC-S	GEOREC-US	GEOREC-A
Макс. температура, °C	180	180	130	220
Макс. давление, бар	2000	1500	1500	1500
Макс. количество уровней	48	48	24	2
Наружный диаметр, мм	80	50	43	80
Длина, мм	1400	1200	1200	1050
Мин. внутренний диаметр скважины, мм	95,3	76,2	57,2	95,3
Макс. внутренний диаметр скважины, мм	406,4	330,2	330,2	406,4
Телеметрия	Отдельная для каждого уровня			
Источник питания	Отдельный для каждого уровня			
Макс. межприборное расстояние	Не ограничено			70 мм между спутниками
Выравнивание кабеля	Автоматическое			
Скорость передачи данных телеметрией, Мбит/с	1,5 - при длине кабеля 7000м 2,5 - по заявке			
Частота квантования, мс	1/4; 1/2; 1; 2; 4			
Динамический диапазон, дБ	120			
Передача данных, бит	24			
Тип датчика (сейсмоприемника)	Omni 2400, 15 Гц	Omni 2400, 15 Гц VS9002 250 Гц	Omni 2400, 15 Гц VS9002 250 Гц	SM-45. 15 Гц
Карданов подвес датчиков	По заявке	Нет	Нет	По заявке
Семижильный кабель	Да	Да	Да	
Коаксиальный кабель	По заявке	По заявке	По заявке	
Одножильный кабель	По заявке	По заявке	По заявке	

Система GEOFRAC может использоваться и как оборудование ВСП - путем добавления дополнительных уровней (до 48) и применения (по желанию заказчика) семижильного кабеля. Естественно, при этом на поверхности должна работать станция GEONET.

Отличительные особенности оборудования

1. Система GEOFRAC обеспечивает оценку разрыва в реальном масштабе времени в ходе «мини-разрыва», позволяя прогнозировать направление разрыва и его схему.
2. Система GEOFRAC объединяет в один комплекс современные скважинные приборы и наземную регистрирующую станцию GEONET, которая включает:
 - источники питания, блоки интерфейса телеметрии (блоки GPS в качестве опции);
 - программное обеспечение системы и управления приборами, в т.ч. контроля качества работы;
 - обработку данных с применением различного серийного программного обеспечения.
3. Система GEOFRAC - это единственная система, созданная специально для контроля разрыва пласта. Благодаря малому диаметру (50,8 мм) ее можно применять в законченных скважинах. Прибор можно установить на уровне бассейна, т.е. ниже пакера. В качестве датчиков используются акселерометры (с большим диапазоном). Передача данных - по двужильному или одножильному кабелю при работах с пре-венторами на скважинах под высоким давлением. Для повышения точности можно выбрать высокую частоту отбора - 0,2 мс.
4. Система GEOFRAC является единственной системой, включающей в одном уровне сенсоры (З, Т и сейсмические), рычаг-якорь, источник питания и телеметрию.
5. Система GEOFRAC может работать непрерывно при температурах до +180°C (макс. - до 200°C) без системы охлаждения и при давлении до 150МПа.

4. Устройства GEOREC, цифровые и аналоговые, для формирования сейсмического изображения

Семейство сейсмических приборов фирмы Vinci Technologies с общей базой включает:

- скважинные сейсмические приборы ВСП для отображения бассейна;
- микросейсмические скважинные приборы для контроля гидроразрыва;

- постоянные сенсоры для контроля бассейна.

Все эти приборы работают в комплексе с уникальной телеметрией.



Технические характеристики системы GEOFRAC

Механика	
Макс. температура, °C	180
Макс. давление, бар	1500
Макс. количество уровней	48
Диаметр, мм	50
Общая длина прибора, мм	1200
Диаметр обсадной колонны, мм	76,2 ... 330,2
Коэффициент запорного усилия	5:1 ... 20:1
Макс. длина кабеля, м	8000
Расстояние между уровнями, м	5 ... 50
Электроника	
Уравновешивание кабеля	Автоматическое
Скорость передачи данных, Мбит/с	1,5 (для кабеля длиной 7000 м)
Частота квантования, мс	0,2; 0,5; 1,2
Входные шумы (среднеквадратичное значение), $\mu\text{В}$	0,1
Установки коэффициента усиления, дБ	12; 24; 36; 48
Динамический диапазон, дБ	120
Оцифровка, бит	24

По всем вопросам, включая приобретение комплекса оборудования для ВСП производства ЗАО «ГЕОСВИП» и фирмы Vinci Technologies, необходимо обращаться на ЗАО «ГЕОСВИП» по следующим реквизитам:

Тел. / Факс: (499) 264-6787.

E-mail: info@geosvip.ru

ГАЛЕРЕЯ НОВИНОК



Общий вид «Волгарь-20»



Варианты транспортировки устройства



Общий вид СВ-30/150Б «Русич»

Импульсный источник сейсмических сигналов «Волгарь-20»

ЗАО «ГЕОСВИП» в содружестве с Тольяттинским государственным университетом разработан и запущен в производство импульсный источник сейсмических сигналов электродинамического типа «ВОЛГАРЬ-20». Источник предназначен для проведения сейсморазведочных работ (2D и 3D) при решении широкого круга задач на глубинах до 1000 ... 1500 м, в т.ч.:

- поиск и картирование месторождений углеводородов, рудных, угольных и др.;
- изучение верхней части разреза (ЗМС);
- проведение ВСП (МСК) исследований;
- изучение и картирование зоны многолетнемерзлых пород;
- картирование газосодержащих горизонтов при проведении работ на газохранилищах.

Возможно применение источника для воздействия на нефтяные пласты с целью повышения нефтеотдачи и для ликвидации прихвата буровых труб при бурении скважин.

«Волгарь-20» можно использовать и для возбуждения поперечных волн, установив (закрепив) на специальной подставке под углом в 45° к поверхности грунта.

Основные технические характеристики:

Масса излучателя, кг	300
Амплитуда механической силы на плите, кН	200
Длительность импульса силы, мс	3,0
Энергия емкостного накопителя, кДж	7,0
Средняя потребляемая мощность, кВт	3
Площадь излучающей плиты, м ²	0,6
Частота срабатывания, Гц, не более	0,166
Напряжение питания, В	380, 50 Гц
Напряжение на накопителе, В	950
Рабочий температурный диапазон, °С	-40 ... +60
Возможность работы с наклоном излучающей плиты, °	до 15

Вибрационный источник сейсмических сигналов СВ-30/150Б «Русич»

ШАССИ (4 X 4) С ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОЙ РАМОЙ

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ И ТРАНСМИССИИ С ОТОБРАЖЕНИЕМ КРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА МОНИТОРЕ В КАБИНЕ

ВИДЕОКАМЕРЫ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВОЗБУДИТЕЛЕМ ВИБРАЦИИ И КОНТРОЛЯ ДВИЖЕНИЯ ЗАДНИМ ХОДОМ

СИСТЕМЫ ВИНТЕРИЗАЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

ОПЦИОННАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ ШАССИ ШИНАМИ 28.10-25, 67X34.00-25, 66X44.00-25 ИЛИ 66X43.00-25

Основные технические характеристики:

Макс. толкающее усилие, кН	300,6
Реактивная масса, кг	3798
Рабочий диапазон частот, Гц	5...250
Амплитуда перемещения массы, мм	88
Взвешивание массы	2 пневмоопоры
Площадь опорной плиты, кв. м	2,5
Масса опорной плиты, кг	1936

ГАЛЕРЕЯ НОВИНОК



Общий вид СВ-5/300В на шасси
MOROOKA MST-800VD (пр-во Япония)



СВ-5/300В «Мороок» при работах МОГТ-2Д-
ВРС на полиметаллы



ЗАО «Геосвип»:
Россия, г. Москва, 107140,
ул. Н. Красносельская, 4,
Тел./Факс: (499) 264-6787
E-mail: info@geosvip.ru

Площадь поршня, кв. см	145,3
Клиренс по опорной плите, не менее, мм	460
Насос вибратора	DENSION P 14P
Тип сервоклапана	ATLAS-240H
Рабочий диапазон температур, °C	-40...+40
Система управления	«ВИКОНТ/СвипМастер» ЗАО «ГЕОСВИП», Россия
Тип двигателя	ЯМЗ-7511
Мощность двигателя, л.с.	400@1900 об/мин
Ведущие мосты	«Кировец» с дифференциалом типа «Носу сплин»
Привод	гидростатический
Угол поворота передней полурамы относительно задней	
- в горизонтальной плоскости	± 32°
- относительно продольной оси	± 16°
Длина, мм	9900
Ширина, мм (сч шинами 23,5-25)	2500
Высота, мм	3700
Полная масса, кг	32060
Макс. скорость, км/ч	38

Высокочастотный вибрационный источник сейсмических сигналов

СВ-5/300В

Предназначен для возбуждения высокочастотных
продольных сейсмических волн в геологической среде

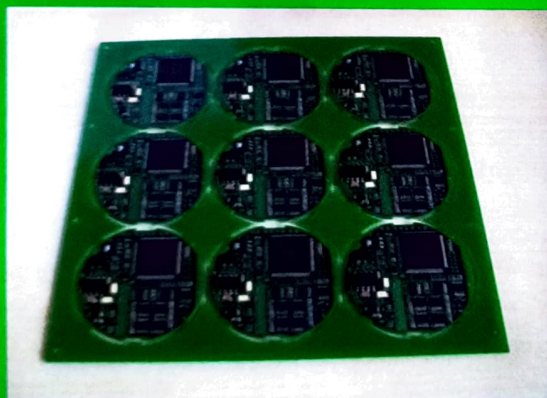
Основные технические характеристики:

Макс. толкающее усилие, кН	50
Реактивная масса, кг	800
Частотный диапазон, Гц	5...450
Взвешивание массы	1 пневмоопора
Площадь опорной плиты, м	0,5
Масса опорной плиты, кг	500
Статический прижим, кН	55
Клиренс по опорной плите, мм	470
Удельное давление на грунт, кПа	23
Насос вибратора	DENISON P 6P
Тип сервоклапана	ATLAS 200H
Тип двигателя	4-тактный, с водяным охлаждением и прямым впрыском
Мощность двигателя, л.с.	110 @ 2500 об/мин
Привод	гидростатический
Ширина гусеницы, мм	600
Ширина колеи, мм	1700
Длина, мм	4430
Ширина, мм	2300
Высота, мм	2380
Полная масса, кг	9000
Минимальный радиус поворота, м	2,4
Макс. скорость, км/ч	10,7
Температурный диапазон, °C	-30...+40
Система управления	ВИКОНТ/СвипМастер, ЗАО «ГЕОСВИП», Россия

ГАЛЕРЕЯ НОВИНОК



Новый гидрофон системы Marsh Line



Платы электронного модуля системы Marsh Line

О.В. Лисунов ООО «Современные сейсмические технологии» (ССТ)), г. Геленджик

А.Ю.Гуров ООО «Донгеофизика», г.Геленджик

Новые гидрофон и электроника системы Marsh Line

В ООО ССТ (Компания СИ Технолоджи) была переработана конструкция гидрофона для телеметрической системы Marsh Line семейства XZone. В качестве чувствительного элемента был взят гидрофон GN4 телеметрической системы Bottom Fish, который, имея высокую чувствительность, надежность и долговечность, отлично зарекомендовал себя в работе. Новая конструкция корпуса гидрофона для системы Marsh Line никоим образом не ухудшает технические характеристики гидрофона, удобна в сборке приемного модуля. Каждый гидрофон проходит тестирование на чувствительность, емкость и сопротивление изоляции.

Предназначен для регистрации высокочастотных продольных сейсмических волн в геологической среде.

Основные технические характеристики:

Чувствительность при 10 Гц	20 В/Бар $\pm$ 3 В/Бар
Изменение чувствительности при:	
- изменении частоты	Менее 0,5 дБ от 1 Гц до 1000 Гц
- изменении глубины	Менее 0,5 дБ от 0 м до 80 м
- изменении температуры	Менее 0,1 дБ от -10°C до +40°C
Механический резонанс	Более 6 кГц
Нелинейные искажения при уровне сигнала 1 мБар	
	Менее 0,03 %
Рабочий температурный диапазон	-10...+40 °C
Диапазон температур хранения	-40...+70 °C
Максимальная рабочая глубина	80 м
Максимальная неразрушающая глубина	150 м
Масса	21 г
Размеры	43 x 26 x 9 мм

Новая конструкция гидрофона обеспечивает его стабильную работу в условиях сильных донных загрязнений (ил, осадки, песок). Оболочка прибора гидрофобна и препятствует накоплению загрязнений.

Модернизация блока электроники приборного модуля системы Marsh Line

Разработчики ООО ССТ (компания СИ Технолоджи) усовершенствовали и полностью изменили конструкцию электроники приборного модуля системы Marsh Line. Были применены некоторые схемотехнические решения, хорошо зарекомендовавшие себя в электронике систем Fly Lander и Bottom Fish, что устранило утечки в коммутаторе питания. Многие детали заменены на электронные компоненты нового поколения. Это позволило увеличить плотность поверхностного монтажа, увеличить надежность электроники, уменьшить потребление электроэнергии.

Теперь в приборном модуле системы Marsh Line только одна плата электроники, что значительно повысило надежность модуля и существенно уменьшило его себестоимость.

При изготовлении электроники системы Marsh Line используется современная технология автоматизированного поверхностного монтажа.

Применение новейших технологий сейсморазведочных работ на мелководье и в транзитных зонах объективно обеспечивают лидерство компании «ПГС-Хазар» на российском рынке геофизических услуг

Жгенти С.А. – ООО «ПГС-Хазар», г.Геленджик

Компания «ПГС-Хазар» предлагает услуги по проведению сейсморазведочных работ с применением самых современных технологий на традиционно наиболее трудных участках акваторий – мелководье, предельном мелководье, а также в транзитных зонах.

Сегодня «ПГС-Хазар» – это надежный и стабильный партнер, что обеспечено, с одной стороны, огромными объемами выполненных работ, а с другой стороны, постоянными заботами о повышении производительности и качества выполнения работ на основе создания специальных технических средств.

С момента образования «ПГС-Хазар», его заказчиками были практически все нефтегазоразведочные и добывающие компании, имеющие свои интересы в акваториях Азовского, Черного и Каспийского морей. Общий объем работ, выполненных компанией за последние 5 лет, составляет более 30 000 пог.км 2D1С и 2С профилей, более 130 пог.км 2D4С профилей и 700 кв.км. 3D площадей. Работы ВРС для строительства морских буровых платформ и трубопроводов выполнены в общем объеме около 6 000 пог.км.

Такой успех компании неслучаен и обеспечен ее дальновидной и успешной политикой, проводимой в области применения специальных технических средств и новейших технологий.

В основе политики развития компании лежит принцип наилучшего соответствия постоянно растущим нуждам заказчика. В «ПГС-Хазар» ясно отдают себе отчет в том, что для того, чтобы услуги компании были востребованы, необходимо предлагать такие условия проведения



Рис. 1 Судно серии «Кайман»

работ, которые, укладываясь в существующие ценовые рамки, были бы лучшими по показателям производительности работ, характеристикам применяемого возбуждающего и регистрирующего оборудования при обеспечении минимального ущерба, наносимого окружающей среде. Решающее значение в обеспечении такого принципа, наряду с другими важными факторами, имеет вооруженность компании специальными техническими и технологическими средствами, обеспечивающими существенное повышение производительности работ при высоком качестве получаемого материала.

На мелководье и в транзитных зонах (особенно в арктических морях), где основные объемы работ это донные наблюдения, всегда очень короткий полевой сезон и для того чтобы выполнить значимые объемы исследований необходимо обеспечить очень высокую производительность проведения полевых работ, которая однако имеет свои объективные ограничения.

Поэтому одним из выходов из такой ситуации является использование комбинированных технологий проведения работ. При этом в предельном мелководье в диапазоне



Рис. 2 Судно серии «Хазар»

глубин 0 – 4 м проводятся донные исследования, а на больших глубинах проводятся работы с применением плавающей буксируемой косы. Основным препятствием для успешного использования комбинированных технологий на мелководье является отсутствие подходящих судов, обеспечивающих эффективное проведение работ с применением каждой из них.

Очевидно, что для работы в условиях мелководья суда должны иметь достаточную грузоподъемность и мощность двигателей при малой осадке.

Компания «ПГС - Хазар» это единственная российская сервисная геофизическая компания, которая располагает собственным флотом, состоящим из судов, специально построенных для проведения сейсморазведочных работ на мелководье с высокой производительностью.

К настоящему времени собственный флот компании включает более 10 судов различного специального назначения.

Для проведения работ с донной косой были специально разработаны и построены суда серии «Кайман», представляющие собой плоскодонные тримараны с движителями в виде гребных колес и имеющие грузоподъемность около 15 тонн при осадке 0,5 м (рис. 1).

Применение таких судов позволяет использовать автоматизированную раскладку и сбор донных кос по ходу движения судна и обеспечивает в среднем в 6 – 7 раз более высокую производительность работ, чем при

ручной раскладке кос. В настоящее время компания располагает четырьмя судами серии «Кайман», которые позволяют реализовать конвейерный способ проведения донных работ, а значит и возможность выполнения значительно больших объемов работ в течение одного полевого сезона.

Именно благодаря использованию судов серии Кайман производительность донных работ МОГТ в компании «ПГС-Хазар» составляет до 30 - 40 пог.км в сутки.

В компании «ПГС-Хазар» успешно применяют на мелководье, уже начиная с глубин 3,5 – 4,0 м, и технологию работ МОГТ с плавающей буксируемой косой.

Для проведения таких работ в компании разработаны и построены специальные суда серии «Хазар» (рис. 2), имеющие осадку 1,5 м и обладающие необходимой грузоподъемностью (20 т), позволяющей размещать на них необходимый приемно-возбуждающий комплекс и обслуживающий персонал. Эти суда зарегистрированы морским регистром и специально предназначены для проведения сейсморазведочных работ с плавающей или донной косами.

К настоящему времени закончено строительство второго судна серии Хазар, из трех запланированных.

Производительность работ МОГТ на мелководье с применением плавающей буксируемой косы достигнутая в компании составляет 35 - 45 пог.км в сутки.

При необходимости использования этих судов для проведения работ с применением автоматизированной раскладки и сбора донной косы в компании разработаны и изготовлены специальные устройства, обеспечивающие необходимое натяжение и плавность подачи донного кабеля с интегрированными в него приемными модулями. Позиционирование датчиков приемной косы осуществляется с применением акустической системы Sonardyne.

Методика совместной обработки данных и увязки результатов применения этих двух технологий при

выполнении работ на одном и том же объекте в условиях мелководных акваторий успешно решены и применяются в компании уже на протяжении 3 лет.

Для сбора и регистрации сейсмических данных компания «ПГС-Хазар» широко использует сейсморегистрирующие системы семейства XZone производства российской компании СИ Технолоджи, на которые компания «ПГС-Хазар» получила все необходимые сертификаты соответствия международным стандартам в британском уполномоченном центре сертификации продукции Veri-fi.

С целью расширения своих технологических возможностей при выполнении больших объемов 3D компания «ПГС-Хазар» приобрела новейшую кабельную систему сбора и регистрации данных для проведения донных наблюдений SeaRey-100, производства компании Sercel. Для приема колебаний эта кабельная система использует всенаправленные датчики, построенные на основе МЭМС технологий и гидрофоны, позволяющие использовать донную систему приема данных при глубинах погружения датчиков до 100 м.

Применение такой системы сбора и регистрации данных позволяет компании «ПГС-Хазар» предлагать услуги по проведению сейсморазведочных работ любой сложности от 2D1C до 3D4C на мелководье и в транзитных зонах

Для большинства сервисных компаний, выполняющих сейсморазведочные работы в транзитных зонах, камнем преткновения является продолжение наблюдений на сушу. Полоса предельного мелководья в диапазоне глубин 0,5 - 0 м, как правило, даже у компаний имеющих специальное оснащение, остается не исследованной. Это объясняется отсутствием каких-либо подходящих источников возбуждения колебаний для таких условий проведения



Рис. 3 Пневмозлучатель DrillGun

работ, которые позволяли бы обеспечить приемлемую производительность работ и качество регистрируемых данных.

Источников возбуждения колебаний для проведения работ на границе суша – море просто не существует.

В компании «ПГС-Хазар» разработана технология форсирования береговой линии, обеспечивающая получение данных МОГТ без снижения номинальной кратности вплоть до береговой кромки с последующим ее стандартным снижением дальше на сушу.

Разработанная технология предполагает продолжение морских линий приема на сушу и раскладку по ним того же донного кабеля, который используется при работах в предельном мелководье. Компания же, специализирующаяся на проведении работ на суше, работая самостоятельно, начинает раскладку своих кос на суше - от береговой линии.

При согласовании параметров систем наблюдений, применяемых на предельном мелководье и на суше, представляется возможным без особых сложностей совмещать зоны сброса и набора кратности прослеживания по МОГТ, соответственно, на окончании «морского» и в начале «сухопутного» участков линий наблюдений, обеспечивая получение единой системы наблюдений без потери кратности прослеживания в районе береговой линии.

Для осуществления возбуждения колебаний в компании «ПГС-Хазар» разработан ввинчиваемый в грунт пневмоизлучатель DrillGun (рис.3).

Глубина погружения источника, как правило, не превышает длины одной буровой штанги. Это позволяет существенно повысить производительность работ за счет отказа от операций по наращиванию длины бурового инструмента и его извлечения с целью последующего погружения в освободившуюся скважину излучателя. Применение такого пневмоисточника обеспечивает приемлемую производительность работ на глубинах моря 0,5-0 м, т.е. там, где другие сервисные компании работы просто не проводят.

В настоящее время ведутся работы

по компоновке системы обеспечения источника сжатым воздухом на шасси вездехода амфибии, снабженного буровой установкой и оптимизация его применения.

Описанные новые возможности компании «ПГС-Хазар», основанные на создании и использовании специальных технических средств, повышающих производительность и объемы выполняемых работ, активно делают ее несомненным лидером на российском рынке услуг по проведению сейсморазведочных работ на мелководье и в транзитных зонах по технологиям любой сложности от 2D2C до 3D4C.

И в заключение еще одна новость, подтверждающая выросший авторитет и факт международного признания компании «ПГС-Хазар».

Норвежская компания PGS (Petroleum Geo – Services) – авторитетнейший международный оператор морских геофизических исследований, подписанием соответствующего соглашения подтвердила свое намерение выполнять морские глубоководные сейсмические исследования на шельфах бывшего СССР в качестве субподрядчика компании «ПГС-Хазар», делегируя ей права эксклюзивного подрядчика.

Вниманию специалистов!

В 2011 г. в ООО «Издательство ГЕРС», Тверь, вышла в свет книга **«Сейсморазведка с вибрационными источниками»**, авторы Жуков А.П., Колесов С.В., Шехтман Г.А., Шнеерсон М. Б.

Издание объемом 412 с. подготовлено в соответствии с программой научно-исследовательских работ ООО «Геофизические системы данных». В нем изложены распространенные и новые, еще не вполне устоявшиеся подходы к теории и практике наземной и скважинной сейсморазведки, базирующейся на применении вибрационных источников сейсмических колебаний. Излагается физическая сущность наблюдаемых эффектов, а также процедур обработки без привлечения сложного математического аппарата. Рассмотрены технические средства, методика проведения полевых работ и обработки сейсмических записей. Приведены примеры решения методических и геологических задач в районах с различными сейсмогеологическими условиями в нашей стране и за рубежом. Уделено внимание нелинейным вибросейсмическим эффектам, практическое использование которых в настоящее время только начинается.

Книга предназначена для геофизиков-сейсморазведчиков, работающих в направлении развития наземной и скважинной сейсморазведки, и будет также полезна молодым специалистам и студентам вузов геофизических специальностей.

По вопросам приобретения обращаться по адресу: 410019, Саратов, ул. Крайняя, 129, оф. 316. ООО «ИнформГеофизСервис», тел./факс (8452) 64-14-32; e-mail: paturlov@mail.ru.

О возможностях метода сейсмической локации бокового обзора с синтезированной апертурной антенны

Шайдунов Г.Я., Кудинов Д.С., Панько С.П. – Сибирский федеральный университет, г.Красноярск; Копылов М.А. – ОАО «Енисейгеофизика», г. Красноярск

Метод радиолокации бокового обзора (СЛБО) с синтезированной апертурой антенны является сегодня классическим способом повышения разрешающей способности картографических систем с базированием передатчика и приемника на одном носителе – самолете либо спутнике [1]. Этот метод используется также в технике картографирования морского дна, но с использованием акустического возбуждения и приема и с размещением всего комплекса на подводном или надводном судне.

Существо метода СЛБО (рис. 1) заключается в зондировании поверхности земли или морского дна последовательностью импульсов и приеме отраженных сигналов с боковой плоскости относительно транспортной базы (ТБ). При этом по мере движения ТБ, принимаемые сигналы запоминаются и суммируются, так что вдоль линии движения синтезируется виртуальная антенна длиной, равной суммируемому участку траектории ТБ.

Поскольку длина участка этой траектории намного превышает базу ТБ, то в

итоге эквивалентная длина синтезируемой таким образом антенны определяет высокую разрешающую способность метода СЛБО.

Известно, что при синтезе апертуры антенны длиной L разрешающая способность картографирования элементов грунта возрастает в $(L/\lambda)^2$ раз, где λ – длина используемой волны. Применительно к сейсморазведке подобный способ эквивалентен интерференционному методу обработки сигналов с использованием групп излучателей (источников) и сейсмоприемников, однако с той разницей, что те и другие перемещаются одновременно с фиксированным расстоянием между ними.

Этот метод известен в сейсморазведке [2] высокого разрешения под термином сейсмического локатора бокового обзора (СЛБО) с использованием рассеянных волн. Его преимущество – возможность изучения трещиноватости геологической среды.

Реализация метода СЛБО в движении возможно как на суше, так и на воде. В

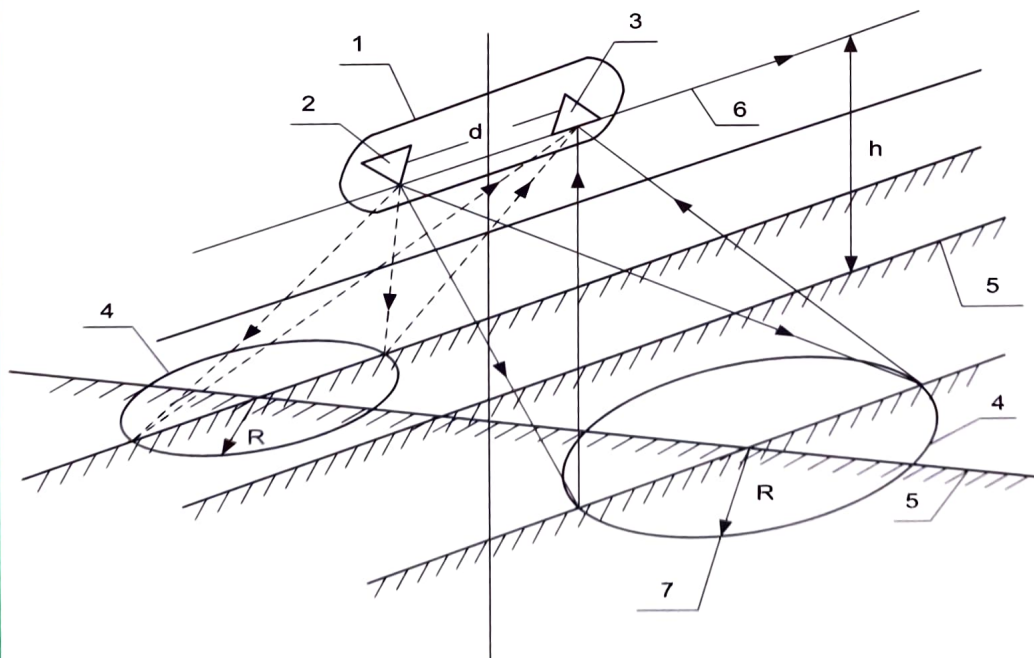


Рис. 1. Схема реализации метода СЛБО на одном транспортном носителе

1 – транспортная база (носитель); 2 – импульсный невзрывной излучатель; 3 – сейсмоприемник; 4 – отражающее пятно; 5 – поверхность отражающего слоя; 6 – линия движения носителя; 7 – радиус первой зоны Френеля; h – глубина положения отражающего слоя; d – база системы

первом случае синтез апертуры производится параллельно с обычной технологией обработки сигналов с той разницей, что георазрез строится по показаниям лишь ближайших к источнику сейсμοприемников или их «косичек».

Особенно актуальна подобная технология для морской сейсморазведки при работе с одного судна – носителя без использования буксируемых сейсмических кос, а также при работах по рекам.

Как известно, работа сейсморазведки в горно-таежных районах, подобных Восточной Сибири, сильно затруднена из-за необходимости использования тяжелой техники, поэтому реализация метода СЛБО в движении позволила бы решить многие задачи сейсморазведки, не реализуемые другими технологиями.

Для научно-технического обоснования метода необходимо решить следующий круг задач:

- оценить потери в отношении сигнал/помеха при снижении кратности обработки;
- определить оптимальную длину синтезированной апертуры с учетом неоднородности геологической среды;
- решить техническую задачу одновременной работы источника и сейсμοприемников на одной транспортной базе;
- разработать проект аппаратного комплекса сейсмического локатора и создать опытный образец водного варианта;
- провести опытно-методические работы в полевых условиях на суше, а также путем камеральной обработки готовых записей на известных месторождениях.

Рассмотрим задачу геокартирования в движении методом СЛБО двухслойного разреза с включением некоторой неоднородности в первом слое (рис. 2).

Отраженные сигналы по линии движения запишем как:

$$u_i(t) = U_{mi} e^{-\alpha_i t} \sin(\omega t_i + \varphi_i), \quad (1)$$

где $i=1, 2, 3$ – порядковые номера точек отражения; U_{mi} – начальная амплитуда; α_i – коэффициент затухания; ω – рабочая частота; t_i – время запаздывания на пути 2; γ_i ; φ_i – начальная фаза.

Запоминание и суммирование дает:

$$u\Sigma(t) = \sum_{i=1}^n U_{oi} e^{-\alpha_i t} \sin(\omega t_i + \varphi_i), \quad (2)$$

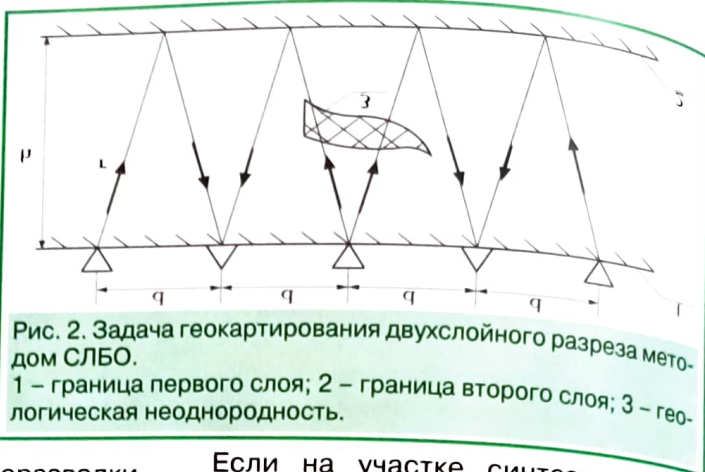


Рис. 2. Задача геокартирования двухслойного разреза методом СЛБО. 1 – граница первого слоя; 2 – граница второго слоя; 3 – геологическая неоднородность.

Если на участке синтезированной апертуры L имеются m акустических неоднородностей со скоростью сейсмических волн v_j , а средние скорости однородных участков v_{i-j} , то суммарный сигнал (2) запишется в виде:

$$u\Sigma H(t) = \sum_{i=1}^{n-j} U_{oi-j} e^{-\alpha_{i-j} t} \sin(\omega t_{i-j} + \varphi_{i-j}) + \sum_{i=1}^m U_{oj} e^{-\alpha_j t} \sin(\omega t_j + \varphi_j) \quad (3)$$

Если параметры неоднородностей носят случайный характер, то сумма (3) будет иметь следующий предел:

$$u\Sigma(t) = (n-j) U_{oi-j} e^{-(n-j)\alpha_{i-j} t} \sin(\omega t_{i-j} + \varphi_{i-j}) + \sum_{i=1}^m \sqrt{U_{oj}^2 e^{-2\alpha_j t} \sin^2(\omega t_j + \varphi_j)} \quad (4)$$

т.е. второй член (3) суммируется по закону случайных величин.

При этом отношение сигнал/помеха будет равно:

$$\frac{u_c(t)}{u_n(t)} = \frac{(n-m) U_{oi-m} e^{-(n-m)\alpha_{i-m} t} \sin(\omega t_{i-m} + \varphi_{i-m})}{\sqrt{m} \sqrt{U_{oj}^2 e^{-2\alpha_j t} \sin^2(\omega t_j + \varphi_j)}} \quad (5)$$

Отношение начальных амплитуд:

$$\frac{u_{co}}{u_{no}} = \left(\frac{n-m}{\sqrt{m}} - 1 \right) \frac{U_{oi-m}}{U_{oi}} \quad (6)$$

Если $n \gg m$, то:

$$\frac{u_{co}}{u_{no}} = \frac{n}{\sqrt{m}} \frac{U_{oi-m}}{U_{oj}} \quad (7)$$

Некоррелированные с сигналом шумы (микросейсмы) будут суммироваться при их независимости также как случайные величины, т.е. суммироваться 2 их дисперсии:

$$u\Sigma \Pi = n * u_{шн}, \quad (8)$$

Если на общей длине синтезированной апертуры L будет укладываться $n=L/d$ точек отсчета сигнала, то кратность метода СЛБО будет соответствовать этой величине.

Далее дадим оценку целесообразной длины синтезируемой амплитуды L , исходя из сферической симметрии диа-

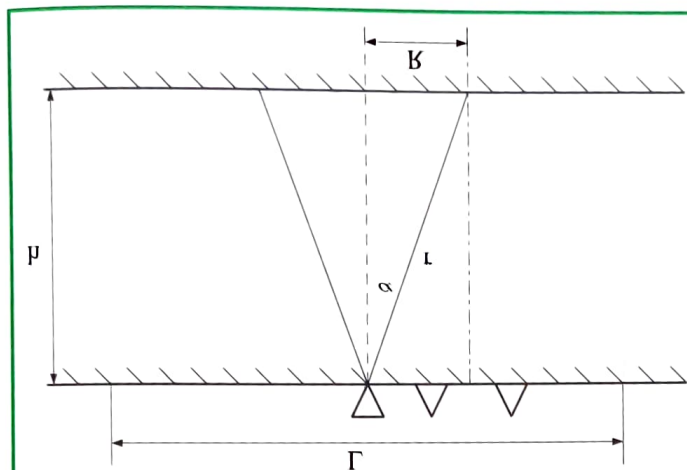


Рис. 3. К оценке целесообразной длины синтезированной апертуры

граммы направленности источника излучения (рис.3).

Будем считать, что площадь активной зоны отражающего слоя определяется радиусом зоны Френеля:

$$R = \sqrt{\frac{\lambda h}{\cos \alpha}}, \quad (9)$$

где λ – средняя длина излучаемой сейсмической волны.

В этом случае длина когерентного участка отражающего слоя будет равна:

$$L = 2R \quad (10)$$

Для примера, при $h=4000$ м; $\lambda=100$ м, $\cos \alpha=1$

$$L = 2\sqrt{4 \cdot 10^5} \approx 1400 \text{ м.}$$

$$\text{При } h=100 \text{ м; } \lambda=100 \text{ м, } L=200 \text{ м}$$

При движении носителя со скоростью v и интервале отсчета между рабочими точками Δt , число суммируемых сигналов на участке апертуры L будет равно:

$$h = \frac{L}{v \cdot \Delta t}, \quad (11)$$

Например, при движении судна со скоростью $v=10$ км/час ≈ 3 м/с, количество отсчетов для $L=1400$ м будет равно:

$$h = 1400 / 3 \cdot 10 \approx 46 \quad (12)$$

Эта величина и будет являться кратностью суммирования, а отношение сигнал/шум по амплитуде возрастает в $\sqrt{h} \approx 7$ раз.

Приведенные расчеты сделаны для случая зеркального отражения.

При малой транспортной базе, т.е. малом разnose между излучателем и приемником, реализовать вариант зеркальности отражения сложно из-за влияния ревербераций. По этой причине нужно использовать боковой обзор, что естественно снижает уровень полезного сигнала. Проблемы реализации метода для решения задач сейсморазведки в

Арктическом бассейне изложены в [3].

Заметим, что при малом разnose между излучателями и приемниками снимаются проблемы подавления низкоскоростных помех, поскольку они исчезают почти мгновенно после генерации очередного импульса излучения. Однако в этом случае необходимо на момент излучения демпфировать, т.е. «тормозить», сейсмоприемники, во избежание их повреждения и нелинейного насыщения.

При значительном линейном размере транспортного средства, в частности мор-

ских судов или подводных лодок, излучатели и приемники могут размещаться по разным концам судна, т.е. в кормовой и носовой частях. Это эквивалентно реализации метода рассеянных волн при боковом обзоре, используемого в практике наземной сейсморазведки.

Выводы

- Для работы в горнотаежной местности Восточной Сибири одним из вариантов проведения сейсморазведочных работ является использование рек и других водных бассейнов в качестве разведочных профилей с применением водных модификаций импульсных невзрывных источников «Енисей».
- Приведенные в статье расчетные оценки обосновывают целесообразность разработки технологии бокового обзора с синтезированной апертурой и размещением всего сейсмического комплекса, включая источник и приемник, на одной транспортной базе без использования сейсмосток.

Работа выполнена при финансовой поддержке федерального комплексного проекта П218.

Литература

1. А.П. Реутов, Б.А. Михайлов, Г.С. Кондратенков, Б.В. Бойков. Радиолокационные станции бокового обзора. М., Сов. радио, 1970, 360 с.
2. Ю. Бондарев. Сейсморазведка. Информационно-издательский центр УГГУ. Екатеринбург, 2007, 698 с.
3. Н.В. Левицкий, В.А. Детков, В.М. Мегеря, Г.Я. Шайдуров. О технологии сейсмических исследований глубоководных районов дна Северного ледовитого океана. Технологии сейсморазведки, №3, 2010 г., с 75-79.

Основные преимущества сейсмической телеметрической системы «ТЕЛСС-3» при малоглубинных исследованиях

Федотов С.А., Федотов А.С., ООО «ГЕОСИГНАЛ», г.Москва

Основные объемы малоглубинных исследований проводятся при инженерно- геофизических исследованиях, поиске и разведке рудных, угольных месторождений, а так же для изучения скоростных характеристик верхней части разреза (ВЧР) при поиске и разведке месторождений нефти и газа.

Если для инженерно- геофизических работ глубина исследований не превышает 100 м, то при поиске рудных и угольных месторождений глубина исследований достигает

500-1000 м. При изучении ВЧР глубина исследований обычно составляет не более 300-500м.

Для регистрации данных используются в основном линейные сейсмические станции. Это «Прогресс-Л» (СКБ СП), «Эллисс» (ООО «ГЕОСИГНАЛ») SGD-SEL (Сибгеофизприбор) «Лакколит» (ООО «ЛОГИС»). В последние годы начинают активно внедряться телеметрические сейсмические системы, ориентированные на малоглубинные сейсмические исследования, - сейсмическая станция «ТЕЛСС-3» (ООО «ГЕОСИГНАЛ») и сейсмическая станция SGD-SEL (Сибгеофизприбор).

Основные технические характери-

стики вышеуказанных станций приведены в табл.1 (параметры систем взяты из рекламных проспектов).

Как следует из таблицы 1, наиболее высокими параметрами обладает станция ТЕЛСС-3, что связано с применением в ней прецизионным аналого-цифровым преобразователем с расширенным динамическим диапазоном (32бит).

Основные преимущества телеметрических систем перед линейными станциями заключаются в следующем:

1. Высокая устойчивость к электромагнитным, природным и техногенным помехам;
2. Высокий динамический диапазон системы (более 130 дБ при разрядности АЦП32 бита);
3. Минимальные взаимные влияния между каналами;
4. Широкие возможности проведения 2D, 3D, 4D сейсмических работ;
5. Существенно более высокая надежность системы при минимальном резервировании.

- Высокая устойчивость к электромагнитным помехам реализуется благодаря наличию 4-канальных цифровых полевых модулей (ТЕЛСС-3), соединенных между собой 8-жильным

Таблица 1

	ЛАККОЛИТ-Х-МЗ	SGD-SEL	ЭЛЛИСС-3	ТЕЛСС-3	SGD-SET
Кол-во каналов	24	24,48	24-96	960	394
АЦП, бит	24	24	24	32	24
Мгновенный динамический диапазон, дБ	100	105	120	130	105
Период Дискретизации, мс	0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0	0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0	0,0125; 0,025; 0,05; 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0	0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0	0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0
Уровень шума, мкВ	0,2	0,15	0,1	0,08	0,15
Коэффициент нелинейных искажений, %	0,007	0,003	0,001	0,0005	0,003
Взаимные влияния между каналами, дБ	100	130	110	130	110
Потребляемая мощность на один канал, мВт	0,25	0,5	0,12	0,15	0,5

кабелем, обеспечивающим энергоснабжение, передачу данных в цифровом виде и подключение четырех сейсмоприемников (по два с каждой стороны модуля). При этом максимальная длина кабеля, соединяющего модуль и сейсмоприемники, при шаге последних по профилю 2,0 м, составляет 2,9 м на всем протяжении сейсмической косы.

В телеметрической системе SGD-SET используется четырехжильный кабель и два сейсмоприемника (вертикальные и горизонтальные компоненты) встроены в полевой модуль, а расстояния между модулями для инженерно-геофизических работ могут быть выбраны равными 2,5 м или 5 м.

- Высокий мгновенный динамический диапазон позволяет с высокой точностью регистрировать как полезный сигнал, так и помехи, а это, в свою очередь, позволяет получить более качественный результат при обработке данных измерений.

- Взаимные влияния каналов в линейных станциях существенно зависят от системы сбора данных и качества кабеля, используемого для подключения сейсмоприемников. Именно в кабеле из-за емкостных связей между проводами, подключающих сейсмоприемники, взаимное влияние максимально, особенно при длине кабеля 200-500 м. В линейной 48-канальной сейсмической станции минимальная длина проводников сейсмической косы, подключающей к ней первый сейсмоприемник, составляет более 2 м, второй - более 4 м, последний - более 96 м. На сейсмические косы влияют электромагнитные, природные и техногенные помехи, которые, надо отметить, в линейных станциях в среднем в 16 раз, а на последнем канале в 32 раза выше, чем в телеметрических системах, причем на последних каналах полезный сигнал существенно ослаблен.

- Телеметрические системы позволяют в стандартной конфигурации реализовать технологии 2D, 3D с числом линий не менее 4-х, технологию широкого профиля и др. Это позволяет существенно повысить надежность результатов сейсмических исследований при изучении геологического

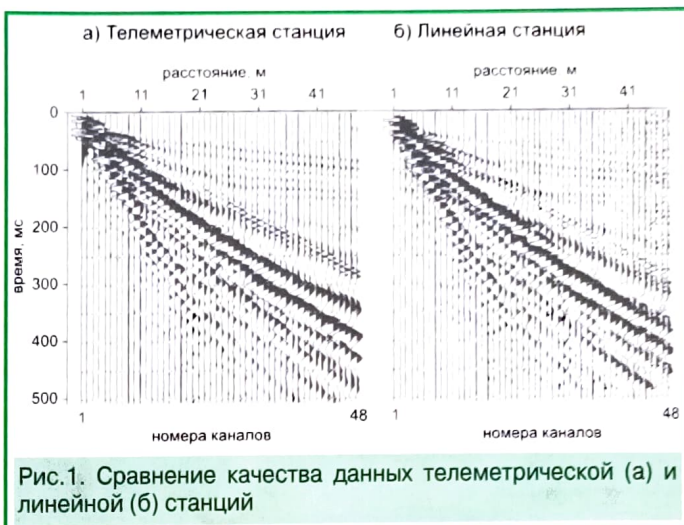


Рис.1. Сравнение качества данных телеметрической (а) и линейной (б) станций

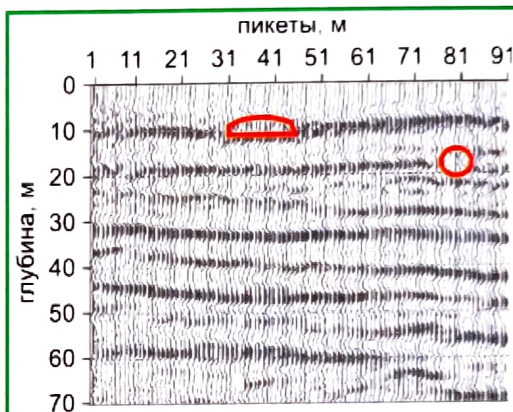


Рис. 2. Пример высокого разрешения глубинного сейсмического разреза, полученного при использовании телеметрической системы. Красными линиями обведены: неоднородности геологической среды на пикетах 29-44 м (песчаная линза); неоднородность на пикетах 75---81 м (зона разуплотнения в кровле толщи известняка)

строения оснований объектов повышенной ответственности и подвергающихся динамическим нагрузкам.

- Высокая надежность телеметрической системы определяется ее блочной структурой (ТЕЛЛС -3), в которой полевые модули и телеметрические кабели соединяются надежными разъемами. Наличие в резерве одного модуля, кабельного соединения, интерфейса телеметрической линии позволяет гарантированно получать качественные результаты в самых отдаленных регионах России (о. Сахалин, п-ов Камчатка, Крайний Север и др.).

В то же время для обеспечения должного уровня надежности работы в удаленных регионах для линейной сеймостанции необходим двойной запас основных блоков.

На рисунке 1 приведено сравнение

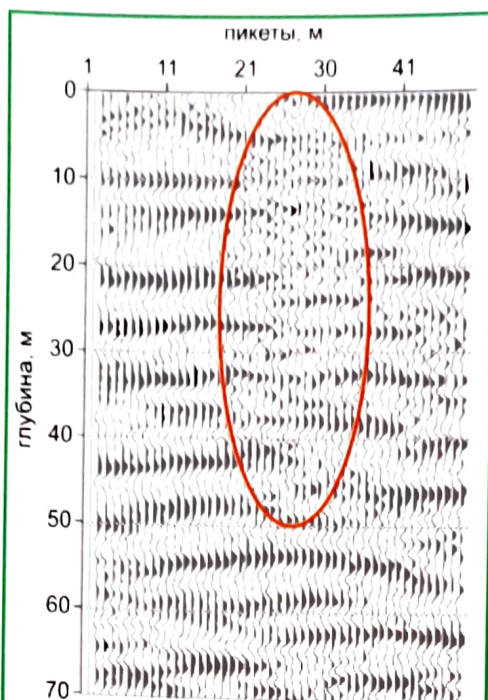


Рис. 3. Пример выделения проявлений карста по данным телеметрической системы. Красной линией обведена область нарушения корреляции отражающих сейсмических границ, соответствующая зоне развития карста

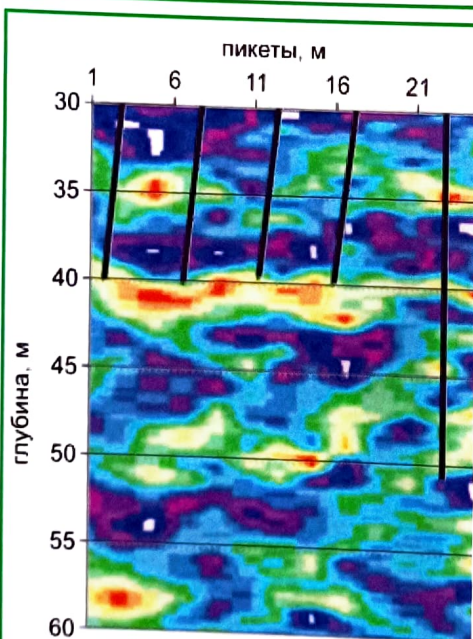


Рис. 4. Пример выявления зон разуплотнения в толще известняка мощностью 30 м на динамическом сейсмическом разрезе. Области, окрашенные в темно-синий цвет, соответствуют наиболее плотному известняку; окрашенные в красный цвет -- зонам максимального разуплотнения; увеличению степени разуплотнения соответствует «потепление» цветов. Жирными черными линиями показаны проектируемые бурона-

качества данных, полученных при полностью идентичной расстановке 48-канальной системы ТЕЛСС-3 и линейной сейсмической станции с общим пунктом возбуждения. Эксперимент был проведен на полигоне МГУ в деревне Александровка Калужской области. Как видно из сейсмограмм качество и разрешение при использовании телеметрической системы выше даже при низком уровне электромагнитных и техногенных помех.

На рисунке 2 приведен пример высокого разрешения, полученного при использовании телеметрической системы. На нем на пикетах 29-44 видны неоднородности геологической среды размером по вертикали около 2,5 м. На пикетах 75-81 выделяется зона разуплотнения размером 6 м по горизонтали и около 4 м по вертикали.

Реальные электромагнитные и техногенные помехи (от электрических кабелей, автомобилей, трамваев, метро и др.) в условиях больших городов создают существенный фон при проведении сейсмических работ, что требует для повышения величины соотношения сигнал/помеха увеличения количества накоплений полезного сигнала до 16. При этом, чтобы реализовать необходимое накопление полезного сигнала от отражающих границ, необходимо уменьшать шаг расстановки сейсμοприемников до 1 м и формировать пункты возбуждения через 2 м.

Широкие возможности телеметрических систем позволяют реализовать 3D исследования, плотные сети профилей исследований, необходимые для детального изучения наиболее ответственных объектов (опоры мостов, фундаменты высотных зданий и др.). При этом появляется возможность изучения зон разуплотнений размером 3-4 м на глубинах 20-30 м и формирования соответствующих сечений геологического разреза по соответствующим горизонтальным и вертикальным сечениями. Телеметрические системы, как наиболее помехоустойчивые, рекомендуется использовать для выполнения 4D мониторинга - как периодического мониторинга геологической среды (например, 1 раз в год), так и в непрерывном режиме контроля динамических вибраций на особо ответственных объектах.

Положительными факторами использования телеметрических систем при комплексной расстановке 96-канальной системы является возможность при регистрации полного волнового поля по

96 каналам, в дальнейшем реализовать обработку данных многоволновой сейсморазведки по технологии ОГТ по 24, 48 и 96 каналам.

Такая обработка данных позволяет детализировать верхнюю часть разреза при использовании 24 каналов, среднюю – при использовании 48 каналов и наиболее глубинную часть разреза при использовании 96 каналов.

Одной из трудностей при обработке данных ОГТ является возникновение мощного цуга поверхностных волн. Наиболее эффективным средством борьбы с данным явлением являются высокоплотная расстановка сейсмоприемников (шаг 1м) и использование фильтрации в F-k области.

Пример выделения карстово-диффузионной зоны приведен на рисунке 3. Зона выделяется на пикетах 23-33 м как зона нарушения корреляции сейсмических границ.

Выделение зон разуплотнения в известняке на глубинах 30-60 м представлены на рисунке 4. Здесь желто-красные цвета соответствуют зонам разуплотнения, а синий цвет соответствует плотным известнякам. Данные сейсмических исследований использовались для проектирования буронабивных свай.

Летом 2010 года в г.Кимры проводились полевые испытания источника возбуждения ИДД-20 «Волжанин» (ООО «Геосвип») с сейсмостанцией ТЕЛСС-3. Сейсмоприемники на профиле располагались через 2м, общее число каналов-72, пункты возбуждения через 8м. Получен глубинный сейсмический разрез с высоким разрешением до глубины 300м. (Рис.5)

Выводы:

1. Использование телеметрических регистрирующих систем позволяет существенно улучшить качество сейсмических данных и реализовать максимальную помехоустойчивость, высокое разрешение и высокую производительность работ.
2. При проведении работ с линейными сейсмическими станциями необходимо контролировать как параметры регистрирующей системы, так и параметры сейсмической косы, т.к. если не обеспечивается должный

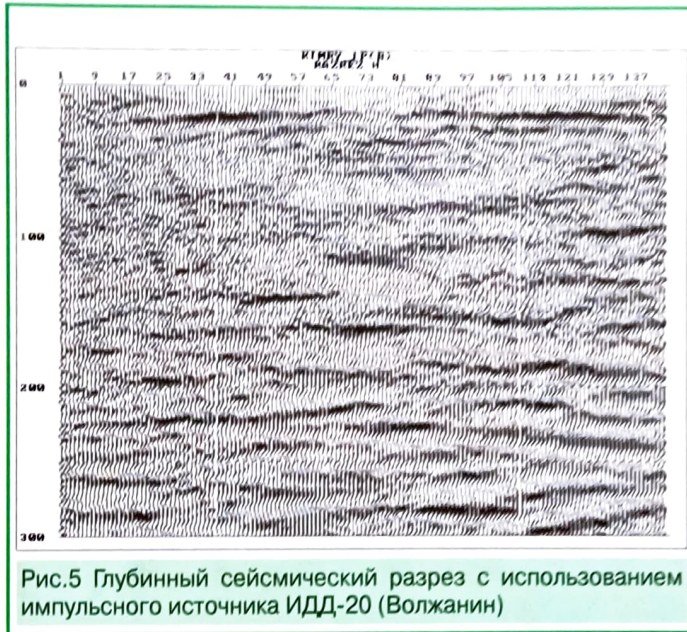


Рис.5 Глубинный сейсмический разрез с использованием импульсного источника ИДД-20 (Волжанин)

уровень значений параметров взаимного влияния каналов и собственных шумов, то качество регистрируемых данных существенно снижается.

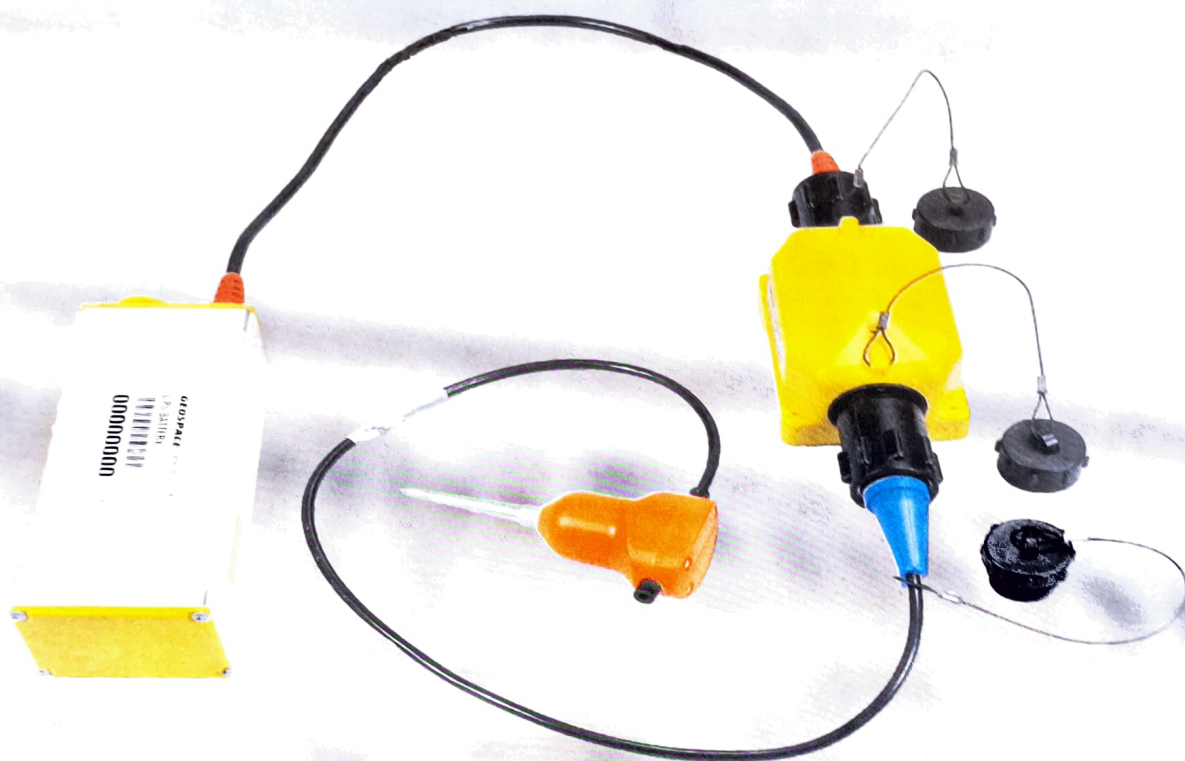
3. Блочное построение телеметрической системы ТЕЛСС-3 при высокой надежности полевых модулей позволяет обеспечить своевременные и высокопроизводительные малоглубинные исследования в отдаленных районах производства работ.
4. Использование телеметрической системы ТЕЛСС-3 в комплексе с одиночным электродинамическим источником ИДД-20 «Волжанин» (ООО «Геосвип») позволяет проводить сейсмические исследования до глубин 500-1000м.

Литература

1. Скворцов А.Г. Высокора разрешающая сейсморазведка на поперечных волнах при изучении верхней части геологической среды. Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Инженерная геофизика 2005». г. Геленджик, 27 марта - 2 апреля 2005 г. С. 16-18.
2. Федотов С.А. Возможности повышения эффективности малоглубинных исследований. «Разведка и охрана» 2005. №3-4. С. 17-22.
3. Федотов А.С. ТЕЛСС-3- эффективный инструментальный для проведения сейсморазведочных работ по технологиям 2D, 3D, 4D. «Приборы и системы разведочной геофизики», № 2/2011, стр. 29-30.

Новая эпоха в сейсморазведке

Бескабельные сейсморегистрирующие системы GSX



Преимущества бескабельной системы GSX

- сокращение численности персонала
- возможность работы в эксклюзивных зонах
- легкость в обслуживании и эксплуатации
- минимальное воздействие на окружающую среду
- повышение производительности сейсмических работ
- совместимость с кабельными системами
- возможность наращивания системы до 50 000 и более каналов
- продолжительность непрерывной работы до 30 суток

GEOSPACE
TECHNOLOGIES

Более подробную информацию по наземным и морским сейсморегистрирующим системам можно найти по адресу компании ОЙО Геоспейс www.oyogeospace.com и в представительстве в России, г. Уфа по телефону +7(347)2823973

Система аккумуляторного электропитания импульсных невзрывных сейсмических источников «Енисей»

Воронцов Ю.С., Кузьмин Д.С., Фомин А.Н., Шайдуров Г.Я., Сибирский федеральный университет, г. Красноярск; Детков В.А., Копылов М.А., ОАО «Енисейгеофизика», г. Красноярск

Снижение техногенных шумов сейсморазведки, вызванных работающими двигателями транспортных машин, в ряде случаев является возможно единственным приемлемым способом проведения сейсморазведочных работ, в частности, при работах по льду водоемов, когда вибрационные шумы интенсивно распространяются по поверхности льда на большие расстояния и существенно затрудняют прием слабых полезных сигналов.

В рамках выполнения проекта П218 авторами разработан и испытан автоматизированный комплекс «УЗР-АКБ», позволяющий не только заряжать рабочие конденсаторы импульсных невзрывных источников «Енисей» от аккумуляторных батарей, но и проводить их подзарядку в момент движения транспортной машиной в течение 2ч3 минут.

Это позволяет отключать двигатель транспортной машины в момент работы источника, т.е. принимать сейсмосигналы в условиях отсутствия техногенного шума.

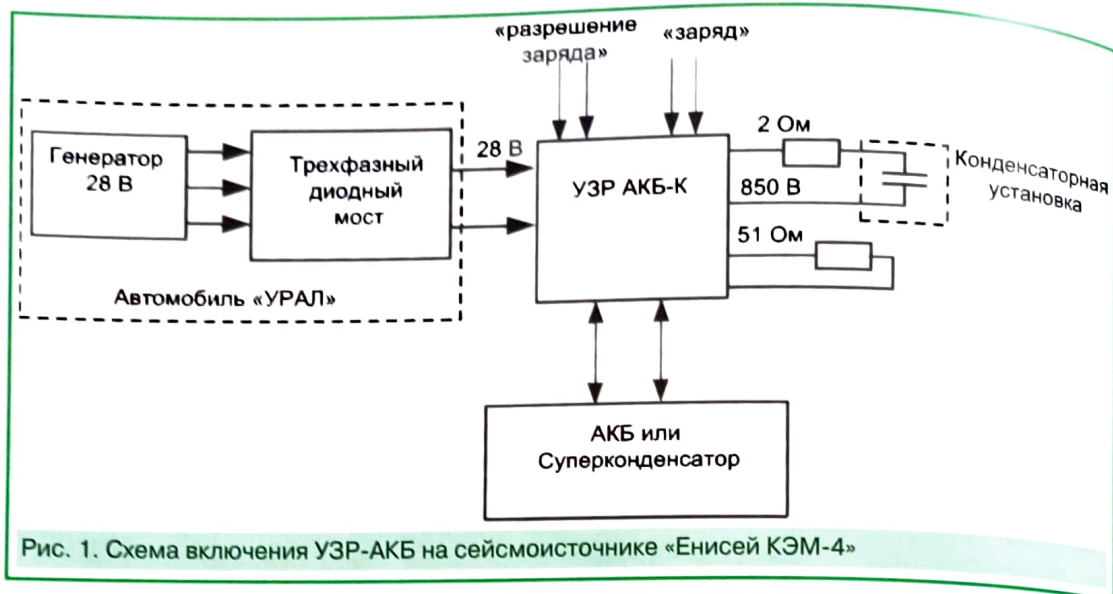
Устройство УЗ-АКБ выполнено на современной микроэлектронной базе с реализацией короткоимпульсного режима заряд-разряд, что позволило совместить оба режима в одном автономном блоке.

Устройство не требует смены аккумуляторов для их дополнительной подзарядки, а вариант работы с санными источниками обеспечивает их питание через линию передачи с напряжением ± 24 В, вместо 220/380В, что существенно повышает безопасность работ в полевых условиях.

Основные технические параметры устройства УЗР-АКБ:

- время заряда конденсаторной установки сейсмоисточника емкостью 20000 мкФ до напряжения 850 В менее 5 секунд;
- для исключения разряда автомобильного аккумулятора напряжение первичного источника ± 28 В снимается непосредственно с обмоток генератора автомобиля «УРАЛ» через дополнительный трехфазный диодный выпрямитель;

- потребляемый ток от первичного источника питания составляет 25ч35 А, в зависимости от темпа ведения сейсморазведочных работ. Предусмотрена возможность использования вместо аккумуляторов современного суперконденсатора, рабочий ресурс которого в тысячи раз превышает аккумуляторный;
- напряжение вторичного источника питания составляет +50 В при использовании батареи из 4-х аккумуляторов типа 6СТ100 или +90 В при использовании вместо аккумуляторов суперконденсатора типа 60ЭК406-90;
- ток заряда вторичного источника питания составляет 10ч20 А и зависит от состояния аккумуляторной батареи или от напряжения на суперконденсаторе;
- напряжение заряда аккумуляторной батареи составляет 58 В, а суперконденсатора – 90В;
- время восстановления заряда вторичного источника после 10 воздействий сейсмоисточника на грунт не превышает 3 минуты для аккумуляторной батареи и 2 минуты для суперконденсатора;
- время работы от АКБ (4 аккумулятора 6СТ100) без подзарядки в темпе 10 воздействий и 3-х минутном переезде составляет не менее 8 часов, затем требуется непрерывная зарядка АКБ в течение 10 часов;
- к.п.д. установки не менее 85%;
- в устройстве предусмотрена возможность остановки заряда конденсаторной установки на уровне 850 В с точностью % и выдача сигнала готовности через разъем на пульт управления;
- обеспечена защита от перенапряжения конденсаторной установки на уровне 900 В со временем срабатывания не более 100 мкс;
- устройство обеспечивает автоматический контроль режима эксплуатации вторичного источника питания;
- осуществляется автоматический разряд конденсаторной установки на резистор сопротивлением 51 Ом мощностью 200 Вт при несанкцио-



- нированном открывании дверей высоковольтного шкафа;
- сигналы управления устройством от пульта:
 - «разрешение заряда» +10 В;
 - «заряд» + 10 В;
 - габариты УЗР-АКБ: длина 280 мм; ширина 120 мм; высота 180 мм;
 - вес устройства без кабелей 6 кг;
 - индикация:
 - 1) идет заряд вторичного источника питания – светодиод «зарядка»;
 - 2) источник вторичного питания заряжен полностью – светодиод «Заряжен»;
 - 3) высокое напряжение – неоновая лампа «900 В».

На рисунке приведена схема включения УЗР-АКБ на сейсмоисточнике «Енисей КЭМ-4».

При использовании УЗР-АКБ на сейсмоисточнике «Енисей КЭМ-4» отпадает необходимость в установке на автомобиль трехфазного электрогенератора переменного напряжения 380 В типа ГС-8 и коробки дополнительного отбора мощности (ДОМ), что существенно снижает цену сейсмоисточника и повышает электробезопасность ведения работ.

Устройство УЗР-АКБ целесообразно использовать также на санном варианте сейсмоисточника «Енисей СЭМ-100» или «Енисей СЭМ-186», для чего необходимо установить на тракторе генератор постоянного напряжения 28 В мощностью 4 кВт типа 2340.3771-



Рис.2. Общий вид изделия УЗР-АКБ

153, выпускаемый заводом «Электром» г.Чебоксары.

При установке УЗР-АКБ на водный сейсмоисточник «Енисей ВЭМ-100К» необходимо использовать в качестве первичного источника питания бензоагрегат постоянного напряжения (28-50 В) мощностью не менее 700 Вт, например, АСПБВ 220-6,5-Т400/230 ВБ.

Внешний вид УЗР-АКБ, установленный на сейсмоисточник «Енисей КЭМ-4», представлен на фото (рис. 2).

На предварительных испытаниях на Минусинском полигоне в составе сейсмоисточника «Енисей КЭМ-4» устройство УЗР-АКБ обеспечило в нормальном температурном режиме 2000 ударов без сбоев в работе.

Работа выполнена при финансовой поддержке конкурсного проекта П218.

Технология уточнения глубинно-скоростной модели неоднородной земной среды и получение высоко-разрешенного изображения по сейсмическим данным с применением суперкомпьютера «Ломоносов».

Адамович О.Б., Жуков А.П., ООО «ГСД», г. Москва, Гогоненков Г.Н., Плешкевич А.Л., ОАО «ЦГЭ», г. Москва

Аннотация

Одной из основных проблем, с которой встречается геофизик при обработке данных сейсморазведки, является устранение искажающего влияния покрывающей сложно-построенной геологической среды на нижележащие сейсмические горизонты. Важными примерами являются соляно-купольная тектоника в области прикаспийской впадины или надвиговая тектоника в условиях Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна. Общим условием в обоих случаях является значительная латеральная изменчивость скоростей распространения волн в покрывающей среде. Основным способом учета таких искажений является 3-D глубинная сейсмическая миграция до суммирования. Применение данной технологии связано с двумя осложняющими факторами – необходимостью построения адекватной модели интервальных скоростей в глубинной области для выполнения миграции, а также значительным временем расчета мигрированных сейсмограмм общей точки отражения (ОТО). Успешное решение этих проблем связано со значительным, на несколько порядков, повышением вычислительных мощностей для построения модели интервальных скоростей и собственно глубинной миграции до суммирования. Данная статья посвящена одной из возможных технологий построения модели интервальных скоростей и применению глубинной миграции до суммирования данных сейсморазведки 3-D, полученных в условиях соляно-купольной тектоники прикаспийской впадины, с применением крупнейшего отечественного суперкомпьютера «Ломоносов» (НИВЦ МГУ). 3-D глубинная миграция до суммирования выполнялась с помощью отечественной программно-алгоритмической разработки «СейсмоСкан», использующей алгоритм Кирхгофа.

Введение

Основным методом построения сейсмического изображения в условиях сложно-построенных сред и значительных латеральных вариаций скоростей

является глубинная миграция до суммирования. Методически, для корректного выполнения глубинной миграции до суммирования необходимо задать адекватную модель интервальных скоростей в глубинном масштабе. Источником информации для оценки скоростей являются как сами наземные сейсмические данные, так и данные ВСП, а также другая доступная геологическая и скважинная информация. В простых случаях, с точки зрения распределения скоростей, применим метод, основанный на формуле Дикса [3], с помощью которого по скоростям суммирования ОГТ можно послойно рассчитать интервальные скорости. Однако данный метод применим только для субгоризонтально-слоистых сред. При использовании его в случае значительной латеральной вариации скоростей возникают значительные погрешности в определении интервальных скоростей.

Для сложно-построенных сред наиболее распространен подход с послойным определением скоростей или так называемая когерентная инверсия [4]. Данный подход основан на корреляции основных отражающих горизонтов (обычно, 4-5). После чего, на основе горизонтальных спектров скоростей, рассчитанных по сейсмограммам ОСТ, определяются интервальные скорости для верхнего горизонта. С полученной скоростью выполняется миграция горизонта в глубинную область. Учитывая скорость и глубину первого горизонта, можно рассчитать спектр интервальных скоростей для второго горизонта, полученный с учетом преломления на вышележащем горизонте. Таким образом, послойно определяются скорости для всех остальных горизонтов. Значения скоростей между горизонтами задаются либо постоянным значением, либо согласно какому-либо скоростному закону, чаще всего линейной зависимостью от глубины. Для 3-D данных процедура выполняется по сетке вертикальных срезов (например через 10 инлайнов).

Нужно отметить, что данный подход

имеет ряд ограничений. При использовании нескольких горизонтов качество полученных спектров значительно ухудшается для более глубоких горизонтов (обычно 3-5-й горизонты). Вследствие этого определение скоростей становится не надежным, и возникают значительные погрешности. Так же, в случае присутствия скоростной неоднородности сравнимой по размерам с длиной приемной расстановки (средне-периодная аномалия), спектры скоростей будут иметь искаженный вид, состоящий из нескольких максимумов и минимумов [4]. Данная особенность является неустранимым ограничением метода, в результате чего приходится пропускать аномальные участки, вследствие чего падает точность построения модели скоростей. Следующим шагом обычно является уточнение полученной модели. Наиболее распространенный современный подход – сеточная 3-D томография. Данный метод основан на оценках остаточных кривизн годографов отраженных волн сейсмограмм ОТО после глубинной миграции до суммирования. Если модель подобрана корректно, годограф обладает нулевой остаточной кривизной, если модель имеет ошибки, годограф имеет остаточную кривизну и может аппроксимироваться параболой. Получая куб остаточных кривизн, а так же используя исходный куб скоростей, можно на основе томографического подхода так изменить модель, чтобы минимизировалась поле остаточных кривизн. Отметим, что данный метод имеет свои ограничения и не способен учесть ошибки скоростей превышающие 20% [2].

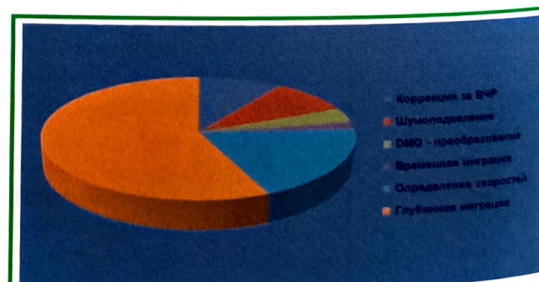
Наиболее надежным источником информации о скоростях распространения упругих волн является их измерение непосредственно в скважине, что делается с помощью данных ВСП и акустического каротажа. Данные ВСП предпочтительнее в силу того, что измерения производятся на тех же частотах что и при наземной сейсморазведке. Как показывает опыт, меньшая детальность ВСП относительно акустического каротажа не важна при построении скоростной модели среды для выполнения миграции. Основным недостатком этого подхода является то, что информация о скоростях доступна только в области околоскважинного пространства.

Другой трудной проблемой, с которой приходится сталкиваться при выполнении 3-D глубинной сейсмической миграции до суммирования

является значительное время расчета сейсмограмм ОТО при заданной модели скоростей. Время счета зависит от нескольких факторов и может сильно варьироваться. Как правило, получение максимально корректного результата миграции, требует выбора таких параметров миграции, которые значительно повышают время вычислений. К таким параметрам относятся, прежде всего, апертюра миграции и шаг квантования по глубине. Кроме того, существенным фактором, влияющим на скорость счета, является количество трасс на входе и выходе процедуры миграции, вне зависимости от типа алгоритма.

Как правило, ошибки в модели скоростей требуют неоднократного выполнения глубинной миграции до суммирования по сетке профилей с целью коррекции модели, что значительно увеличивает общее время обработки данных. Для иллюстрации сказанного на рис.1 приведена обобщенная диаграмма выполнения полного графа обработки сейсмических данных на 32-ядерном SMP-сервере. Как видно, основную долю времени выполнения проекта занимает построение модели скоростей и глубинная миграция до суммирования (до 70% процентов), поэтому геофизику-обработчику необходимо иметь инструмент, который позволит значительно сократить затраченное время. Естественным выходом является значительное увеличение вычислительных мощностей. Одним из возможных средств является привлечение современных суперкомпьютеров. Кроме ускорения выполнения самой процедуры миграции, использование суперкомпьютеров позволяет применить новые, ранее недоступные технологии и ускорить процесс подготовки модели интервальных скоростей.

Технология построения и уточнения модели скоростей с использованием СК "Ломоносов".



Picture 1 – Относительные временные затраты на проведение различных процедур обработки данных 3Д сейсморазведки с использованием стандартного 32- процессорного кластера.

Рассмотрим построение модели и выполнение глубинной миграции до суммирования на примере сейсмических данных 3-D в условиях солянокупольной тектоники на севере прикаспийской синеклизы. Как известно, в данных условиях целевыми горизонтами являются карбонатные комплексы, расположенные на глубине порядка 5 км; их перекрывает мощные соляные тела сложной формы, между которыми расположены песчано-глинистые осадки (мульда). Схематически построение модели в таких условиях можно разделить на 3 этапа [1]:

- 1) Определение скоростей в песчано-глинистой толще
- 2) Определение геометрии соляного тела
- 3) Определение геометрии и скоростей подсолевых отложений

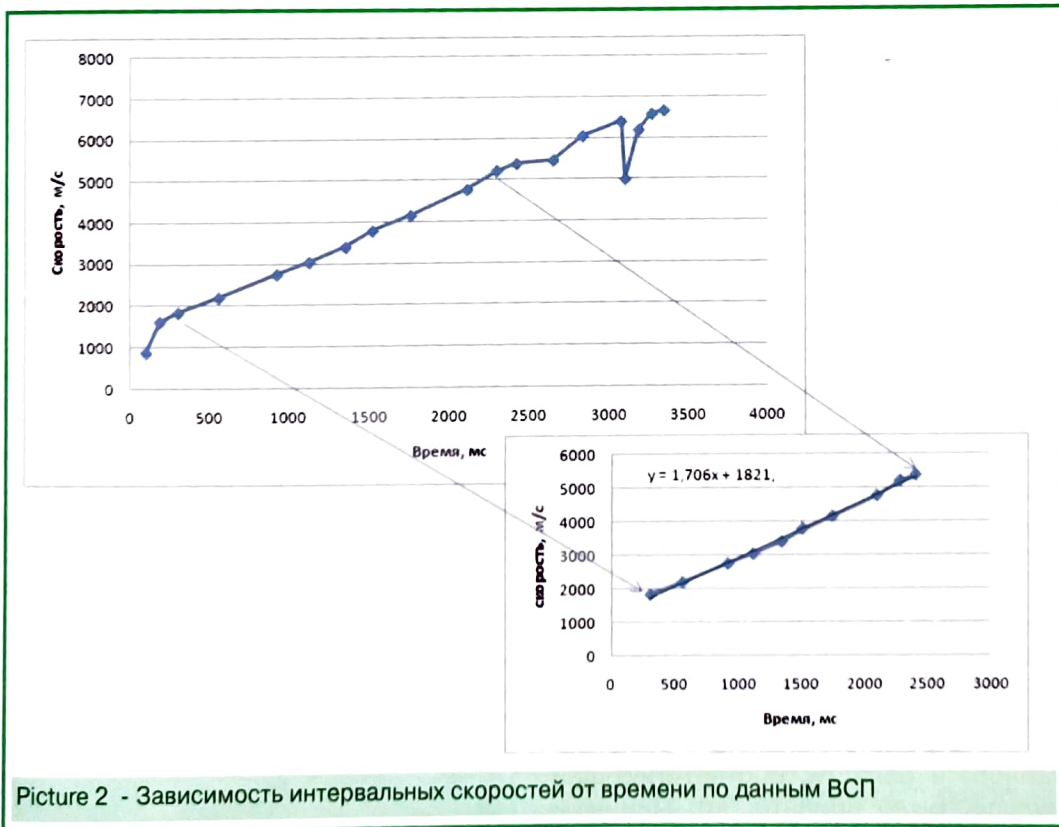
Стоит отметить, что для наилучшей фокусировки подсолевых отражений критически важны первые два пункта.

Традиционный путь заключается в описанном выше подходе на основе погоризонтного анализа, построения начальной модели, глубинной миграции и последующими итерациями томографии и миграции. Данный подход часто требует как значительных вычислительных затрат, так и постоянного участия геофизика в процессе выполнения всех стадий работы.

В проведенном эксперименте авторы

решили отойти от традиционной схемы и использовали следующий технологический подход учета латерального изменения скоростей в мульде. По данным ВСП в скважине, пробуренной в мульде, были оценены средние скорости по первым вступлениям волн. Полученные средние скорости пересчитывались в интервальные. На рис.2 приведен полученный график интервальных скоростей в зависимости от двойного вертикального времени. Как видно данная зависимость в области мульды хорошо аппроксимируется линейной с коэффициентом корреляции 0,99. По-видимому, такая хорошая зависимость является следствием того, что в терригенных породах определяющим фактором, влияющим на скорость распространения упругих волн, является глубина залегания пород и как следствие время распространения волн. Однако, при использовании данного подхода не учитывается возможное латеральное изменение скоростей.

Для учета латерального изменения скоростей был выбран следующий способ, учитывающий отмеченное линейное поведение скоростей. Используя предположение о том, что основным фактором изменения скоростей в мульде является время, естественно предполагать, что линейный закон изменения скоростей $a \cdot x + b$ будет сохраняться по площади, только, возможно, с другими коэффициентами a и b . На основании



Picture 2 - Зависимость интервальных скоростей от времени по данным ВСП

Таблица 1. Полученные законы изменения скоростей в песчано-глинистой мульде.

Градиент\V0	1700 м\с	1821 м\с	1900 м\с
1.6 м\мс ²	$V=1.6*t+1700$ (v1)	$V=1.6*t+1821$ (v2)	$V=1.6*t+1900$ (v3)
1.7 м\мс ²	$V=1.7*t+1700$ (v4)	$V=1.7*t+1821$ (v5)	$V=1.7*t+1900$ (v6)
1.8 м\мс ²	$V=1.8*t+1700$ (v7)	$V=1.8*t+1821$ (v8)	$V=1.8*t+1900$ (v9)

данного предположения были созданы 9-ть скоростных зависимостей на основе комбинации $a \pm \Delta a$ и $b \pm \Delta b$. Величина Δ выбиралась исходя из геологически-обоснованных величин скоростей в терригенной толще согласованных с коротажными данными. В таблице приведены полученные скоростные зависимости. Возможной причиной латеральной вариации скоростей является особенность строения толщи и процентное соотношение между песчаной и глинистой составляющими.

Вторым ключевым этапом при построении модели является оконтуривание кровли соляного тела. Для среды в пространстве между уровнем приведения и кровлей соляного тела использовались скорости в мульде; скорость в соляном теле выбиралась постоянной и равной 4500 м/с. Основной сложностью на данном этапе является корреляция кровли соли. Источником для первоначальной корреляции кровли соли был сейсмический куб после выполнения DMO и временной миграции после суммирования. Третьим этапом является корреляция подсолевых карбонатных комплексов. Скорость в них, выбиралась равной 6200 м/с.

На основании выполненных построений было сформировано 9-ть различных глубинно-скоростных моделей, отличающихся скоростным законом в мульде. На рисунке 3 представлена полученная скоростная модель по одному из вариантов. С полученными моделями, была выполнена 3-D глубинная сейсмическая миграция до суммирования по сетке профилей: были рассчитаны каждый 10-й инлайн и каждый 10-й кросслайн. По полученным 9-ти наборам сейсмограмм ОТО проводился анализ остаточных кинематических сдвигов. После проведенного анализа оценивались средние значения величины модуля остаточного кинематического сдвига через каждые 10 «инлайнов» и «кросслайнов» в области, соответствующей мульде. Было принято, что минимум

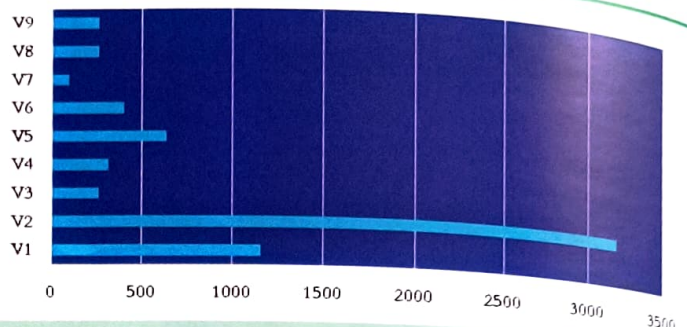
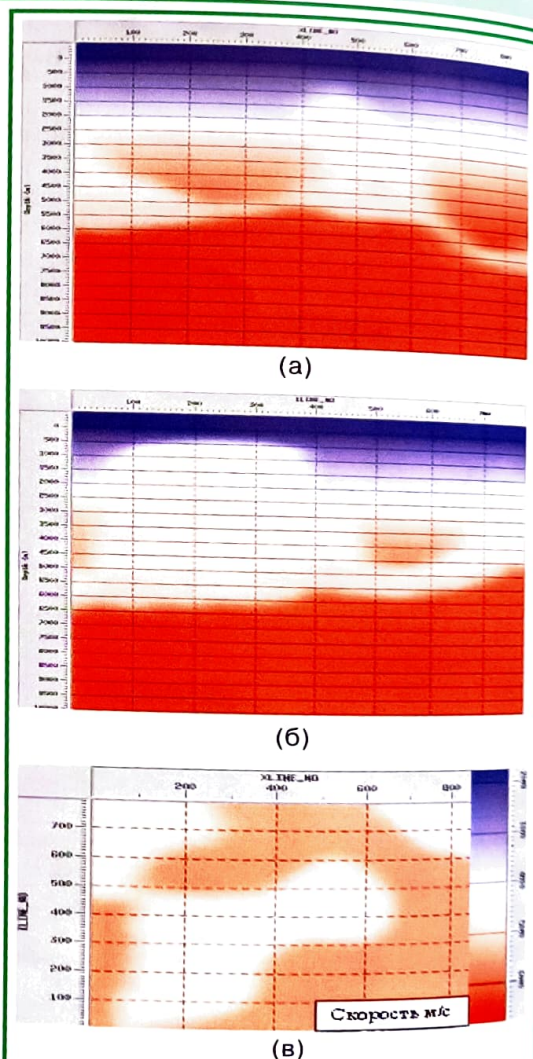


Таблица 2. Гистограмма распределения количества использования различных моделей в объединенной модели



Picture 3 - Примеры сечений куба скоростей: вертикальное «инлайн» - (а); вертикальное «кросслайн» - (б), горизонтальное сечение на уровне 4000м - (в)

среднего значения кинематического сдвига в отвечающем ему пространственном местоположении соответствует наиболее корректной скоростной модели окружающего пространства. Таким образом, строилась карта распределения по площади коэффициентов a и b . На основании полученной карты строилась новая скоростная модель, учитывающая латеральное изменение скоростей. В табл.2 приведена гистограмма распределения частоты появления разных вариантов скоростной модели из 9-ти использованных.

С вопросом технологии построения и уточнения скоростной модели тесно связан вопрос времени, требуемого для построения модели. Как уже было сказано, иногда это может быть ключевым фактором. Рассмотрим пример миграции на 32-процессорном сервере. Выполнение миграции на них для 9-ти различных моделей возможно лишь в последовательном режиме в силу ограничений по вычислительным мощностям и памяти. Ситуация меняется в случае выполнения миграции на супер-

компьютере. По использованной авторами технологии есть возможность запустить миграции для 9-и моделей параллельно, что значительно ускорит процесс построения уточненной модели по предложенному алгоритму. В предложенном подходе основным, наиболее трудоёмким является выполнение миграции. Расчет остаточных кривизн, как в ручном, так и в автоматическом режимах не является времяёмкой процедурой.

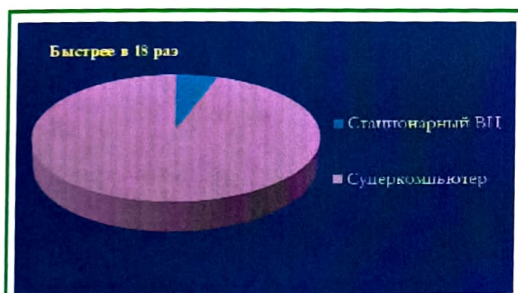
Выполнение 3-D глубинной миграции до суммирования на суперкомпьютере «Ломоносов».

3D глубинная сейсмическая миграция до суммирования (3D PSDM) была выполнена с помощью совместно разработанного специалистами ОАО ЦГЭ и ИПМ им. М.В.Келдыша комплекса программ «СейсмоСкан».

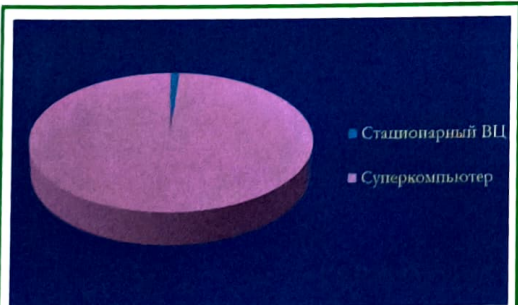
Алгоритм программы основан на методе глубинной волновой экстраполяции и приближенном решении псевдодифференциального уравнения с двумя корнями (DSR-equation) с использованием геометро-лучевого (WKB) приближения волновой функции Грина [5]. Такие представления приводят к интегральной формуле реализации сейсмической миграции сейсмограмм ОПВ, напоминающей традиционную миграцию Кирхгофа:

$$f(r) = \iint A(r,g)A(r,s_0) \frac{\cos(e_z, n_g) \cos(e_z, n_s)}{v(r)|_{r \approx g} v(r)|_{r \approx s_0}} \cdot u'_i(g, s_0, \tau(r,g) + \tau(r, s_0)) dg$$

где $f(r)$ - искомая функция, передающая изображение изучаемой неоднородной среды, отвечающая с точностью до постоянного множителя локальному коэффициенту отражения на границе раздела сред; $v(r)$ - локальная величина скорости пробега волн в изучаемой среде; $(r,g) + (r,s_0)$ - эйконал, или суммарное время пробега сейсмической волны от произвольного фиксированного источника s_0 до точки изображения r и от точки r до приемника g ; $A(r,g) + A(r,s_0)$ - произведение геометро-лучевых амплитуд сейсмических волн (обратные величины функций геометрического расхождения); $u'_i(g, s_0, t)$ - производная по времени поля однократно-отраженных или рассеянных волн сейсмограммы ОПВ; $\cos(e_z, n_g) \cos(e_z, n_s)$ - произведение косинусов углов падения нисходящей и восходящей волн в точках приема и возбуждения для заданной точки изображения r относительно вертикальной оси глубин OZ . Приведенная интегральная формула миграции учитывает основные



Picture 4 - Сравнение временных затрат на проведение глубинной миграции до суммирования с использованием стандартного 32-процессорного кластера и СК «Ломоносов» при миграции данных на сетке 10x10 линий с 9-ю различными моделями



Picture 5 - Сравнение временных затрат на проведение глубинной миграции до суммирования с использованием стандартного 32-процессорного кластера и СК «Ломоносов» при миграции полного объема данных с окончательной моделью

законы и особенности распространения сейсмических волн в неоднородной среде, и использует следующие допущения и ограничения:

- волны распространяются в неоднородной акустической среде с малыми коэффициентами отражения, что позволяет использовать борновское приближение однократного рассеяния;
- используется геометро-лучевое (WKB) приближение функции Грина в неоднородной среде.

Указанные приближения явно или неявно широко используются при обработке и интерпретации сейсмических данных. Обширный практический опыт их применения, а также современная практика 3D глубинной сейсмической миграции до суммирования позволили создать высокотехнологичный комплекс программ, предназначенный для глубинной миграции до суммирования больших объемов сейсмических данных с сохранением относительных амплитуд.

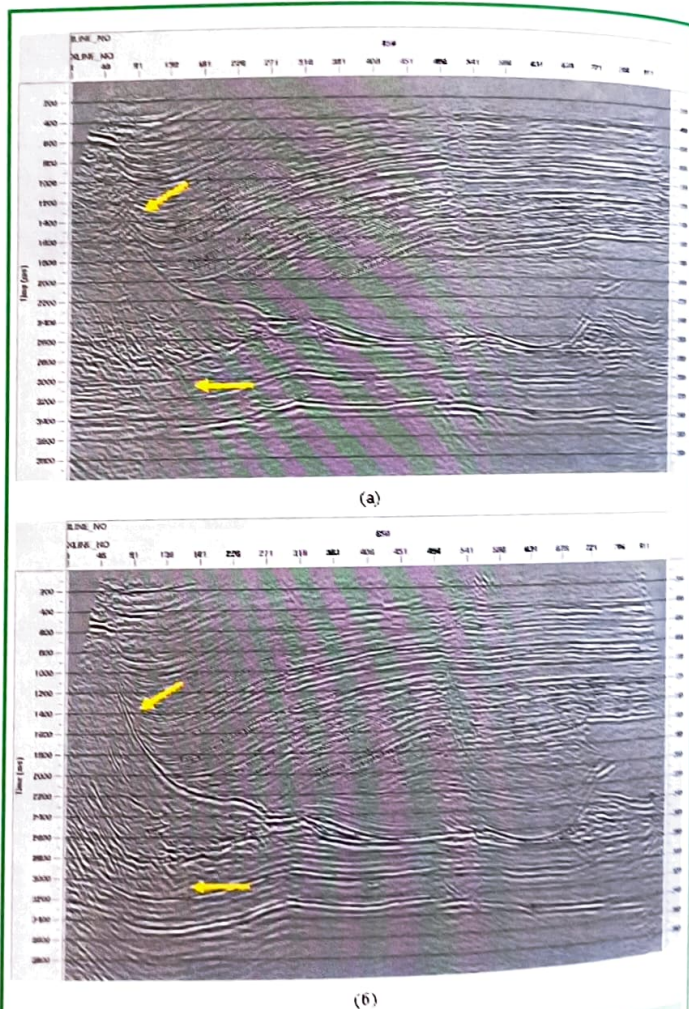
В комплексе программ «СейсмоСкан» реализован расчет времен пробега и амплитуд волн для моделирования волновых функций Грина, основанный на разностном сеточном методе решения 3D уравнений эйконала и уравнений переноса для геометро-лучевых амплитуд волн. Эта особенность выделяет данную программу среди ее известных зарубежных аналогов, позволяя получать результаты более высокого качества.

На вход программы были поданы данные до суммирования, отсортированные по сейсмограммам ОСТ и прошедшие стандартную обработку во временной области, включающую следующие основные процедуры:

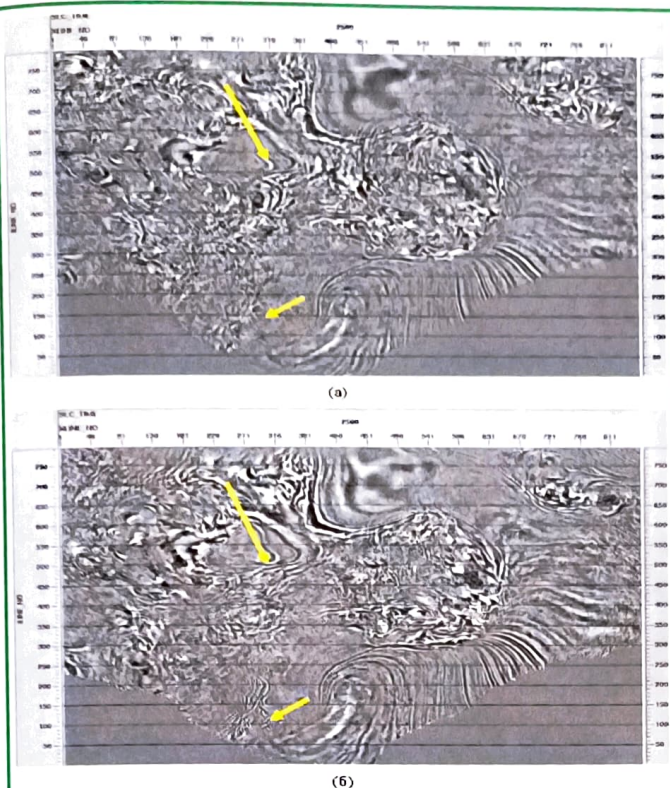
- присвоение геометрии наблюдений данным и их последующее бинирование;
- сигнальную обработку, включающую регулировку амплитуд и полосовую фильтрацию, направленную на подавление различных помех (в частности – интенсивных поверхностных волн);

- деконволюцию, направленную на оптимальное сжатие сейсмических сигналов и компенсацию различий их формы из-за искажающего влияния резко неоднородных поверхностных условий возбуждения-приема сейсмических волн;
- расчет и ввод в данные скорректированных статистических поправок, компенсирующих влияние резко неоднородной в скоростном отношении верхней части разреза и приводящих все сейсмические данные на единый горизонтальный уровень приведения;
- подбор и ввод в сейсмограммы внешнего мьютинга, отсекающего интенсивные волны первых вступлений с целью избежать интерференции с полезными отраженными волнами, что может привести к искажениям решения.

Таким образом, на вход программы были поданы сейсмические данные, прошедшие все основные процедуры баз-



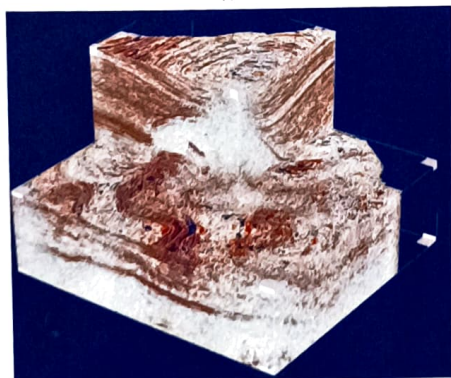
Picture 6 - Вертикальное сечение куба временной миграции после суммирования - (а), куба глубинной миграции до суммирования, представленного во временном масштабе - (б)



Picture 7 - Горизонтальное сечение куба временной миграции после суммирования (а), куба глубинной миграции до суммирования, представленного во временном масштабе



(а)



(б)

Picture 8 - Объемное изображение куба временной миграции после суммирования - (а), куба глубинной миграции до суммирования, представленного во временном масштабе - (б)

вой обработки, исключая DMO-преобразование и ввод в данные кинематических поправок.

На рис.4 приведена диаграмма оценки времени первого расчета по пространственным сеткам (9 моделей) со следующими параметрами:

- сетка: 10 Инлайнов x на 10 Кросслайнов
- макс. глубина = 10000м
- шаг по глубине = 10м
- апертура = 10000м

Фактическая продолжительность расчета всех девяти сеток одновременно (включая расчет полей времен и геометро-лучевых амплитуд) составила около 40 часов, при этом одновременно использовалось до 720 ядер; общее количество "чистого" времени на расчет 9 сеток – около 20 000 процессор/час. Время счета не включает трудоемкие процедуры, связанные с транспортом, сортировкой данных

и т.п. подготовительными операциями - как с исходными данными, так и с результатами миграции. Основная часть этих операций выполняется автономно (вне кластера).

На рис.5 приведена диаграмма оценки времени полного расчета с окончательной скоростной моделью. Использовались следующие параметры:

- сетка: все Инлайны и Кросслайны
- макс. глубина = 12000м
- шаг по глубине = 5м
- полная апертура = 10000м

Фактическая продолжительность полного счета (включая расчет полей времен и геометро-лучевых амплитуд волн) составила около 16 часов (задачи входили на счет не одновременно), при этом одновременно использовалось до 3450 ядер; общее количество "чистого" времени составило около 20 000 процессор/час.

Обсуждение результатов

Использование суперкомпьютера и примененная технология уточнения модели позволили в разы сократить время на построение окончательной модели интервальных скоростей для выполнения глубинной миграции до суммирования. Эффективное использование сотен и тысяч доступных процессорных ядер суперкомпьютера «Ломо-

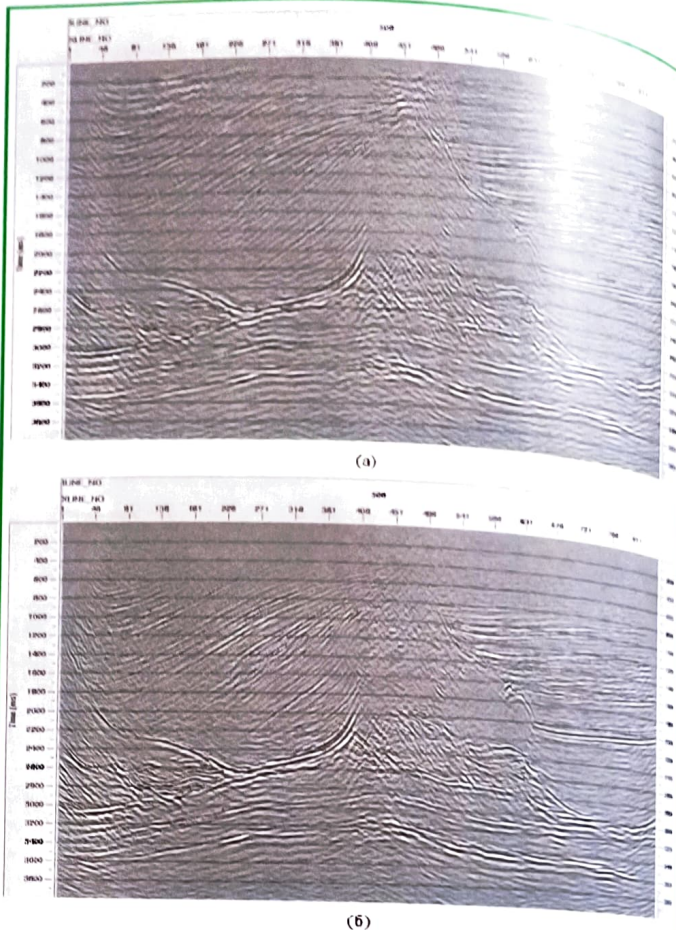
носов» позволили также за самое короткое время выполнить завершающие расчеты с использованием оптимальных параметров, включая полную апертуру 10 км.

Для анализа качества и корректности полученных результатов проведено сравнение полученных результатов с известными зарубежными аналогами. Как видно из рис. 6-9 в случае сравнения результатов глубинной и временной миграции качество изображения соляных и подсоляных тел значительно выше в случае использования глубинной миграции. Сравнение отечественной и зарубежной глубинных миграций показывает схожие результаты, отличающиеся в деталях. Это свидетельствует о корректности и высоком качестве полученных результатов с использованием отечественной программно-алгоритмической разработки «СейсмоСкан» на суперкомпьютере «Ломоносов».

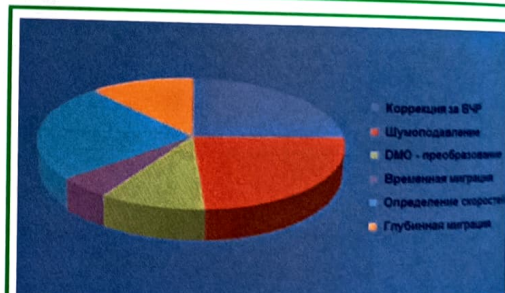
Применение суперкомпьютеров позволяет значительно сократить время обработки данных для получения сейсмического изображения исследуемой среды. На рис. 10 приведена диаграмма временных затрат при проведении обработки современных данных 3Д сейсморазведки с использованием суперкомпьютера «Ломоносов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Complex salt model building using a combination of interactive imaging and layer stripping RTM / Bin Wang, Chuck Mason, Kwangjin Yoon, Jean Ji, Jun Cai, Sang Suh and Zhiming Li, First Break Vol.29, 2011, p47-54
- 2) Seismic traveltome tomography for engineering and exploration applications / Bodo Lehmann, EAGE Publications, 2007
- 3) Velocities, Time-imaging and Depth-imaging in Reflection Seismics. Principles and Methods/ Etienne Robein, EAGE Publications, 2003.
- 4) Seismic Data Analysis/Oz Yilmaz,



Picture 9 - Вертикальные сечения сейсмических кубов по результатам глубинной миграции до суммирования: результат «СейсмоСкан» - (а), известный зарубежный аналог - (б)



Picture 10 - Распределение относительных временных затрат на проведение полного цикла обработки данных 3Д сейсморазведки с использованием суперкомпьютера «Ломоносов»

Society of Exploration Geophysics, 2001.

- 5) Теоретические основы и практическое использование отечественной программы 3D-глубинной сейсмической миграции до суммирования/ Г.И.Гогоненков, Б.П.Мороз, А.Л.Плешкевич, В.И.Турчанинов, журнал ЕАГО «Геофизика», № 4, 2007, с. 15-24

Поддержка пользователя

В любое время. В любом месте. Всегда.



- Круглосуточная поддержка **24/7**
- **9** инженеров по поддержке пользователя
прибудут на место в течение **48** часов
- **3** центра поддержки

Москва - Сейсмик Сапорт Сервисес

тел. : +7 495 644 08 06

Сургут - Сейсмик Сапорт Сервисес

тел. : +7 3462 26 41 71

Алматы, Казахстан - IMPARTS LTD

тел. : +7 727 376 08 84

support.cis@geo-mall.org

repair.cis@geo-mall.org



Ahead of the CurveSM

Nantes, France

sales.nantes@sercel.com

Houston, USA

sales.houston@sercel.com

www.sercel.com

Опытные работы по испытаниям полевых бескабельных систем GSR (GEOSPACe) и UNITE (Sercel)

Гафаров Р.М., ОАО «Башнефтегеофизика», г. Уфа

Введение

Опытные работы по испытаниям полевых бескабельных систем регистрации в условиях Западной Сибири проводились в Тюменской области, Уватский район на Герасимовской площади (Заказчик ООО «ТНК-Уват») в период с 10 по 17 марта 2011 г.

Испытаниям подвергались система GSR, производства «OYO Geospace» (США) и система Unite, производства фирмы Sercel (Франция).

Работы проводила сейсморазведочная партия № 54 ОАО «Башнефтегеофизика».

Для проведения испытаний был выбран производственный профиль № 39, охватывающий различные сейсмогеологические и поверхностные условия, на

участке которого (15 км) были размотано оборудование трёх регистрирующих систем: кабельной SN428XL, и бескабельных Unite и GSR. Использовались групповые сейсмоприёмники GS-20DX и одиночные GS-1. Схема расположения оборудования приведена на рисунке 1.

Система GSR

В комплект системы GSR входили:

1. Полевые блоки GSR (в состав блока входит аналого-цифровой преобразователь GPS-приёмник, энергонезависимая память и устройство связи Wi-Fi);
2. Аккумуляторные блоки;
3. Устройства зарядки аккумуляторов;
4. Контроллер сейсмоисточника;
5. Консоль управления – Field Management Console (FMC);

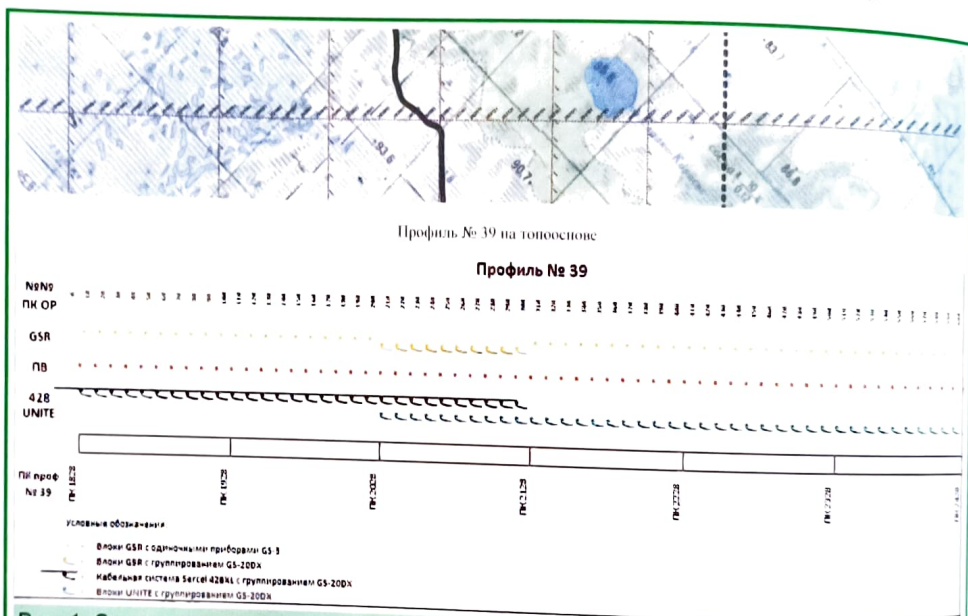


Рис. 1. Схема расстановки различных систем наблюдения на опытном профиле

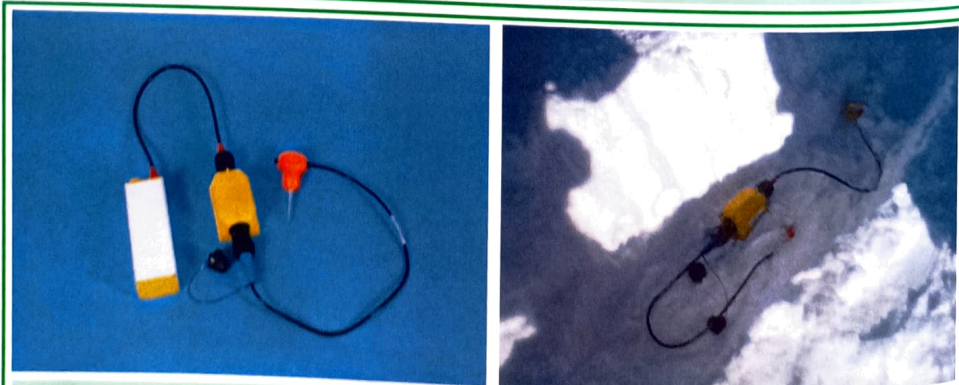


Рис. 2. Блок GSR, аккумулятор и геофон GS-1 на базе и на профиле

Спецификации

• Собственная частота (Fn)	10 Гц $\pm 3,5\%$
• Искажения	$< 0,1\%$
• Максимальный угол наклона для спецификаций по искажениям	10°
• Чувствительность	85,8 В/сек $\pm 3,5\%$
• Затухание	0,70 ТИП с 20 кОм
• Затухание открытой цепи	0,48 – 0,54
• Омическое сопротивление	1 800 Ом $\pm 3,5\%$
• Ложная частота	> 240 Гц
• Движущаяся масса	14 грамм
• Минимальное перемещение катушки межпиковое	2,54 мм
• Диаметр	30,2 мм
• Высота	39,9 мм
• Вес	130 грамм
• Диапазон рабочих температур	$-40^\circ\text{C} \sim +100^\circ\text{C}$



GS-ONE
(В натуральную величину)

Таблица 1.

6. Устройство просмотра линии - Line Viewer (Контроль качества);
7. Модуль передачи данных - Data Transfer Module (DTM);
8. Блок управления системой - GeoRes-ХТС.

Отличительными особенностями системы являются:

- «GSR» является автономной бескабельной системой сбора и хранения сейсмоданных;
- 24-х разрядная оцифровка сейсмических сигналов;
- Встроенные GPS-приемник и синхронизируемые часы;
- Встроенный генератор тест-сигналов с высоким разрешением;
- Флэш-память;
- Возможность наращивания системы до 50000 и более каналов;
- Непрерывная запись в течение 30 суток и более;
- Совместимость с взрывными, вибрационными и другими импульсными источниками возбуждения сейсмических колебаний;
- Светодиодный индикатор, сообщающий о состоянии прибора и его готовности к работе;
- Радиочастотный идентификатор-транспондер для ускорения обнаружения прибора на местности и на складе;
- Прием сигналов от стандартных аналоговых датчиков.

Более подробное описание системы GSR и ее основные технические характеристики можно найти в [1]. Технические характеристики сейсмоприемника GS-1 представлены в таблице 1.

Описание процесса сбора данных

Ниже описана хронология производ-

ства полевых работ с системой GSR.

I. Подготовка оборудования к работе на базе партии.

1. Производится зарядка аккумуляторов;
2. В блоки GSR заносится информация о параметрах записи (шаг дискретизации, усиление предусилителей, параметры фильтрации, длина записи, фаза OM);
3. В Line Viewer вводятся координаты ПП в формате SEG-P1.

II. Установка оборудования на профиле

Установка на профиле заключается в подключении сейсмоприемника (или группы приборов) и аккумулятора к блоку GSR. После подключения аккумулятора, блок автоматически начинает поиск спутников и определение своих координат по GPS. Бригада размотки при этом двигается дальше. Установка 200 каналов бригадой из 3-х человек заняла 2,5 часа (или 45 сек на канал при шаге ПП 25м). Для сравнения – размотка кабельной системы составляет 200 каналов за 4 часа. Т.е. скорость размотки в 1,5 раза выше.

Спустя 10-15 мин после начала размотки, когда встроенная система синхронизации и определения координат находит необходимое количество спутников, техник-оператор начинает проверку блоков при помощи Line Viewer, посредством связи Wi-Fi. Цель проверки:

1. Сравнение координат, определенных с использованием системы GPS блока GSR, с базой данных Line Viewer. Если есть совпадение, блоку GSR присваивается номер профиля и пикета;
2. Тестирование зарядки аккумулятора;
3. Тестирование параметров геофонов

(уровень шумов, мгновенный динамический диапазон, импеданс, взаимные влияния и т.д.). Всего 9 видов тестов, в зависимости от того, какие из них необходимы по требованиям проекта.

Операция занимает для каждого блока несколько секунд. Оборудование готово к работе.

III. Регистрация сейсмоданных

С этого момента блок непрерывно записывает информацию, поступающую с сейсмоприёмника, синхронизируя время по спутнику. Параллельно, на сеймостанции, в контроллере сейсмоисточника также установлены часы с синхронизацией по спутнику. Там же формируется и регистрируется в контроллере сейсмоисточника привязанная ко времени отметка момента возбуждения от каждого ПВ.

IV. Съём зарегистрированных сейсмоданных и формирование сейсмограмм

После отстрела производится сбор и доставка оборудования на базу. Информация из блоков, посредством модуля передачи данных, записывается в блок управления системой, где, используя отметки моментов из контроллера сейсмоисточника, блок управления системой формирует окончательную сейсмограмму в формате SEG-D, используя SPS-файлы.

Хронометраж считывания информации показал:

1. Чистое время скачивания информации с 48-ми блоков составило 2 мин 40 сек. Необходимо учесть, что время скачивания напрямую зависит от объёма информации, т.е. от времени работы блока на профиле (в нашем случае запись велась на протяжении 3 суток и составила около 400 Мб на каждый блок);
2. Общий цикл передачи информации 48-ми блоков (подключение, скачивание и отключение) составляет 9 мин;

3. Сортировка информации и создание SPS-файлов занимает порядка 60 мин.

Таким образом, можно рассчитать, сколько времени составит задержка с момента приезда на базу до передачи зарегистрированной информации в группу обработки.

При средней производительности партии 300 ПВ в сутки будет освобождаться порядка 300 ПП. Максимальное время работы блоков на профиле, при работах 3D, составит порядка 7 суток. То



Рис. 3 Блок UNITE



Рис. 4 Portable Field Terminal



Рис. 5 Сбор данных Unite при помощи CAN

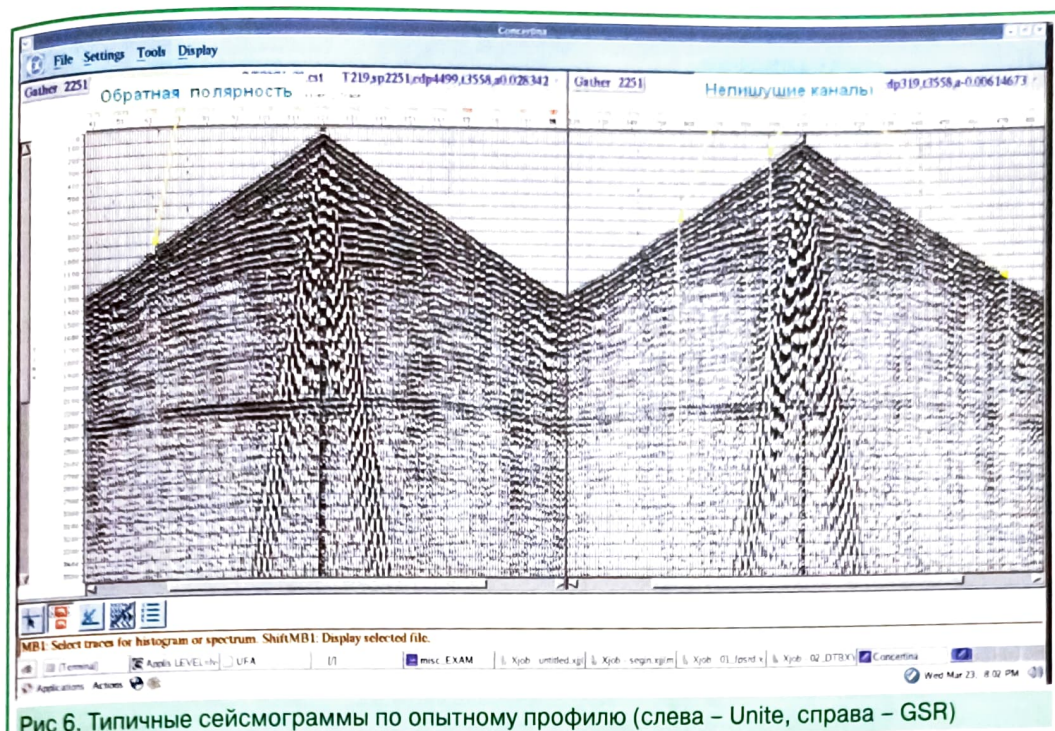


Рис 6. Типичные сейсмограммы по опытному профилю (слева – Unite, справа – GSR)

есть скачивание будет осуществляться 1,5 часа, плюс сортировка. Итого, в среднем, временные затраты на получение стандартных сейсмограмм в формате SEG-D составят 2,5 часа.

Система UNITE

Система Unite на опытных работах была представлена только полевым блоком оцифровки информации и использовалась как составляющая комбинированной системы сбора данных в составе кабельной телеметрии. В качестве приёмника использовалась группа геофонов GS-20DX. Питание производилось от кислотного аккумулятора.

В состав полевого блока системы UNITE входят: встроенный аккумулятор,

стандартный аналого-цифровой преобразователь FDU, GPS-приёмник, энергонезависимая память и устройство связи Wi-Fi.

Более подробное описание системы UNITE и ее основные технические характеристики можно найти в [1].

Описание процесса сбора данных

Процесс производства работ состоял в следующем:

1. Подготовка оборудования к работе на базе партии.

Аналогично системе GSR, перед началом проекта во все блоки записываются параметры записи сеймостанции (шаг дискретизации, усиление предусилителей, параметры фильтрации, длина

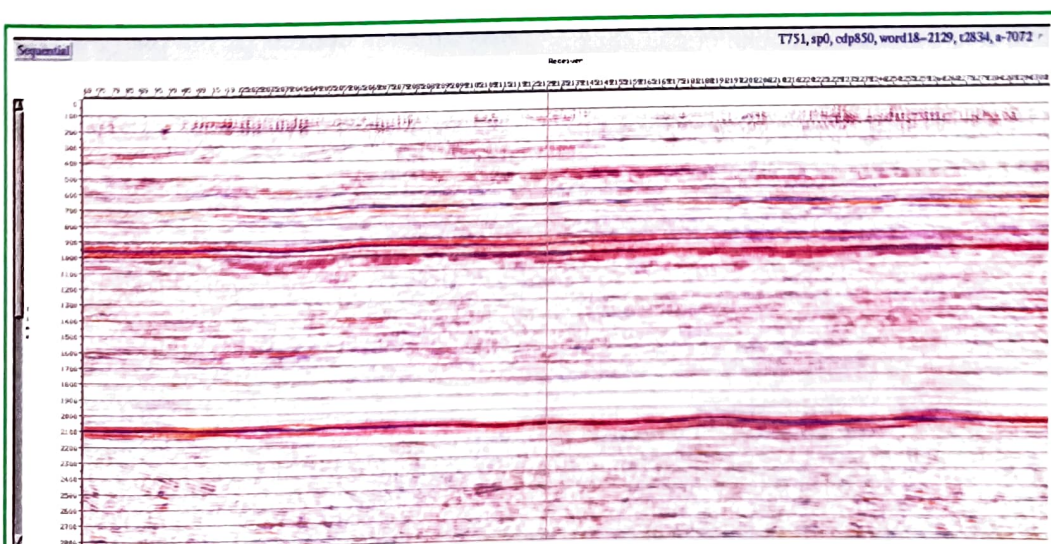


Рис 7. Временной разрез по опытному профилю (слева – кабельная система, справа Unite)

записи и т.д.).

II. Установка оборудования на профиле

Установка на профиле блоков системы UNITE осуществляется аналогично системе GSR. Информация в блок «закачивается» с портативного устройства Portable Field Terminal через Wi-Fi связь. При данных опытных работах, мы не осуществляли мониторинг установки оборудования, так как UNITE были представлены не в оригинальном комплекте, а только блоками (применялись стандартные группы геофонов и кислотные аккумуляторы), т.е. эти системы находились не в равных условиях. Но, в принципе, время установки блоков системы UNITE не должно существенно отличаться от системы GSR.

III. Регистрация и сбор сейсмоданных

Сбор данных может осуществляться двумя способами:

1. При наличии в комплекте устройства CAN (блок оцифровки + антенна) возможен сбор информации в режиме реального времени в радиусе до 1 км от антенны. Недостаток данного способа заключается в том, что блок CAN может подключаться только к LAUX. То есть в 3D-варианте, мы сможем видеть только блоки UNITE, расположенные в радиусе 1 км от центральных модулей LAUX.

2. Все остальные блоки опрашиваются с помощью RAU FIELD TERMINAL, посредством связи Wi-Fi, в пешем порядке или из любого транспортного средства. В нашем случае, опрос одного канала составлял 2 сек. То есть достаточно проехать по профилю на автомобиле

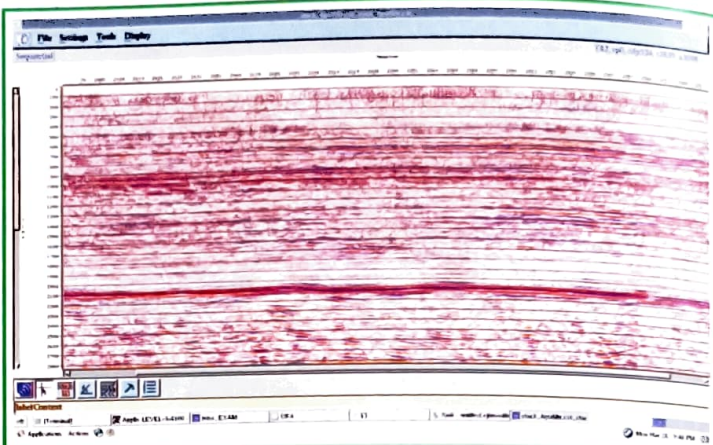


Рис 8. Временной разрез по опытному профилю, отстрелянный системой GSR

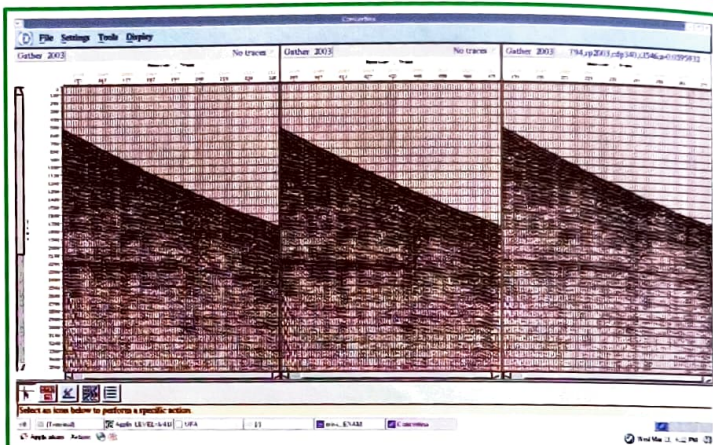


Рис 9. Сопоставление участка профиля (100 каналов, группирование 12 шт. GS-20DX), отстрелянный тремя различными системами (слева – кабельная 428, в центре – UNITE, справа – GSR).

и вся информация будет считана. И, даже, облёт профилей на вертолёте, показанный в рекламном фильме – не фантастика, а реальность.

Таким образом, одно из существенных отличий систем GSR и UNITE заключается в организации процесса сбора данных. При этом преимущества французской Unite заключаются в следующем:

1. Вблизи центральных модулей LAUX можно установить антенны CAN и в

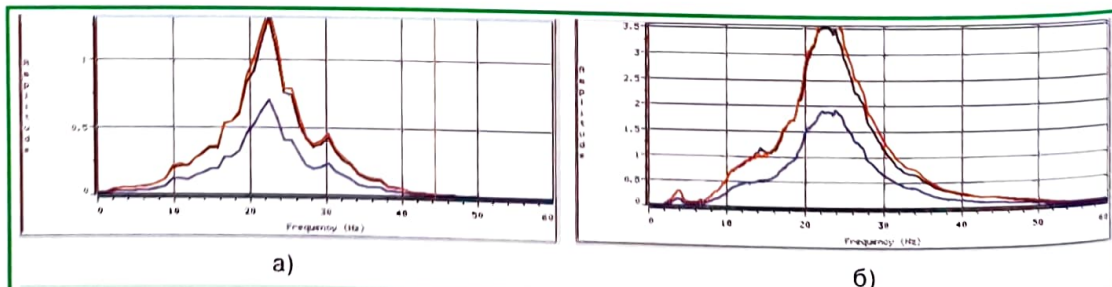
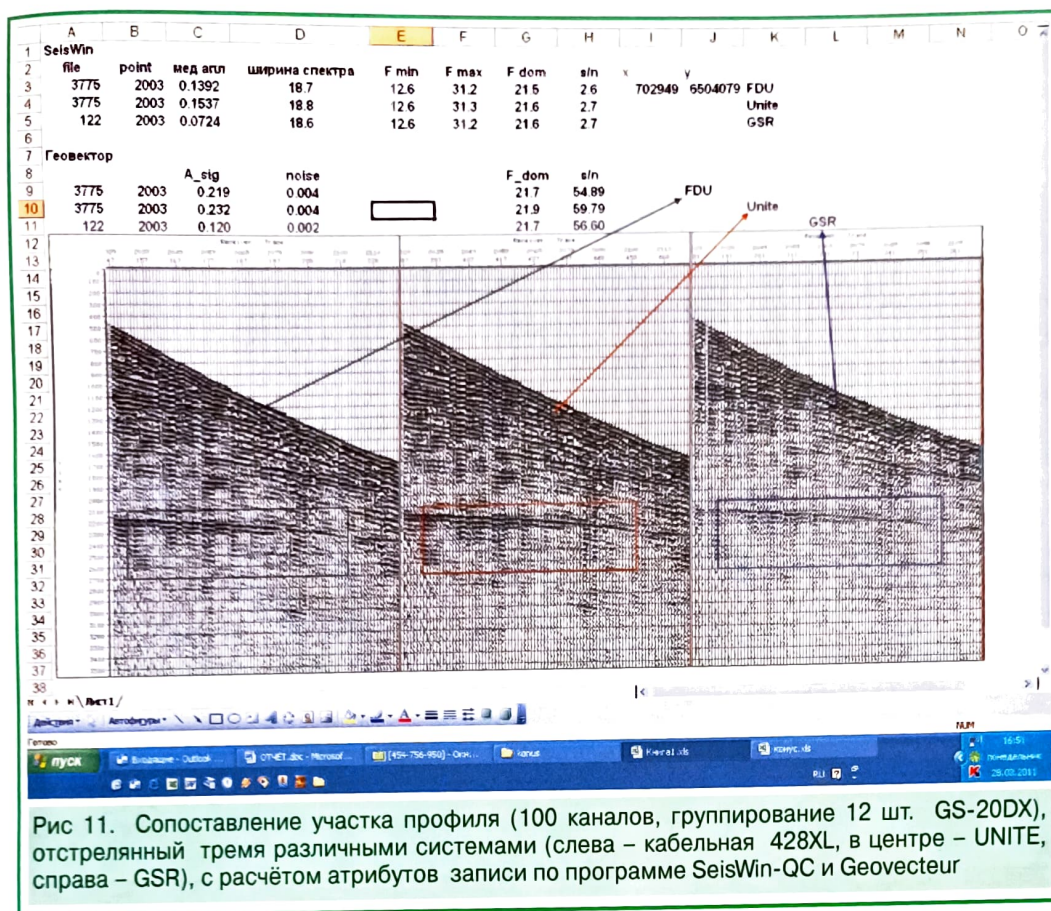


Рис. 10 Графики АЧХ - а) по целевым горизонтам б) по всей сейсмограмме (черный цвет – 428, красный цвет – UNITE, синий цвет – GSR)



режиме реального времени осуществлять тестирование геофонов и контроль полевых данных.

- Сбор информации с удалённых блоков осуществляется без сбора оборудования. Достаточно появиться вблизи них с антенной CAN, установленной на любом транспортном средстве, затем подъехать к сейсмостанции и «скачать» собранную информацию в центральный блок. Если вблизи сейсмостанции располагается антенна CAN, то «скачивать» информацию можно не заходя внутрь станции. Достаточно оказаться в радиусе действия CAN и информация будет считана автоматически. То есть, информация можно отправлять на базу ежедневно.

- Американская GSR с сейсмостанции контроль полевых блоков в режиме реального времени осуществлять не может.

Проблемы, выявленные при производстве полевых работ Система GSR

- После установки приборов на профиле, при проверке координат через устройство Line Viewer, выяснилось, что координаты точки «улетели» на 100-120км. Причина выяснилась только на базе, когда сравнили координаты

вертолётной площадки, снятые топографами и GPS GSR. Выяснилось, что перед тем как загружать координаты в устройство Line Viewer, вместо пробела перед координатой Y надо было поставить 0. То есть система ввода довольно капризна и требует адаптации.

- После визуализации информации, считанной из блоков на базе, на полученных сейсмограммах просматривались сплошные шумы. Причина заключалась в несоответствии установок времени в блоках GSR и в контроллере сейсмостанции. Разница составляла 5 часов и, как результат, отметки моментов ПВ соответственно сдвинулись и попали в область шумов.
- Программа формирует SEG-D файл на все каналы, которые прошли процедуру считывания информации. Представители ОИО так и не смогли нарезать стандартные сейсмограммы по 240 активных каналов и передали в обработку целиком профиль из 580 ПП. То есть каждая сейсмограмма содержала 580 активных каналов.
- И самый неприятный случай – на полевом вычислительном комплексе не смогли прочитать SEG-D файл, который сформировала система GSR.

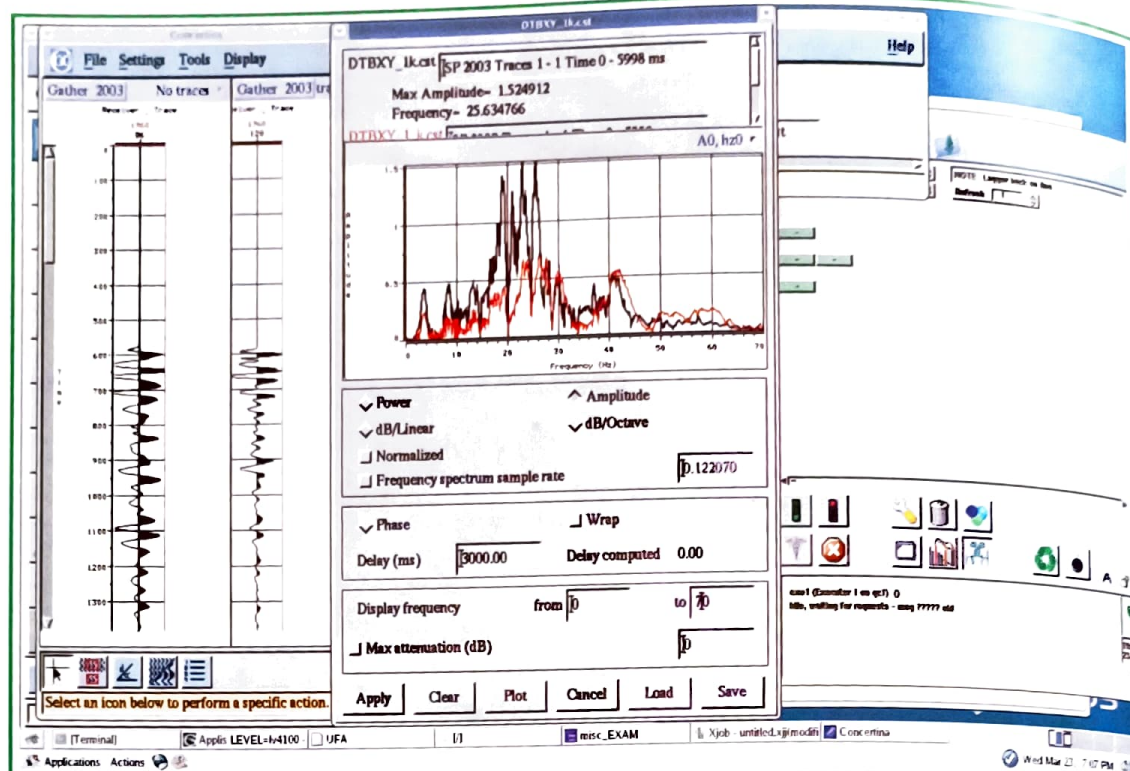


Рис. 12. Сопоставление отдельных трасс, полученных приборами GS-20DX (слева) и GS-1 (справа)

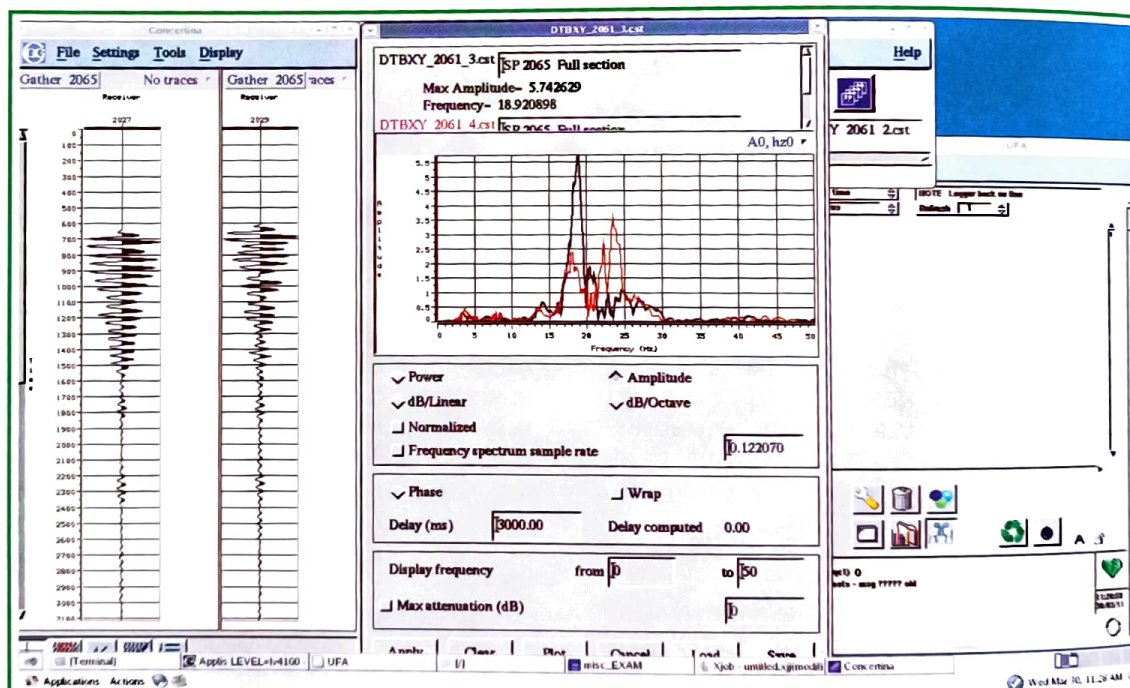


Рис. 13. Одиночные трассы одного пункта возбуждения (слева - GS-20DX, справа - GS-1) и АЧХ (чёрный цвет - GS-20DX, красный - GS-1)

Geovecteur не смог понять формат представленного файла. Согласно представителям ОЙО, причина заключалась в том, что их SEG-D формат формируется в двоичном коде, а станционный состоит из символов. Необходимо отметить, что специали-

сты ОЙО GEOSPACE оперативно связались с CGG, разобрались с форматом и спустя 3 дня после возвращения в Уфу передали нам диск с полевыми материалами по всему профилю в виде стандартных сейсмограмм ОПВ с 240 активными каналами.

Таким образом, все необходимые данные были получены в полном объёме, что позволило приступить к обработке полевых материалов.

Система Unite

С системой Unite никаких проблем не было. Отличить результаты кабельной и бескабельной систем невозможно. Одна из особенностей системы, несколько усложняющей процесс формирования сейсмограммы, заключается в том, что если мы хотим получить запись за смену или за сутки, нам необходимо проехать с полевым терминалом и антенной CAN вдоль профиля после отстрела, скачать информацию и вернуться к сейсмостанции. Тогда сейсмостанция заполнит пустые трассы и сформирует полную сейсмограмму.

Технологические неудобства

В процессе сбора оборудования, из-за автономности бескабельного оборудования, приходилось останавливаться на каждом пикете, чтобы загрузить блоки в тягач. При работе с кабельной телеметрической сейсморегистрирующей системой процесс сбора идёт без остановки транспортного средства. Кабель загружается на ходу, а «паук» подцепляется специальным крючком. При сборе бескабельных полевых блоков водители жаловались, что при постоянных троганиях с места у них «горит» сцепление. Если работы будут проводиться только с бескабельным оборудованием, то могут возникнуть проблемы с ТС.

Обработка материалов

Граф обработки информации заключался в следующем:

1. Ввод геометрии;
2. Визуализация данных, просмотр заголовков трасс;
3. Расчёт атрибутов записи (амплитуда, частота);
4. Получение временных разрезов по профилям GSR и 428+Unite;
5. Сравнение сейсмограмм Sercel428XL, Unite и GSR на участке профиля с группами геофонов GS-20DX;
6. Сравнение сейсмограмм, полученных одиночными сейсмоприёмниками GS-1 и группированием GS-20DX.

Визуальный контроль

По результатам отстрела были получены наборы сейсмограмм ОПВ:

- кабельная система – 300шт;
- система Unite – 400шт;
- система GSR – 580шт.

Пример типичных сейсмограмм приведён на рис. 6. По системе Unite

выявлены каналы с обратной полярностью, по системе GSR, из 580 размотанных выявлено 5 отсутствующих трас. В остальном, визуально, интенсивность записи GSR слабее записей Unite в 2-3 раза, но это связано с тем, что к GSR был подключен одиночный прибор GS-1, а к Unite – группа из 12-ти GS-20DX.

Временной разрез

Приведённый граф обработки выполнен в полном объёме. На рис. 7 и 8 показаны временные разрезы, полученные разными системами регистрации. Волновая картина между кабельной 428 и Unite ничем не отличается, что вполне объясняется идентичностью этих систем. Волновая картина между кабельной 428XL + UNITE и GSR отличается по причине регистрации на различные приборы.

Сравнение сейсмограмм FDU, UNITE и GSR

Для объективного сравнения все три системы были установлены на опытном профиле, 100 каналов (ПКПК 2029-2128), с использованием однотипных приборов (группы GS-20DX).

На рис. 9 представлен результат сравнения между французскими кабельной 428XL и бескабельной Unite и американской GSR. Сравнение сейсмограмм 428XL и UNITE показывает, что на целевых горизонтах трассы абсолютно идентичны. Анализ графиков АЧХ в окне целевых горизонтов и по всей сейсмограмме, приведенных на рис. 10, показывает, что у этих систем отличие уровней записи составляет 1,9 мкВ при максимальном значении и 0,5 мкВ в среднем.

Учитывая, что сейсмограммы 428XL и UNITE записаны с одного пункта возбуждения и расстояние между группами приборов составляет не более 1 метра, различия связаны только с условиями установки приборов, а именно контакта прибор-снег.

Что касается системы GSR, то в данном случае (рис.9) визуально видно, что общий уровень записи GSR несколько ниже, что подтверждают приведённые графики АЧХ в окне целевых горизонтов и по всей сейсмограмме (рис.10). Численные значения отличий, рассчитанные в двух системах - SeisWin и Geovecteur, приведены на рисунке 11.

Анализ данных показывает, что частотный состав всех систем практически совпадает и колеблется в пределах 21,5-21,9 Гц. Общий уровень амплитуд полезного сигнала и микросейсм у GSR почти в два раза ниже, чем у французских систем. Причиной может быть либо

принцип оцифровки GSR, либо введенный пониженный коэффициент пред- усилителей каналов.

Сравнение группы GS-20DX и одиночный GS-1:

Для сравнения свойств новых датчиков регистрации GS-1 и групп датчиков GS-20DX почти весь опытный профиль (за исключением 100 каналов) был размотан системой GSR с оригинальными цифровыми датчиками GS-1. Если проанализировать отдельные трассы, полученные различными приборами (рис. 12), то и визуально и по АЧХ отмечается более высокочастотная составляющая датчика GS-1.

Меньшая амплитуда вызвана настройками цифрового блока GSR, а не характеристиками прибора. Чтобы исключить влияние настроек оцифровывающего блока, были взяты две соседние трассы с одной сейсмограммы GSR, одна из них с группой приборов GS-20DX, другая – с одиночным GS-1 (рис 13).

Группа GS-20DX даёт большую, в 2 раза, амплитуду сигнала на частоте, около 18 Гц, но одиночный прибор GS-1 имеет более высокочастотную АЧХ по всей трассе.

Заключение

Положительные факторы при использовании системы Unite:

1. Упрощение размотки оборудования на труднодоступных участках;
2. Ускорение размотки-смотки, отсутствие кабеля позволяют сократить численность сейсмоотряда;
3. Сопоставимость регистрируемой информации с кабельной системой Sercel-428;
4. Возможность ежедневного считывания информации для передачи на обработку;
5. Контроль всех параметров регистрации в реальном времени в радиусе 1 км от системы CAN или контроль уровня шумов по соседним FDU-каналам.

Отрицательные факторы при использовании системы Unite:

1. Повышенная стоимость полевого оборудования по сравнению с кабельной;
2. После считывания информации, необходимо вернуться к сеймостанции для заполнения пустых трасс сейсмограмм;
3. При проведении работ по методике 2D, применение Unite не эффективно, так как подключение каналов после эксклюзивной зоны всё равно требу-

ет размотки кабеля.

Положительные факторы при использовании системы GSR:

1. Упрощение размотки оборудования на труднодоступных участках;
2. Ускорение размотки-смотки, отсутствие кабеля позволяют сократить численность сейсмоотряда;
3. Блок GSR в 1,5 раза легче, чем Unite.

Отрицательные факторы при использовании системы GSR:

1. Повышенная стоимость полевого оборудования по сравнению с кабельной;
2. Отсутствие контроля параметров регистрации в процессе возбуждения;
3. Для ввода координат в блоки GSR, необходим топофайл в формате SEG-P1, использующий географические координаты. Программа пересчёта координат «капризна» и требует адаптации к условиям северных широт;
4. Передача информации на обработку только после доставки блока на базу.

Выводы

1. Основной вывод по результатам данных опытных работ – обе системы работоспособны и вполне применимы в условиях Западной Сибири. При этом, как показывают результаты опытных работ:

- Систему Unite оптимально использовать как дополнение к кабельной системе 428XL в эксклюзивных зонах, где затруднена подмотка-размотка оборудования. Так как они идентичны по исполнению, искажения информации не произойдёт, а считывание информации можно ежедневно производить при помощи устройства CAN;
 - Систему GSR лучше использовать автономно по всей площади. Использовать систему GSR как дополнение к кабельной системе 428XL нежелательно, так как настройки параметров записи блоков GSR не совпадают с параметрами записи кабельной системой 428XL, и в этом случае неизбежны искажения при проведении динамического анализа.
2. Систему Unite эффективно использовать только при проведении работ 3D;
 3. Чтобы в полной мере использовать такие преимущества этих систем, как малые размеры и мобильность при установке, в эксклюзивных зонах необходимо применять одиночные сейсмоприёмники.

Бескабельная телеметрическая сейсморегистрирующая система
с передачей данных посредством **WiFi**

SCOUT



25 преимуществ:

Возможность передачи данных в реальном времени с использованием Wi-Fi

Неограниченное число каналов

Нет необходимости в записи координат и номеров пикетов в полевые блоки при расстановке

Съем данных без снятия блоков с профиля и без использования проводов

Контроль параметров расстановки и каждого блока в реальном времени

32 Гб встроенной памяти

До 25 дней непрерывной работы от встроенного аккумулятора

Работа в местах недоступных для кабельных систем

Внешнее подключение группы геофонов любой конфигурации

Работа с 3-х компонентными геофонами (одно- и трехканальное исполнение полевых блоков)

Беспроводное включение/выключение питания

Прочный герметичный корпус

Наличие спец. системы зарядки встроенных аккумуляторов

Возможность использования комбинированной расстановки с кабельными системами (Прогресс-ТЗ, 428XL)

Позволяет организовывать непрерывный мониторинг месторождений

Формирование выходных файлов в форматах SEG-D и SEG-Y

Возможность подключения внешней батареи, для увеличения времени автономной работы

Модульная система считывания данных через Ethernet (со скоростью до 1 Гбит/с)

Светодиодная индикация технического состояния полевых блоков

Рабочий диапазон температур от -40 до +70 °C

Работа с взрывным, импульсным и вибрационным источниками возбуждений

Высокая мобильность системы (малый вес и габариты)

Автоматическая передача записанных данных с профиля на станцию при вхождении в зону действия точки доступа Wi-Fi, установленной на станции (удаленность до 1 км)

Возможность работы в местах с неустойчивым сигналом GPS

Повышенная надежность системы (защита от внешних воздействий, в том числе, от статического электричества)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ - РОСНЕДРА рекомендует SCOUT при проведении сейсморазведочных работ. (<http://www.rosnedra.com/article/5023.html>)



ОАО "СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Россия, 410019, г.Саратов, ул. Крайняя, 129, тел.: (8452) 53-45-06; 570-500, факс: (8452) 27-21-01

skbsp@skbsp.ru | www.skbsp.ru

Контроль структуры подземных резервуаров методом ультразвуковой локации

Зозуля Е.Н., Селезнев Д.В., Божедомов В.Г., Сотников В.Н.,
ООО «Специальные геофизические системы», г.Саратов

Введение

Для покрытия кратковременных периодов дефицита газа в газотранспортной системе, связанных с практически постоянной скоростью подачи газа и неравномерностью его потребления, предназначены подземные хранилища газа (ПХГ). Создание ПХГ в отложениях каменной соли является перспективным направлением развития данной отрасли в различных странах. ПХГ в солях на порядок уступают по объему хранимого газа газохранилищам, создаваемым в выработанных газовых месторождениях, зато во столько же превосходят их по скорости возможного отбора газа. Такие ПХГ используются как «пиковые» хранилища, способные гибко регулировать величину отбора и при необходимости быстро выдать большой объем газа. Используя мировой опыт и собственный опыт эксплуатации Абовянского ПХГ под Ереваном, ОАО «Газпром» приняло Концепцию развития ПХГ в солях, которая предполагает строительство 10 пиковых ПХГ.

Кроме того, химической промышленности при добыче полезных ископаемых широко используется метод выщелачивания подземных залежей через пробуренную сверху скважину. Емкости, образованные в процессе выщелачивания, могут также использоваться как резервуары для хранения углеводородов или отходов химических производств.

Контроль процесса выщелачивания при строительстве и эксплуатации подземных резервуаров

Особое внимание при эксплуатации скважины на рассолопромысле или строительстве подземных хранилищ углеводородов уделяется контролю процесса размыва и последующего состояния подземных резервуаров, поскольку соблюдение заложенных в проект расчетных геометрических параметров резервуара залог гарантии эксплуатационной надежности резервуара в течение всего расчетного срока его эксплуатации. Оперативный контроль позволяет вовремя обнаружить отклонение процесса

формообразования от проектного режима, своевременно определить некорректируемое растворение свода строящегося подземного резервуара из-за ухода нерастворителя и произвести корректировку технологического регламента с учетом реальной формы подземного резервуара. Во время эксплуатации подземного хранилища углеводородов необходимо также периодически определять форму и размеры подземного резервуара с целью своевременного обнаружения обрушений пород, контроля размеров самих резервуаров и междукammerных целиков.

Таким образом, возникает задача оперативного сопровождения процесса размыва и контроля геометрических параметров подземного резервуара с определением положения его основных элементов, потолочины, донной области, границы нерастворителя.

Методы контроля процесса строительства резервуаров ПХГ и полостей выщелачивания

На сегодняшний день для решения задачи оперативного контроля формообразования резервуаров ПХГ и процессов добычи полезных ископаемых методом выщелачивания применяется несколько методов: теоретическое прогнозирование процесса размыва на основании геологического разреза, метод расчета на основе концентрации извлекаемого рассола, метод механической кавернометрии, метод акустического сканирования.

В разное время были проведены исследования, позволившие выявить закономерность процесса формообразования камер при различных способах размыва соляного массива. Вместе с тем данные исследования не дали четких рекомендаций относительно теоретических методов определения формы реально существующих камер в виду сложности физико-химических процессов растворения соли и гидродинамических процессов в камерах, а также неоднородности массива и анизотропии соли [1].

Одним из методов вычисления

текущего объёма размываемой подземной полости является метод расчёта на основании концентрации и объёма получаемого рассола в процессе размыва. Основным недостатком данного метода является невозможность объективной оценки формы и геометрических размеров формируемой полости. Данный метод невозможно применить для контроля геометрических параметров существующих резервуаров в процессе их эксплуатации.

Применение широко используемых в геофизике механических каверномеров, путём увеличения длины измерительных рычагов, приводит к потере жёсткости рычагов и, как следствие, к отказу в работе и снижению достоверности получаемой информации об измеряемом расстоянии. Данный метод имеет существенные ограничения по максимальному радиусу исследования.

Широкое распространение при обследовании подземных резервуаров и полостей выщелачивания получили акустические методы. Одним из таких методов является импульсная звуколокация. В основе метода лежит способность резкой акустической границы между содержимым резервуара и окружающей его породой отражать звуковые колебания. Суть метода состоит в измерении времени распространения импульса звуковых колебаний между излучателем и границей резервуара. Зная данное время и скорость распространения звуковых колебаний в конкретной среде, можно вычислить расстояние между излучателем и границей резервуара. Применение звуковых колебаний высокой частоты (ультразвук) позволяет проводить измерение расстояний в узконаправленном телесном угле, что обеспечивает высокую разрешающую способность при определении контура исследуемого объекта, а наличие устройства азимутальной привязки в составе измерительного комплекса позволяет определить пространственную ориентацию расположения резервуара относительно магнитного меридиана Земли.

Звуколокационные измерения обладают наибольшей информативностью из всех вышеперечисленных методов и позволяют оперативно получать непосредственные данные о конфигурации и размерах исследуе-

мого объекта.

Измерительный комплекс на основе метода импульсной звуколокации

Основой измерительного комплекса является скважинный прибор, в состав которого входят:

- излучающая антенна;
- приёмная антенна;
- устройство азимутальной привязки;
- устройство для измерения скорости звука.

Вместо приёмной и излучающей антенн может использоваться одна антенна, работающая на излучение в момент генерации зондирующего импульса и на приём во время регистрации отражённого сигнала.

Антенна сопрягается с устройством азимутальной привязки и механизмом, осуществляющим её вращение вокруг оси прибора на заданный угол. Таким образом, обеспечивается круговое сканирование полости в горизонтальной плоскости на заданной глубине с азимутальной привязкой измерений при неподвижном скважинном приборе. Вертикальные перемещения прибора обеспечиваются спускоподъёмным механизмом на поверхности скважины.

Для вычисления расстояния, помимо времени распространения зондирующего импульса до границы резервуара, необходимо знать скорость распространения звуковых колебаний в данной среде. Поскольку скорость звука сильно зависит от свойств среды, например, от температуры и концентрации рассола, ее необходимо измерять для каждой глубины, на которой производится сканирование. С этой целью в приборе должно иметься устройство для измерения скорости звука.

Основным недостатком импульсного метода звуколокации является ограничение минимального измеряемого расстояния, что связано с наличием «мёртвой» зоны. Наличие «мёртвой» зоны обусловлено затухающими колебательными процессами в антенне после прекращения излучения антенной зондирующего импульса. Для уменьшения «мёртвой» зоны используются отдельные излучающая и приёмная антенны.

ООО «Специальные геофизические системы» разработан и изготавливается комплекс для исследования подземных полостей и резервуаров методом импульсной звуколокации.



Рисунок 1.

Описание регистрирующего комплекса ЛАС

Комплекс ЛАС (Рис.1) состоит из блока наземного телеметрического (БНТ), ноутбука, оснащенного технологическим программным обеспечением (ТПО) и программой обработки данных (ПОД), ультразвукового сканирующего локатора, выполненного в виде скважинного прибора (ПС).

Блок наземной телеметрии обеспечивает связь с прибором через трехжильный каротажный кабель типа КГЗ-60-150 для управления параметрами сканирования прибора и регистрации данных сканирования. БНТ содержит программируемый источник питания для управления амплитудой зондирующего импульса в широких пределах. Для обеспечения точной привязки сканируемых данных к глубине в состав блока входит контроллер глубины, соединённый с устанавливаемым на мерном ролик датчиком импульсов глубины.

Скважинный прибор измеряет время прохождения зондирующего импульса от своей вертикальной оси до стенки выработки и обратно в режиме горизонтального сканирования при неподвижном положении на заданной глубине и состоит из:

- блока электроники;
- приёмоизлучающей антенны, сопряженной с поворотным механизмом и устройством азимутальной привязки;
- устройства измерения скорости звука.

Блок электроники обеспечивает формирование зондирующего импульса заданной частоты, амплитуды и длительности. Длительность и амплитуда зондирующего импульса задаются оператором в зависимости от затухания звуковых колебаний в данной среде и измеряемого расстояния. После излучения зондирующего импульса

отражённый сигнал оцифровывается в блоке электроники в течение заданного времени с одновременной регистрацией показания устройства азимутальной привязки. В зависимости от режима сканирования производится либо регистрация всего оцифрованного сигнала для последующей обработки, либо регистрируется только время прихода импульса, превышающего по амплитуде заданный уровень. После измерения на текущем азимуте, выдаётся команда поворотному механизму для поворота антенны на заданный угол. Измерения повторяются до полного оборота антенны.

Устройство измерения скорости звука состоит из антенны, расположенной в донной части скважинного прибора и направленной вниз, и отрезка трубы, присоединённого к донной части, длиной 0.5м с отражателем на конце. В центре отражателя имеется отверстие, чтобы одновременно с измерением скорости была возможность измерять расстояние от конца прибора до дна резервуара.

Отличительной особенностью прибора является расположение блока антенн внутри колбы из оргстекла и изоляция поворотного механизма от окружающей среды, что увеличивает надёжность прибора при эксплуатации и обеспечивает его долговечность.

Управление процессом сканирования и запись регистрируемых данных производится с помощью программного обеспечения, установленного на ноутбуке соединённым с БНТ.

Технологическое программное обеспечение позволяет:

- настраивать телеметрию в зависимости от параметров каротажного кабеля;
- тестировать прибор;
- в зависимости от условий измерения изменять параметры зондирующего импульса и режимы сканирования;
- регистрировать данные сканирования в режиме полной регистрации отражённого сигнала или в режиме регистрации времени прихода отражённых импульсов;
- настраивать параметры регистрации глубины прибора.

В процессе сканирования, в зависимости от выбранного режима, данные отображаются в виде набора осциллограмм (рис.2) или в виде полярной развёртки (рис.3).

Регистрируемые данные автомати-

чески преобразуются в расстояние, в зависимости от текущей скорости звука. Скорость звука измеряется прибором или вводится вручную.

Программа обработки данных (ПОД) предназначена для обработки зарегистрированных данных ТПО и получения на их основе следующих данных:

- объём полости в заданном интервале глубин;
- таблицы содержащей:
 - о значения радиусов по восьми основным направлениям азимута для каждой из глубин измерения;
 - о приращение объёма в зависимости от глубины;
 - о объём между двумя смежными интервалами измерения;
- полярная развёртка контура для каждой глубины измерения;
- 3-х мерное представление объекта исследования (рис.6)
- вертикальное сечение объекта по произвольному азимуту (рис.5);
- график зависимости объёма от глубины.

ПОД позволяет получить в виде твёрдой копии (напечатать) все вышеперечисленные параметры и использовать их при формировании отчёта о звуколокационном исследовании резервуара или полости выщелачивания.

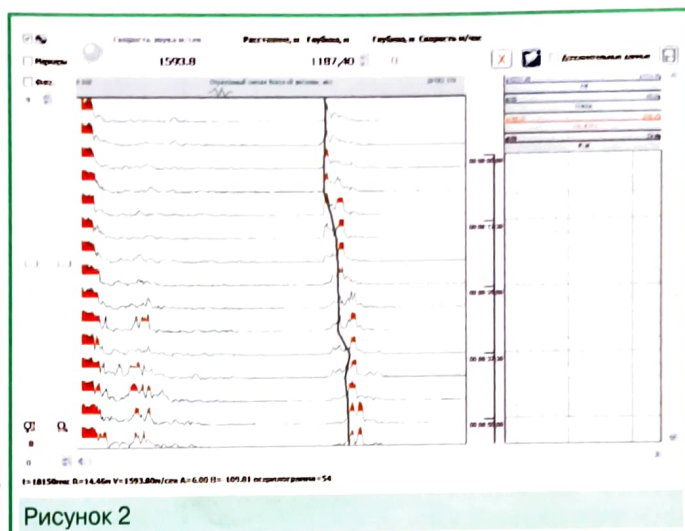


Рисунок 2

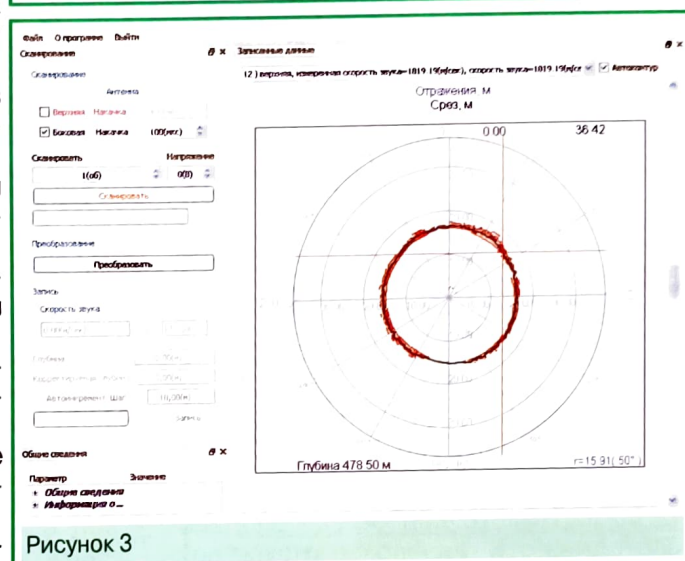


Рисунок 3

Практическое применение комплекса ЛАС

На сегодняшний день комплекс используется при проведении работ по звуколокационному исследованию подземных полостей на расслопромыслах и подземных

Рисунок 4. Технические характеристики комплекса

Наименование	Значение
Диапазон измеряемых расстояний боковой антенной, м	от 0,5 до 160
Диапазон измеряемых расстояний нижней антенной, м	от 0,5 до 50
Диапазон измеряемых расстояний дополнительной антенной, м	от 0,5 до 50
Относительная погрешность измерения расстояния, %	2
Максимальное гидростатическое давление, МПа	20
Диапазон рабочих температур, °C	от +10 до +80
Диаметр скважинного прибора, мм	80
Длина скважинного прибора, мм	2150

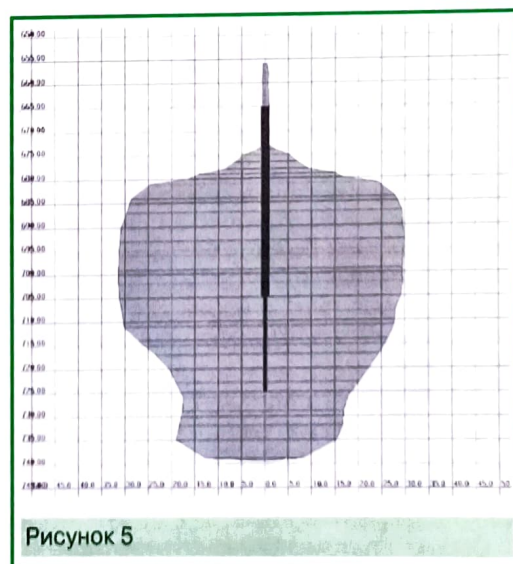


Рисунок 5

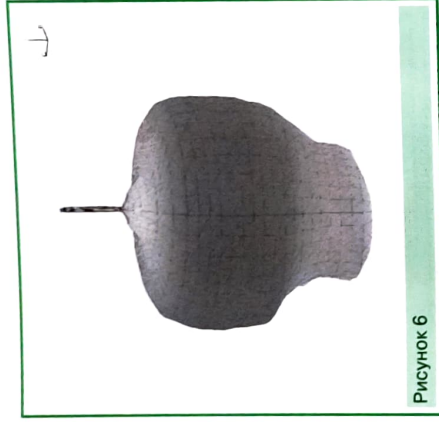


Рисунок 6

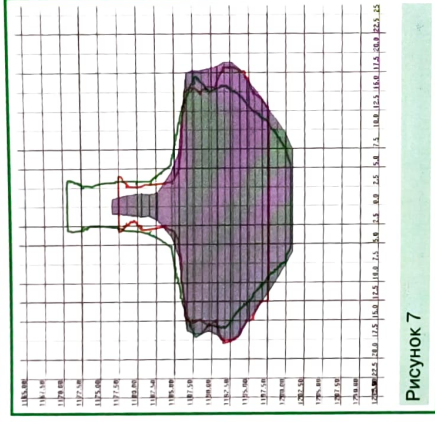


Рисунок 7

сечение при сканировании в открытой камере. Зеленым цветом обозначен контур сечения при сканировании через одну колонну. Красным цветом обозначен контур сечения при сканировании через две колонны. Резкое отличие контура при сканировании через одну колонну связано с доливкой, колонны пресной водой перед проведением сканирования и, как следствие, резким отличием скорости звука, измеряемой прибором в колонне (пресная вода), от скорости звука за колонной (рассол). При проведении сканирования через колонну, в первую очередь, необходимо отметить высокую зависимость показаний измерений от точности измерения скорости звука. Средство измерения скорости звука. Система сканирования в открытой камере. Для случая сканирования в открытой камере скорость звука на данной глубине можно считать одинаковой для любой точки резервуара с данной глубиной. При сканировании через колонну(ы) скорость звука, измеряемая прибором в колонне, может резко отличаться от скорости звука за колонной, например, вследствие различной концентрации рассола. Таким образом, при звуколокации, проводимой через колонну(ы), можно достоверно получить геометрию резервуара и положение таких его элементов как подполщина и дно, а для документального подтверждения фактической емкости исследуемого объекта необходимым условием является сканирование в открытой камере. На измерении радиусов, а следовательно и на последующем вычислении объема резервуара, будет сильно сказываться величина несоответствия измеренной скорости звука в жидкости, находящейся внутри колонны, и реальной скорости звука в рассоле, заполняющем резервуар и находящимся за колонной. Полученные данные сканирования через одну колонну показывают, что отраженный сигнал от стенок резервуара уверенно регистрировался для радиусов более 3 метров. Данное ограничение связано с интерференцией сигналов отраженных от колонны и сигналов, отраженных от стенки исследуемого объекта.

Заключение

Сегодня регистрирующий комплекс РАС производства ООО «Специальные геофизические системы» успешно используется при проведении работ по звуколокации подземных резервуаров и полостей выщелачивания в различных регионах России. ООО «Специальные геофизические системы» ведёт работы по дальнейшему усовершенствованию прибора, с целью улучшения его эксплуатационных характеристик и расширению сфер применения.

хранилища углеводородов и химических растворов в Республике Башкортостан, Астраханской, Волгоградской и Оренбургской областях. Максимальный радиус при проведении исследований вышеперечисленных объектов составил 50м. При этом сохранялся запас для увеличения мощности зондирующего импульса. Измерения проводились как в открытой камере, так и через колонну, а в некоторых случаях через две.

Для оценки возможности применения локатора при исследовании скважин без подъема насосно-компрессорных труб в июле 2010 года были проведены сравнительные исследования скважин в открытой камере, через одну и через две колонны. Сканирование проводилось в следующем порядке:

- сканирование через одну колонну;
 - сканирование в открытой камере;
 - сканирование через две колонны.
- Сопоставление результатов сканирования отображено на Рис.7.

Серым цветом показано вертикальное

Российское высшее геофизическое образование. Как измерить его качество?

Проф. Крылатков С.М., проф. Бондарев В.И., Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург

Во второй половине XX века весь мир признавал, что советское образование, как общее среднее, так и высшее в области естественных и технических наук, было лучшим в мире. Опыт нашей страны перенимали мировые лидеры: США, Япония и Китай.

В 1990-е годы был утрачен ряд критически важных технологий, снизился общий технологический уровень производства, возросла доля сырьевых и простых товаров. В России не было спроса на новые технологии и квалифицированные научные и технические кадры. Ухудшилось государственное управление системой образования, сократились объемы его финансирования. Снизился уровень культуры общества и качество национального образования. Тем самым разрушались возможности для перехода к инновационной экономике и ее устойчивому росту в будущем.

Сегодня мы уже не можем с гордостью сказать, что наша страна занимает первое место в мире по числу ученых и инженеров на душу населения, как это было во времена СССР. Тем не менее, количественные позиции еще не сданы. Подготовку технических специалистов в России сегодня осуществляют свыше 550 вузов (что составляет примерно 15% от их общего числа). Общее количество студентов, обучающихся по инженерно-техническим специальностям, составляет более 1,6 млн. человек (около 23% всех студентов в России). Только в 2010 году на инженерные специальности поступило 217 тыс. человек. Из этого числа примерно 2 тыс. составляют студенты-геологи и геофизики. Доля геофизиков в технических вузах или университетах, по-видимому, составляет около 30-40% от этих 1500 человек. С позиции количественных показателей, кажется, дело обстоит неплохо.

Другое дело - качество подготовки. Эксперты отмечают серьезное снижение квалификации большинства сегодняшних выпускников-инженеров. Главными причинами считают то, что обучение идет на основе физически и морально устаревшего оборудования, что средний возраст профессорско-

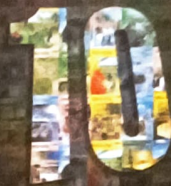
преподавательского состава приближается к пенсионному, что используемые образовательные программы оторваны от реальных потребностей производства, что студенты не имеют опыта решения реальных, практических задач. В результате при сохраняющемся дефиците инженерных кадров (в 2008 году, перед кризисом, по данным опросов кадровых служб, дефицит инженеров в России достигал 25% от имеющейся потребности и, несмотря на кризис, острота этого дефицита ничуть не уменьшилась), по данным Росстата, в среднем только около 35% выпускников-инженеров идут работать по специальности.

Сегодня инженерный корпус в России серьезно постарел, снизился уровень вузовского образования, молодежь избегает инженерной карьеры из-за низкого социального статуса и уровня оплаты.

В России во многих "традиционных" отраслях наблюдается инжиниринговый провал. Вместе с тем наши геэкономические конкуренты США, ЕС, Китай, Индия разворачивают масштабные программы подготовки технократов нового поколения. Это свидетельствует о том, что человечество стоит на пороге новой технологической гонки.

Все более заметную роль в кадровой политике начинает играть демографический фактор. В то время как промышленно развитые страны Запада в последние годы озабочены выработкой разнообразных механизмов компенсации постепенно растущего дефицита "свежей крови" (а ее не хватает, разумеется, не только для пополнения рядов ИТР), наиболее динамичные страны третьего мира с быстрорастущим и к тому же в основной своей массе очень молодым населением рассчитывают в полной мере воспользоваться этим конкурентным преимуществом.

Для иллюстрации достаточно, например, упомянуть, что на долю двух государств - миллиардеров Китая и Индии в 2007 году уже приходилось около 31% от общей численности научно-технического персонала в мире, тогда как в 2004 году эта доля составляла только 19%.



ОБРАЗОВАНИЕ

ГАЛЕРЕЯ НОВИНОК

Что мы делаем?

Качество специалиста – сложный для формализации показатель, призванный оценивать разнообразные составляющие человеческой личности: способность выполнять профессиональные обязанности, умение приспосабливаться к изменяющимся уровню требований, обучаться, наличие определенных деловых и личностных качеств, способность к карьерному росту и т. п. Основой качества специалиста является багаж систематических знаний и навыков, который он получает в вузе.

По-видимому, достаточно полно оценить качество специалиста во время его обучения в стенах вуза нельзя. Однако, в силу того, что других технологий оценки в России не создано, именно эта оценка и принимается в качестве основной.

По существу процесс оценивания качества подготовки специалистов выполняется при аттестации и аккредитации вузов. В России аккредитация вузов происходит раз в пять лет.

Аттестация вуза проводится для того, чтобы выяснить, насколько уровень знаний его выпускников соответствует установленным государственным стандартам. В ходе аттестации проверяется как наличие у вуза лицензии, так и результаты выпускных экзаменов за последние три года. Кроме того, студенты аттестуемого вуза пишут специальные тестовые работы. Если вуз прошел аттестацию успешно, его допускают к государственной аккредитации, в противном случае его лишают такой возможности. Целью аккредитации вуза является установление или подтверждение на очередной срок его государственного аккредитационного статуса с установлением перечня образовательных программ высшего профессионального образования, по которым вуз имеет право выдавать выпускникам документы об образовании государственного образца.

Соответствие содержания и качества подготовки обучающихся и выпускников образовательного учреждения высшего профессионального образования государственному стандарту проверяются по следующим пунктам:

- сроки освоения основной профессиональной образовательной программы;
- результаты освоения образовательной программы;
- учебно-методическое обеспечение учебного процесса;

- кадровое обеспечение учебного процесса.

Каждый из этих показателей оценивается по нескольким критериям. Для каждого критерия установлено его граничное допустимое значение. Превышение числа критериев с допустимым уровнем позволяет экспертам констатировать соответствие или не соответствие содержания и качества образования в данном вузе требованиям федерального государственного образовательного стандарта. Опыт работы в качестве эксперта одного из авторов показывает, что аккредитация является достаточно действенным средством контроля качества подготовки специалистов геологов и геофизиков.

Значительное место в оценке вуза при аккредитации играет внутренняя оценка качества подготовки, выполняемая самими работниками вуза. Сегодня в основу ее положена система менеджмента качества.

В том, как выглядит эта система сегодня, большую роль сыграло присоединение России к Болонскому процессу. Подписание Болонской декларации обязывает страну обеспечить политику качества образования на государственном уровне, поскольку совершенствование качества высшего образования одна из стратегических целей Болонского соглашения. В нем определяются конкретные задачи в этом направлении: всем странам-участницам следует разработать действующие системы обеспечения качества с учетом взаимоприемлемых критериев и технологий обеспечения качества высшего образования, внутренних и внешних экспертиз, гласности результатов оценивания, наличия сопоставимых систем аккредитации и сертификации, а также международного партнерства.

В концепции модернизации российского образования определено, что до 2010 г. в каждом вузе должна быть внедрена система менеджмента качества (СМК).

Единая общевузовская система менеджмента качества с использованием научно-обоснованных измерителей качества обучения отсутствует. Поэтому отечественным руководством образования в качестве отправного тезиса в определении качества образования принято утверждение, что качество результатов деятельности образовательных учреждений должно обеспечиваться через управление основных учебных процессов на основе системы

менеджмента качества на базе использования принципов Всеобщего менеджмента качества (Total Quality Management (TQM)), международных стандартов ISO – 9001- 2000 и ISO – 9004 – 2000, построенной на базе модели Европейского фонда по менеджменту качества (EFQM). Следует отметить, что названные стандарты относятся к качеству производимой продукции и товаров, а не такого сложного объекта, который реализуется в процессе образования и носит название специалист. Вот уже несколько лет идут активные теоретические дискуссии по вопросам принципиальной возможности и целесообразности перенесения методов управления бизнесом в образование. Обсуждаются общие и отличительные черты бизнеса и образования: их цели, методы, средства, понятия качества, средства измерения качества и др.

Но в вузах России эта так называемая система контроля качества уже реализуется. В каждом вузе появилось огромное число нормативных документов, формируются группы сотрудников, занимающихся контролем того, в какой степени полно ведется в подразделениях вуза большая по объему документация, разработанная в соответствии с указанными стандартами. Можно подумывать, что составление множества документов, которые будут пылиться на полках, и приведет к желаемому повышению качества подготовки специалистов.

При этом основное внимание реформаторов концентрируется на учебном процессе, а необходимость встраивания инженерных профессий в общую экономическую систему занятости в стране игнорируется.

Демографические процессы также оказывают серьезное влияние на ситуацию в российском образовании на всех его уровнях. Демографический спад в наибольшей степени затронул общеобразовательную школу: число учеников уменьшилось за десять последних лет с 22 до 14 млн. В ближайшие годы сокращение общей численности учащихся начнется на всех уровнях профессионального образования: количество абитуриентов в 2010 году по сравнению с 2006–м сократится вдвое. Характерным для российского высшего образования является значительный возраст профессорско-преподавательского состава и руководства вузов: около 40% работающих старше 65 лет.

Новые стандарты образования

Одной из происходящих сегодня

перемен в высшем образовании в России является появление новых нормативных документов, определяющих номенклатуру специальностей высшего образования, формы и сроки обучения, содержание, структуру и объемы преподаваемых дисциплин. Эти документы зафиксированы в федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС). Начиная с 2011 года, в России вступили в действие новые образовательные стандарты, так называемые стандарты третьего поколения (ФГОС-2010)

Согласно новому государственному образовательному стандарту произойдет укрупнение специальностей. Из более чем 550 технических специальностей, по которым проводился выпуск специалистов в России до настоящего времени, лишь примерно по 145 наиболее важным для государства направлениям подготовки сохраняется традиционная пятилетняя система инженерной подготовки (среди этих направлений только 45 гражданских специальностей). Все остальные специальности (около 400) переходят на двухуровневую схему обучения бакалавр-магистр.

При подготовке нового ФГОС была учтена особая важность подготовки специалистов в области поисков месторождений полезных ископаемых и активная позиция Учебно-методического объединения по высшему геологическому образованию в России. Поэтому, в новом государственном стандарте сохранена подготовка горных инженеров-геологов и геофизиков. Однако при этом все-таки произведено укрупнение ряда смежных специальностей в более крупные. В частности, подготовка специалистов геофизиков будет осуществляться теперь в рамках более крупной специальности 130200, получившей название "Технология геологической разведки".

В проекте федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования подготовка по специальности 130200 "Технология геологической разведки" теперь включает возможность подготовки специалистов по 5 специализациям (часть из которых была ранее специальностями): Геофизические методы поисков и разведки МПИ; Геофизические методы исследования скважин; Технология и техника разведки МПИ; Сейсморазведка; Геофизические информационные системы.

В университетах, осуществлявших

подготовку геофизиков по специальности 020302- "Геофизика" будет осуществляться подготовка только по системе бакалавр-магистр.

ФГОС-2010 предопределяет трудоемкости обучения не в часах, а в зачетных единицах. Размерность и назначение этих единиц определяется документом EuropeanCreditTransferSystem (ECTS), в русском варианте - Европейская система перевода и накопления кредитов, промежуточных и итоговой аттестаций и др. В зарубежных образовательных системах эквивалентом российского термина зачетная единица является термин кредит. Установление через кредитные единицы количественных эквивалентов содержания обучения и степени освоения образовательных программ предоставляет студентам возможность самостоятельно планировать учебный процесс, принципиально изменить систему контроля и оценку качества образовательного процесса, создает условия для совершенствования и диверсификации образовательных технологий.

ECTS использует принцип, что 60 кредитов соответствуют учебной нагрузке студента дневной формы обучения в течение одного учебного года. Объем учебной работы студентов по годовым образовательным программам во многих европейских странах варьируется в диапазоне 1500-1800 часов в год, что соответствует размерности кредита (зачетной единицы) примерно в 25-30 рабочих часов. На практике трудоемкость конкретных образовательных программ подготовки может варьироваться, например, в следующих пределах:

- продолжительность учебного года может составлять 34-40 недель;
- один кредит может соответствовать 25-30 часов полной учебной нагрузки;
- недельная учебная нагрузка - 40-42 часа.

С учетом этого российскую зачетную единицу предлагается определить как соответствующую приблизительно 25-36 часам учебной работы студента или 15-18 часам аудиторных занятий при общей годовой трудоемкости изучаемых в течение учебного года дисциплин в 60 зачетных единиц.

В рамках подготовки по специальности 130200 Тех-

нология геологической разведки на подготовку специалиста по любой специализации отводится 300 учетных единиц (всего около 10760 часов) на пятилетний период. За это время предполагается изучить дисциплины: гуманитарного, социального и экономического цикла (7 дисциплин) в объеме 30-40 уч. ед.; математического и естественнонаучного цикла (7 дисциплин) - 70-80 уч. ед.; профессионального цикла (19 дисциплин) в объеме 130-140 уч. ед., куда входят несколько обобщающих специальных курсов небольшого объема дисциплины специализации (5-9 дисциплин) 26-28 уч. ед.

На рисунке показаны изменения произошедшие в стандарте третьего поколения ФГОС 2010 по сравнению со стандартом предшествующим ФГОС 2000 на примере специальности, а теперь специализации "Геофизические методы поисков и разведки МПИ".

В ФГОСе также предусматриваются учебные и производственные практики и научно-исследовательская работа в объеме 30-40 уч. ед. и итоговая аттестация. - 15-20 уч. ед.

С точки зрения профессиональной подготовки специалиста особо важную роль играют обязательные (4) и вариативные (5) дисциплины специализации. Сравнение их показывает, что в новом ФГОС произошло по сравнению с предыдущим уменьшение объемов часов на специализацию на величину порядка 20%.

И это относится ко всем пяти специализациям выбранного в качестве примера направления подготовки. Очевидно, что наряду с расширением кругозора по дисциплинам общепрофессионального направления (3), такое уменьшение объема часов, отводимых на специальные дисциплины, безусловно, приведет к снижению качества профессиональной подготовки будущих выпускников.

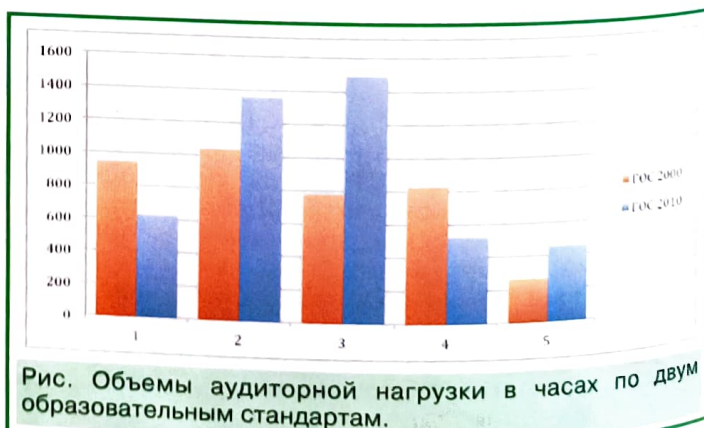


Рис. Объемы аудиторной нагрузки в часах по двум образовательным стандартам.

По стандарту 2000 года для специальности "Геофизические методы поисков и разведки МПИ". По стандарту 2010 года для специальности "Технология геологической разведки", куда бывшая специальность "Геофизические методы поисков и разведки МПИ" входят теперь в качестве одной из пяти специализаций.

Сведения приведены по 5 сопоставимым разделам дисциплин:

1- дисциплины общеобразовательного цикла; 2- дисциплины естественнонаучного цикла; 3- базовые дисциплины специальности (для всех пяти специализаций); 4- обязательные дисциплины специализации; 5- вариативные дисциплины специализации

К положительным моментам предлагаемых в ФГОС-2010 преобразований можно отнести давно назревшее создание специализаций (специальностей) Сейсморазведка и Геофизические информационные системы. Специалисты именно этих специальностей сегодня наиболее востребованы на геолого-разведочном производстве.

Итак, мы встраиваемся в европейскую систему. Мы опять на рубеже радикальных перемен в образовании, последствия которых сейчас трудно предвидеть.

А как у них?

В Соединенных Штатах не существует общенациональной системы образования. Американская система высшего образования представляет собой огромную, разнообразную и децентрализованную структуру. Трудность классификации вузов США заключается в том, что к высшему, по американским понятиям, можно отнести любое учебное заведение, следующее за средней школой.

США – одна из немногих стран, где высшее образование рассматривается как область "индустрии", рыночной экономики.

В США принята многоступенчатая система высшего образования, в соответствии с которой обучение делится на несколько циклов.

Первый — undergraduate — продолжается четыре года и завершается получением степени бакалавра. Собственно специализация начинается на третьем курсе. В целом для получения степени бакалавра студент должен набрать 120 кредитов. Кредит засчитывается при условии, что студент прослушал определенное количество лекций, выполнил ряд практических и лабора-

торных работ и сдал самостоятельную работу. Помимо определенного числа кредитов, средний балл студента за время обучения должен превысить некоторый установленный уровень. Вторая ступень (Graduate) обычно занимает два года и заканчивается присуждением степени магистра (Master Degree). В конце курса студенты защищают магистерскую диссертацию. Возможен другой путь: узкая специализация — двухлетняя программа, по окончании которой выпускникам присваивается степень Advanced Professional Degree.

Докторантура (PhD — доктор философии) — третья ступень американской образовательной системы, трех-четырехлетний курс, аналог отечественной аспирантуры.

Качество образования обеспечивается системой аккредитации учебных программ вузов и сертификацией выпускников.

Для решения первой задачи создан национальный центр по аккредитации инженерных учебных программ (ABET). Результаты проводимой экспертизы признаются как инженерным сообществом США, то есть будущими работодателями, так и университетами, предлагающими соответствующее обучение. ABET рассматривает только действующие программы, по которым университеты подготовили хотя бы один выпуск студентов, в области прикладных наук. Процесс аккредитации инициируется университетами добровольно. Оценке подлежат отдельные программы, а не учебные заведения. В последующем (раз в шесть лет) каждая из уже аккредитованных программ должна проходить периодическую оценку. По предлагаемой ABET схеме университет проводит самооценку программы и предоставляет письменный отчет. Оценке подлежат содержание программ, расписание занятий, преподавательский состав, состояние зданий и сооружений, используемое оборудование, административная поддержка со стороны университета, студенческий корпус (численность, качественный состав, учебные успехи студентов, их дальнейшее трудоустройство). После этого ABET формирует оценочную команду из представителей других университетов, промышленных компаний, научных организаций и правительственных учреждений. Для всех экспертов — это общественная деятельность, за которую они не получают никаких

гонораров. Отчет о самооценке программы становится базой для подготовки работы экспертов в университете, в ходе которого проводятся беседы с его руководителями, деканом, преподавателями, исследователями, техническими работниками, студентами. По результатам визита и изучения самоотчета оценочная команда готовит предварительный доклад, в котором фиксируются все проблемы, которые были выявлены. Университету дается некоторое время для их разрешения, после чего принимается окончательное решение об аккредитации программы. Периодически АВЕТ публикует критерии, которым должны отвечать аккредитуемые программы. Основной акцент в этих критериях был в 2000-е годы перенесен с содержания программ на результаты учебной деятельности, то есть на то, что в итоге было усвоено студентом. Вся работа по аккредитации программ оплачивается самим университетом по расценкам, установленным АВЕТ. Именно благодаря деятельности АВЕТ осуществляется постепенная стандартизация подготовки инженеров. Эта система вполне аналогична системе аккредитации, проводимой под руководством Росаккредагентства России в российских вузах.

Что касается второй задачи, то следует отметить, что в США профессия инженера относится к разряду регулируемых. В большинстве штатов контроль качества специалиста это компетенция специальных комитетов, входящих в состав органов исполнительной власти. Профессиональным называется инженер, который имеет право индивидуально предлагать инженерные услуги на рынке и отвечает за результаты своих действий в соответствии с законом. Отличительным признаком профессионального инженера является его право скреплять производимые расчеты, чертежи, отчеты личной подписью и печатью, что означает принятие юридической ответственности за возможные последствия использования предлагаемых технических решений.

Единственный способ приобрести такое право - получение официального сертификата, выданного уполномоченным органом, и регистрация. В США каждый штат имеет собственное законодательство, регулирующее сертификацию и определяющее условия работы сертифицированных специалистов в области законодательства, здравоохранения и инженерного дела. Это

обусловлено особенностями федерального устройства страны и обязанностью государства защищать интересы членов общества от возможного ущерба, который может быть вызван действиями неквалифицированных работников. Поэтому в составе администраций всех штатов существуют специальные советы по лицензированию деятельности тех категорий специалистов, деятельность которых свободна от ограничений, которые определены законом.

Полученный сертификат имеет силу только на территории данного штата. Но многие штаты заключают между собой двусторонние соглашения, позволяющие инженерам в упрощенном порядке подтверждать свою квалификацию на территории другого штата (в ряде случаев без дополнительных экзаменов или испытаний).

Процедура сертификации в общем случае характеризуется следующим:

- Претендент должен иметь как минимум степень бакалавра, полученную в одном из аккредитованных колледжей или университетов. В последние годы наметилась тенденция к ужесточению этого требования. Профессиональные ассоциации выступают за то, чтобы повысить планку до обязательной степени магистра.
- Претендент должен сдать стандартный письменный экзамен по "основам инженерного дела", который имеет несколько уровней. Его первая ступень сдается выпускниками технических колледжей сразу после окончания обучения. Она включает вопросы по математике, физике, химии, инженерным дисциплинам. Успешно сдавшие экзамен получают звание «инженер-интерн», но полный экзамен им будет зачтен только после приобретения практических навыков работы. Результаты данного этапа признаются на территории всех штатов и являются действительными в течение десяти лет. Но инженер-интерн не является профессиональным инженером, то есть он не вправе индивидуально предлагать инженерные услуги на рынке, а может работать только в команде с другими сертифицированными специалистами.
- Претендент должен приобрести практический опыт работы в качестве инженера, который необходимо подтвердить как минимум двумя профессиональными инженерами-членами соответствующих ассоциаций.

В большинстве штатов требуется четырехлетний стаж такой работы.

Претендент должен сдать письменный экзамен "Принципы и практика инженерного дела", который, помимо чисто технических аспектов, включает также вопросы инженерной этики. В некоторых штатах для получения сертификата требуются дополнительные экзамены. Все экзамены проводятся советами по лицензированию инженерной деятельности штатов и длятся по восемь часов с одним перерывом. Претенденты информируются о допуске к экзамену за полгода. Основные требования к испытуемым объявляются заранее. Уровень требований (количество необходимых для сдачи экзамена баллов) достаточно высок, и далеко не все выпускники колледжей проходят этот этап (повторная сдача возможна через некоторое время).

После успешного прохождения экзаменов претендент должен зарегистрироваться в Совете по регистрации, и только после этого он может начать свою практику. Претендент обязан предоставить Совету подтверждение своего американского гражданства, документы об окончании колледжа, несколько отзывов от уже действующих в штате сертифицированных инженеров и детальный перечень выполненных проектов, подтверждающий практический опыт успешной работы.

Таким образом, можно утверждать, что в США, существует хорошо отработанная система подготовки инженерного персонала и его встраивания в национальную экономику.

Использовать разумно

Российская система аккредитации вузов вносит большой вклад в подготовку отечественных специалистов. Однако полностью оценить качество подготовки специалиста эта система не может. Следует признать, что выпускник вуза еще не может считаться тем инженером, который нужен производству и является его рабочей лошадкой. Кроме того, многие выпускники вуза не работают по специальности, которую они получили.

Одним из шагов в определении практической значимости выпускников того или другого вуза могли бы быть небольшие (вплоть до символических значений) ежегодные отчисления производственного предприятия вузу за молодого специалиста, выпускника данного вуза, пришедшего и продолжающего

работать на этом предприятии. Такие отчисления не должны быть обременительны предприятию, платиться в течение 3-х лет и быть дифференцированными. Если выпускник работает по специальности, полученной в вузе, то отчисления должны быть в два-три раза больше, чем в том случае, если выпускник закончил не профильный вуз. Эта мера позволит сравнительно просто и объективно выяснить значимость отдельных специальностей вузов для производства, а также производить сравнение востребованности выпускников различных вузов. Такие выплаты легко контролируемы и могут быть приняты в качестве дополнительного показателя при аккредитации.

Нам представляется возможным и целесообразным использовать в российской системе квалификации кадров с высшим образованием и некоторые элементы американского опыта. Мы будем говорить о геофизической специальности.

При наличии стажа практической работы по специальности, скажем в те же три года, следует предоставить возможность выпускнику вуза – бакалавру, магистру или специалисту становиться сертифицированным специалистом. Это могло бы реализовываться с помощью экзамена, подобного тому, что проводят для присвоения сертификата профессионального инженера в США. Экзамен мог бы проводиться ежегодно в двух-трех городах России комиссиями, в которых представлены известные специалисты с производства, представители вузов и Евро-азиатского геофизического общества. Все это могло бы проходить под патронажем ЕАГО. Финансирование работы комиссии могло бы осуществляться за счет небольших выплат производственных организаций и за счет лиц, сдающих такой экзамен в порядке личной инициативы. Число сертифицированных специалистов по какому то направлению может являться количественным свидетельством качества инженерного корпуса.

Свои положительные моменты есть в каждой системе высшего образования. Например, в США это автономность вузов, свобода студента при выборе дисциплин, ориентация на самостоятельную творческую работу, значительные материальные ресурсы в образовании. В России – это глубина и системность знаний. Отставание в материальной базе вузов, оплате преподавателей,

а также зарплате выпускников вуза, работающих на производстве по специальности, пока не внушает надежды на быстрое изменение состояния качества специалистов в нашей стране. Однако движение в направлении изменения ситуации происходит. Вопрос состоит в том, в правильном ли направлении движется российская система высшего образования?

Литература

1. Арефьев И.Б., Степанов А.Л. Стандарт как общественный договор между семьей, обществом и государством // Ректор вуза. – 2011. – № 7. – С. 34.
2. Бондарев В.И., Крылатков С.М. Содержание и проблемы высшего сейсмического образования в технических вузах России /Фундаментальные исследования, 2006.-№7.- С. 68-69.
3. Бондарев В.И., Крылатков С.М. Перспективы высшего геофизического образования в России / Международный журнал экспериментального образования. 2010.- №11.- С. 79-82.
4. Волков А., Ливанов Д., Фурсенко А. Высшее образование в России 2008–2016 www.expert.ru/2007/32/vysshee_obrazovanie_2008/
5. Запрягаев С.А. Системы высшего образования России и США www.student.km.ru
6. Костина Т.К. Актуальность, проблемы и перспективы качества образования в России. - www.vgf.ru/tabid/180/Default.aspx
7. Михеев С.И. Проблемы подготовки геофизиков в российских вузах // Приборы и системы разведочной геофизики 04.2011 С. 27-31
8. Статистика высшего образования за 2010 год. - <http://repetitory-org.ru/online/vuzstat.php>
9. Система образования в США www.kursi-yazikov.ru/info/statji/278-sistema-obrazovaniy-v-usa
10. www.marketologi.ru/lib/saginoval/quality.html
11. www.opec.ru/1356129.html
12. www.reos.ru/

22-24 мая 2012 г. в г. Саратове состоялся научно-технический семинар «Технология нелинейной адаптивной вибросейсморазведки», организаторами которого выступили Саратовское отделение ЕАГО, ООО «ГСД» и СГЭ (филиал ФГУП «НВНИИГГ»). Помимо организаторов в семинаре приняли участие представители следующих организаций: СКБ СП и СНГФ (г. Саратов), ОГЭ (г. Оренбург), КраснодарНГФ, СибНГФ (г. Новосибирск), Баш НГФ (Башкортостан), ТНГ-Групп (Татарстан). В рамках семинара были рассмотрены методические особенности технологии АВИС, используемая аппаратура (блоки управления сейсмическими вибраторами GDS-I) и специальное программное обеспечение, а также были продемонстрированы результаты опробования данной технологии в различных сейсмогеологических условиях. В конце семинара технология АВИС была продемонстрирована в полевых условиях.



Список статей, опубликованных в журнале «ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ» в 2011 г.

Аккуратов О.С., Селезнев В.А., Матвеев В.В., Гнатюк А.И., Тарасов Н.В., Абдулвалиев М.Т., Навроцкий А.О. Опробование технологии бескабельного сбора полевой геофизической информации отечественной сейсморегистрирующей системой «SCOUT» №2(36)\2011, стр. 22-25

Алелюхин Н.П., Иванников Н.А., Макаров В.В. Электродинамический источник возбуждения сейсмических сигналов «Волгарь-20» №3(37)\2011, стр. 48-51

Анатолий Череповского, Дени Мужно. Оправдан ли переход на бескабельные системы регистрации №2(36)\2011, стр. 16-20

Антон Иванов. Технологии Leica Geosystems для топографо-геодезического обеспечения геофизических изысканий №3(37)\2011, стр. 28-30

Артёмьев А.Е., Иванов А.В., Жильцова Е.В., Ольшанский А.С. Центр обработки и интерпретации ОАО «САРАТОВНЕФТЕГЕОФИЗИКА» №4(38)\2011, стр. 6-16

Белоусов А.В. Стандартные оценки качества полевого сейсмического материала №3(37)\2011, стр. 31-36

Блюменцев А.М., Мельчук Б.Ю. Мнение читателей №3(37)\2011, стр. 47

Варенков Е.В. О требованиях к геометрии сейсмической съёмки 3Д №3(37)\2011, стр. 25-27

Воронов М.А., Жемчужников Е.Г., Рослов Ю.В. Бескабельная сейсмометрия на море, в транзитной зоне и на суше №2(36)\2011, стр. 27-28

Гленн Хауэр. Испытания новейших высокопроизводительных вибросейсмических методов съёмки (HPVS) укрепляют сотрудничество компаний PDO, BGP и INOVA №3(37)\2011, стр. 37-39

Горбачев С.в., Носов А.Н., Нечаев А.Н., Елистратов А.В. Вычислительный центр будущего уже реален! №4(38)\2011, стр. 52-54

Грехов И.О. Оптимизация взрывного источника в методе ОГТ с использованием данных гидрогеологии и усовершенствованных способов изучения ВЧР

№3(37)\2011, стр. 40-47

Дени Мужно, Анатолий Череповский, Николай Титков. Новые технологии для повышения производительности морской сейсморазведки 3Д №3(37)\2011, стр. 15-19

Жуков А.А., Фалеева Е.В., Гриценко Л.Р. Супервайзинг по ОТ ТБ и ООС в сейсмике: новые подходы, востребованные индустрией. Опыт компании ТНК-ВР №1(35)\2011, стр. 15-17

Жуков А.П. ООО «Геофизические системы данных» - 20 лет на рынке геофизических услуг №3(37)\2011, стр. 21

Жуков А.П., Тищенко И.В., Ерхов В.А., Михальцев А.В. Свод правил – как современный инструмент повышения качества и эффективности сейсморазведочных работ №1(35)\2011, стр. 52-54

Жуков А.П., Тищенко И.В., Горбунов В.С., Селезнев В.А., Цукерман И.Б. Первые результаты работ по адаптивной технологии вибросейсморазведки на примере изучения геологического строения северо-восточной части Жигулёвско-Пугачёвского свода №3(37)\2011, стр. 22-24

Жуков А.П., Тищенко И.В., Гриндин П.А., Телков М.П., Тищенко А.И., Калимулин Р.М., Горбунов В.С. Адаптивная вибросейсморазведка (АВИС) в условиях неоднородного строения ВЧР №1(35)\2011, стр. 49-51

Зайченко В.Ю. Правила перемещения через границы государств – членов Таможенного союза Белоруссии, Казахстана и России товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, порядок их учета и применения к товарам геологической отрасли России №3(37)\2011, стр. 56-58

Закариев Ю.Ш., Рябошапка С.М. Служить супервайзером – суть профессии №1(35)\2011, стр. 5

Запорожец Б.В., Мамаев Д.А., Крутов А.Л. Оптимизация 3Д съёмки в прибрежной зоне акваторий №3(37)\2011, стр. 5-7

Захаров Н.В., Шумский Б.В., Рудаков А.В. «Если нельзя, но очень хочется, то выполнимо...» №3(37)\2011, стр. 11-14



ГАЛЕРЕЯ НОВИНОК
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Канарейкин Б.А., Сагайдачная О.М., Дунаева К.А. Сейсмотомография верхней части разреза Восточно-Камчатского прогиба №2(36)\2011, стр. 31-35

Кашик А.С., Гогоненков Г.Н., Билибин С.И., Перепечкин М.В., Ушатов Е.Ю. Системы геологического моделирования семейства DV: DV-Discovery, DV-Geo, DV-SeisGeo №4(38)\ 2011, стр. 32-37

Колосов Б.М., Андреев Г.Н., Колосов А.Б. Становление высокоразрешающей сейсморазведки (ВРС) в ЗАОР «НПЗ а п п р и к а с п и й г е о ф и з и к а » №2(36)\2011, стр. 47-54

Крутов А.Л., Мамаев Д.А. Внутренний супервайзинг и обеспечение качества №1(35)\2011, стр. 33-35

Кузнецов В.М., Шехтман Г.А., Попов В.В., Рыжков В.И. Обработка и интерпретация данных вертикального сейсмического профилирования в специализированной системе 3C-Interact №4(38)\2011, стр. 17-21

Кузнецов И.М. Современные бескабельные телеметрические сейсморегистрирующие системы (обзор) №2(36)\2011, стр. 5-15

Куколенко О.В., Селезнев В.А. К вопросу совершенствования технологий сейсморазведки при изучении глубоко-залегающих сложнопостроенных нефтегазоперспективных объектов №1(35)\2011, стр. 41-45

Лаптев В.В. Саморегулирование российского геофизического рынка №4(38)\2011, стр. 47-50

Левянт В.Б. С чего все началось... №4(38)\2011, стр. 5

Логинов С.В., Киселев Е.В., Чудинов Ю.В. Применение геофонов SM-45 в ОАО «Пермнефтегеофизика» при сейсмокаротажных работах №2(36)\2011, стр. 44-45

Логовской В.И. Контроль и эффективность сейсморазведки №1(35)\2011, стр. 29-32

Мамаев Д.А. Суммирование данных, полученных разнородными датчиками №1(35)\ 2011, стр. 46-57

Михеев С.И. Проблемы подготовки геофизиков в российских вузах №4(38)\2011, стр. 27-31

Мишин В.А., Александров С.И., Пере-

печкин М.В. Специализированная система обработки данных 3D ВСП №4(38)\2011, стр. 22-25

Мосякин А.Ю. Технологии сейсморазведочных работ в переходных зонах на юге России №3(72)\2011, стр. 8-10

Посохин И.К., Шкуратов О.И., Ячменева Л.В. Система хранения геолого-геофизических данных GeoProDB №4(38)\2011, стр. 38-39

Сагайдачная О.М., Дунаева К.А., Канарейкин Б.А., Сальников А.С., Шмыков А.Н. Сейсмические исследования в шахтах с использованием автономной системы регистрации РОСА-А №4(38)\2011, стр. 40-45

Симоненко А.Г., Соловьев Д.О., Чернышев В.В. Выделение комплексных критериев эффективности в работе сейсморазведочной партии с целью повышения качества геологогеофизической продукции №2(36)\2011, стр. 40-43

Тищенко А.И. «SeisWin-QC» - интегрированная система анализа и контроля качества полевых сейсмоданных №1(35)\2011, стр. 36-40

Тищенко И.В., Тищенко А.И., Жуков А.А. Критерии и алгоритмы оценки качества полевых сейсмозаписей №1(35)\2011, стр. 24-28

Федотов А.С. ТЕЛСС-3 – эффективный инструмент для проведения сейсморазведочных работ по технологиям 2D, 3D, 4D №2(36)\2011, стр. 29-30

Феоктистов А.В., Феоктистов В.А. Супервайзер-творец или биоробот? (Два пути развития супервайзинга) №1(35)\2011, стр. 6-7.

Хлебников П.А., Аккуратов О.С., Каплан С.А., Бубнов В.П., Навроцкий А.О., Галуев В.И., Горелов А.Г. Супервайзинг геофизических работ на нефть и газ В РОСНЕДРА №1(35)\2011, стр. 9-14

Череповский А.В. Двухязычные отраслевые словари: Могут ли филологи помочь «технарям» №3(37)\2011, стр. 53-55

Шайдуров Г.Я., Ступников А.И. Оптимизация зондирующего сигнала для структурных электромагнитных исследований Земли №2(36)\2011, стр. 37-39

Шехтман Г.А. Супервайзерство в методе ВСП: пределы возможного №1(35)\2011, стр. 18-22

СВЕРХМНОГОКАНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

СПЕЦИАЛЬНО

ДЛЯ РАБОТЫ ВАШЕЙ ПАРТИИ



INOVA TOGETHER, WE GET THE JOB DONE.

Подробная информация
о системе G3i – на сайте
компании INOVA:

www.inovageo.com/G3i

← **G3i** – кабельная наземная регистрирующая система нового поколения ★

6:00 – прибыли на место. Систему G3i доставили в партию – без проблем! Подача энергии по рабочим кабелям – очень эффективно для управления питанием. Успешно отработали более чем 100000 каналов по требованиям проекта 3D

съемки с применением технологии HPVS. Корпус из авиационного алюминия отлично показал себя даже в самых суровых полевых условиях.

- Работа в любой местности
- Максимальная производительность
- Огромный потенциал

!!!



Н.З.
СЕЙСМОРАЗВЕДЧИКА

ТЕМПЕРАТУРА
 ХРАНЕНИЯ от -50 до +50 °С
 СОСТАВ: телеметрия
 высшего сорта SERCEL
 импульсные источники
 «Геотон»

ВСЕГДА ГОТОВО К УПОТРЕБЛЕНИЮ

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

ООО «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>
geoseisholding.ru

