

На правах рукописи

УДК 550.834

Белоусов Александр Валерьевич

**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
СРЕДЫ В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ 3D**

Специальность 25.00.10 – «Геофизика,
геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 2006

Работа выполнена в Российском Государственном Университете нефти и газа им. И.М. Губкина на кафедре разведочной геофизики и компьютерных систем

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук,
профессор Адам Константинович Урупов

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Олег Александрович Потапов;
кандидат технических наук
Арсен Кунмамаевич Сулейманов

Ведущая организация: Российский Государственный
Геологоразведочный Университет
имени Серго Орджоникидзе

Защита состоится "25" апреля 2006 г., в ауд. 23 в 152 на заседании диссертационного совета D212.200.05 при РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина по адресу: Москва, В-296, ГСП-1, 119991, Ленинский пр-т, д.65.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского Государственного Университета нефти и газа им. И.М. Губкина

Автореферат разослан "24" марта 2006 г.

Учёный секретарь диссертационного совета



Л.П. Петров

2006А
6775

Общая характеристика работы

Введение. Актуальность проблемы

Сейсморазведочные работы применяются на всех стадиях геолого-геофизических работ по поиску, разведке и разработке месторождений нефти и газа.

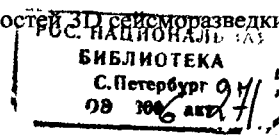
В последние годы существенно выросла доля трёхмерной (3D) сейсморазведки, позволяющей получить детальные объёмные изображения земных недр и повысить эффективность исследований в области прогнозирования вещественного состава геологического разреза и его флюидоёмких свойств.

Трёхмерная сейсморазведка характеризуется:

- Высокой детальностью исследований за счет большой плотности информации на единицу площади, дающей возможность сформировать куб сейсмической записи, отображающий практическую непрерывность параметров и атрибутов волнового поля и геологической среды.
- Более высокой, чем при работах 2D, надёжностью выделения и трассирования тектонических нарушений и иных границ резкого изменения рельефа отражающих поверхностей.
- Возможностью, в отличие от 2D, изучения характеристик среды, зависящих от направления распространения волн, т. е. пространственной многофакторной анизотропии среды.

Возможность реализации перечисленных достоинств 3D-сейсморазведки и успешного решения поставленных геологических задач во многом зависит от состава и качества первого этапа работ, который заключается в регистрации волнового поля. При этом особое значение приобретают вопросы проектирования работ и, в первую очередь, обоснованного целенаправленного выбора и расчёта систем наблюдений и технологии проведения полевых работ.

Большую роль в реализации возможностей 3D-сейсморазведки играет об-



основанный и также целенаправленный подход к конструированию алгоритма первичной обработки. В связи с этим необходимо тщательно проектировать и планировать методику полевых работ 3D для увеличения отношения сигнал / помеха, улучшения качества регистрируемых данных.

Исследованиям по оптимизации систем наблюдений сейсморазведки 3D посвящены многие работы российских и зарубежных исследователей. Большое влияние на развитие представлений о системах наблюдений 3D оказали работы А.К. Урупова, О.А. Потапова. Среди зарубежных исследований следует выделить работы Вермеера (Vermeer), Кордсена (Cordsen) и Гэлбрейта (Galbraith).

В данной работе содержатся результаты теоретических и экспериментальных исследований, посвящённых оптимизации систем наблюдений 3D. Критерием оптимизации выбрано получение данных 3D полного оптимального спектра азимутов и удалений для проведения азимутального и офсетного скоростного анализа сейсмограмм ОСТ, являющегося одним из перспективных направлений кинематического анализа.

Разработана новая методика кинематического анализа и проведено её опробование на моделях и экспериментальных данных условий Западной Сибири. Рассмотрены ограничения применения методики, накладываемые реальными данными. Показано, что применение разработанной методики позволяет получить ценную информацию о скоростных свойствах среды.

Таким образом, выполненные исследования по оптимизации систем наблюдений и процедур азимутального и офсетного скоростного анализа посвящены актуальной проблеме нефтегазовой отрасли.

Цели и задачи исследования

Целью исследования является изучение основных характеристик систем наблюдений 3D сейсморазведки, оптимизация проектирования работ; разра-

ботка способов выбора параметров проектных схем; оценка влияния азимутальных распределений системы на процедуры обработки и определения кинематических параметров и атрибутов (КПА). На основе выполненных исследований предложена методика проведения работ, оптимальная для оценки КПА, с помощью систем, технологичных в плане отработки.

В соответствии с поставленной целью в работе решаются следующие задачи:

- анализ основных характеристик систем наблюдений;
- оптимизация проектирования сейсморазведочных работ применительно к задачам кинематического анализа;
- оценка влияния азимутальных и офсетных характеристик на процедуры обработки;
- разработка методики определения скоростей и характера азимутальной анизотропии среды по сейсмограммам ОСТ 3D.

Методы исследования

К методам исследования относятся:

- *Анализ* основных параметров известных систем наблюдений (кратность, эффективная кратность, спектры азимутов и удалений, равномерность распределения пикетов по площади работ, изменение характеристик системы при сдвигах для компенсации потери кратности и т. п.).
- *Математическое моделирование* для определения технологически оптимальных и экономически эффективных систем.
- *Обработка экспериментальных данных* типовых площадей Западной Сибири с целью показать возможность изучения КПА с помощью стандартно используемых ортогональных систем наблюдений
- *Разработка программных средств* для решения поставленных задач.

Научная новизна

Разработаны теоретические основы проектирования сейсморазведочных работ 3D и кинематического анализа параметров среды.

Разработана методика и технология проектирования систем наблюдений и программные средства их реализации.

Впервые установлен характер влияния систем наблюдений на результаты определения КПА.

Разработаны методические рекомендации по проведению азимутального и офсетного скоростного анализа, показана применимость данных видов анализа скоростей при использовании стандартных систем наблюдений различной конфигурации.

Практическое значение работы

Правильный выбор параметров проектируемых систем наблюдений трёхмерной сейсморазведки позволяет оптимизировать процедуры обработки; данные азимутального и офсетного анализа скоростей могут быть использованы для уточнения геологической модели участка работ и для количественной оценки параметров анизотропии.

Процедуры азимутального анализа органично встраиваются в стандартный граф обработки сейсмических данных.

Приведённые в работе методические приёмы оптимизации систем наблюдений внедрены в практику работы ОАО «Центральная геофизическая экспедиция», ЗАО НПЦ «ГеоСейсКонтроль» и используются при проектировании и планировании работ.

Апробация работы

Результаты работы докладывались на 55-й межвузовской научной конференции «Нефть и газ – 2001» (г.Москва, 2001 г.); на научной конференции «Молодёжная наука нефтегазовому комплексу» (г.Москва, 2004 г.).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 4 работы, в том числе получено 1 свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ.

Объём и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, четырёх глав и заключения, содержит 105 страниц, в том числе 40 рисунков, 8 таблиц. Список литературы включает 29 наименований.

Содержание работы

Во введении дан краткий обзор развития представлений трёхмерной сейсморазведки в части проектирования и планирования систем наблюдений; сопоставляются возможности 2D и 3D-исследований, рассмотрены достоинства и недостатки 3D-сейсморазведки; обоснована актуальность проблемы оптимизации проектирования работ для уточнения геологического строения среды; приведены цели и задачи исследования.

ГЛАВА 1. СТАНДАРТНЫЕ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ ТРЁХМЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

В первой главе рассмотрены особенности используемых в практике сейсморазведочных работ стандартных систем наблюдений 3D и их основные возможности в плане решения геологических задач.

В первом параграфе перечислены основные атрибуты (элементы) и параметры систем наблюдений, приведены их сокращённые обозначения и даны определения. Рассматриваются такие атрибуты, как: пункт возбуждения (ПВ), пункт приёма (ПП), линия ПВ (ЛПВ), линия ПП (ЛПП), блок наблюдений (БН), полоса наблюдений (ПН) и др.; такие параметры, как: шаг ЛПВ, шаг ЛПП, офсетные и азимутальные характеристики систем.

Во втором параграфе рассматриваются системы наблюдений различной геометрии:

- Ортогональные системы, имеющие взаимно перпендикулярное расположение ПВ и ПП.
- Системы с наклонным положением ЛПВ, в которых ЛПВ расположены к ЛПП под углом, отличным от 90°.
- Системы типа «кирпич», состоящие из параллельных ЛПП и прерывных

- участков ЛПВ, расположенных ортогонально ЛПП в шахматном порядке.
- Системы типа «зигзаг», представляющие собой совокупность параллельных ЛПП и зигзагообразных ЛПВ.
 - Системы типа «кнопка», в которых ЛПП заполняют ячейки, а ЛПВ расположены прямолинейно и параллельно.
 - Параллельные системы, применяющиеся, главным образом, при морских работах, в которых ЛПВ параллельны ЛПП.
 - Радиальные системы в виде ряда радиальных профилей как ЛПВ, так и ЛПП.
 - Круговые системы, составленные концентрическими окружностями ЛПВ и ЛПП.
 - Системы с псевдослучайным расположением пунктов, базирующиеся на одной из вышеперечисленных систем и отличающиеся от них внесением элемента случайности, т. е. случайного отклонения ЛПВ и ЛПП от их проектного положения в регулярных системах в пределах заданного радиуса отклонения.

Ортогональные системы наблюдений применяются в практике работ наиболее часто вследствие высокой технологичности отработки (минимальные затраты по перемещению приёмного оборудования, простота разбивки и привязки профилей). Наибольшее распространение получили центрально-симметричные ортогональные системы наблюдений с расположением линии возбуждения в центре расстановки ЛПП. Такие системы обладают простой конфигурацией, легко реализуемы на практике (технологичны), обладают приемлемыми спектрами азимутов и удалений. Однако для таких систем характерны следующие недостатки: неравномерное распределение удалений, наличие пропусков по удалениям в зонах ближних и дальних удалений при рассмотрении на уровне бинов и супербинов; ярко выраженные максимумы азимутальных спектров и

практически пустые секторы, соответствующие минимумам азимутальных спектров.

Такие системы, с учётом их особенностей, могут быть успешно использованы при кинематическом анализе только при оптимальном выборе офсетных и азимутальных секторов на соответствующих спектрах.

Непрямоугольное расположение линий приёма и возбуждения используется для получения более равномерного спектра удалений при сохранении непрерывности линий возбуждения. В практике сейсморазведочных работ используются системы с наклонным положением ЛПВ относительно ЛПП в 45° и 26.56° .

В целом, отработка систем с наклонным положением линий не сильно удорожает съёмку, и такие системы целесообразно использовать при необходимости обогащения азимутальных спектральных характеристик системы наблюдений.

Исследовано поведение азимутальных спектров в зависимости от наклона линий приёма. Спектры азимутов распряются за счёт увеличения дальних удалений при отработке нескольких взрывных интервалов, в то же время при больших азимутах наблюдается существенное смещение спектра в сторону азимута ЛПВ, что приводит к некоторой неравномерности и асимметричности спектра.

Установлена целесообразность применения систем с наклонным положением ЛПВ относительно ЛПП до величины азимута $\theta < 30^\circ$ (Величина θ зависит, в основном, от требований, предъявляемых к кратности и зоне набора кратности, а также к количеству линий приема в расстановке), методика отработки – от 8 – 10 ЛПП с как минимум 24 – 30 ПВ в блоке наблюдений для обогащения азимутальных спектров. Системы с наклонным положением линий характеризуются меньшими зонами набора кратности на краях площади работ.

Следует иметь в виду, что использование данного вида систем приводит к увеличению максимально-минимального удаления, что отражается на возможности достаточно чёткого прослеживания верхних горизонтов.

Показана возможность применения систем типа «кирпич», представляющих собой совокупность непрерывных параллельных ЛПП и ортогональных им прерывных участков ЛПВ, расположенных в шахматном порядке по площади работ, для получения более равномерных по сравнению с ортогональными системами распределений удалений. Системы типа «кирпич» требуют уменьшенного по сравнению с ортогональными системами шага ЛПВ для обеспечения равномерности удалений при заданной кратности.

Следует отметить, что возрастающая дискретность участков ЛПВ приводит к усложнению отработки площади (технически – к необходимости организации большого числа переездов через кабели ЛПП).

По сравнению с системами с наклонным положением ЛПВ системы «кирпич» имеют одно неоспоримое преимущество: значительно меньшее максимально-минимальное удаление: значение максимально-минимального удаления уменьшается приблизительно на 20% [Cordsen] при сопоставлении с аналогичными системами с наклонным положением ЛПВ.

Установлено, что зигзагообразное расположение ЛПВ при параллельно проложенных ЛПП позволяет получить спектры удалений, обогащённые ближними и средними удалениями. Это благоприятствует задачам изучения верхней части осадочного чехла – до глубин 1 000 – 1 700 м.

Технологически проведение наблюдений по зигзагообразной системе ограничивается, главным образом, пустынными, малозаселёнными и малозалесёнными районами.

Приведены сведения о системах с псевдослучайным расположением ЛПВ и/или ЛПП, применяющихся, в основном, в районах с сильно развитой инфраструктурой, где нет возможности регулярного расположения линий. При этом могут создаваться отклонения от линейного положения как для ЛПП, так и для ЛПВ. Показано, что одним из достоинств данных систем являются наиболее равномерные спектры азимутов и удалений, что благоприятствует проведению процедур азимутального анализа.

Таким образом, существует большое количество различных вариантов стандартных систем наблюдений, обеспечивающих различные распределения основных характеристик, следовательно, задача целенаправленного выбора и оптимизации параметров методики работ является одной из важнейших задач стадии проектирования полевых сейсморазведочных работ.

ГЛАВА 2. МОДЕЛИ СРЕД И ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ 3D

Во второй главе рассмотрены критерии оптимизации систем наблюдений с учётом геологической модели среды, приведены практические подходы к оптимизации систем наблюдений.

Задачам оптимизации систем наблюдений трёхмерной сейсморазведки в последние годы посвящено достаточно большое количество публикаций в российских и зарубежных изданиях. Основная цель оптимизации проектирования и проведения сейсморазведочных работ состоит в получении как можно более высокочастотных сигналов основных отражений, увеличении отношения сигнал / шум – в конечном итоге в ускорении и повышении эффективности процедур обработки и интерпретации при минимально возможной стоимости.

Требования к системам, а следовательно, к оптимизации, зависят от гео-

логических и физических свойств среды. Эти требования существенно различаются для разных моделей. Таким образом, неизменным условием оптимизации является учёт характера изучаемого разреза, или, другими словами, используемой модели среды.

В работе рассмотрены вопросы оптимизации систем наблюдений для следующих моделей:

1. однородная изотропная среда, горизонтальная граница;
2. однородная изотропная среда, наклонная граница;
3. горизонтально-слоистая изотропная среда, горизонтальная граница;
4. однородная анизотропная вертикально поперечно-изотропная (ВПИ) среда, горизонтальная отражающая граница;
5. однородная анизотропная ВПИ среда, наклонная отражающая граница;
6. однородная анизотропная горизонтально поперечно-изотропная (ГПИ) среда, горизонтальная граница;
7. однородная анизотропная ГПИ среда, наклонная отражающая граница.

Показано, что для первой модели применимы все системы наблюдений; для второй модели также применимы все системы, с учётом расположения ЛПП в крест простирания основных тектонических элементов. В третьем, четвёртом и пятом случаях оптимальны системы с широким офсетным спектром и любым азимутальным спектром, т. е. существует зависимость КПА только от удаления. В последних двух рассмотренных случаях КПА зависят только от азимутов и не зависят от удалений.

Рассмотрены основные параметры систем наблюдений 3D, подлежащие оптимизации, предложены методики оптимизации характеристик систем, а также приведена последовательность выбора систем наблюдений для решения кинематических задач.

Оптимизация проводится по следующим основным критериям:

- увеличение отношения сигнал / шум (С/Ш);

- равномерность освещения изучаемого пространства;
- получение оптимальных офсетных и азимутальных спектров в соответствии с требованиями заложенной модели с целью:
 - получения представления о вертикальной неоднородности и ВПИ;
 - получения представления о горизонтальной неоднородности и ГПИ;
- технологичность.

Увеличение соотношения С/Ш достигается за счёт оптимизации кратности с учётом распределения удалений в системе.

Получение сведений о вертикальной неоднородности и ВПИ-анизотропии возможно за счёт оптимизации распределения удалений.

Горизонтальная неоднородность и азимутальная анизотропия оптимизируются по критерию равномерности распределения азимутов.

В основе практического подхода к оптимизации проектирования и проведения сейсморазведочных работ лежит представление о разрешающей способности сейсморазведки.

Для проведения работ в районах со сложным геологическим строением рекомендуется выбирать равные размеры бина по ортогональным направлениям. До недавнего времени в районах с близким к горизонтально-слоистым строением (углы падения горизонтов до 10 – 15°) применялась технология разрежения, позволяющая использовать прямоугольные бины вместо квадратных с увеличенным размером бина по простиранию границы. Однако повышающиеся требования к эффективности и геологической результативности сейсморазведочных работ и равномерной освещённости недр съёмкой требуют использования квадратных бинов, это также справедливо и для целей изучения анизотропных характеристик среды.

Значение проектной (полной) кратности наблюдений является одним из

основных параметров современной сейсморазведки 3D. При проектировании съёмки прежде всего учитывается требование равномерного распределения оптимальной кратности наблюдений на площади работ. Равномерное распределение кратности обеспечивает единообразное суммирование сейсмических записей при обработке по методике ОСТ, а следовательно, возможность сохранить динамику записей. Оптимальность распределения обеспечивает подавление кратных волн улучшает соотношение С/Ш на сейсмических записях. Кратность как параметр легче всего поддаётся визуальному контролю в процессе проведения полевых работ.

По сравнению с кратностью профильных наблюдений, кратность трёхмерных площадных наблюдений за счёт увеличенного веса дальних удалений для широкоазимутальных расстановок позволяет лучше подавить кратные волны и шумы на ближних удалениях.

На основании выбранных значений размеров бина и кратности наблюдений в соответствии с поставленными геологическими задачами с использованием таблиц параметров систем наблюдений производится выбор оптимальных азимутально-офсетных параметров систем.

ГЛАВА 3. АЗИМУТАЛЬНО-ОФСЕТНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ

В третьей главе исследованы азимутальные и офсетные характеристики систем наблюдений.

Проанализированы офсетные спектры различных систем, определены критерии эффективности проведения процедур азимутально-офсетного кинематического анализа для различных систем наблюдений:

1. Распределение трасс по удалениям в бине должно быть максимально равномерным в целях построения точных вертикальных спектров скоростей и успешного подавления кратных волн;
2. Трассы, соответствующие ближним удалениям, должны после процедур фильтрации содержать полезную информацию об основных отражающих горизонтах – для экстраполяции поля эффективных скоростей;
3. Число трасс на ближних удалениях должно быть равно числу трасс на дальних удалениях, что обеспечивает возможность применения интегральных операторов суммирования для формирования подборок полного спектра азимутов и удалений.

Даны рекомендации по выбору азимутального сектора анализа в зависимости от качества данных и кратности наблюдений (Таблица 1): возможность проведения азимутально-офсетных исследований обеспечивается равномерной подборкой трасс различных удалений в каждом секторе. При этом минимально необходимое число трасс определяется типом и характеристиками системы наблюдений.

Для решения кинематических азимутальных задач необходимо заполнение пробелов в характеристиках системы и создание опорной равномерной системы распределений азимутов и удалений.

Требуемый результат не может, как показывают исследования, быть достигнут в пределах одной заданной геометрии системы наблюдений ввиду неравномерности распределения азимутов и удалений (см. рис. 1).

Для обеспечения равномерности освещения площади и равной точности определения параметров необходимо комбинирование нескольких систем, обращая внимание, в основном, на их офсетные и азимутальные характеристики.

Действительно, если стандартная ортогональная система имеет синусообразный азимутальный спектр, то при рассмотрении суммарного спектра ортогональной системы и подобной ей системы, развёрнутой относительно первой

на 90 градусов (образующей встречную систему наблюдений) можно ожидать улучшения равномерности спектра.

Таблица 1. Зависимость сектора анализа от параметров системы наблюдений

Тип системы наблюдений	Кратность	Наименьший допустимый азимутальный сектор анализа	Среднее количество трасс в каждом секторе	
			0 - 360°	0 - 180°
Ортогональная	< 24	45° (при исп. весов 30°)	3 - 10, есть пустые секторы	6 - 12
наклонная / кирпич		45°		
зигзаг / случайная		40°		
круговая		30°		
Ортогональная	24 - 48	30°	4 - 12	8 - 20
наклонная / кирпич		25 - 30°		
зигзаг / случайная		20 - 25°		
круговая		15°		
Ортогональная	48 - 60	25 - 30°	6 - 14	12 - 20
наклонная / кирпич		20°		
зигзаг / случайная		15°		
радиальная		10°		
Ортогональная	> 60	15° и менее	12 и более	18 и более
наклонная / кирпич		15° и менее		
зигзаг / случайная		15° и менее		
радиальная		15° и менее		

Наилучшие результаты при объединении взаимно-ортогональных крестовых систем наблюдений получены при шаге $\Delta ЛПВ = \Delta ЛПП = 300$ м, $\Delta ГВ = \Delta ПП = 50$ м. При сокращении шагов линий следует ожидать дальнейшего улуч-

1 При формировании подборки анализа используются данные нескольких рядом расположенных бинов. Значение, приведённое в таблице, необходимо умножать на число бинов, вовлечённых в сектор.

нения общей картины спектров азимутов и удалений, однако использование меньших расстояний в настоящее время экономически нецелесообразно.

Следует отметить, что приём разворота уже некоторое время применяется на практике для компенсации препятствий, выдержанных по длине и ширине, там, где следует обогатить спектр азимутов, и ни одна из иных методик обработки не даёт приемлемых результатов в необходимом диапазоне удалений. Полученные данные могут обрабатываться совместно в стандартном графе обработки.

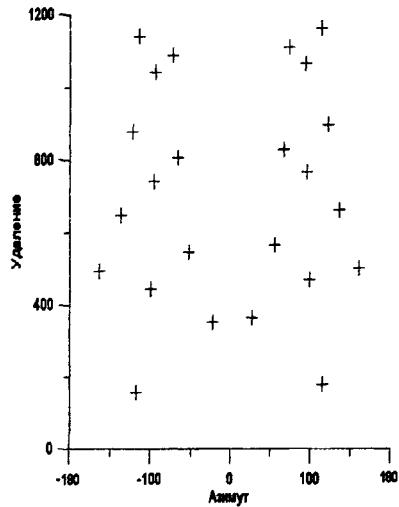


Рис. 1. *Офсетно-азимутальный спектр полнократного бина ортогональной системы наблюдений. Крестами показаны положения трасс.*

ГЛАВА 4. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В четвёртой главе рассмотрена методика азимутального и офсетного скоростного анализа, показана применимость методики и ограничения, накладываемые системами наблюдений.

Данные трёхмерных наблюдений сейсморазведки содержат важную информацию о скоростях и их анизотропии, не полностью используемую в стандартном графе обработки. Эта дополнительная информация позволяет определить различные азимутальные факторы (трещиноватость, сжатие и т.п.), и ис-

пользование её представляется оправданным для обеспечения адекватности получаемых моделей.

Основное внимание уделяется корректности подбора модели среды и ошибкам, возникающим в результате неравномерного распределения азимутов и удалений при использовании систем наблюдений.

Теоретические основы методики азимутального скоростного анализа способом параметрических диаграмм (СПД; КПД - для кинематических параметров) были предложены проф. А.К. Уруповым в 60-х годах XX века для 2Д-данных.

В случае трёхмерных наблюдений и стандартно используемых систем наблюдений (ортогональная, зигзаг, кирпич и т.п.) последовательность анализа такова: на первом этапе формируются подборки ОСТ, обладающие максимально широкими и равномерными спектрами азимутов и удалений. Так как вид таких подборок не зависит от методики отработки площади, а лишь от вида системы наблюдений, можно составить обобщённые диаграммы распределений искомых параметров для разных видов систем с целью оптимального выбора трасс на этом этапе. Далее проводится выбор размера сектора азимутального анализа и последовательности анализа по секторам, т. е. формирование оптимальных офсетных и азимутальных апертур, исключая появление ложных экстремумов на азимутальных индикатрисах. По сформированным подборкам среднего азимута строятся вертикальные спектры скоростей и определяются значения скоростей суммирования ($v_{ост}(\theta)$). На третьем этапе производится обобщение данных по секторам, построение индикатрис $v_{ост}$ для заданного события ($t_0 = \text{const}$). По форме полученных индикатрис оцениваются характер азимутальной анизотропии в среде.

Результаты кинематического анализа, и в первую очередь, индикатрисы $v_{ост}$ в значительной мере подвержены влиянию углов наклона горизонтов. Поэтому одним из важнейших этапов азимутального анализа является исклю-

чение влияния угла наклона горизонта, достигаемое за счёт преобразования индикатрис $v_{OCT}(\theta)$ в $v_{эф}(\theta)$ на основе графиков изохрон либо сопоставления с индикатрисами затухания.

По минимальному значению v_{OCT} при $\theta = \psi_{\phi} + \frac{\pi}{2}$ при отсутствии анизотропии можно определить угол простирания; в крест простирания значение скорости ОСТ максимально, что позволяет оценить значение угла наклона горизонта в предположении однородной эффективной модели среды. С использованием индикатрис предельных скоростей по заданному региону производится пересчёт эффективных скоростей в предельные эффективные и определение интервальных скоростей по формуле Урупова – Дикса для среды с плоскими несогласно залегающими границами.

Результаты анализа могут использоваться при интерпретации скоростных характеристик среды; полученные результаты хорошо согласуются с результатами промышленной обработки данных.

Заключение

Основные выводы и результаты диссертационной работы сводятся к следующему:

1. Выбор системы наблюдений оказывает существенное влияние на процедуры обработки и значения КПА.
2. Проектирование работ, обоснованный целенаправленный выбор и расчёт систем наблюдений позволяет существенно улучшить характеристики систем и обеспечить учёт требований модели.
3. Разработанная методика офсетно-азимутального анализа повышает достоверность результатов кинематического анализа, в том числе и при использовании стандартных ортогональных систем наблюдений.

Основные защищаемые положения

1. Критерии оптимизации систем наблюдений.
2. Методика и технология проектирования площадных систем наблюдений.
3. Программные средства проектирования и оптимизации систем наблюдений.
4. Методика офсетно-азимутального анализа.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Методика азимутального кинематического и динамического анализа данных в сейсморазведке ОГТ 3D» // Приборы и системы разведочной геофизики №3, 2005 г. (Соавтор В.В. Башкардин), с. 26 - 29. - Саратов, 2005.
2. Оптимизация выбора параметров возбуждения и регистрации упругих волн в процессе сейсморазведочных работ // Тезисы докладов конференции «Молодежная наука нефтегазовому комплексу», 30-31 марта 2004 г.
3. Пакет программ для визуализации некоторых кинематических и динамических задач сейсморазведки // Тезисы докладов 55-й межвузовской научной конференции «Нефть и газ – 2001» (Соавтор В.В. Башкардин), с. 4. - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001.
4. Пакет программ ПИКЕЗА. Свидетельство об официальной регистрации № 2005612447 (Соавторы Закариев Ю.Ш., Казаков А.К). - М.: 2005.

Bennett

Принято к исполнению 23/03/2006
Исполнено 23/03/2006

Заказ № 206
Тираж: 100 экз.

ООО «11-й ФОРМАТ» ИНН 7726330900
Москва, Варшавское ш., 36
(495) 975-78-56
(495) 747-64-70
www.autoreferat.ru

2006 A

6775

#-6775

3

271