

414 на уровне горизонта Б, видимо, обусловлен уровнем интенсивности притоков воды по субвертикальным (скв. 414) и латеральным (скв. 673 и 410) зонам флюидомиграции. Высокоинтенсивная аномалия градиентного поля между скв. 414 и 673 связана с высоким уровнем газоконденсатности (?) разреза (в пластах БУ). Менее интенсивная по характеру латеральная зона флюидомиграции расположена южнее скв. 410. Именно здесь в пределах Нохо-Яхинской площади имеется небольшая залежь газоконденсата.

Таким образом, новый способ обработки разновысотных аэромагнитных съемок и гравиметрических данных совместно с использованием детальных геологических, фациальных и флюидодинамических материалов позволяет прогнозировать потенциальные области эмиграции первичных флюидов, направление и ориентировку зон или каналов флюидомиграции, области разгрузки флюидов и аккумуляции углеводородов. Геофлюидодинамический анализ как метод расшифровки в литосфере всех элементов флюидной системы должен опираться не только на высокоточные дистанционные геофизические работы и детальные литологические и фациальные исследования, но,

прежде всего, он должен базироваться на современной флюидодинамической концепции нефтегазообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурари Ф.Г. Доманикиты и их нефтегазоносность // Сов. геология. — 1981. — № 11. — С. 3—12.
2. Дегазация Земли и геотектоника // Тез. докл. III Всесоюз. совещ. / Отв. ред. П.Н. Кропоткин. — М.: Наука, 1991. — 362 с.
3. Иванкин П.Ф., Иникин П.В. О взаимосвязи углерода и воды в петрогенезисе // Сов. геология. — 1977. — № 1. — С. 35—46.
4. Иванкин П.Ф., Назарова Н.И. Глубинная флюидизация земной коры и ее роль в петрорудогенезе, соли- и нефтеобразовании. — М.: ЦНИГРИ, 2001. — 206 с.
5. Каштанов В.А. Локальный нефтепрогноз по данным аэромагнитной съемки // Геология нефти и газа. — 1988. — № 12. — С. 7—12.
6. Кропоткин П.Н. Дегазация Земли и генезис углеводородов // Журнал ВХО им. Менделеева. — 1986. — Т. XXXI, № 5. — С. 540—547.
7. Павлов Д.И. Экзогенные хлоридные воды и эндогенное рудообразование. — М.: Недра, 1975. — 224 с.

УДК 550.834

МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ УЧЕТА НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Б. В. Монастырев, В. Б. Козак, А. И. Базаев, М. У. Тарамов
(ОАО "СибНАЦ"),

В. Б. Монастырев

(ГУП ХМАО НАЦ рационального недропользования имени В. И. Шпильмана)

Дан анализ состояния проблемы учета мозаичной мерзлоты при обработке и интерпретации данных сейсморазведки, полученных в северных районах Западной Сибири. Показаны ограничения традиционных средств решения этой задачи в процессе обработки и возможности учета неоднородностей в верхней части разреза при кинематической интерпретации. Отмечено, что корректный учет ВЧР необходим не только при решении кинематических задач. Рассмотрен авторский подход к решению задачи средне-низкочастотных аномалий времен в процессе глубокой обработки данных сейсморазведки. Предложена технология такой обработки и дана характеристика программных средств ее реализации. Рассмотрены примеры применения технологии на материалах сейсморазведки на севере Западной Сибири и отмечена высокая ее эффективность.

The analysis of a situation with solving a problem of correction for mosaic permafrost while processing and interpreting seismic data acquired in the northern areas of the Western Siberia is given. The limitations of conventional problem-solving techniques and capabilities to correct near-surface inhomogeneities in kinematic interpretation are shown. It is noted that the appropriate correction for a near-surface zone is needed not only at solving kinematic problems; the author approach which accounts for average- and low-frequency time anomalies in a process of in-depth seismic data processing is considered. Suggested is a technology of such the processing, and a characteristic of the software required is done. The examples of technology application using data of seismic surveys in the North of the Western Siberia are presented, and high efficiency of the technology is pointed out.

Специфика строения приповерхностной части разреза севера Западной Сибири — наличие зон многолетнемерзлых (ММП) и растепленных пород, которые проявляются как скоростные неоднородности и приводят к сильным искажениям параметров волновых полей, в частности осей синфазности — времен и амплитуд, вызывают значимые погрешности в результатах обработки и ошибки при построении сейсмогеологических моделей объектов.

Попытки устранить искажения в процессе обработки стандартными средствами часто не приводят к желаемым результатам из-за ограничений применяемых методов. При этом:

средне-низкочастотные компоненты аномалий (времен и амплитуд трасс сейсмограмм), обусловленные скоростными неоднородностями в верхней части разреза (ВЧР), зависят от времени отражений и вза-

имного расположения источников и приемников, т. е. не устраняются средствами статической коррекции;

в тех случаях, когда возможен ввод переменных поправок, главная проблема — неточное знание модели ВЧР и упрощение вследствие этого модели источника искажений, отсутствие объективного контроля при построении моделей.

Комплексное решение проблемы учета верхней части разреза нами выполняется в течение последних 20 лет; в этот период проведены многочисленные экспериментальные и модельные исследования факторов ВЧР, разработки алгоритмов и программ, опробование и применение разработок на сейсмических материалах нескольких сотен площадей (более 800) [1—7].

Реализация этих разработок в рамках системы ИНТЕРСЕЙС была в основном ориентирована на решение структурных задач и обеспечила обоснованное уменьшение погрешностей структурных построений в среднем в 1,5...2,0 раза [2, 6, 7]. В настоящее время эти программные средства (ПС) реализованы нами в виде интерпретационных систем *ИнтерСейс-РС* и *ИнтерСейс-GR-WIN*.

Вместе с тем проблема учета неоднородностей разреза распространяется на гораздо более широкий круг задач, связанных с построением детальных и достоверных 2D, 3D моделей на основе качественных суммарных разрезов в комплексе с одномерными моделями по данным ГИС.

Разработка программных средств глубокой обработки, предназначенных для получения оптимальных сейсмических данных (сейсмограмм, разрезов), т. е. данных, не содержащих искажений за счет ВЧР, начата нами в середине 1980-х гг. К настоящему времени эти разработки доведены до технологичных программных комплексов, работающих на персональных компьютерах (ПК) и рабочих станциях, и, по существу, обеспечивают расширение возможностей систем *ИнтерСейс-РС* и *ИнтерСейс-GR-WIN*.

Решение задачи учета ВЧР в рамках разработанных технологий ориентировано:

на оценку детальной формы теоретических годографов (суммирования), устранение аномалий эффективных скоростей и невязок скоростей вследствие приведения сейсмических записей к модели замещения (глубинной модели); в ряде случаев — повышение соотношения сигнал/помеха на суммарных временных разрезах за счет оптимального суммирования;

обоснованное приведение осей синфазности временных разрезов к форме границ глубинного разреза и, соответственно, устранение невязок времен отражений на пересечениях профилей, повышение точности структурных построений;

коррекцию аномалий амплитуд.

Все частные решения базируются на строгой (достаточной) пространственной глубинно-скоростной модели.

Средства решения обратной кинематической задачи включают применение:

инверсных и итеративных алгоритмов для слоистых моделей;

алгоритмов расчета 3D сеточных скоростных моделей на основе сейсмической томографии.

Этапы построения моделей контролируются на основе комплекса мер: анализа сходимости вычислений, анализа невязок параметров на пересечениях профилей (для 2D сейсморазведки) с применением средств численного моделирования, сопоставления построений со скважинными данными.

Основные требования к разработке формулируются нами с позиций алгоритмической достаточности способов, их практической реализуемости и гибкости в применении:

используются способы (алгоритмы), прошедшие апробацию, с установленной эффективностью;

ориентация на использование наиболее распространенных в практике технических (вычислительных) средств, операционных и прикладных систем, стандартов и форматов данных;

разрабатываемые ПС дополняют возможности традиционных графов и схем решения задачи, используют соответствующую априорную информацию; интерфейсные функции обеспечивают реализацию замкнутой схемы обработки и интерпретации; применимы для 2D и 3D модификаций сейсморазведки МОВ;

для сокращения времени и средств технология предусматривает решение задачи на основе смешанного программно-вычислительного комплекса, что подразумевает выполнение одной части работ на ПК (под DOS или Windows), другой — на рабочей станции (под UNIX);

в процессе эксплуатации разработок производится развитие (оптимизация) возможностей программных средств.

Теоретическое обоснование модели и системы корректирующих данных детально освещено в работах [3, 4, 7]. Показано, что системы данных, удовлетворяющие постановке задачи и вышеуказанным требованиям, представляют собой поля времен $T(x, l)$, где $x = (x_1 + x_2)/2$; $l = |x_1 - x_2|$; x_1, x_2 — координаты пунктов взрыва (ПВ) и пунктов приема (ПП). Для коррекции непосредственно применяются поправки $\Delta T(x, l)$, представляющие собой разность двух вариантов полей $T(x, l)$ по одному или нескольким отражающим горизонтам, в которых зафиксированы состояния модели среды, включающей источники искажений и модели замещения [7]. Именно такие системы данных:

обеспечивают расчет поправок, переменных по времени и удалению ПВ-ПП; в частном случае (для простых моделей) эти поля представляют собой статические поправки;

применимы для 2D и 3D сейсмических данных, существующих и создаваемых способов коррекции; достаточны для обеспечения информационной взаимосвязи этапов интерпретации и обработки.

Весь процесс решения задачи коррекции (граф интерпретации и обработки) включает следующие этапы:

- расчет 3D глубинно-скоростной модели, включающей модель ВЧР;
- оценку кондиционности построений, комплексирование с данными ГИС;
- решение прямой задачи на основе лучевого трассирования или обращения Радона; расчет двумерных полей времен и радиусов кривизны волновых фронтов;
- оценку достоверности результатов моделирования;
- формирование модели замещения, расчет двумерных полей времен для модели замещения;
- расчет и ввод поправок в сейсмические трассы.

При конкретной реализации — в зависимости от состава технических средств, целевого задания и вида сейсмических данных — решение достигается последовательностью алгоритмов (на ПК и/или рабочей станции) или в рамках одной процедуры. Передача параметрических данных между процедурами поддерживается базой данных (БД) системы *ИнтерСейс-PC* или файлами.

Технологическая схема обработки представлена на рис. 1 и состоит из двух частей, функционирующих на рабочих станциях (UNIX) и ПК (DOS). UNIX — компоненты разработки согласованы по входным — выходным данным с системой *Geovecteurplus* (или *iXL*); процедуры под DOS реализованы как функции системы *ИнтерСейс-PC* (процедуры HORDAN, SDKORR, MODPV, LOADFILE), как дополнительные функции (процедуры VTXL, KDEL-TAN, T_UL, PCKOR3D) и в качестве модулей, которые могут использоваться автономно (VKOR_SCS, SKOR_SCS).

Под UNIX аналогичные решения осуществляются

процедурами UNKOR3D, VKOR_UN, SKOR_UN.

Обе части схемы взаимосвязаны сейсмическими данными (см. рис. 1, вид данных показан в кружках: SG — сейсмограммы, S — суммарные временные разрезы, V — разрезы скоростей суммирования; кружки серого цвета — данные до коррекции; светлые — после коррекции) и файлами параметрических данных (два варианта структур файлов на рисунке показаны в виде символов гибких дисков). При обработке под UNIX формат сейсмических данных — SEG-Y; на ПК возможна обработка двух форматов — SEG-Y и СЦС-3. Предполагается, что после предшествующей обработки (*iXL*, *Geovecteurplus*) получены:

- сейсмограммы с введенными расчетными и высокочастотными статическими поправками;
- суммарные временные разрезы;
- разрезы скоростей суммирования ($V_{огт}$).

Полный состав процедур (граф обработки) при обработке, выполненной на ПК, включает (см. рис. 1): загрузку параметров сейсмических данных до коррекции в базу данных (БД) системы *ИнтерСейс-PC*: времен $T_0(x)$ — процедура SDKORR и скоростей $V_{огт}(x)$ — процедура MGCOR; выполнение кинематической интерпретации в системе *ИнтерСейс-PC*; построение в результате 3D многослойной глубинно-скоростной модели, включая слоистую модель ВЧР; загрузку модели в базу данных;

расчет и загрузку в БД полей времен в двух вариантах: для модели с ВЧР — $T_1(x, l)$ и для модели замещения (замена слоистой модели ВЧР локально-однородной моделью) — $T_2(x, l)$, которые получены в одном из двух вариантов: средствами решения прямой задачи — процедура MODPV или на основе пересчета параметров $T_0(x)$, $V_{огт}(x)$, $V_{cp}(x)$ — процедура VTXL;

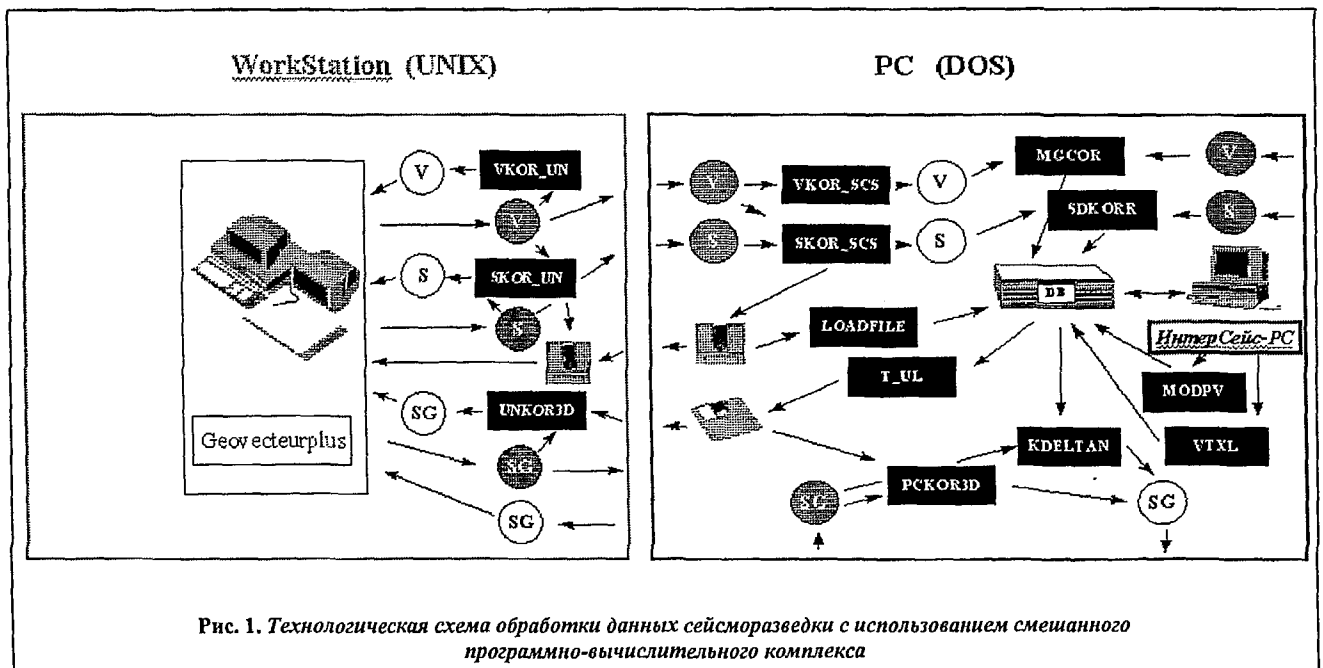


Рис. 1. Технологическая схема обработки данных сейсморазведки с использованием смешанного программно-вычислительного комплекса

ввод поправок в трассы сейсмограмм, в частном случае — в трассы суммарного разреза: с применением процедуры KDELTA (ввод полей времен из DB) или процедурой PCKOR3D (поля времен вводятся из файла, в который предварительно заносятся процедурой T_UL).

Полученные результаты обработки — откорректированные сейсмические данные — передаются в

Geovectorplus для расчета скоростей, ввода кинематических поправок и суммирования. Если корректировались суммарные разрезы, т. е. результаты поступают на корреляцию (SDKORR), передаются в DB для интерпретации в системе *ИнтерСейс-РС*.

Возможности контроля за построением модели ВЧР с применением средств моделирования иллюстрируются на рис. 2, где приведены: 3-слойные модели

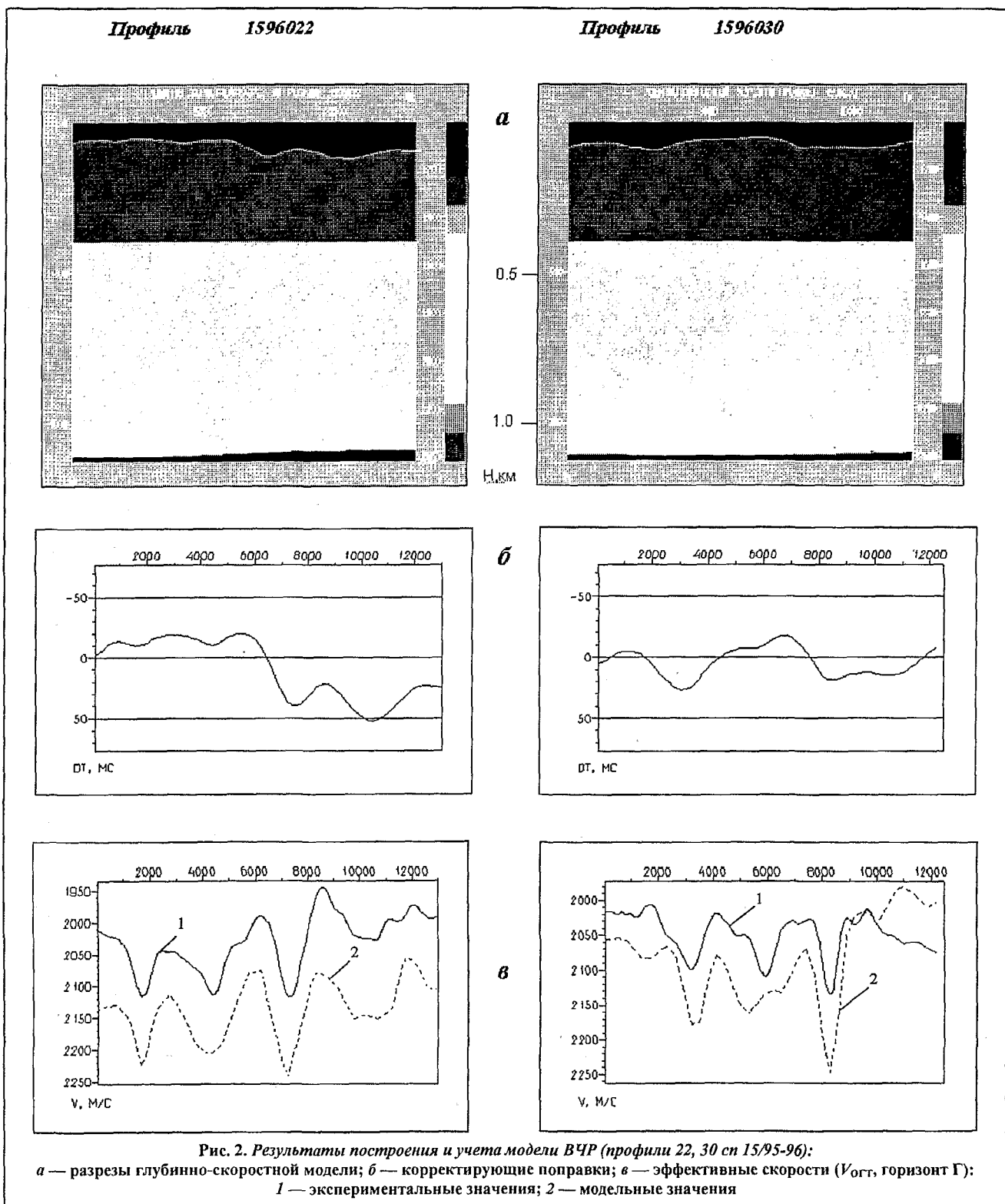


Рис. 2. Результаты построения и учета модели ВЧР (профили 22, 30 сп 15/95-96):

а — разрезы глубинно-скоростной модели; б — корректирующие поправки; в — эффективные скорости ($V_{огт}$, горизонт Г): 1 — экспериментальные значения; 2 — модельные значения

ВЧР (см. рис. 2, а), зависимости $DT(x)$, характеризующие корректирующие поправки (см. рис. 2, б); результаты моделирования (решения прямой кинематической задачи) — модельные зависимости $V_{\text{ОГТ}}(x)$ в сопоставлении с реальными (экспериментальными) значениями. Верхняя (мелкая) наиболее изменчивая граница модели разделяет слои со скоростями, равными 1000 м/с (верхний слой) и 2400 м/с, и характеризует переход от растепленных к мерзлым толщам (см. рис. 2, а). Как правило, именно изменчивость кровли ММП приводит к основным искажениям данных, которые проявляются в аномалиях скоростей $V_{\text{ОГТ}}(x)$ (см. рис. 2, а и в). Высокая степень подобия модельных зависимостей $V_{\text{ОГТ}}(x)$ реальным значениям скоростей суммирования (для показанных зависимостей коэффициент корреляции 0,92, см. рис. 2, в) является одним из основных критериев достоверности выполненных построений.

Вид поверхности, характеризующей поведение кровли ММП по площади, представлен на рис. 3, б, на котором отчетливо видна дугообразная зона протаивания в монолитной мерзлоте. Поверхностными источниками тепла в таких ситуациях являются крупные водоемы — реки, озера, болота. При совместном рассмотрении рисунков очевидно, что цепочка локальных аномалий карты изохрон (рис. 3, а) соответствует по конфигурации в плане зонам растеплений (рис. 3, б).

В отдельных случаях применяются дополнительные возможности коррекции сейсмических данных, которые не требуют построения 3D модели (см. рис. 1):

пересчет разрезов скоростей суммирования $V_{\text{ОГТ}}$ в разрезы предельных (псевдосредних) скоростей — процедура `VKOR_SCS`;

расчет поправок, коррекция суммарных временных разрезов, вывод поправок в файл — процедура `SKOR_SCS`.

Процедуры `VKOR_SCS`, `SKOR_SCS` на входе — выходе используют формат `СЦС-3`, модификации этих процедур (`VKOR_PC`, `SKOR_PC`) обрабатывают формат `SEG-Y`.

По откорректированным разрезам выполняются корреляция, загрузка в `DB` и интерпретация (в системе *ИнтерСейс-РС*). Корректирующие поправки могут загружаться в `DB` для последующей интерпретации или передаются в *Geovectorplus*. Продолжение работы в системе *ИнтерСейс-РС* дает следующие преимущества:

- получение поправок, обеспечивающих согласование результатов коррекции по площади;
- возможность учета данных бурения.

Широкомасштабное применение разработанной технологии начато с 1997 г. Состав обработанных материалов включал сейсмические данные, полученные в различных районах Тюменской области: Пуровском, Красноселькупском, Тазовском, Березовском, Сургутском, Нижневартовском и др., которые существенно отличаются спецификой строения ВЧР. Исследованные нами площади представляли весь

спектр особенностей строения приповерхностной толщи разреза, включая торфяники, мозаичную мерзлоту и сплошное развитие ММП с мощностями до 500...600 м. Площади отличались по методике наблюдений и графу стандартной (типовой) обработки, характеризовались различным качеством сейсмических данных, объемом априорных данных о строении ВЧР и скважинных данных.

В связи с необходимостью получения устойчивых результатов по всем материалам граф обработки (учет ВЧР) модифицировался практически для каждой площади. Кроме того, для большинства площадей обработка была проведена в многовариантном исполнении, т. е. были опробованы все основные возможности технологии: в профильном варианте, площадная обработка, обработка с учетом данных бурения.

Поскольку общий объем обработанных данных достаточно большой (свыше 20 тыс. км профилей) наши исследования представляем выборочно, делая акцент на наиболее характерных результатах.

Руфьезанская и Мыхлорская площади (Нижневартовский район Ханты-Мансийского автономного округа). Территория относится к районам с минимальными проявлениями ММП. Выполнена обработка материалов сейсмопрофилей 5,18/89-90 и 5,18/90-91 общим объемом 425 км профилей. Предварительная типовая обработка сейсморазведочных материалов производилась с применением системы *iXL*. Основания для дополнительных работ:

- отсутствие в графе типовой обработки процедур погоризонтного анализа скоростей;

- сложное строение ВЧР на площади работ, невозможность применения упрощенной интерпретации при построении глубинных моделей.

На рис. 4, а представлены спектры скоростей по отражающим горизонтам Г (кровля сеномана) и Б (кровля верхней юры) профиля 9 сп 5/89-90, рассчитанные по данным, прошедшим типовую обработку. Отчетливо видны типичные особенности проявления неоднородностей ВЧР в аномалиях скоростей $V_{\text{ОГТ}}$:

- "сквозной", унаследованный по разрезу характер аномалий;

- увеличение амплитуды аномалий с глубиной отражений;

- существенные невязки зависимостей $V_{\text{ОГТ}}(x)$ на пересечениях профилей, увеличение невязок с глубиной.

В частности, размах аномалий $V_{\text{ОГТ}}$ по профилю 9 (см. рис. 4, а) составляет около 200 м/с по горизонту Г и более 500 м/с по горизонту Б. Светлыми вертикальными линиями отмечены пикеты пересечений профиля 9 с другими профилями на площади работ, окончания этих линий соответствуют значениям $V_{\text{ОГТ}}$ на пересекающихся профилях. В центральной части профиля, по горизонту Б, невязки $V_{\text{ОГТ}}$ достигают 300 м/с (рис. 4, б). В целом по площади работ среднеквадратические невязки скоростей составили $\pm 56,0$ и $\pm 89,0$ м/с по горизонтам Г и Б.

Вариант структурных построений, выполненных без учета ВЧР, характеризуется значениями среднеквадратической погрешности, полученными при сопоставлении карт с данными бурения: $\pm 16,7$ м по горизонту Г и $\pm 28,9$ м по горизонту Б. Отметим, что погрешности структурных построений согласуются с невязками скоростей $V_{\text{ОГТ}}$.

Учитывая неудовлетворительные результаты, на начальном этапе был реализован граф интерпретации, включающий построение модели ВЧР, расчет глубинной модели с учетом ВЧР. Параллельно с интерпретацией проводилась альтернативная обработка, включая расчет полей времен; расчет и ввод поправок за ВЧР в трассы сейсмограмм; повторный расчет спектров скоростей по откорректированным данным.

Результаты повторного скоростного анализа представлены на рис. 4, б; при сопоставлении со спектрами до коррекции (см. рис. 4, а) очевидно следующее:

— устранение аномалий $V_{\text{ОГТ}}(x)$, подобие спектров по разным горизонтам;

— преобладающее совпадение экстремумов спектров со значениями $V_{\text{ср}}(x)$;

— минимизация невязок скоростей на пересечениях профилей.

Количественная характеристика — среднеквадратические невязки $V_{\text{ОГТ}}(x)$ на пересечениях профилей после коррекции составляют $\pm 26,0$ м/с по горизонту Г и $\pm 29,0$ м/с по горизонту Б. Основным результатом является уменьшение за счет учета ВЧР погрешностей структурных построений до $\pm 6,9$ и $\pm 7,1$ м по горизонтам Г и Б, соответственно.

Восточно-Таркосалинская площадь (Пуровский район Ямало-Ненецкого автономного округа). Территория характеризуется островным распространением ММП, суммарные толщины мерзлых пород достигают в данном районе 200...250 м. Эти приповерхностные сейсмогеологические условия считаются наиболее сложными для учета.

Общий объем материалов по пяти сейсмопартиям (сп 21/90-91, 21/91-92, 21/92-93, 32/94-95, 43/94-95) составлял 2142 км. Граф предшествовавшей обработки в рамках системы *iXL* включал: SURVEY \Rightarrow DESIGN \Rightarrow GEAP \Rightarrow TTTN \Rightarrow DSPK \Rightarrow APLY \Rightarrow EDIT \Rightarrow FBPS \Rightarrow TDEC \Rightarrow SCAL \Rightarrow TSTK \Rightarrow 2D Velocity Analysis. Коррекция высокочастотных статических поправок выполнялась процедурой PACS, результаты анализа скоростей подготовлены в виде разрезов скоростей $V_{\text{ОГТ}}$ в системе *Geovecteurplus* (TRVEL).

Материалы по двум профилям сп 21/91-92 на рис. 5, а дают наглядное представление о полученных результатах:

аномалиях времен осей синфазности на суммарных разрезах;

невязках времен T_0 на пересечениях профилей — в частности, около 50 мс на пересечении профилей 6 и 27;

амплитуды аномалий скоростей $V_{\text{ОГТ}}$ достигают 100...200 м/с по горизонту Г и 500...800 м/с по гори-

зонту Б. Отмечаются существенные невязки $V_{\text{ОГТ}}$ на пересечениях, в частности, до 200 м/с для указанных профилей.

Особенности экспериментальных данных характерны для районов с мозаичной мерзлотой. На рис. 6, а представлена карта изохрон по отражающему горизонту Г, построенная по временам T_0 до коррекции ВЧР. Поверхность $T_0(X, Y)$ осложнена десятками локальных аномалий, которые имеют различные размеры и амплитуду и являются следствием влияния приповерхностных зон растепленных и мерзлых пород.

Несоответствие поверхности $T_0(X, Y)$ истинной морфологии горизонта Г выражается в существенной среднеквадратической невязке структурной карты по горизонту Г с данными бурения (карта получена пересчетом $T_0(X, Y)$ с графиком $V_{\text{ср}}(T_0)$), которая составляет $\pm 18,5$ м.

В связи с указанными проблемами задача дополнительной обработки формулировалась следующим образом:

— устранить искажения (аномалии) сейсмических данных;

— обеспечить согласованность результатов коррекции по площади;

— в конечном итоге — обеспечить точные структурные построения.

Учитывая достаточно высокое качество исходных сейсмических данных (с позиций соотношения сигнал/помеха), была проведена многовариантная обработка и получено три варианта поправок: профильный (одномерный); площадной (двухмерный); с учетом данных бурения.

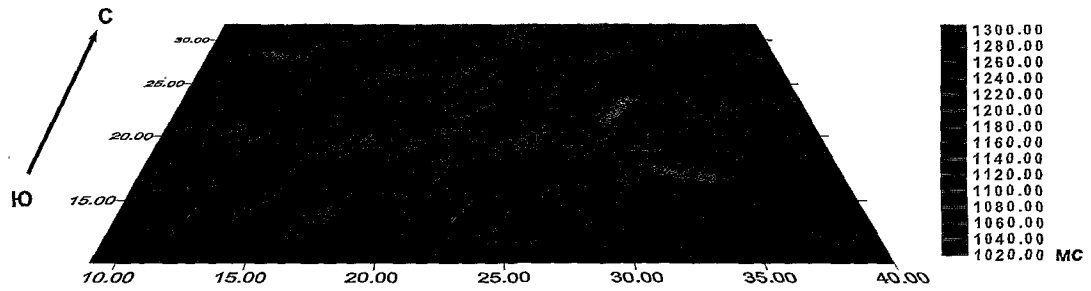
При реализации профильного варианта обработки были применены программные средства под DOS и UNIX — процедуры SKOR_SCS и SKOR_UN, соответственно, при этом основной объем обработки выполнен на ПЭВМ.

На рис. 5, б приведены результаты коррекции по профилям 6, 27 сп 21/91-92; при сопоставлении с исходными разрезами (см. рис. 5, а) хорошо видны отличия:

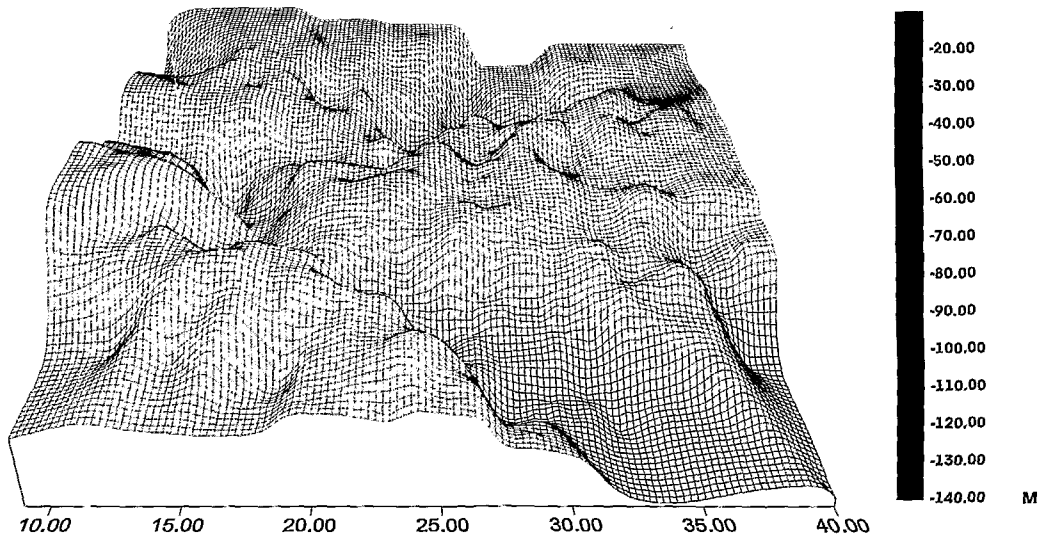
скомпенсированы аномалии времен в средней части обоих профилей, в то же время не изменилась конфигурация осей синфазности в правой части профиля 27;

устранены невязки времен отражений на пересечении профилей.

Вместе с тем нужно отметить, что невязки не были устранены на всех пересечениях, поскольку расчет поправок выполнялся независимо по каждому профилю. Погрешности структурной карты, рассчитанной аналогично варианту структурных построений до коррекции, составляют $\pm 11,7$ м, т. е. профильная коррекция аномалий времен обеспечила повышение точности более чем в 1,5 раза.



а



б

Рис. 3. Сопоставление поверхностей геолого-геофизических параметров по площади сп 41/95-96:
а — карта изохрон по отражающему горизонту Г; б — поверхность толщи ММП

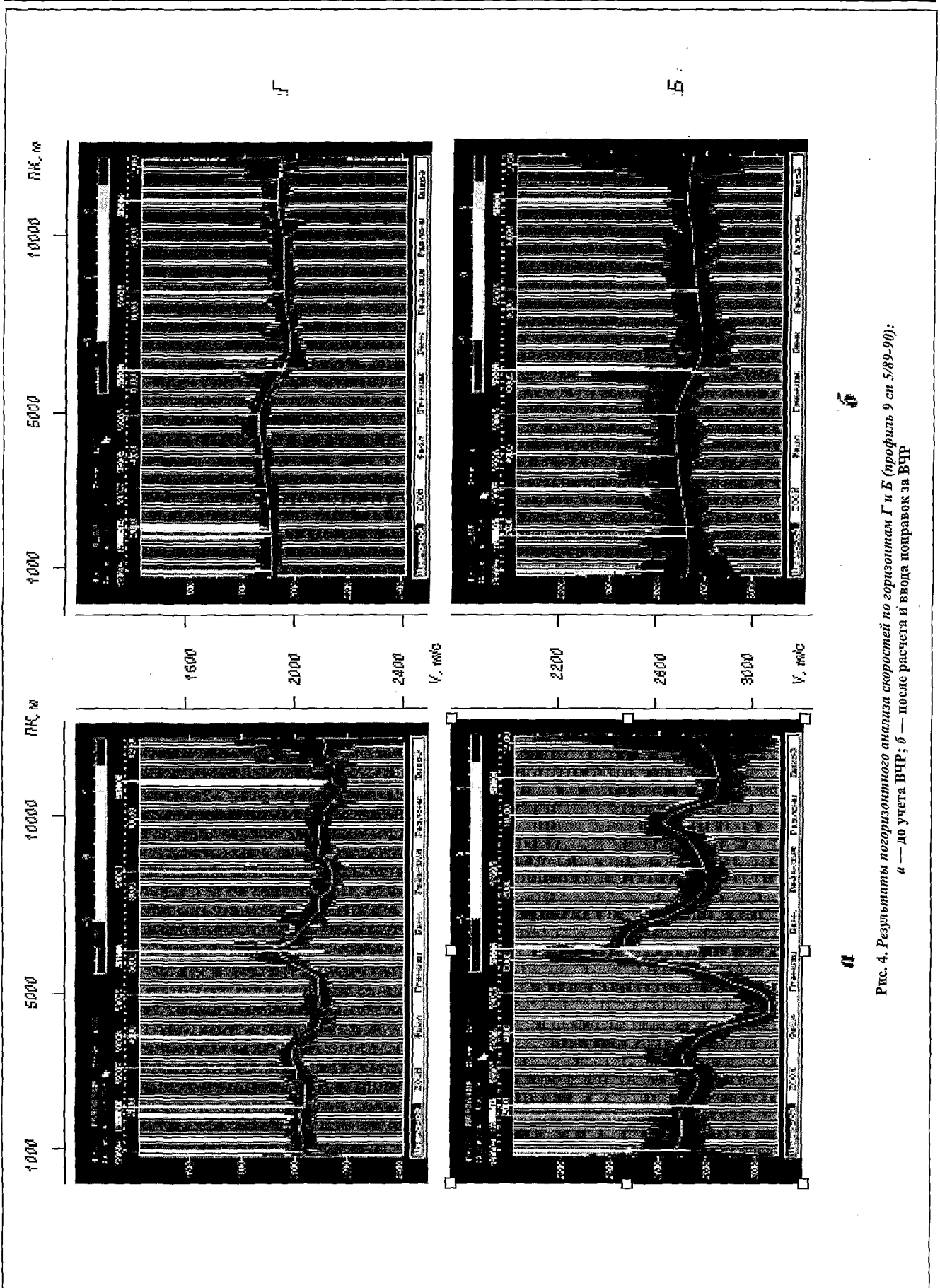


Рис. 4. Результаты погоризонтного анализа скоростей по горизонтам Г и Б (профиль 9 ст 5/89-90):
 а — до учета ВЧР; б — после расчета и ввода поправок за ВЧР

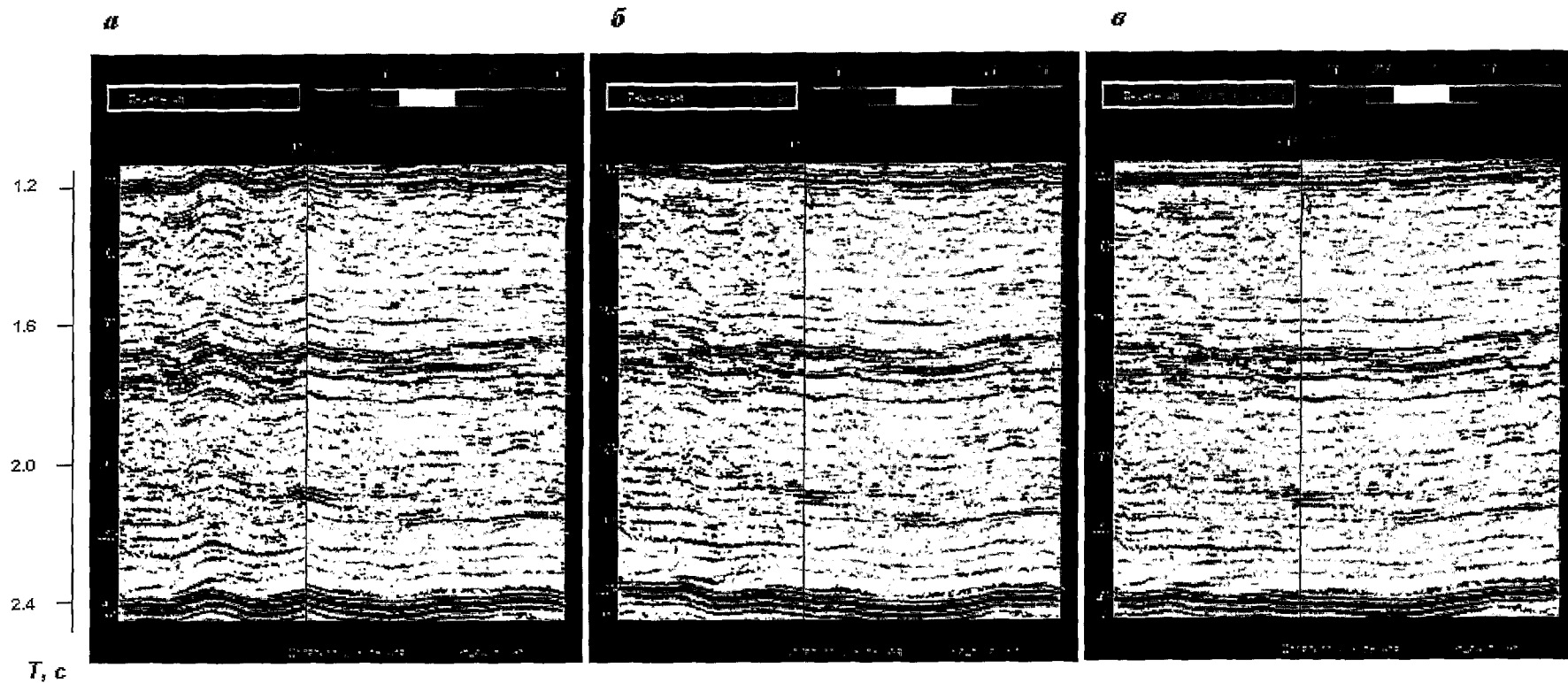


Рис. 5. Сопоставление суммарных разрезов на пересечении профилей 6, 27 сн 21/91-92:
а — до коррекции ВЧР; б — профильный вариант коррекции; в — вариант 2D коррекции

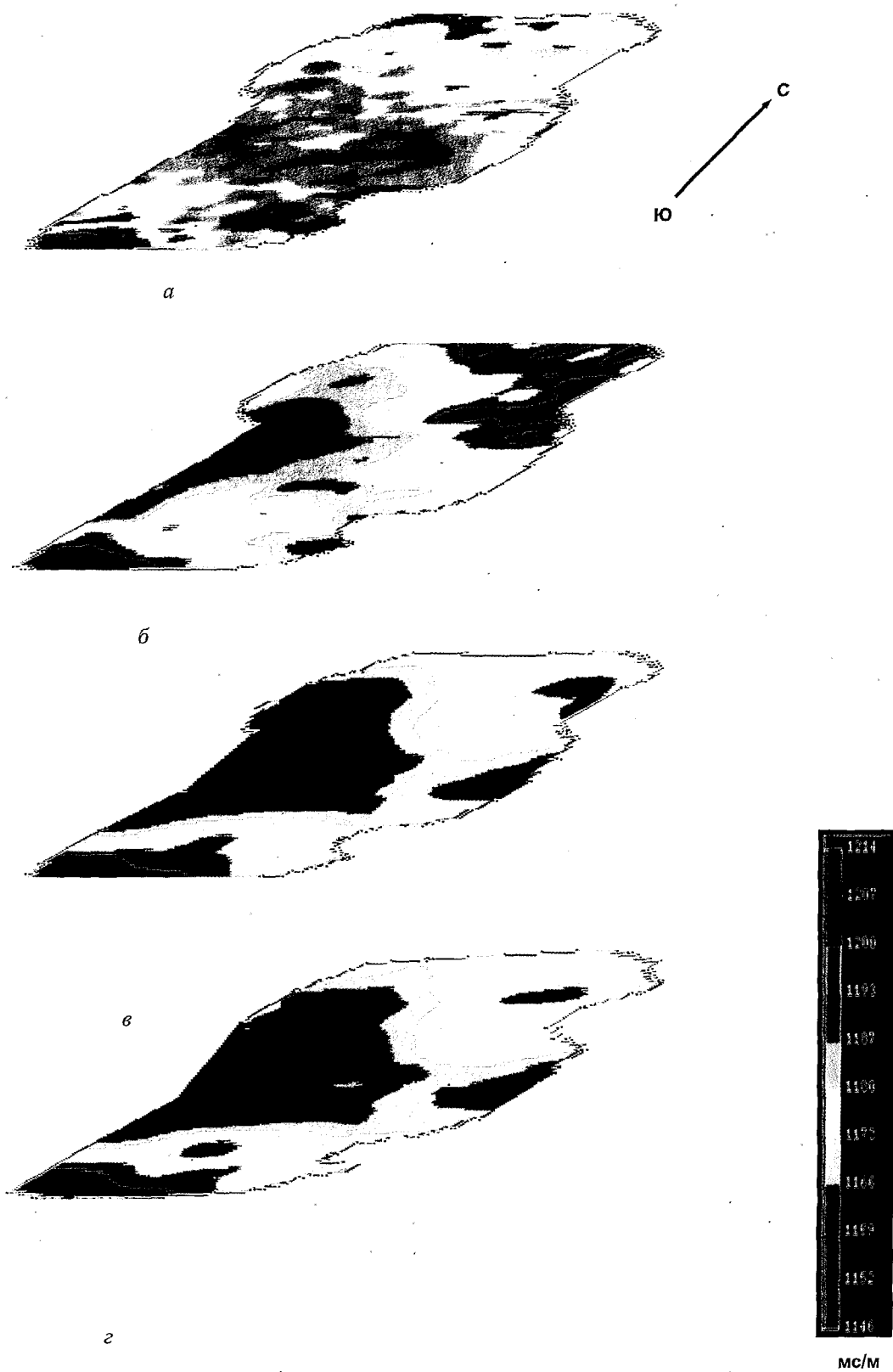


Рис. 6. Поверхности по отражающему горизонту Г:
 а — изохроны до коррекции за ВЧР; б — изохроны после профильной (одномерной) коррекции; в — изохроны после 2D коррекции; г — окончательная структурная поверхность

При площадной обработке в качестве исходных данных использовались результаты предыдущего варианта коррекции. Основные расчеты выполнены в рамках системы *ИнтерСейс-РС*, ввод окончательных поправок в суммарные временные разрезы — процедурой KDELTA.

Результаты площадной обработки по двум профилям представлены на рис. 5, в. При сопоставлении с результатами предшествующего варианта (см. рис. 5, б) отмечается:

подобие двух вариантов обработки;

вместе с тем устранение остаточных аномалий времен обеспечивает лучшее соответствие результатов коррекции данным бурения.

Эффективность площадной коррекции количественно характеризует среднеквадратическая невязка соответствующей структурной карты с данными бурения, которая составляет $\pm 7,3$ м.

Выполненный на завершающем этапе учет данных бурения (остаточная невязка $\pm 0,7$ м) практически не изменил вид структурной поверхности (см. рис. 6, в, г). Соответствующая модель была положена в основу 3-го варианта коррекции.

При сопоставлении построений, выполненных по отражающему горизонту Г после учета ВЧР (см. рис. 6, б—г), с исходной картой изохрон (см. рис. 6, а) видны существенные качественные изменения морфологии — устранены "поднятия" на центральном и южном участках, за счет коррекции реконструирована структура в западной части площади.

Результаты позволяют сделать некоторые выводы: все полученные варианты поправок обеспечивают решение задачи коррекции и взаимно непротиворечивы;

последовательное усложнение графа обработки в данном случае позволяет:

— устранить остаточные вариации времен;

— минимизировать погрешности структурных построений;

— компенсировать невязки разрезов на пересечениях профилей.

В заключение отметим, что эффективность выполненных разработок подтверждается результатами производственной обработки представительных объемов сейсмических данных. Разработанная технология коррекции ВЧР рекомендуется для повсеместного применения, при этом граф обработки должен быть многовариантным:

при обработке материалов с высоким качеством — успешно работают все варианты, реализация многовариантного режима повышает надежность результатов;

при невысоком качестве сейсмических материалов многовариантный режим гарантирует приемлемое решение;

возможность реализовать совокупность способов (вариантов) обеспечивается достаточной полнотой алгоритмических решений, а надежность — комплексом критериев, включая: сходимость построений по площади (на пересечениях профилей); соответствие модельных эффективных параметров экспериментальным; соответствие сейсмической глубинной модели данным бурения; коррелированность параметров модели ВЧР с поверхностными факторами (рельефом, орографией).

Результативность применения технологии коррекции количественно характеризуется уменьшением среднеквадратической погрешности глубинных построений в среднем более чем в 2 раза по сравнению с традиционными средствами коррекции, что зафиксировано на большинстве исследованных площадей севера Западной Сибири (в том числе на Восточно-Таркосалинской, Находкинской, Самбургской, Северо-Уренгойской и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Монастырев Б.В. Оптимизация глубинных построений по площади на основе подбора модели верхней части разреза // Развитие геофизических исследований на нефть и газ в Западной Сибири. — Тюмень, 1985. — С. 43—45.
2. Жданович В.В., Монастырев Б.В., Борисов Г.Б., Шаталов Г.Г. Способы и методика решения кинематических задач сейсморазведки в условиях сложного строения верхней части разреза // Тр. / XXVIII Междунар. геофиз. симпозиума: Балатонсемеш. — Венгрия, 1983. — С. 219—235.
3. Монастырев Б.В. Способы повышения точности результатов кинематической обработки и интерпретации данных сейсморазведки МОВ ОГТ применительно к условиям Западной Сибири: Дис... канд. техн. наук. — 1986. — С. 365.
4. Монастырев Б.В., Жданович В.В., Козак В.Б. Углубленная кинематическая обработка и пространственная кинематическая интерпретация данных сейсморазведки ОГТ в системе ИНТЕРСЕЙС // Разведочная геофизика. — 1988. — Вып. 7. — С. 14—29.
5. Монастырев Б.В., Жданович В.В., Козак В.Б. Изучение глубинных латеральных скоростных неоднородностей на основе комплексной интерпретации данных МОВ ОГТ и ОГП МПВ // Интегрированная система автоматизированной комплексной интерпретации данных сейсморазведки и геофизических исследований скважин. — Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1989. — С. 96—101.
6. Монастырев Б.В., Козак В.Б., Митрофанов А.Д. Технологические возможности подсистемы пространственной кинематической интерпретации данных сейсморазведки // Интегрированная система автоматизированной комплексной интерпретации данных сейсморазведки и геофизических исследований скважин. — Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1989. — С. 96—101.
7. Жданович В.В., Оздобихин Ю.В., Монастырев Б.В. Изучение и компенсация искажающих свойств верхней части разреза в сейсморазведке // Геофизика. — 1997. — Вып. 6. — С. 22—36.