

Получение качественно нового представления о геологическом строении участка Восточной Сибири по результатам современной переобработки данных

■ Багрова И.А., Калинин А.Ю., Гаврилов С.С., Котова С.В., ЗАО «МиМГО», г. Москва

В данной статье показана эффективность применения современных технологий обработки с использованием методического подхода интерпретационного сопровождения для существенного повышения геологической информативности сейсмических материалов прежних лет на примере одной из площадей Восточной Сибири.

По результатам обработки и последующей интерпретации в сейсмическом волновом поле выделены «цветковые» или «веерные» структуры, характерные для систем разрывных нарушений сдвигового типа. Этот тип нарушений в исследуемом районе закартирован впервые.

За последнее десятилетие возможности обработки сейсмических данных существенно расширились. Значительное увеличение мощности программного обеспечения, а также интегрированные высокопроизводительные инструменты увеличили потенциал использования больших объемов геофизических данных в условиях сжатых временных графиков реализации проектов. Однако, качество решения поставленных геологических задач по-прежнему напрямую зависит от корректности кинематической и динамической обработки.

Исследуемая площадь работ расположена в пределах восточной части Сибирской платформы. История ее изучения начинается с 50-х годов XX века, ряд вопросов геологического строения этого сложно построенного региона и прилегающих территорий исследованы недостаточно полно, а существующие мнения по ним имеют нередко дискуссионный характер. Поэтому задача региональных исследований остается актуальной. В рамках построения новой сейсмогеологической модели привлекались имеющиеся архивные сейсмические данные 2D и 3D.

По результатам сейсмических съемок прошлых лет структурно-тектоническая модель площади оставалась не вполне

ясной. На временных срезах на локальных участках выделялись отдельные разрывные нарушения, которые не прослеживались по площади и не соответствовали какой-либо модели формирования. При этом было абсолютно ясно, что разрывные нарушения играют важную роль в модели углеводородного насыщения – распределение флюидов далеко не всегда подчинялось структурному фактору при достаточно выдержанных пластах-коллекторах. Эффективный комплекс поискового и разведочного бурения требовал создания четкой, адекватной структурно-тектонической модели.

Для этих целей было принято решение о выполнении переобработки сейсмических данных на основе применения современного методического подхода, включающего детальное интерпретационное сопровождение.

Временная переобработка сейсмического материала с сохранением амплитуд выполнялась на современном методическом и технологическом уровне по оптимально разработанному графу для данных сейсмогеологических условий. Для обработки использовался программный комплекс Geovation, в котором реализованы новейшие технологии в области геофизики, затрагивающие весь

спектр обработки и построения сейсмических изображений данных.

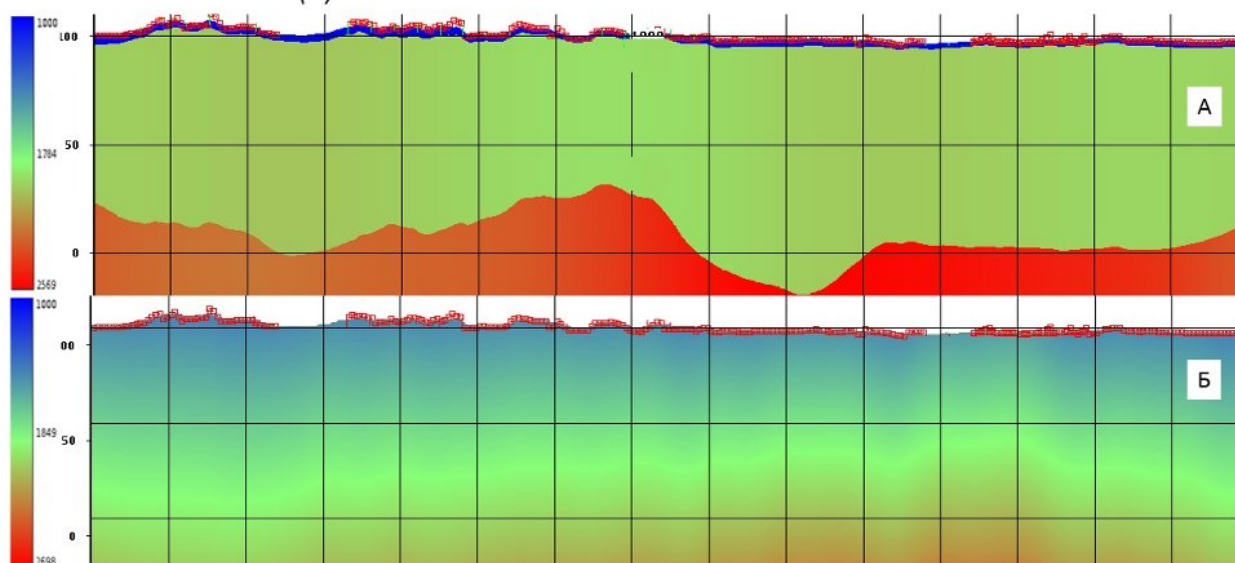
На объектах, расположенных в сложных сейсмогеологических условиях, искажение морфологии отражающих горизонтов и, как следствие, низкое качество построений структурно-тектонической модели сводят к минимуму эффективность новейших способов динамической обработки и интерпретации полученных материалов. Именно по этой причине важным этапом обработки являлся корректный учет скоростных неоднородностей верхней части разреза и решение кинематической задачи. Поверхностные сейсмогеологические условия исследуемой территории являются достаточно сложными и разнообразными: развитая речная сеть, множество озер, наличие в ВЧР угольных пластов, которые способствуют резким изменениям акустических параметров верхней части разреза и ухудшению качества полевой записи. Исходный сейсмический материал характеризуется средним качеством, что выражается главным образом в невысоком отношении сигнал/помеха (от 2 до 7 в целевом интервале), низкой преобладающей частоте (10-

15 Гц) и небольшой кратности ОСТ (56).

Проблема учета неоднородностей верхней части разреза при обработке известна и является частью общей задачи определения параметров среды по характеристикам рефрагированных волн. На территории Восточной Сибири сложность ВЧР определяется еще и высокой степенью изменчивости поверхностных слоев по латерали, связанной как с глубинными тепловыми потоками, которые приводят к тому, что подошва мерзлоты варьирует по глубине, так и с трапповыми интрузиями. [1]

Моделирование ВЧР реализовывалась двумя способами: классическая слоистая модель, где скорости и глубины слоев представляются гладкими функциями, при этом в каждом слое отсутствует вертикальный градиент скорости, и современная технология расчета сеточной модели, где область съемки по латерали и вертикали разбивается на ячейки, в каждом узле которых задается значение скорости (рисунок 1). По результатам комплексного интерпретационного анализа полученных данных наиболее точной является модель, полученная посредством томографичес-

▼ Рис. 1. Модели ВЧР в направлении одной из линий ПВ: классическая слоистая модель (А) и сеточная модель (Б).

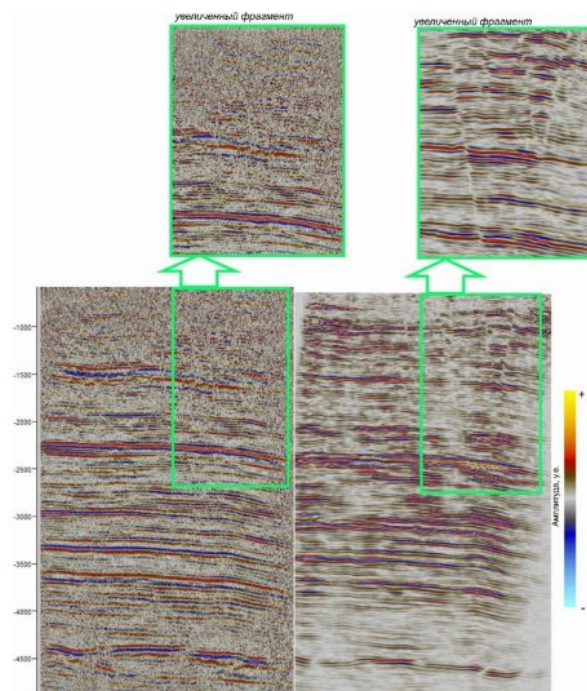


кой инверсии: карты полученных статических поправок четко отражают элементы неоднородности, на срезах кубов когерентности возрастает контрастность, анализ с привлечением скважинных данных показывает снижение дисперсии значений время-глубина для опорных горизонтов, уменьшение величин невязок в точках скважин и, соответственно, уменьшение корреляции с поверхностными условиями возбуждения сигнала.

Как известно, именно контрастность динамических параметров во многом определяет возможность однозначной корреляции в условиях развития сложных структур дизъюнктивных дислокаций.

Увеличение информативности волнового поля было достигнуто процедурами и алгоритмами, направленными на увеличение отношения сигнал/помеха несуммированных данных (редакция сейсмического материала, вертикальное восстановление амплитуд сейсмической записи, поверхностно-согласованная коррекция амплитуд, удаление волн-помех различного типа в разных сортировках, включая современные 3D процедуры, регуляризация сейсмических данных и их подготовка к миграционным преобразованиям, временная миграция до суммирования и обработка после миграции), а так же контролем со стороны интерпретационного сопровождения на всех этапах обработки посредством одномерного и двумерного моделирования по скважинам, расчетом и анализом седиментационных срезов в интервале интересов по ряду атрибутов, в том числе когерентность.

Окончательные временные разрезы демонстрируют улучшение атрибутов сейсмической записи: как структурных, характеризующих пространственную однородность волнового поля, направ-

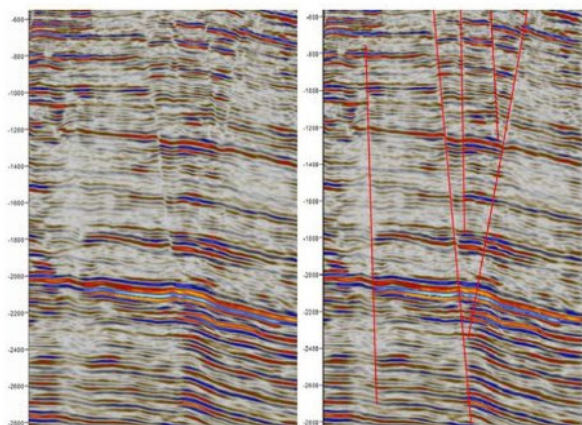


▲ Рис. 2. Сравнение обработки разных лет: слева - обработка 2014 г., справа - переобработка 2020 г.

ленных на детализацию и выделение структурных и тектонических элементов, так и динамических, косвенным образом отражающих изменение свойств изучаемой толщи (рис. 2).

По результатам переобработки 2020 г впервые на данной территории были закартированы выразительные присдвиговые «цветковые» или «веерные» структуры, характеризующиеся наличием веерообразных пучков ветвящихся разломов, имеющих основание в виде единой субвертикальной плоскости сдвига (рис. 3).

На сейсмических разрезах тектонические нарушения выделяются по вертикальному смещению осей синфазности и изменению амплитуд отраженных волн, а резкое снижение когерентности сейсмической записи в зоне дизъюнктивного нарушения является практически всегда его поисковым признаком. Сложные системы разрывных нарушений сдвигового типа на полученном сейсмическом массиве не только выделяются



▲ Рис. 3. Волновое поле сейсмического куба данных (без интерпретации нарушений и с интерпретацией).

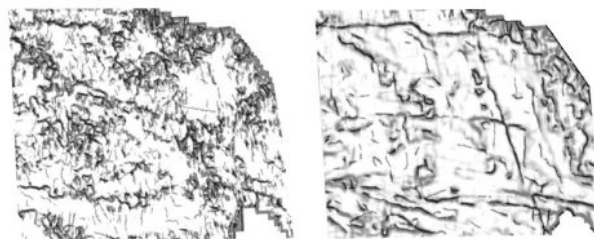
визуально, но и однозначно картируются по площади и в объеме на основе использования современных интерпретационных алгоритмов, таких как когерентность и их аналогов (рис. 4-6)

Таким образом, полученные результаты позволяют подойти к вопросу выделения перспективных объектов и размещению поискового и разведочного бурения на основе принципиально новой структурно-тектонической модели строения исследуемой территории.

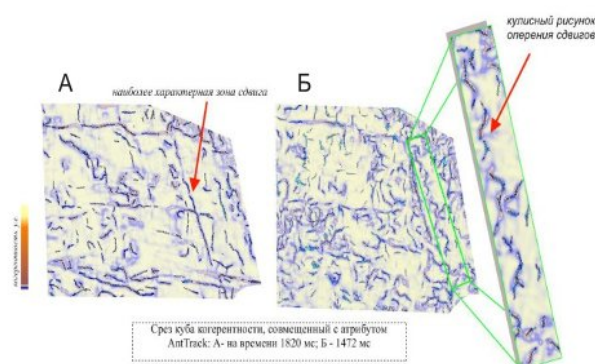
Заключение

Переобработка материалов с использованием казалось бы уже стандартных методов учета искажающего влияния верхней части разреза, с достижением необходимой и достаточной для решения геологической задачи разрешенности, динамической выразительности сейсмической записи и высокого отношения сигнал/шум, полученного путем эффективного подавления волн-помех различного рода с сохранением сигнальной составляющей, позволяет получить качественно новое представление о модели геологического строения исследуемого участка.

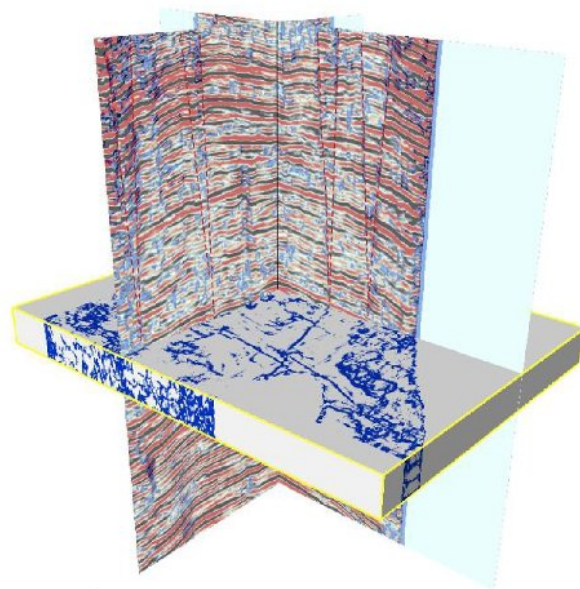
Особым, одним из главных условий достижения качественного результата



▲ Рис. 4. Срез куба когерентности, совмещенный с атрибутом AntTrack на времени 1820 мс, характеризующий систему тектонических нарушений: слева - обработка 2014 г., справа - переобработка 2020 г.



▲ Рис. 5. Срез куба когерентности, совмещенный с атрибутом AntTrack А - на времени 1820 мс, Б - на времени 1472 мс.



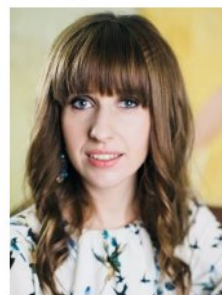
▲ Рис. 6. Совместная трехмерная визуализация и кубов амплитуд и когерентности.

является супервайзинг со стороны интерпретационного сопровождения в течение всего этапа обработки данных.

Литература:

1. В.С. Козырев, А.П. Жуков, И.П. Коротков, А.А. Жуков, М.Б. Шнеерсон. Учет неоднородностей верхней части разреза в сейсморазведке // Недра, 2003 с.10-18
2. И.И. Кубышта, В.А. Космынин, А.С. Горшенин, Д.А. Засыпкин. Оценка детальности и точности сейсмогеологической модели месторождения в зависимости от качества обработки на примере данных морской съемки МОГТ 3D // Газпромнефть НТЦ, 2017
3. С.С. Половников, В.Л. Табрин, С.В. Шабалин. Кинематическая обработка сейсморазведочных данных, полученных в сложных сейсмогеологических условиях // Научно-технический сборник ВЕСТА ГАЗОВОЙ НАУКИ, №3(35), 2018

Подробнее об авторах



Багрова
Ирина Александровна

Ведущий специалист сектора обработки сейсмических данных, руководитель группы интерпретационного сопровождения обработки ЗАО «МиМГО»



Гаврилов
Сергей Сергеевич

Директор ЗАО «МиМГО», кандидат геолого-минералогических наук



Калинин
Алексей Юрьевич

Главный геофизик, кандидат технических наук, заведующий сектором обработки сейсмических данных ЗАО «МиМГО»



Котова
Светлана Викторовна

Ведущий специалист сектора интерпретации сейсмических данных ЗАО «МиМГО»