

Способы анализа и коррекции искажения динамических параметров в процессе обработки данных сейсморазведки на основе моделирования волновых полей

Власов С.В.^{1,2}, Шарин С.В.¹, Овчинников К.Р.³, Фиников Д.Б.³, Шалашников А.В.³

¹ООО «РН-БашНИПнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Уфа, Россия, ²ФГБОУ ВО УНИТ, Россия, Уфа, ³ООО «Сейсмотек», Москва, Россия
vlasovsv1@bnipi.rosneft.ru

Аннотация

В статье рассматриваются подходы к использованию решения прямой задачи сейсморазведки интегральными методами как средства для:

- изучения волновых полей с целью оптимизации планирования и построения графа обработки данных сейсморазведки в конкретных сейсмогеологических условиях;
- коррекции динамических искажений волновых полей в процессе обработки данных сейсморазведки.

По результатам исследований получены убедительные данные о необходимости повсеместного внедрения подобных процедур для получения корректной динамической картины волнового поля, а также некоторые выводы о действительной эффективности тех или иных процедур, описаны основные причины получаемых по результатам обработки динамических искажений.

Материалы и методы

В качестве материалов используется набор синтетических данных сейсморазведки на основе компилятивной сейсмогеологической модели. Построение сейсмогеологической модели осуществлялось послойно с использованием методов объемной интерполяции и геостатистического моделирования. Моделирование волновых полей осуществлялось методом переноса поля интегральными операторами. Корректировка динамических искажений выполнена

эталонированием в широком окне с контролем результатов методами изучения вариаций амплитуд в зависимости от удалений источник-приемник.

Ключевые слова

обработка данных сейсморазведки, моделирование волновых полей, динамические характеристики волнового поля, эталонирование

Для цитирования

Власов С.В., Шарин С.В., Овчинников К.Р., Фиников Д.Б., Шалашников А.В. Способы анализа и коррекции искажения динамических параметров в процессе обработки данных сейсморазведки на основе моделирования волновых полей // Экспозиция Нефть Газ. 2023. № 5. С. 28–33. DOI: 10.24412/2076-6785-2023-5-28-33

Поступила в редакцию: 31.07.2023

GEOLOGY

UDC 550.34.01 | Original Paper

Methods for analyzing and correcting the deviation of amplitude attributes in the process of seismic data processing based on wavefield simulation

Vlasov S.V.^{1,2}, Sharin S.V.¹, Ovchinnikov K.R.³, Finikov D.B.³, Shalashnikov A.V.³

¹“RN-BashNIPneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Ufa, Russia, ²UUNIT, Ufa, Russia, ³“Seismotech” LLC, Moscow, Russia
vlasovsv1@bnipi.rosneft.ru

Abstract

The article reviews the approaches to using the solution of the direct seismic survey problem by integral methods as a means for:

- studying the wave fields to optimize planning and plotting of the seismic survey data processing flow graph under certain seismic and geological conditions;
- correction of dynamic distortions of the wave fields during processing of seismic data.

Based on the results of the studies, solid evidence was obtained on the need for widespread implementation of such procedures to obtain a correct dynamic picture of the wave field, as well as some conclusions about the actual efficiency of certain procedures, and the main reasons for the dynamic distortions obtained by the processing results are described.

Materials and methods

The set of synthetic data of seismic survey based on the composite seismic and geological model are used as the materials. The seismic and geological model was plotted layer by layer with the use of volumetric interpolation and geostatistical simulation methods. The wave fields were simulated with the method of field transfer by integral operators. The correction of dynamic distortions was performed by

wide view calibration with control of the results by methods of studying amplitude variations depending on “source-receiver” distance.

Keywords

seismic survey data processing, wave fields simulation, wave field dynamic performance, calibration

For citation

Vlasov S.V., Sharin S.V., Ovchinnikov K.R., Finikov D.B., Shalashnikov A.V. Methods for analyzing and correcting the deviation of amplitude attributes in the process of seismic data processing based on wavefield simulation. Exposition Oil Gas, 2023, issue 5, P. 28–33. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2023-5-28-33

Received: 31.07.2023

Введение

На сегодняшний день в области разведки новых месторождений сформирована устойчивая парадигма перехода к пропущенным залежам, а также разведки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами (ТРИЗ). Отмечаются предложения по вводу в классификацию «труднооткрываемых запасов» (ТРОЗ) (Лозин Е.В.). Кроме того, даже для крупных месторождений актуальна проблема доразведки в области коллекторов с ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС).

В комплексе все вышесказанное приводит к необходимости научно-методического развития подходов и алгоритмов в области сейсмического изучения среды как одного из основных методов поиска и разведки залежей углеводородов. Фактически к результатам обработки геолого-геофизических данных предъявляются очень высокие требования, как к точности структурных построений, так и к качеству сохранения динамических параметров сейсмического поля.

Методики обработки и интерпретации сейсмических данных всегда опираются на некие описательные модели структуры данных и физических процессов, в рамках которых ищутся решения. При этом множество факторов различной природы, влияющих на особенности волнового поля и получаемые решения, остаются за скобками. Например, насколько реальные аномалии верхней части разреза (ВЧР) в конкретном регионе описываются моделью статистики, насколько такая статика искажает волновое поле с точки зрения кинематики и какие структурные искажения в целевой части разреза это за собой повлечет? Насколько корректно влияние ВЧР компенсируется коэффициентами и фильтрами, определяемыми моделью поверхностно-согласованных условий, и какие динамические искажения будут иметь место в целевой части разреза? Какое влияние на динамику поля оказывает фоновое поглощение в среде и возможно ли его скомпенсировать? Какие динамические погрешности возникают при конкретных номинальных параметрах геометрии системы наблюдений?

Здесь отмечается ключевая проблема сейсморазведки как метода — обеспечение

верификации результатов применения той или иной технологии. В первую очередь это обусловлено невозможностью получения исчерпывающей экспериментальной выборки данных (скважинная информация). Логичным выходом из такой ситуации является использование модельных данных, которые позволяют контролировать ход выполнения обработки и интерпретации за счет известной модели среды в каждой точке.

Авторы данной работы убеждены, что задачи моделирования должны быть неотъемлемой частью процесса промышленной обработки геолого-геофизических данных. Все регионы, в которых производятся сейсморазведочные работы, имеют свои специфические геологические принципы строения, в соответствии с которыми могут быть сформированы обобщенные цифровые модели месторождений. Именно на этих моделях можно проводить моделирование волновых полей и определить базовые возможности обработки, оценить точность реконструкции целевых горизонтов, динамические погрешности мигрированного поля и возможности их компенсации и пр.

Минимальным результатом проведения стандартного графа обработки данных на модельном материале служит фактическая погрешность кинематических и динамических параметров в условиях, приближенных к условиям формирования реальных сейсмических полей. И уже на этом этапе возможны выводы о том, чему можно верить на результате обработки реальных данных, чему нет, и какие работы по интерпретации целесообразно планировать. Важная особенность моделирования состоит в том, что оно осуществляется целенаправленно для решения конкретных интерпретационных задач, причем именно в тех предположениях, в которых производится интерпретация. Некоторые результаты подобных исследований демонстрировались ранее и заслуживают пристального внимания, однако в настоящей статье речь пойдет о технологиях обработки данных сейсморазведки, использующих моделирование как составную часть применяемых процедур.

В целом очевидно, что модельные поля, полученные определенным образом,

целесообразно использовать для повышения качества и точности самой обработки, смещая акцент с изучения реальной возможности точности сейсморазведки в сторону анализа искажений, вносимых в процессе обработки данных, и их коррекции. Одним из примеров таких процедур является «Эталонирование», когда моделируется поле с заведомо отсутствующей зависимостью амплитуд от удалений. Такое поле подвергается тем же процедурам, что и реальное (например, регуляризации и/или миграции), и анализируется на предмет появившейся зависимости амплитуд от удалений. Если таковая имеется, по модельному полю рассчитывается корректирующий фильтр и затем применяется к реальным данным. Подробнее процедура эталонирования будет описана ниже.

Моделирование волновых полей

Данная работа была выполнена в рамках совместного проекта ООО «Сейсмостек» и ООО «РН-БашНИПинефть» по моделированию и анализу волновых полей с целью оптимизации графа обработки данных СРР на территории РБ. Сам проект можно разделить на две принципиальные части. Цель первой — оценка возможности корректного учета ВЧР при обработке данных сейсморазведки с принятием во внимание геологических особенностей строения на территории Республики Башкортостан (РБ) и определение оптимальных параметров геометрии системы наблюдений для достижения нужного качества глубинных построений [1]. Целью второй части проекта являлась, непосредственно, верификация специальных методик учета/компенсации аномалиеобразующих объектов верхней части разреза (АОВ ВЧР) [2].

Не останавливаясь детально на приемах и подходах построения модели, которые освещались ранее [1, 2], отметим, что модель строилась как отражение типового строения платформенной части РБ и включает в себя основные виды и типы АОВ ВЧР, а также наиболее распространенные типы ловушек УВ.

Расчет волнового поля выполнялся как в лучевом приближении, так и на основе послойного применения операторов переноса волнового поля в заданном угловом диапазоне [2]. В результате сопоставления модельных

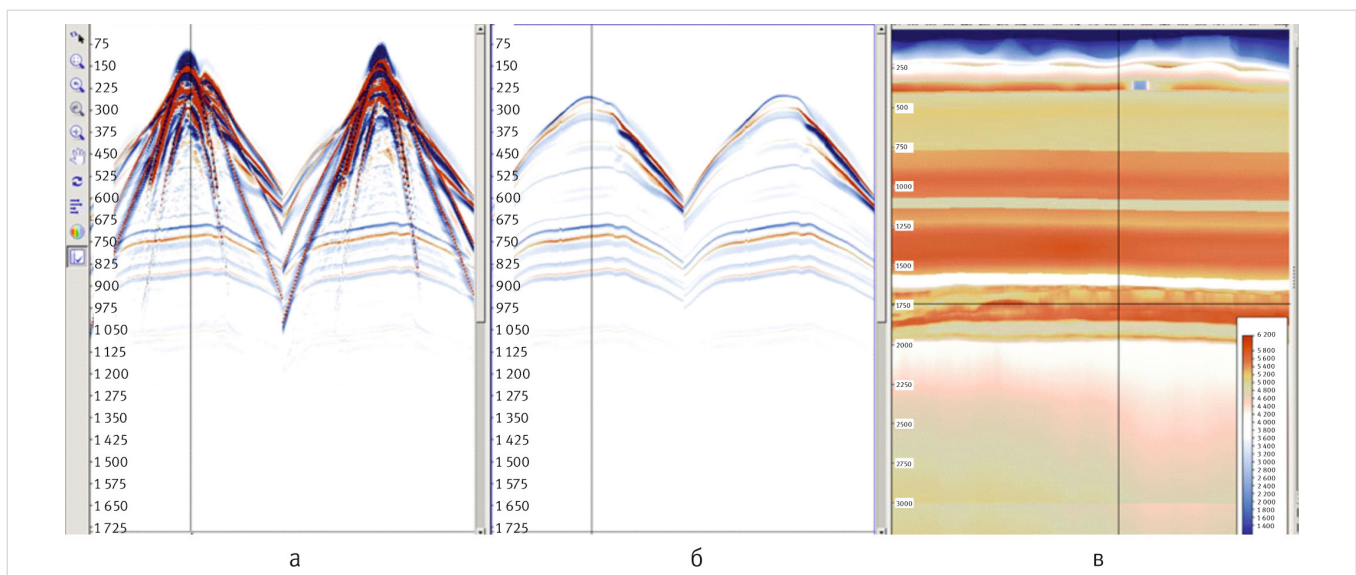


Рис. 1. Полноволновое поле, включающее: а — кратные и волны-помехи, б — полезные отражения, в — фрагмент модели распределения скорости продольной волны

Fig. 1. Full waveform field, including: a — multiple waves and noise waves; б — usable reflections; в — fragment of longitudinal wave velocity model

данных, полученных в рамках лучевого и волнового моделирования, было установлено, что различия в кинематике отраженных волн незначительны. Однако различия в динамике оказываются гораздо более существенными. Волновое моделирование в данном проекте выполнялось на основе интегральных операторов продолжения волновых полей [5]. Такое моделирование оперирует не лучами, а фронтами волн, что позволяет учитывать дифракционные эффекты на криволинейных границах и получать гладкие вариации амплитуд отраженных волн.

Численные эксперименты, приведенные в *snfpm* [5], показывают, что способ моделирования обеспечивает высокую точность воспроизведения динамических параметров и при этом обладает рядом существенных преимуществ по отношению к сеточным алгоритмам.

Идеологически методика расчета волнового поля методом переноса поля интегральными операторами представляет собой вариант метода конечных элементов — когда к данным, заданным на краях некоторых областей (границах слоев), применяются относительно простые интегральные операторы

переноса с использованием специальных весовых функций, определяющих динамические параметры переносимого поля для последующей волновой трансформации — прохождения или отражения от границы разрыва упругих параметров среды. Сами динамические параметры, определяющие весовые функции, для такого оператора переноса рассчитываются на различных угловых элементах посредством решения системы векторных уравнений для заданной плоской однородной волны (или неоднородной — тогда выполняется аналитическое продолжение решения в комплексную область) на непрерывность смещений/напряжений на границе разрыва. Неупругие эффекты в операторах переноса определяются моделью линейного частотно-зависимого поглощения специальным минимально-фазовым фильтром, характеризующим поглощение в конкретном слое. Для последующей оценки качества работы процедур обработки волновые поля моделировались как с учетом неупругих эффектов, так и без их учета.

Пример модельных сейсмограмм показан на рисунке 1.

Видно, что волны, сформированные в верхней части разреза, очень интенсивные

и маскируют полезные отражения. Подавление столь интенсивных помех — традиционная, но от этого не менее простая задача.

Обработка данных и компенсация динамических искажений

Искажения динамики, обусловленные подавлением волн-помех, — одна из причин, затрудняющих получение данных, пригодных для интерпретации. На практике определить, насколько корректно получилось восстановить соотношение амплитуд по площади, как говорилось ранее, не представляется возможным, однако в данной работе у нас такая возможность обеспечивается за счет наличия эталонных волновых полей. Таким образом, общая логика исследований заключалась в выполнении полного цикла обработки с применением стандартных процедур интерпретационного контроля и дальнейшим сопоставлением результата с эталоном. После этого состав процедур в графе варьировался с целью получения результата, наиболее приближенного к эталону.

В целом был применен граф обработки, направленный на компенсацию искажений динамики и подавление помех на данных до миграции. Помимо стандартно применяемых процедур обработки, в состав графа была добавлена оригинальная процедура подавления низкоскоростных волн-помех WFT3D-VF (Wave Field Transformation 3D-Velocity Filtering) [6]. Она, по сравнению с классической «чистой» в Radon-области по кросс-спредам, позволила извлечь из зоны интерференции полезные отраженные волны. Сравнение различных вариантов скоростной фильтрации представлено на рисунке 2.

Отдельно стоит отметить вопросы коррекции эффектов частотно-зависимого поглощения. Результаты оценивания параметров поглощения показали, что истинные значения (оцененные по данным без помех) ниже, чем оцененные по полю с помехами, но при обработке реальных данных мы опираемся на наблюдаемые изменения спектральных характеристик. Поэтому было принято решение использовать оцененные (завышенные) значения параметра. Последствия такого рода погрешностей можно оценить только на финальных этапах обработки (после миграции и постмиграционной обработки) и интерпретации.

Следующий вполне обычный инструмент обработчика для подготовки данных к миграции — регуляризация. Его недостаток: снижение пространственной разрешенности, причем в динамических параметрах в первую очередь. Не останавливаясь детально на результатах, отметим лишь наличие положительного эффекта от применения процедуры.

После выполнения «сигнальной» обработки была восстановлена каркасная глубинно-скоростная модель, в которой выполнялась миграция Кирхгофа и атрибутивная миграция для получения угловых разверток [3].

Несмотря на предпринятые усилия по восстановлению соотношений амплитуд при обработке, в результате динамического анализа сейсмического изображения и разверток общей глубинной точки было отмечено существенное искажение динамических характеристик полученного поля от контрольных модельных данных, рассчитанных по исходной модели упругих параметров (рис. 3). Основными факторами, обуславливающими эти искажения, по всей видимости, являются:

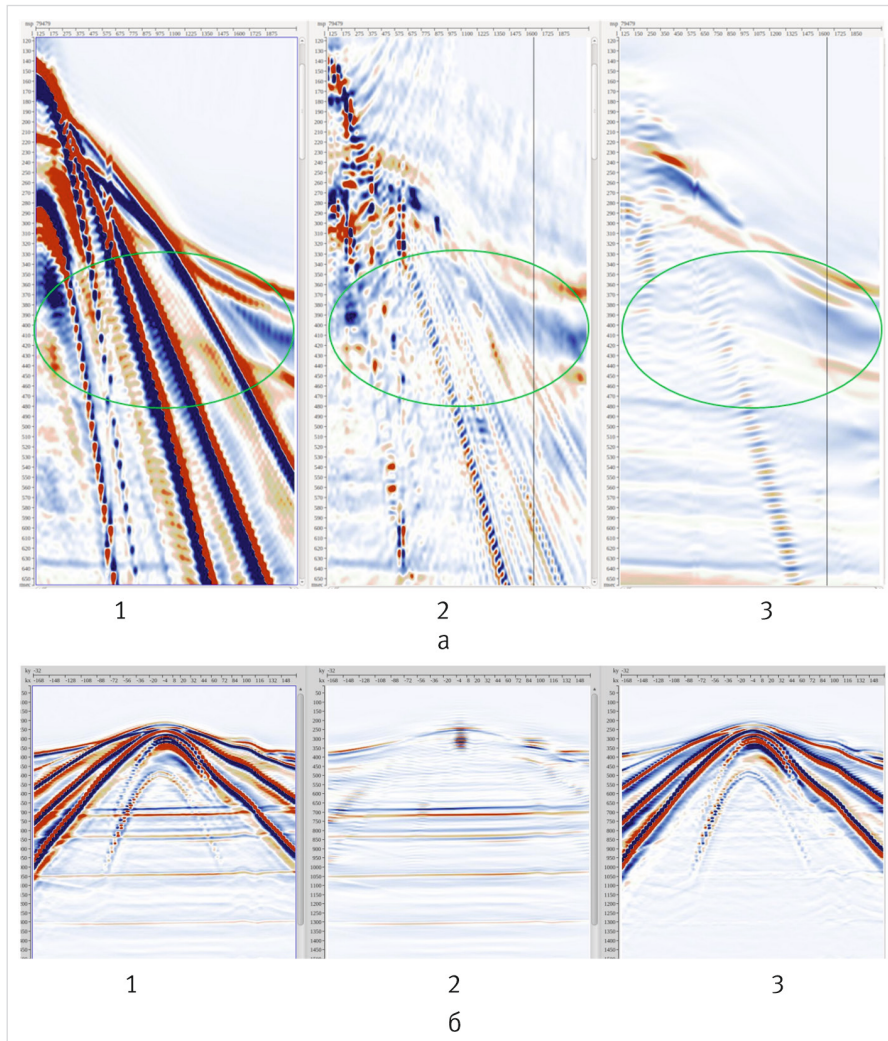


Рис. 2. Результаты применения кинематических фильтров: а — исходное волновое поле — 1, результат подавления низкоскоростных волн-помех в Radon-области — 2 и результат применения технологии WFT3D-VF — 3; б — исходное волновое поле в сортировке cross-spread — 1, результат применения технологии WFT3D-VF — 2 и разница — 3

Fig. 2. Results of application of kinematic filters: a — source wave field — 1, result of low-velocity noise waves suppression in Radon area — 2 and results of application of WFT3D-VF technology — 3; б — source wave field in cross-spread binning — 1, result of the use of WFT3D-VF technology — 2 and the difference — 3

- недостаточная пространственная дискретность данных, которая вкпе с оптическими свойствами ГСМ приводит к некорректной компенсации геометрического расхождения волнового поля в процессе миграции Кирхгофа даже регуляризованных данных;
- существенный уровень фона помех от аномалиеобразующих объектов ВЧР, который остался после сигнальной обработки. Следует отметить, что данные низкоскоростные помехи не представляется возможным корректным образом нивелировать на сейсмограммах до миграции без динамических искажений полезного сигнала отраженных волн от целевых структур;
- существенный уровень параметров поглощения в верхней части исходной глубинной модели, что приводит к нарушению фоновых трендов поведения амплитуд по латерали.

Для коррекции искажений динамических параметров был выполнен ряд направленных на это процедур: медианная фильтрация глубинных сейсмограмм общей точки изображения, «эталонирование», балансировка амплитуд и когерентная фильтрация, выполненная по частичным угловым суммам, полученным способом атрибутной миграции [3]. Также предприняты меры для снятия трендовых искажений с опорой на скважинные данные. Отметим, что каждая из этих процедур положительно влияет на поведение динамических характеристик, однако, как показала данная работа, этого недостаточно, поэтому далее выполнялась необходимая, по нашему мнению, процедура обработки глубинных сейсмограмм после миграции — эталонирование сейсмограмм [2]. Это важная процедура оценки и при необходимости — компенсации динамических искажений амплитуд, наведенных непосредственно миграцией (и регуляризацией). Эти искажения обусловлены номинальной геометрией наблюдения, поскольку условия формирования изображения, определяемые оптическими свойствами миграционного оператора и локальной кинематической структурой сейсмического поля в области касания годографов оператора и самого поля, на низких и средних частотах для каждой целевой глубинной точки могли иметь собственные асимптотические частотные характеристики компенсации, на высоких же частотах пространственная дискретность данных совместно с локальным масштабом первых зон Френеля могла определять собственные динамические искажения амплитуды.

Для выполнения данной процедуры на этапе обработки глубинных сейсмограмм

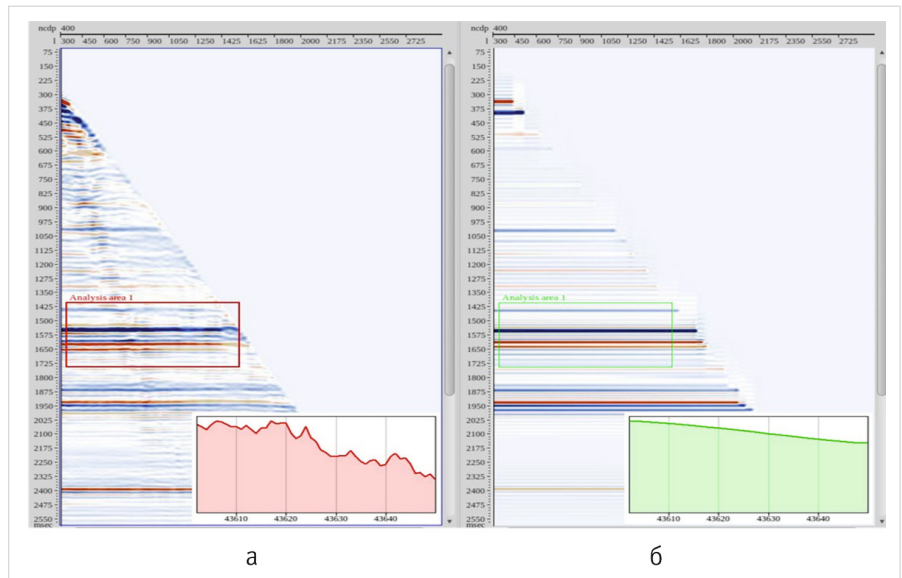


Рис. 3. Сейсмограмма до постмиграционной обработки — а и эталонная сейсмограмма ОТИ — б. Снизу представлены графики AVO-зависимости
 Fig. 3. Seismic record before post-migration processing — a and calibration seismic record of the common image point — б. AVO-dependency curves are shown below

по восстановленной эффективной скоростной модели среды, в предположении близости оптических свойств эффективной модели среды и реальной модели среды, по опорным горизонтам производилось специальное моделирование сейсмических данных на исходную геометрию наблюдений. Важной особенностью 3D-моделирования для последующего эталонирования является фиксация «единичной» динамики — т.е. моделируется поле с учетом факторов геометрического расхождения, волновых эффектов, обусловленных асимптотическим приближением стационарной фазы, номинальной криволинейностью границы и волнового фронта на апертурах первых зон Френеля, но с коэффициентами прохождения/отражения, равными единице. Далее это поле подвергается процедуре регуляризации — аналогично обрабатываемому исходному полю сейсмических данных. По регуляризованному полю эталонных регуляризованных сейсмограмм производится миграция. Полученные глубинные сейсмограммы будем называть эталоном.

Если на опорных границах на эталонном изображении не «единица», то данное искажение амплитуды необходимо также компенсировать и на обработанных глубинных сейсмограммах.

Результат применения эталонирования представлен на рисунке 4.

На графиках амплитуд видно, что применение процедуры эталонирования приводит к положительной коррекции зависимости амплитуд от удаления.

После эталонирования для подавления нерегулярных, некоррелируемых шумов, остатков помехи — преломленной волны на глубинных сейсмограммах, а также шумов следов расстановки на глубинных сейсмограммах — были сформированы кубы равных углов падения-отражения, каждый из которых проходил граф подавления некоррелируемых шумов по отдельности.

Комплексный результат постмиграционной обработки представлен на рисунке 5. Поскольку динамика целевых отражающих горизонтов была существенно осложнена наличием поглощения в зоне ВЧР, в целом низкочастотный латеральный тренд поведения амплитуд отражения в целевой части был существенно искажен. Исходя из геологического предположения выдержанности общей энергии отраженных волн в широком вертикальном окне вдоль реперных горизонтов, была выполнена процедура нормировки пространственно-низкочастотного тренда — на уровень постоянной энергии, сохранив при этом локальные вариации энергии амплитуд на скользящих базах.

Карты амплитуд вдоль горизонта кровли терригенной толщи нижнего карбона (УК) до постмиграционной обработки, после нее

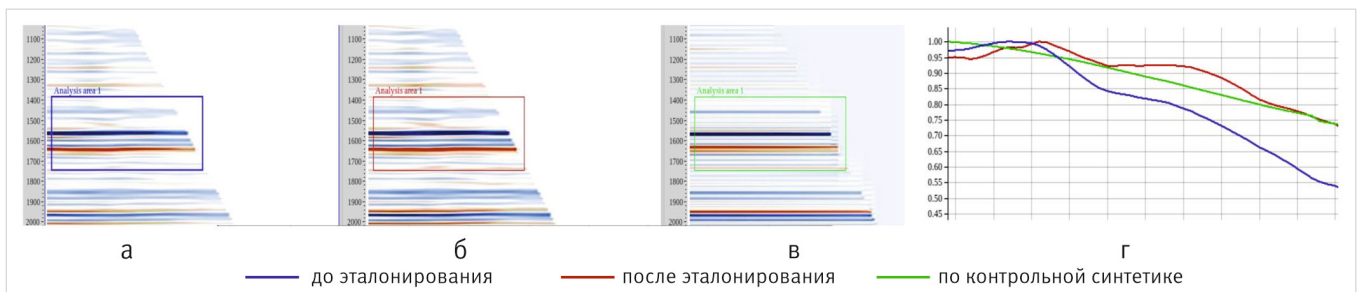


Рис. 4. Сейсмограммы ОТИ: а — до эталонирования; б — после эталонирования; в — контрольная синтетика, г — справа графики AVO-зависимости
 Fig. 4. Seismic records of the common image point before — а; after calibration — б; control synthetic ground — в; г — AVO-dependency curves are shown on the right

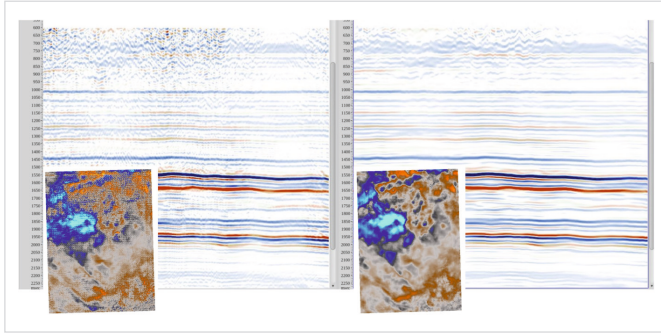


Рис. 5. Вертикальное сечение куба после миграции (слева сверху), результат постмиграционной обработки (справа сверху), горизонтальное сечение куба после миграции (слева снизу) и результат постмиграционной обработки (справа снизу)
Fig. 5. Vertical cube section after migration (upper left), result of post-migration processing (upper right), horizontal cube section after migration (bottom left) and result of post-migration processing (bottom right)

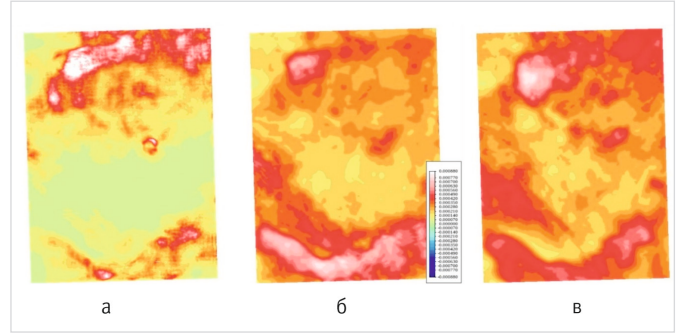


Рис. 6. Карты амплитуд вдоль горизонта Uk: а — результат стандартной обработки, б — результат применения специальных процедур для компенсации динамических искажений, в — эталон («правильный ответ»)
Fig. 6. Amplitude maps along Uk horizon: а — result of the standard processing; б — result of the use of special procedures for compensation of dynamic distortions, в — standard ("correct answer")

и эталонная карта показаны на рисунке 6. Несмотря на то, что визуальные результаты коррекции динамических искажений выглядят вполне удовлетворительными, количественные характеристики показывают, что погрешности остались существенными. Насколько они существенны и как согласуются с целевыми для разведки областями, определяют на этапе инверсий.

Можно ли уменьшить искажения параметров, оставшиеся в результате применения вышеозначенных процедур? Наверное, можно, однако способы в каждом конкретном случае будут подбираться индивидуально. Основные трудности с восстановлением динамики в рамках данного проекта сконцентрированы в области компенсации частотно-зависимого поглощения. Поэтому стоит разрабатывать и применять новые способы оценивания и компенсации поглощения как до миграции, так и в ходе нее. Помимо этого, стоит искать новые способы контроля динамики в процессе обработки.

В данной работе обсуждались в основном традиционные методы, за исключением эталонирования. Авторы надеются, что и оно вскоре станет весьма традиционным приемом в обработке данных сейсморазведки, ведь сложно не признавать его эффективность. Однако заметим, что смоделированные данные являются отличным полигоном для отработки новых приемов и методик обработки, а также для сопоставления различных подходов к решению задач и обоснованной оптимизации технологий.

Итоги

Полученные результаты доказали эффективность использования интегрального подхода

для моделирования волновых полей, который позволяет корректно осуществлять моделирование как кинематических, так и динамических особенностей волнового поля. Характер и диапазон оставшихся динамических и структурных искажений, которые мы можем оценить в сравнении с модельным волновым полем, должны учитываться при применении графа обработки в работе с реальными сейсмическими данными.

Эталонирование как способ коррекции динамических искажений волновых полей показал себя с положительной стороны, позволяя эффективно компенсировать влияние аномалиеобразующих объектов.

Выводы

Рассматриваемые в работе подходы и методики применимы как в региональном масштабе, для изучения эффективности параметров полевых съемок при решении конкретных геологических задач и применяемого графа обработки, так и локально на конкретном участке, с целью коррекции динамических искажений волновых полей для дальнейшей динамической интерпретации данных сейсморазведки. Авторы работы уверены, что без применения подобных инструментов корректировки дальнейшая динамическая интерпретация, в частности, инверсионные преобразования, всегда будут сопряжены с повышенным уровнем неоднозначности.

Литература

1. Власов С.В., Шарин С.В., Фиников Д.Б. Изучение вопросов оптимизации сейсморазведочных работ на основе моделирования волновых полей. Международная научно-практ.

конференция ГеоСочи, Сочи, 24–28 апреля 2017, С. 142–145.

2. Власов С.В., Силаенков О.А. Дополнительные возможности параметризации сейсмических волновых полей при построении глубинно-скоростных моделей сред на примере обработки синтетических данных. Международная научно-практ. конференция ГеоСочи, Сочи, 24–28 апреля 2018, С. 146–149.
3. Каплан С.А., Лебедев Е.Б., Шалашников А.В., Фиников Д.Б. Прямые задачи в обработке и интерпретации сейсмических данных. Санкт-Петербург-2016. Через интеграцию геонаук — к постижению гармонии недр: тезисы докл. между. науч.-практ. конф., Россия, Санкт-Петербург, 11–14 апреля 2016 г.
4. Фиников Д.Б., Шалашников А.В. Атрибутная миграция для построения угловых и азимутальных разверток сейсмических изображений // Геофизика. 2009. № 2. С. 16–22.
5. Шалашников А.В., Фиников Д.Б., Хохлов И.Х., Иванов А.М. Новые подходы в оптимизации расчета волновых полей, связанных непосредственно с выделенной целевой областью сейсмического отклика // Геофизические технологии, 2019, № 1. С. 4–32.
6. Finikov D.B., Shalashnikov A.V. Wave-field transformation method in layered depth-velocity models. IT for Geosciences 2012: First international conference, Dubna, Russia, 7–9 December 2012. (In Eng).

ENGLISH

Results

The obtained results proved the effectiveness of using the integral approach for modeling wave fields, which allows for correct modeling of both kinematic and dynamic features of the wave field.

The nature and range of the residual dynamic and structural distortions that we can evaluate compared to the simulated wave field must be considered when applying the processing graph, when working with the real seismic data.

Calibration as a method of correcting dynamic distortions of wave fields has shown itself on the positive side, allowing to effectively compensate for the impact of anomalies-forming objects.

Conclusions

The approaches and methods reviewed in the work are applicable both regionally, to study the efficiency of the field survey parameters in solving the certain geological tasks and the applied processing graph, and locally at a certain site, in order to correct dynamic distortions of the wave fields for further dynamic interpretation of seismic data. The authors of the work believe that without the use of such correction tools further dynamic interpretation, in particular inversion transformations, will always entail an increased level of ambiguity.

References

1. Vlasov S.V., Sharin S.V., Finikov D.B. Study of optimization issues of seismic surveys based on wave field modeling. Materials of the international scientific and practical conference "GeoSochi", Sochi, April 24–28, 2017, P. 142–145. (In Russ).
2. Additional possibilities of parameterization of seismic wave fields in the construction of depth-velocity models of media on the example of synthetic data processing. Materials international. Scientific and practical. conference "GeoSochi", Sochi, April 24–28, 2018, P. 146–149. (In Russ).
3. Kaplan S.A., Lebedev E.B., Shalashnikov A.V., Finikov D.B. Direct problems in seismic data processing and interpretation. Saint Petersburg International Conference & Exhibition – Understanding the Harmony of the Earth's Resources through Integration of Geosciences Saint Petersburg, Russia, 11–14 April 2016. (In Russ).
4. Finikov D.B., Shalashnikov A.V. Attribute migration for the creation of azimuth angle domain imaging. Geophysics, 2009, issue 2, P. 16–22. (In Russ).
5. Shalashnikov A.V., Finikov D.B., Khokhlov N.I., Ivanov A.M. New approaches in optimization of calculation of wave fields directly related to the selected target area of seismic response. Russian Journal of Geophysical Technologies, 2019, issue 1. C. 4–32. (In Russ).
6. Finikov D.B., Shalashnikov A.V. Wave-field transformation method in layered depth-velocity models. IT for Geosciences 2012: First international conference, Dubna, Russia, 7–9 December 2012. (In Eng).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Власов Сергей Викторович, к.г.-м.н., старший эксперт, ООО «РН-БашНИПинефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Уфа, Россия; доцент кафедры «Цифровые технологии в петрофизике», ФГБОУ ВО УУНИТ, Россия, Уфа
Для контактов: vlasovsv1@bnipi.rosneft.ru

Шарин Сергей Викторович, эксперт, ООО «БашНИПинефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Уфа, Россия

Овчинников Кирилл Радиславович, ведущий геофизик, ООО «Сейсмотек», Москва, Россия

Фиников Дмитрий Борисович, к.т.н., директор департамента разработки алгоритмического и программного обеспечения, ООО «Сейсмотек», Москва, Россия

Шалашников Андрей Владимирович, ведущий программист, ООО «Сейсмотек», Москва, Россия

Vlasov Sergey Viktorovich, candidate of geological and mathematical sciences, senior expert, "RN-BashNIPIneft" LLC ("Rosneft" PJSC Group Company), Ufa, Russia; associate professor "Digital technologies in petrophysics", UUNIT, Ufa, Russia
Corresponding author: vlasovsv1@bnipi.rosneft.ru

Sharin Sergey Viktorovich, expert, "RN-BashNIPIneft" LLC ("Rosneft" PJSC Group Company), Ufa, Russia

Ovchinnikov Kirill Radislavovich, leading geophysicist, "Seismotech" LLC, Moscow, Russia

Finikov Dmitry Borisovich, candidate of engineering sciences, director of the department of algorithmic and software development, "Seismotech" LLC, Moscow, Russia

Shalashnikov Andrey Vladimirovich, lead programmer, "Seismotech" LLC, Moscow, Russia



04–08 СЕНТЯБРЯ 2023, МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ (отель «МАСК»)

Бурение, освоение, испытания, ремонт и эксплуатация горизонтальных скважин. Инновации в области добычи нефти и газа.
Промышленная безопасность на ОПО нефтегазовой отрасли

09–13 ОКТЯБРЯ 2023, ТЮМЕНЬ

Кадровый ресурс – потенциал повышения эффективности и безопасности компании. Оценка квалификаций и развитие персонала

+7 3452 520-958

бронирование участия в конференциях
academy.intechol.com

Генеральный информационный партнер

**ЭКСПОЗИЦИЯ
НЕФТЬ ГАЗ**