

М. И. Протасов^{1}, А.С. Сорокин², Р.Р. Хуснитдинов², В.А. Фазгерва²*

Влияние графа обработки сейсмических данных на качество изображений построенным по рассеянным волнам

¹ Институт нефтяной геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск,
Российская Федерация

² Научно-Технический Центр «Газпромнефти» (ООО «Газпромнефть-НТЦ»), г. Тюмень
Российская Федерация

* e-mail: protasovmi@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Рассеянные волны используются для построения дифракционных сейсмических изображений. В рамках данной работы проведено исследование двух различных сценариев обработки сейсмических данных на результат построения дифракционных изображений. Используемые реальные данные прошли стандартный граф обработки, ориентированный этот граф на отражённые волны, а также они были обработаны в рамках другого графа обработки с максимальным сохранением рассеянной компоненты. В работе на конкретном примере оценена возможность использования различных сценариев обработки для построения достоверных дифракционных изображений.

Ключевые слова: граф обработки сейсмических данных, рассеянные волны, дифракционные изображения

M. I. Protasov^{1}, A. S. Sorokin², R. R. Khusnitdinov², V.A. Fagerewa²*

The influence of the seismic data processing workflow on the quality of scattering waves images

¹ Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

² Gazpromneft NTC LLC, Tyumen, Russian Federation

* e-mail: protasovmi@ipgg.sbras.ru

Abstract. Scattered waves are used to construct diffraction seismic images. In this paper, we study two different workflows for seismic data processing on the diffraction imaging results. We use the real data went through a standard processing workflow, which is oriented on reflected waves processing, and we use the the same real data but processed via another workflow with maximum preservation of the scattered component. The work uses a specific example to evaluate the possibility of using various processing workflows to construct reliable diffraction images.

Keywords: seismic data processing workflow, scattering waves, diffraction images

Введение

Способность с максимально доступной точностью локализовать разломы, трещины и каверны, а также определять их свойства имеет первостепенное значение для обеспечения эффективной разработки нефтегазовых залежей. Рассеянные волны используются для построения дифракционных сейсмических изображений.

жений, которые дают дополнительную информацию, позволяющую локализовать и охарактеризовать объекты дифракции/рассеяния, к которым относятся разломы, трещины и каверны.

Существуют различные алгоритмы их выделения, которые можно разделить на три класса по отношению к процессу обработки: в области данных [1], в процессе миграции [2] и при обработке изображений [3]. В рамках данной работы проведено исследование двух различных сценариев обработки сейсмических данных на результат построения дифракционных изображений, а именно на результат процедуры объектно-ориентированного построения дифракционных изображений [4], когда выделение отражённых волн и их фокусировка на изображении происходят в процессе миграции за счёт специальных весов миграции и асимметричного суммирования.

В данной работе были использованы реальные данные, которые прошли стандартный граф обработки, проводимый в производственных организациях и являющийся передовым на сегодняшний день, который ориентирован на отражённые волны. Эти же исходные данные были обработаны в рамках другого графа обработки с максимальным сохранением рассеянной компоненты. Таким образом эти данные позволят решить практически важную задачу, а именно, оценить возможность использования данных после стандартной обработки для построения достоверных дифракционных изображений по сравнению с использованием данных после обработки с сохранением рассеянной компоненты.

Метод построения дифракционных сейсмических изображений

Для расчёта дифракционного изображения предлагается использовать принцип асимметричного суммирования данных [4, 5]. В таком подходе используется концепция построения селективных изображений. Относится этот подход к классу алгоритмов выделения рассеянной компоненты во время миграции. В данном конкретном алгоритме в процессе частичной миграции данных за счёт кинематических свойств оператора миграции происходит когерентное суммирование именно рассеянной компоненты, порождённой рассеивающими объектами целевой области, если таковые там имеются. Для обработки больших объёмов 3D сейсмических данных за разумное время важна эффективная реализация алгоритма, что и было сделано и подробно описано в работе [5].

Построение дифракционных изображений по реальным данным

Сначала с использованием описанного выше алгоритма построения дифракционных изображений были обработаны реальные 3D сейсмические данные, которые прошли стандартный граф обработки, ориентированный на отражённые волны. Из сравнительного анализа построенных изображений на отражённых и рассеянных волнах следует, что эти изображения являются кинематически корректными (Рис. 1а, 1б). «Сильную дифракцию» в использованных обработанных данных возможно выделить и построить по ним дифракционное изображение, но на этом изображении частично остаются изображения отражённых волн, что может затруднять интерпретацию (Рис. 1б, 2б).

Затем мы применили алгоритм построения дифракционных изображений к реальным 3D сейсмическим данным, которые прошли граф обработки с максимальным сохранением рассеянной компоненты. Дифракционные изображения, полученные по данным с сохранением рассеянных волн, являются более сфокусированными и более разрешёнными (Рис. 1б, 1в, 2б, 2в). Остаточные изображения отражённых волн проявляются, но не являются существенными. Часть амплитудных аномалий соответствует структурным несогласиям, которые должны породить дифракции (Рис. 2а, 2в).

Более детальный сравнительный анализ вертикальных срезов дифракционных изображений, полученных по данным после двух описанных графов, показывает, что изображение по данным после графа с сохранением рассеянной компоненты (Рис. 1в) является более сфокусированным и содержит объекты, которые более локализованы по горизонтали, по сравнению с изображением по данным после стандартного графа (Рис. 1б). Это указывает на то, что изображение по данным после стандартного графа по большей части содержит «остатки» отражённых волн, тогда как на изображении по данным после второго графа доминирует рассеянная компонента волнового поля. В дополнении к этому горизонтальные срезы дифракционных изображений в слое, где расположены геологические объекты, которые должны породить сильную дифракцию, радикально различаются (Рис. 2). При этом дифракционное изображение по данным после стандартного графа (Рис. 2б) слабо связано с изображением по отражённым волнам (Рис. 2а), на котором прослеживаются объекты сильной дифракции, что говорит о том, что оно не пригодно для интерпретации. С другой стороны, изображение по данным после графа с сохранением рассеянной компоненты (Рис. 2в) достаточно хорошо соответствует изображению по отражённым волнам (Рис. 2а). А именно, максимальные амплитуды дифракционного изображения (жёлтым цветом на Рис. 2в) соответствуют сильным объектам дифракции на изображении по отражённым волнам (жёлтым цветом на Рис. 2а).

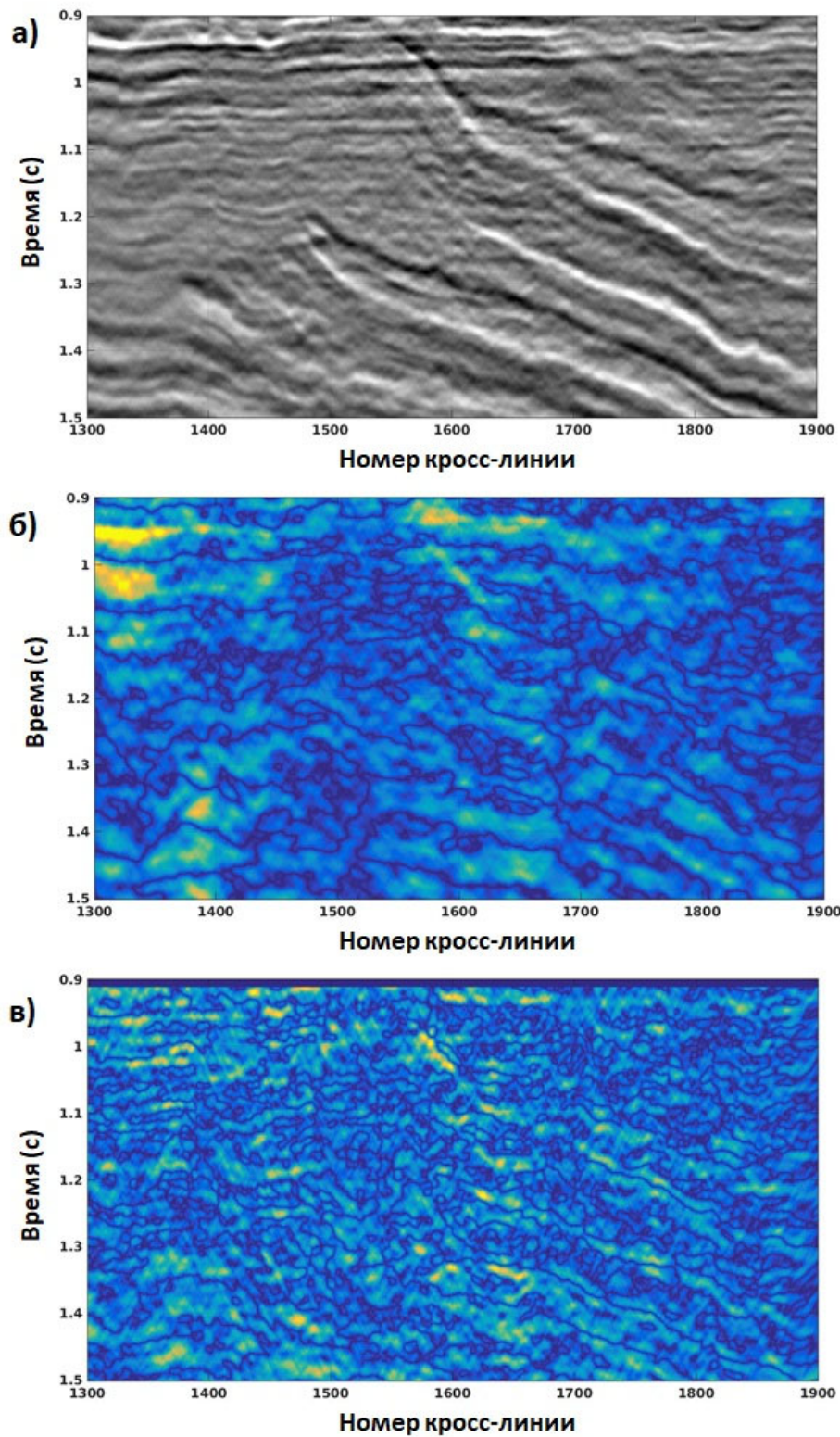


Рис. 1. Вертикальные разрезы на линии номер 1300: а) суммарное изображение отражённых волн, построенное по данным после стандартного графа обработки; б) дифракционное изображение, построенное по данным после стандартного графа обработки; в) дифракционное изображение, построенное по данным после графа обработки с максимальным сохранением рассеянной КОМПОНЕНТЫ.

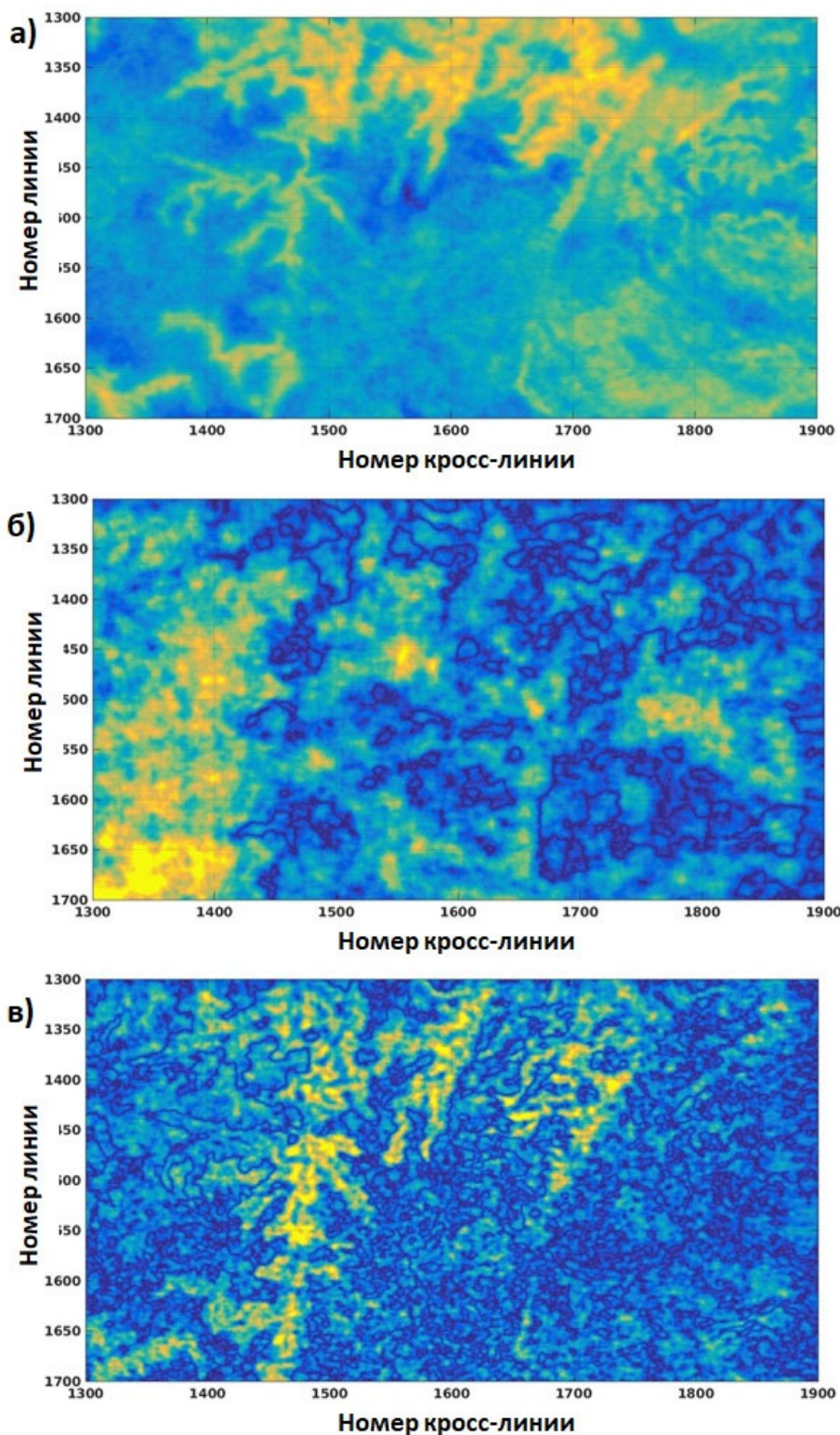


Рис. 2. Горизонтальные разрезы на времени 0.95 секунды: а) суммарное изображение отражённых волн, построенное по данным после стандартного графа обработки; б) дифракционное изображение, построенное по данным после стандартного графа обработки; в) дифракционное изображение, построенное по данным после графа обработки с максимальным сохранением рассеянной компоненты.

Заключение

В работе исследованы два сценария обработки данных 3D сейсморазведки на предмет построения дифракционных изображений, пригодных для интерпретации. Построены дифракционные изображения целевой области по двум наборам данных: после стандартного графа обработки и после графа обработки с сохранением рассеянных волн.

Из сравнительного анализа построенных дифракционных изображений следует, что по данным, которые обработаны с ориентацией на отражённые волны трудно, а местами невозможно построить достоверные дифракционные изображения, поэтому необходимо проводить обработку, ориентированную на рассеянные волны. Также из анализа следует, что дифракционные изображения, полученные по данным с сохранением рассеянной компоненты, являются более достоверными по сравнению с результатами для данных после стандартного графа обработки, и их можно использовать для интерпретации.

Хотя исследование было выполнено для конкретного алгоритма выделения рассеянной компоненты, относящегося к миграционному классу, считаем необходимым отметить, что при использовании других алгоритмов этого класса и для алгоритмов из двух других классов, работающих в области изображений или данных, вероятно будут получены аналогичные результаты, поскольку, если в графе обработки подавлена рассеянная компонента, то и выделить её становится трудно достижимым или практически невозможным.

Благодарности

Данная работа выполнена при частичной поддержке Российского Научного Фонда, грант № 21-71-20002. Численные результаты работы были получены с использованием вычислительных ресурсов суперкомпьютерного центра Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (scc.spbstu.ru).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bansal R., Imhof M. Diffraction enhancement in prestack seismic data: Geophysics. – 2005. – v. 70. – p. 73-79.
2. Fomel S., Landa E., Taner T. Poststack velocity analysis by separation and imaging of seismic diffractions: Geophysics. – 2007. – v. 72. – p. 89–94.
3. Moser T.J., Howard C.B. Diffraction imaging in depth: Geophysical Prospecting. – 2008. – v. 56. – p. 627–642.
4. Protasov M.I., Reshetova G.V., Tcheverda V.A. Fracture detection by Gaussian beam imaging of seismic data and image spectrum analysis. Geophysical Prospecting: Geophysical Prospecting. – 2016. – v. 64. – p. 68–82.
5. Protasov M.I. High-performance implementation of 3D seismic target-oriented imaging. Communications in Computer and Information Science. – 2022. – V. 1510. – P. 125–136.

© М. И. Протасов, А. С. Сорокин, Р. Р. Хуснитдинов, 2024