



УДК 550.834  
<https://doi.org/10.51890/2587-7399-2025-10-1-6-13>

© Коллектив авторов,  
2025



# ВЛИЯНИЕ ГРАФОВ ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ДИФРАКЦИОННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПУТЁМ МИГРАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ: СТАНДАРТНЫЙ ГРАФ И С СОХРАНЕНИЕМ РАССЕЯННЫХ ВОЛН

**М.И. Протасов<sup>1,\*</sup>, А.С. Сорокин<sup>2</sup>, Р.Р. Хуснитдинов<sup>3</sup>, В.А. Фагерева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука» СО РАН (ИНГГ СО РАН), РФ, Новосибирск

<sup>2</sup>Группа компаний «Газпром нефть», РФ, Тюмень

<sup>3</sup>Группа компаний «Газпром нефть», РФ, Санкт-Петербург

**Электронный адрес:** [protasovmi@ipgg.sbras.ru](mailto:protasovmi@ipgg.sbras.ru)

**Введение и цель.** Рассеянные волны используются для построения дифракционных сейсмических изображений. В рамках данной работы проведено исследование двух различных сценариев обработки сейсмических данных с целью определения их влияния на дифракционные изображения, полученные с использованием миграционных преобразований.

**Материалы и методы.** Используемые реальные данные прошли стандартный граф обработки, ориентированный 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 с использованием объектно-ориентированной миграции с асимметричным суммированием данных.

**Результаты и заключение.** В результате построены дифракционные изображения целевой области по этим наборам данных. 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.

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

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Благодарности:** исследование выполнено при частичной поддержке Российского научного фонда, грант № 21-71-20002-П. Результаты работы были получены с использованием вычислительных ресурсов суперкомпьютерного центра Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого ([sccc.spbstu.ru](http://sccc.spbstu.ru)).

**Для цитирования:** Протасов М.И., Сорокин А.С., Хуснитдинов Р.Р., Фагерева В.А. Влияние графов обработки сейсмических данных на дифракционные изображения, полученные путём миграционных преобразований: стандартный граф и с сохранением рассеянных волн. ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2025;10(1):6–13. <https://doi.org/10.51890/2587-7399-2025-10-1-6-13>

*Статья поступила в редакцию 08.12.2024*

*Принята к публикации 24.01.2025*

*Опубликована 31.03.2025*

THE INFLUENCE OF SEISMIC DATA PROCESSING WORKFLOWS ON DIFFRACTION IMAGES CREATED BY MIGRATION OPERATORS: STANDARD WORKFLOW AND WITH PRESERVATION OF SCATTERED WAVES

**Maxim I. Protasov<sup>1,\*</sup>, Andrey S. Sorokin<sup>2</sup>, Rustam R. Khusnitdinov<sup>3</sup>, Veronika A. Fagerева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>IPGG SB RAS, RF, Novosibirsk

<sup>2</sup>Gazprom neft company group, RF, Tyumen

<sup>3</sup>Gazprom neft company group, RF, Saint-Petersburg

**E-mail:** [protasovmi@ipgg.sbras.ru](mailto:protasovmi@ipgg.sbras.ru)

**Background and aim.** Scattered waves are used to create diffraction seismic images. Within this work, two different seismic data processing scenarios were studied in order to determine their impact on diffraction images obtained using migration transformations.

**Materials and methods.** The real data went through a standard processing graph oriented on reflected waves, and they were also processed within another processing graph with maximum preservation of the scattered component. In the work on that specific example we evaluate the possibility of using various processing scenarios to construct reliable diffraction images got by target-oriented asymmetric migration operator.

**Results and conclusions.** As a result, diffraction images of the target area are constructed from these data sets. From a comparative analysis of the constructed diffraction images we conclude that from data processed with a focus on reflected waves it is difficult, and in some places impossible, to construct reliable diffraction images, therefore it is necessary to carry out processing focused on scattered waves. Also, we conclude from that analysis that diffraction images obtained from data with the preservation of the scattered component are more reliable compared to the results for data after a standard processing graph, and they can be used for interpretation.

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

**Conflict of interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Acknowledgements:** The research is partially supported by Russian Science Foundation, grant 21-71-20002-П. We use the computational resources of Peter the Great SaintPetersburg Polytechnic University Supercomputing Center (scc.spbstu.ru) to provide the numerical experiments and to obtain the numerical results.

**For citation:** Protasov M.I., Sorokin A.S., Khusnitdinov R.R., Fagereva V.A. The influence of seismic data processing workflows on diffraction images created by migration operators: standard workflow and with preservation of scattered waves. PRONEFT. Professionally about oil. 2025;10(1):6–13. <https://doi.org/10.51890/2587-7399-2025-10-1-6-13>

*Manuscript received 08.12.2024*

*Accepted 24.01.2025*

*Published 31.03.2025*

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

К настоящему времени известно большое количество подходов к обработке рассеянных волн. Выделим наиболее используемые на практике алгоритмы. В работах [1, 2, 3] предлагается комплекс процедур для усиления дифракционной компоненты и ослабления зеркальных отражений, который позволяет извлекать информацию, содержащуюся в рассеянных волнах. В работе [4] предложен метод выделения рассеянной компоненты волнового поля на основе, так называемого «разрушителя плоских волн», где происходит локальное удаление плоских событий. В работе [5] развит подход к построению дифракционного изображения в глубинной области в контексте миграции до суммирования. Авторы использовали тот факт, что обычная миграция может быть разделена на два этапа: использующий и отображающий

зеркальные отражения и подавляющий или ослабляющий их путём конструирования специальной весовой функции в миграционном операторе. Анализ сейсмограмм в координатах структурных углов показывает существенное различие поведения в этих переменных отражённых и дифрагированных волн, и на этой основе предложен ряд эффективных алгоритмов их выделения [6]. При этом эффективной процедурой разделения в этой области является фильтрация в области преобразования Радона, использующего параболы со смещенной вершиной для параметризации отраженных волн и квазилинейную параметризацию дифрагированных волн.

## ПРОВЕДЕНО ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХ СЦЕНАРИЕВ ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ЦЕЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ДИФРАКЦИОННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИГРАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МИГРАЦИИ С АСИММЕТРИЧНЫМ СУММИРОВАНИЕМ ДАННЫХ.

Все эти и другие алгоритмы выделения рассеянной компоненты можно разделить на три класса по отношению к процессу обработки: в области данных (например, [7]), в процессе миграции (например, [5]) и при обработке изображений (например, [4]).

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 [3], когда выделение отражённых волн и их фокусировка на изображении происходят в процессе миграции за счёт специальных весов миграции и асимметричного суммирования. Суть подхода к построению детальных объектно-ориентированных сейсмических изображений объектов заключается в миграционном преобразовании, осуществляемом в структурных углах, и основанном на гауссовых пучках, выбираемых специальным образом [3]. В совокупности это даёт возможность получать так называемые селективные изображения среды, на которых изображение целевых объектов получается с максимальным разрешением и высоким отношением сигнал/помеха. Используемые реальные данные представляют интерес с той точки зрения, что они прошли стандартный граф обработки, проводимый в производственных организациях. При этом такой граф является передовым

на сегодняшний день, и ориентирован он на отражённые волны. Эти же исходные данные были обработаны в рамках другого графа обработки с максимальным сохранением рассеянной компоненты. С практической точки зрения это очень важная задача, поскольку позволяет оценить возможность использования данных после стандартной обработки для построения достоверных дифракционных изображений по сравнению с использованием данных после обработки с сохранением рассеянной компоненты.

## ГРАФЫ ОБРАБОТКИ И ИХ РЕЗУЛЬТАТЫ

Как было сказано выше, в работе рассматриваются два графа обработки. Первый представляет собой современный граф обработки, в который входят большое количество процедур, нацеленных на максимально качественное выделение отражённых волн и при этом существенное подавление всех остальных типов волн, включая рассеянные волны. В **таблице 1** приведён список и последовательность основных процедур с указанием предполагаемого негативного

**Таблица 1.** Основные процедуры стандартного графа обработки сейсмических данных и их предполагаемое негативное влияние на рассеянные волны. Составлено авторами

**Table 1.** Basic procedures of a standard seismic data processing graph and their expected negative impact on scattered waves. Compiled by the authors

Последовательность применения в графе обработки	Наименование процедуры современного стандартного графа обработки	Предполагаемое негативное влияние на рассеянные волны («+» — негативное влияние есть, «-» — негативное влияние отсутствует)
1	Адаптивное шумоподавление когерентных помех	-
2	Технология защиты от «утечки» сигнала	-
3	Подавление поверхностных волн в алиасинге	-
4	Частотно-разделенная медианная фильтрация	-
5	Подавление случайного и когерентного шума	+
6	Подавление когерентных помех	+
7	Подавление случайного и неоднородного шума	-
8	Частотно-зависимая поверхностно-согласованная коррекция амплитуд	-
9	Уплотнение данных в 16 раз с использованием шумоподавления	+
10	Подавление линейных помех и полнократных отраженных	+
11	Подавление кратных волн	-
12	Робастная поверхностно-согласованная деконволюция	-
13	Частотно-зависимая медианная фильтрация	-
14	Частотно-зависимая поверхностно-согласованная коррекция амплитуд	-
15	Остаточное подавление помех по общим удалениям	-
16	Подавление частично-кратных в интервале рифея по сейсмограммам ОСТ	-
17	5D регуляризация, увеличение плотности в 4 раза (уплотнение линий ПВ, ПП)	+

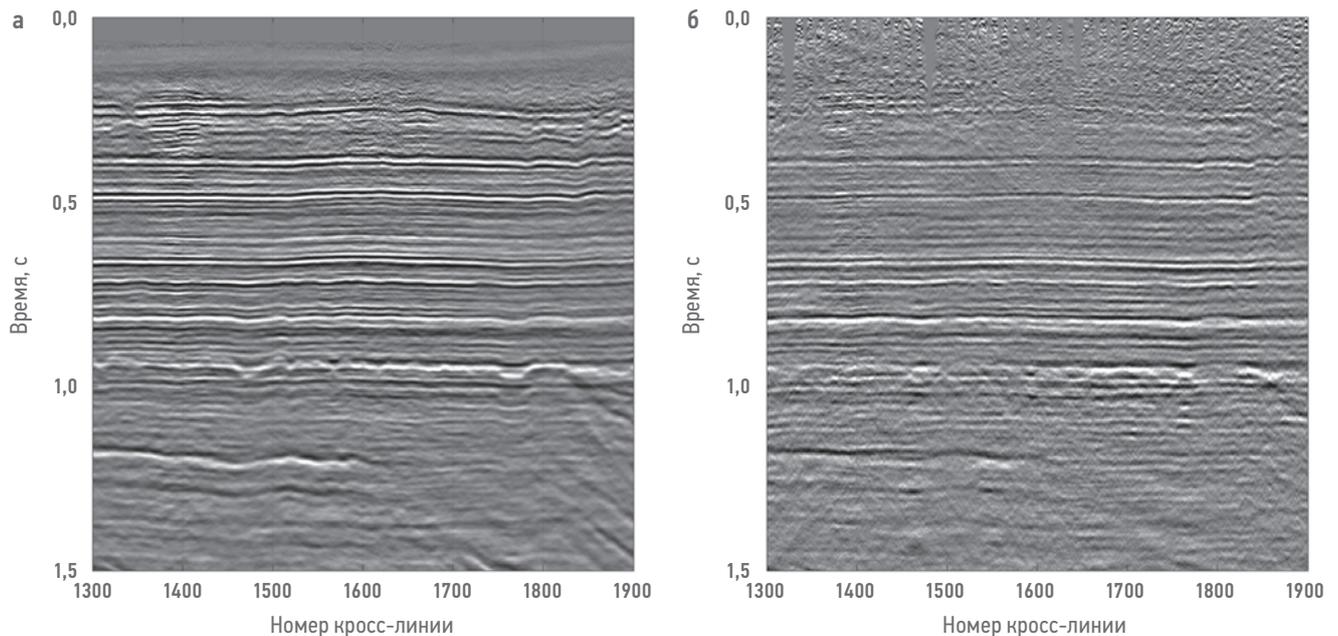
**Таблица 2.** Основные процедуры графа обработки сейсмических данных с сохранением рассеянных волн и их предполагаемое негативное влияние на рассеянные волны. Составлено авторами

**Table 2.** Basic procedures of a seismic data processing graph with preservation of scattered waves and their expected negative impact on scattered waves. Compiled by the authors

Последовательность применения в графе обработки	Наименование процедуры графа обработки с сохранением рассеянных волн	Предполагаемое негативное влияние на рассеянные волны («+» — негативное влияние есть, «-» — негативное влияние отсутствует)
1	Технология защиты от «утечки» сигнала	-
2	2D частотно-разделенная медианная фильтрация	-
3	Адаптивное подавление поверхностных волн в алиасинге	-
4	3D частотно-разделенная медианная фильтрация	-
5	3D FK-фильтрация	+
6	Низкочастотная пространственная фильтрация	-
7	Робастная поверхностно-согласованная деконволюция. Для расчета операторов деконволюции выполнено «агрессивное» шумоподавление	-
8	Низкочастотная пространственная фильтрация	-
9	3D FK-фильтрация	+
10	Подавление полнократных отраженных волн	+
11	2D медианная фильтрация	-
12	Частотно-зависимая поверхностно-согласованная коррекция амплитуд	-

влияния на рассеянную компоненту волнового поля. Конечно, эти предположения лучше численно проверить и подтвердить, тем не менее они обоснованы знанием того, каким именно образом работает конкретная процедура и, соответственно, что она может сделать с рассеянными волнами.

Второй граф можно обозначить как консервативный, в котором практически отсутствуют процедуры, которые предположительно оказывают негативное влияние на рассеянные волны (табл. 2). Соответственно называем этот граф направленным на сохранение рассеянных волн.



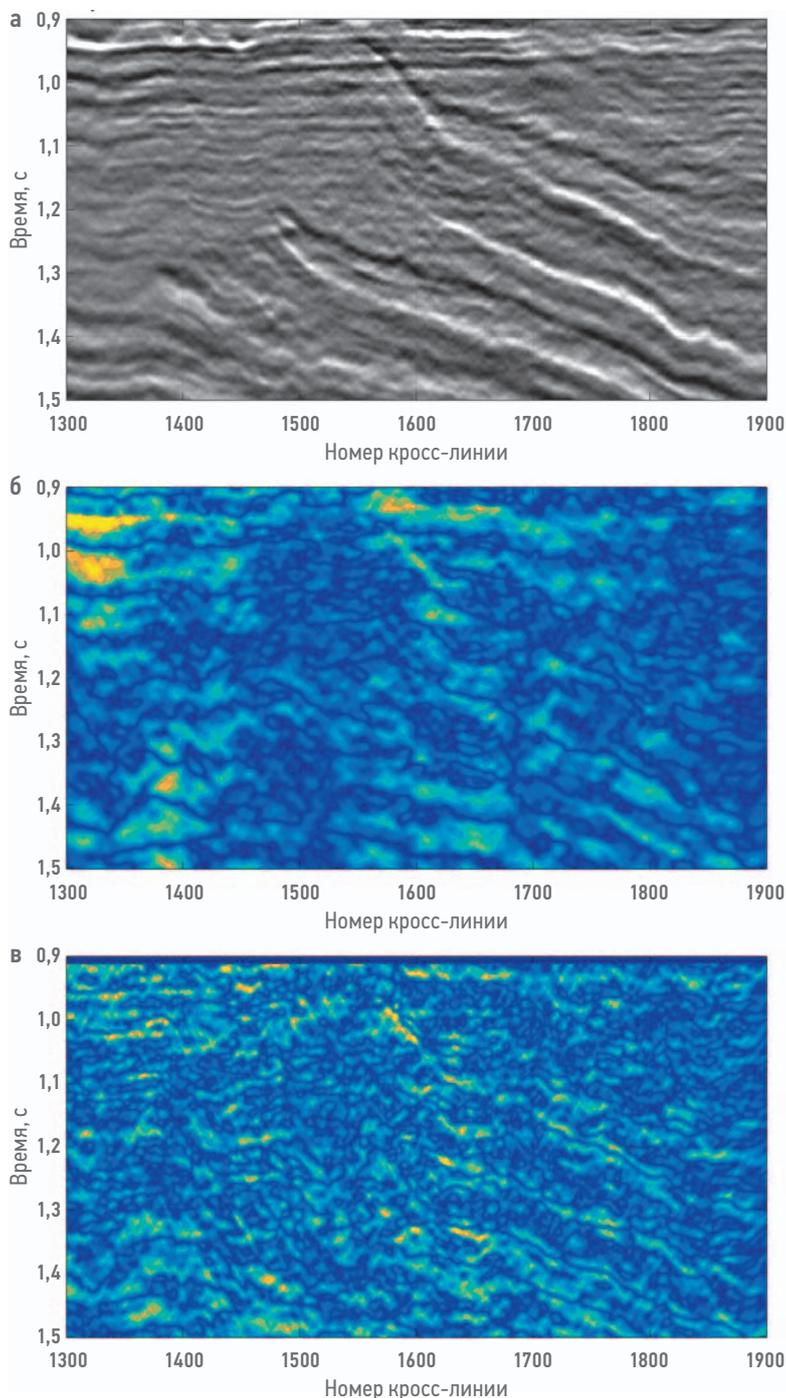
**Рис. 1.** а) суммарный временной разрез по данным после стандартного графа обработки сейсмических данных; б) суммарный временной разрез по данным после графа обработки сейсмических данных с сохранением рассеянных волн. Составлено авторами  
**Fig. 1.** а) time section of the data after a standard seismic data processing graph; б) time section of the data after the seismic data processing graph with preservation of scattered waves. Compiled by the authors

Подтверждением тому факту, что первый граф подавляет рассеянную компоненту волнового поля, а второй граф сохраняет, являются временные разрезы, полученные после обработки по первому (рис. 1а) и второму

(рис. 1б) графам. На временном разрезе по данным после графа обработки с сохранением рассеянной компоненты во временном интервале от 0,9 с до 1,2 с (рис. 1б) прослеживаются события, обладающие существенной кривизной и приближённо описываемые гиперболой, которые полностью отсутствуют в аналогичной части временного разреза после стандартного графа (рис. 1а). Такие события на фоне почти горизонтально слоистой структуры указывают на то, что это рассеянные волны, которые действительно сохранены после применения второго графа обработки и подавлены в результате использования стандартного графа.

### МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ДИФРАКЦИОННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Для расчёта дифракционного изображения предлагается использовать принцип асимметричного суммирования данных [3, 8]. 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. Также алгоритм, реализованный на этой основе, позволяет строить изображения целевых объектов с высоким разрешением и отношением сигнал/шум. Для достижения таких результатов используется трассирование гауссовых пучков из целевой области к системе наблюдения так, что они выбираются наиболее узконаправленными в точках изображения. При этом обеспечивается равномерность разрешающей способности по всему разрезу, что достигается вследствие автоматического выбора весов внутри алгоритма так, что в точках изображения выбираются одинаковые гауссовы пучки, а на поверхности наблюдения эти гауссовы пучки различны в зависимости от глубины/времени и структурных углов. Максимальная же разрешающая способность достигается за счёт доступной в сейсмических данных минимизации ширины гауссова пучка в точках изображения. Такой алгоритм построения изображений по гауссовым пучкам «выбирает» когерентные события и максимально фокусирует энергию в точку изображения, и поэтому изображения по гауссовым



**Рис. 2.** 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. Составлено авторами

**Fig. 2.** Vertical sections on the line number 1300: а) a stack image of reflected waves, constructed from data after a standard processing graph; б) a diffraction image constructed from data after a standard processing graph; в) a diffraction image constructed from data after the processing graph with maximum preservation of the scattered component. Compiled by the authors

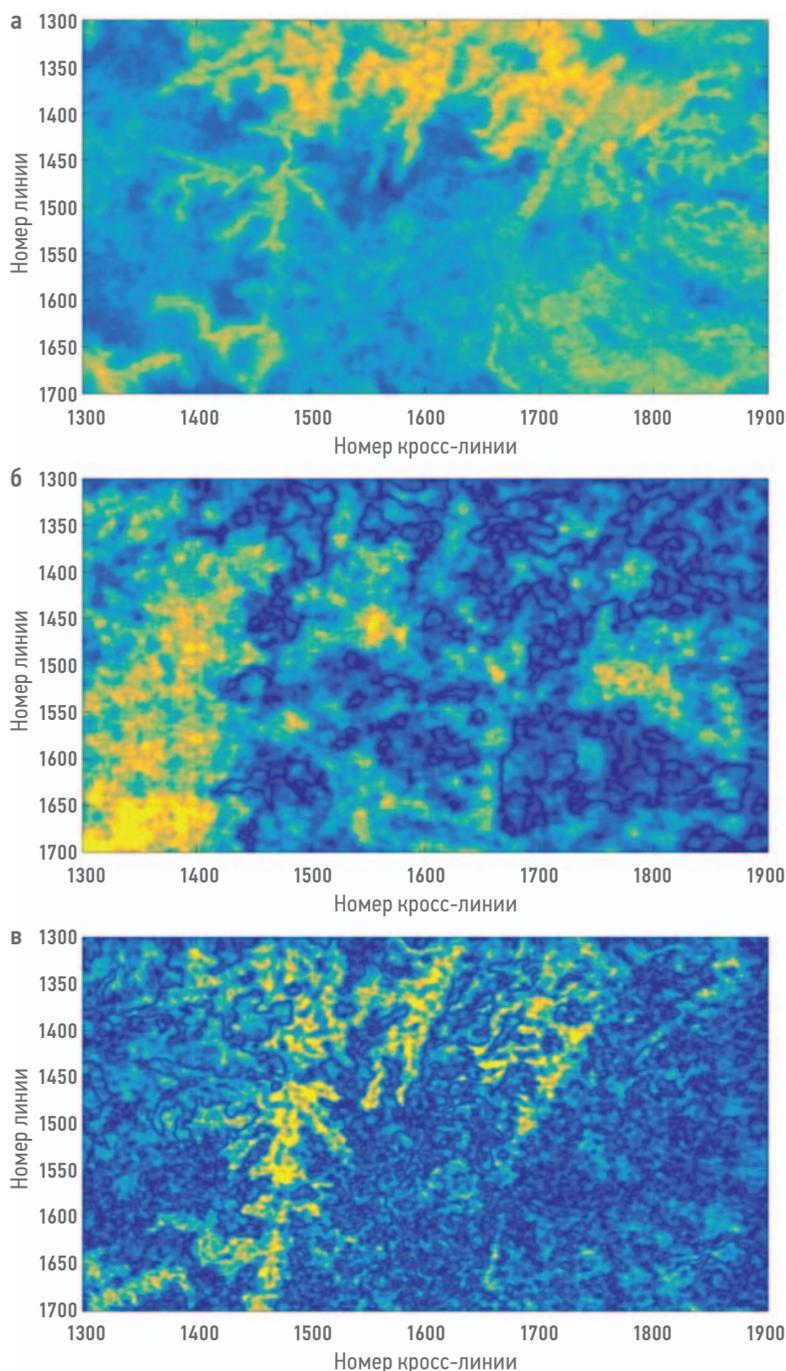
пучкам получают с высоким разрешением и соотношением сигнал/шум. Для обработки больших объёмов 3D сейсмических данных за разумное время важна эффективная реализация алгоритма, что и было сделано и подробно описано в работе [8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОСТРОЕНИЯ ДИФРАКЦИОННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Сначала с использованием описанного выше алгоритма построения дифракционных изображений 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 можно выделить и построить по ним дифракционное изображение, но на этом изображении частично остаются изображения отражённых волн, что может затруднять интерпретацию (рис. 1б, 2б). Затем применен 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. 2в) является более сфокусированным и содержит объекты, которые более локализованы по горизонтали по сравнению с изображением по данным после стандартного графа (рис. 2б). 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. 3). При этом дифракционное изображение по данным после стандартного графа (рис. 3б) слабо связано с изображением по отражённым волнам (рис. 3а), на котором прослеживаются объекты сильной



**Рис. 3.** 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. Составлено авторами

**Fig. 3.** Horizontal sections on the time 0.95 sec: а) a stack image of reflected waves, constructed from data after a standard processing graph; б) a diffraction image constructed from data after a standard processing graph; в) a diffraction image constructed from data after the processing graph with maximum preservation of the scattered component. Compiled by the authors

дифракции, что говорит о том, что оно не пригодно для интерпретации. С другой стороны, изображение по данным после графа с сохранением рассеянной компоненты (рис. 3в) достаточно хорошо соответствует изображению по отражённым волнам (рис. 3а). А именно: максимальные амплитуды дифракционного изображения (жёлтым цветом на рис. 3в) соответствуют сильным объектам дифракции на изображении по отражённым волнам (жёлтым цветом на рис. 3а).

## 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. Результаты проведенного анализа указывают на необходимость выполнять сквозной контроль сохранности рассеянной компоненты волнового поля в процессе обработки, например в том случае, если работы предусматривают прогноз зон трещиноватости на основе энергии рассеянных волн. Хотя исследование 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 труднодостижимым или практически невозможным.

## Список литературы

1. Поздняков В.А., Чеверда В.А. Фокусирующие преобразования сейсмических данных для площадных стационарных систем // Геология и геофизика. — 2005. — Т. 46. — № 3. — С. 328–337.
2. Шлэнкин С.И., Лавриненко А.Б. Миграция исходных сейсмозаписей на основе фокусирующих преобразований как средство повышения информативности сейсморазведки // Фундаментальные проблемы нефтегазгеологической науки. Кн. 2. Ред. Э.Д.Бакиров. М.: ВНИИОНГ. — 1990. — С. 145–154.
3. Protasov M.I., Reshetova G.V. and Tcheverda V.A. Fracture detection by Gaussian beam imaging of seismic data and image spectrum analysis // Geophysical Prospecting. — 2016. — V. 64. — P. 68–82.
4. Fomel S., Landa E., Taner T. Poststack velocity analysis by separation and imaging of seismic diffractions // Geophysics. — 2007. — V. 72. — P. 89–94.
5. Moser T.J., Howard C.B. Diffraction imaging in depth // Geophysical Prospecting. — 2008. — V. 56. — P. 627–642.
6. Klokov A., Landa E., Moser T.J. Separation and imaging of seismic diffractions in dip angle domain // 72th EAGE Ann. Mtg. Expanded Abstracts. — 2010.
7. Bansal R., Imhof M. Diffraction enhancement in prestack seismic data // Geophysics. — 2005. — V. 70. — P. 73–79.
8. Protasov M.I. High-performance implementation of 3D seismic target-oriented imaging // Communications in Computer and Information Science. — 2022. — V. 1510. — P. 125–136.

## References

1. Pozdnyakov V.A., Cheverda V.A. Focusing transformations of seismic data for 3D stationary systems. *Geologiya i geofizika [Geology and Geophysics]*. 2005, v. 46, no. 3, pp. 328–337. (In Russ.)
2. Shlenkin S.I., Lavrinenko A.B. Migration of original seismic records based on focusing transformations as a means of increasing the information content of seismic exploration. *Fundamental'nyye problemy neftegazogeologicheskoy nauki [Fundamental problems of oil and gas geological science]* Book 2. Ed. E.D. Bakirov. Moscow: VNIIONG, 1990, pp. 145–154. (In Russ.)
3. Protasov M.I., Reshetova G.V. and Tcheverda V.A. Fracture detection by Gaussian beam imaging of seismic data and image spectrum analysis. *Geophysical Prospecting*. 2016, v. 64, pp. 68–82.
4. Fomel S., Landa E., Taner T. Poststack velocity analysis by separation and imaging of seismic diffractions. *Geophysics*, 2007, v. 72, pp. 89–94.
5. Moser T.J., Howard C.B. Diffraction imaging in depth. *Geophysical Prospecting*. 2008, v. 56, pp. 627–642.
6. Klokov A., Landa E., Moser T.J. Separation and imaging of seismic diffractions in dip angle domain. 72th EAGE Ann. Mtg. Expanded Abstracts, 2010.
7. Bansal R., Imhof M. Diffraction enhancement in prestack seismic data. *Geophysics*. 2005, v. 70, pp. 73–79.
8. Protasov M.I. High-performance implementation of 3D seismic target-oriented imaging. *Communications in Computer and Information Science*. 2022, v. 1510, pp. 125–136.

## ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

**М.И. Протасов** — разработал концепцию статьи, сделал обработку сейсмических данных, подготовил текст статьи, и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

**А.С. Сорокин** — разработал план исследования, организовал проведение исследования и консультировал проведение обработки. Отредактировал и окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

**Р.Р. Хуснитдинов** — проводил геологическое сопровождение обработки, выбрал участок для проведения пилотного проекта. Отредактировал и окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

**В.А. Фагерева** — выполняла интерпретационное сопровождение обработки и провела экспертную оценку результатов обработки. Отредактировала и окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

**Maxim I. Protasov** — developed the concept of the article, did the processing of seismic data, prepared the text of the article, and agrees to take responsibility for all aspects of the work.

**Andrey S. Sorokin** — developed the investigation plan, organized the study and advised on the data processing. Corrected and approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

**Rustam R. Khusnitdinov** — carried out geological support of the processing, selected an area for a pilot project. Corrected and approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

**Veronika A. Fagereva** — provided interpretation support for processing and conducted an expert assessment of the processing results. Corrected and approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Максим Игоревич Протасов\*** — доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией, ФГБУН «Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Коптюга, 3. e-mail: protasovmi@ipgg.sbras.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0449-1639> SPIN-код: 2937-5442

**Андрей Сергеевич Сорокин** — руководитель проекта по разработке продуктов, Группа компаний «Газпром нефть»

**Рустам Рафаилович Хуснитдинов** — руководитель проекта по разработке продуктов, Группа компаний «Газпром нефть»

**Вероника Александровна Фагерева** — руководитель направления, Группа компаний «Газпром нефть»

**Maxim I. Protasov\*** — Dr. Sci. (Phys.-Math.), Head of laboratory, IPGG SB RAS 3, Koptuyug pr., 630090, Novosibirsk, Russia. e-mail: protasovmi@ipgg.sbras.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0449-1639> SPIN-код: 2937-5442

**Andrey S. Sorokin** — Product development project manager, Gazprom нефt company group

**Rustam R. Khusnitdinov** — Product development project manager, Gazprom нефt company group

**Veronika A. Fagereva** — Head of department, Gazprom нефt company group

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author