

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата технических наук Мраморовой Ирины Михайловны на тему:
«Методика применения миграции ПРО (параметрической развертки
отражений) в сложных геологических условиях».
по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков
полезных ископаемых»

Актуальность темы диссертации

Сейсмическая обработка в последние десятилетия превратилась в самостоятельную область цифровой индустрии задолго до объявленной «всеобщей цифровизации». С тех пор появилось очень большое количество процедур и приемов цифровой обработки сейсмических записей, для которых зачастую отсутствуют объективные критерии эффективности и адекватности реальной среде. В этом ряду особое место занимают процедуры сейсмической миграции, от которых во многом зависит информативность финального временного разреза, а, значит, и объективность последующей геологической интерпретации. И хотя в этом направлении сделано очень много различными школами исследователей, нерешенных вопросов осталось еще больше.

В связи с этим актуальность исследований не вызывает никаких возражений.

Обоснованность и достоверность результатов

Автор взял за основу т.н. миграцию ПРО, опирающуюся на преобразования во временной области на базе моделей эффективных скоростей, и всесторонне исследовал ее как для получения сейсмических изображений, так и для последующих интерпретационных возможностей.

Первоначально оценивалась адекватность восстановления различных модельных сред по синтетическим записям, подвергнутым миграционной

обработке в соответствии с алгоритмами ПРО. Затем это было сделано применительно к реальным сейсморазведочным данным в различных сейсмогеологических условиях в разных регионах, что позволило выявить отдельные особенности применения методики в каждом конкретном случае. Автор в работе сформулировал выводы и разработал методические рекомендации к применению метода миграции ПРО. Сделана попытка определить классы сред, для которых применение миграции ПРО наиболее эффективно в сравнении с другими методами решения обратной кинематической задачи.

Большинство выводов и результатов можно считать обоснованными. В некоторых случаях имеются небольшие комментарии и замечания, указанные в соответствующем разделе отзыва.

Научная новизна диссертации

Отдельные результаты, полученные автором в процессе исследований, имеют признаки научной новизны.

Так, впервые показана эффективность применения метода миграции ПРО для получения сейсмического изображения среды в районах со сложным геологическим строением. В ряде случаев на реальных данных в результате применения данного метода получены сейсмические изображения с геологическими элементами, не выявленными прежде при использовании других алгоритмов миграции. Это подтверждается имеющейся геолого-геофизической информацией.

Практическая значимость диссертации

Полученные результаты имеют немаловажное практическое значение. Показаны преимущества метода получения изображения среды (миграция ПРО) при изучении с помощью сейсморазведки районов со сложными тектоническими условиями.

Ценными являются и сами результаты применения метода в Приуралье, на севере Восточной Сибири, горном Кавказе.

Практическая ценность подкреплена предложенными автором методическими рекомендациями по применению метода.

Содержание диссертации

Работа состоит из введения, трех глав, заключения. Список литературы содержит 156 наименований. Общий объем диссертации составляет 123 страницы, в том числе 67 рисунков и 3 таблицы.

Во **введении**, как обычно, обосновывается актуальность темы диссертационной работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, формулируются цели и задачи исследования.

В **первой главе** представлен обзор основных и наиболее известных на сегодняшний день методов миграционных преобразований, применяемых в России и за рубежом. Автор отмечает, что, несмотря на различие возможностей всех методов, тем не менее, есть один общий недостаток всех способов получения изображения среды – это отсутствие универсальности.

В работе уделено внимание миграциям во временной области, алгоритмы которых основаны на среднескоростной модели среды, в то время как процедуры глубинной миграции остаются за кадром, хотя на сегодня они являются основными в индустрии. Автор противопоставляет относительную простоту временной миграции со средними скоростями вычислительной трудоемкости методов глубинной миграции. Это так, но все же на сегодня вычислительные мощности уже не являются барьером на пути к применению технологий.

Автор далее предлагает сравнивать результаты применения миграции ПРО, являющейся объектом исследования настоящей диссертационной работы, с временной миграцией Кирхгофа.

В начале **второй главы** представлены теоретические основы метода ПРО и миграции ПРО. В последующих разделах главы показаны примеры

применения миграции на различных моделях: простая модель однородной среды с криволинейной границей, модель с многочисленными разломами и модель с надвигами.

Для сравнения методов полученные в результате моделирования сейсмограммы подавались на вход скоростного анализа временной миграции Кирхгофа до суммирования и скоростного анализа миграции ПРО. На основе подобранных скоростей были проведены соответствующие миграции.

Модельные примеры позволили автору сделать вывод о целесообразности применения миграции ПРО на реальных данных в сложных сейсмогеологических условиях.

В **третьей главе**, самой объемной в работе, рассмотрены практические примеры применения миграции методом ПРО на реальных данных.

Демонстрируются возможности и преимущества его привлечения в граф обработки. При этом анализ результатов миграции ПРО и основные сравнения проводятся с временной миграцией Кирхгофа до суммирования, как и на модельных данных во второй главе. Рассмотрены три принципиально различающиеся по сейсмогеологическим условиям региона: Предуралье, Хатангский залив на севере Восточной Сибири, горный Кавказ. Все они весьма сложные, но автор в каждом случае показывает преимущества использования метода миграции ПРО в сравнении со стандартной time-миграцией по Кирхгофу.

По утверждениям автора указанные примеры позволили выявить преимущества метода миграции ПРО перед миграцией Кирхгофа. Данные результаты продемонстрировали возможности применения миграции ПРО для получения хорошо разрешенных сейсмических временных разрезов с прослеживаемыми сейсмическими отражениями в условиях круто падающих границ и складчатых зон, а также получение разрезов интервальных скоростей, информативных для дальнейшей интерпретации. В основном, с этими утверждениями можно согласиться.

Комментарии и замечания

Несмотря на общее, весьма положительное, впечатление о диссертационной работе, имеются некоторые общие замечания и пожелания следующего порядка:

- миграция ПРО производится во временной области с осредненными скоростными характеристиками, в то время как насущные производственные потребности отрасли в настоящее время лежат, в основном, в плоскости использования инструментов глубинной миграции;

- все методики, используемые и предлагаемые в работе, проиллюстрированы на данных 2D сейсморазведки, хотя выполняемый объем этих работ в мире и в России заметно сокращается в последние годы, уступая место широкомасштабному использованию 3D даже в относительно простых сейсмогеологических условиях. В этой связи для повышения практической ценности и востребованности результатов в дальнейшем следует распространить исследования на случай 3D сейсморазведки. Безусловно, это потребует большого объема дополнительных работ и численных экспериментов.

Кроме перечисленных выше общих замечаний можно указать несколько конкретных.

Так, автор настаивает на том, что интервальные скорости, полученные как попутный результат применения ПРО, можно использовать как дополнительный весьма информативный атрибут в интерпретации. В то же время на ряде приведенных рисунков они не везде выглядят убедительными и реалистичными. Например, даже на модельном примере в первой главе с надвигами на больших временах регистрации немало артефактов, не отражающих реальные скорости в среде. Это же относится к большим временам на примере материалов в Предуралье. Правда на небольших глубинах демонстрируется неплохое совпадение с данными ВСП.

Однако на реальных данных в Хатангском заливе и на участке горного Кавказа результаты скоростного анализа заметно реалистичнее и

информативнее. Скорее, можно согласиться с автором по поводу информативности интервальных скоростей ПРО для более простых сейсмогеологических условий с небольшими углами наклона границ.

Общее заключение

Высказанные в отзыве замечания и пожелания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» (по техническим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Мраморова Ирина Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор
профессор кафедры сейсмометрии и геоакустики геологического факультета
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,

Заслуженный деятель науки РФ
АМПИЛОВ Юрий Петрович

п
За

26 октября 2020 г.

Контактные данные:

тел.: +7 (495) 937-37-67, e-mail: info@seismic.geol.msu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Адрес места работы:

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д.1, Ц-03, МГУ имени М.В.

Ломоносова, геологический факультет, кафедра сейсмометрии и геоакустики.

Тел.: 8 495 939 13 01; e-mail: dean@geol.msu.ru