



Freie Universität Berlin, FB Geowissenschaften,
FR Geophysik, Malteserstr. 74-100, 12249 Berlin

Fachbereich
Geowissenschaften Institut für
Geologische
Wissenschaften

Prof. Dr. Serge A. Shapiro
Fachrichtung Geophysik
Malteserstr. 74 - 100
12249 Berlin

Telefon +49 30 838-70 839
Fax +49 30 838-458 675
E-Mail shapiro@geophysik.fu-berlin.de
Internet www.fu-berlin.de/geophysik
Bearb.-Zeichen
Bearbeiter/in

Berlin, 15.09.2017

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Шапиро Сергея Александровича на диссертацию Пономаренко Андрея Валерьевича «Восстановление скорости продольной волны в вертикально-неоднородной градиентной среде по данным быстрых поверхностных волн», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10.– «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Диссертационная работа Пономаренко А.В. посвящена актуальной в инженерной сейсморазведке теме решения обратной задачи по данным поверхностных волн. Автор предлагает новый метод восстановления профиля скорости продольной волны по данным быстрых поверхностных волн для вертикально-неоднородной среды.

Поверхностно-волновая сейсморазведка чаще всего ассоциируется с восстановлением профиля скорости поперечной волны в рамках модели среды из горизонтально-однородных упругих слоёв. Однако и решение задачи о восстановлении скорости продольной волны по данным поверхностных волн также не является новым. В англоязычной литературе за последние годы можно найти работы по этой теме, и в настоящей диссертационной работе этот вопрос находит подробное обсуждение с указанием библиографических ссылок. Существенным отличием предложенного в настоящей работе метода от рассмотренных в других источниках является

09/2-33 от 15.09.17

использование градиентных акустических моделей среды, а именно акустических моделей с линейным уменьшением квадрата медленности при увеличении глубины для восстановления профиля скорости продольной волны в упругих вертикально-неоднородных средах с малым отношением значения скорости поперечной волны к значению скорости продольной волны. Автор подробно описывает возможность использования такого приближения и показывает практическую применимость предложенного метода как на примерах численного моделирования, так и на примере работы с реальными сейсмическими данными. Поэтому данная работа представляет значительный научный и практический интерес.

Основная часть работы состоит из введения, четырёх глав и заключения. В приложение помещены некоторые математические выкладки, вынесенные за рамки основного текста.

В первой главе приведён обзор типов и свойств поверхностных волн, а также описаны методы их использования для решения задачи восстановления параметров исследуемой среды. Стоит отметить подробное описание метода обращения поверхностных волн (решения обратной задачи сейсморазведки по восстановлению параметров исследуемой среды с использованием данных поверхностных волн), а также проведение соответствия между англоязычными и русскоязычными терминами для описания поверхностных волн.

Во второй главе рассмотрено математическое описание градиентных моделей вертикально-неоднородной акустической среды с линейным уменьшением квадрата медленности с глубиной, используемых для решения поставленной обратной задачи. В главе приводится решение волнового уравнения, и выведены дисперсионные уравнения интерференционных волн для рассмотренных моделей среды.

В третьей главе рассмотрены несколько примеров восстановления профиля скорости продольной волны по данным численного моделирования с использованием одной из предложенных во второй главе моделей среды. Функционал невязки задаётся в оригинальной форме с использованием весовых коэффициентов. Практический интерес представляет пример восстановления скоростного строения вертикально-неоднородной

среды, а также пример использования предложенной модели среды с линейным уменьшением квадрата медленности в качестве начальной модели для метода полного обращения волнового поля.

В четвёртой главе показан пример восстановления профиля скорости продольной волны по реальным сейсмическим данным с использованием предложенных в работе моделей среды. Первая модель, так называемая однослойная модель, оказалась слишком простой для решения обратной задачи: полученные разными способами оценки скоростного профиля лишь частично согласуются с имеющимся скоростным профилем (называемым в работе сравнительным профилем), полученным для тех же данных и предоставленным автору. В рамках второй, более сложной двухслойной модели удалось получить оценку профиля скорости продольной волны по реальным сейсмическим данным, которая хорошо согласуется с сравнительным профилем. Отличием полученной оценки является её гладкость на двух широких интервалах изменения глубины. Кроме того, полученная оценка профиля скорости описывается малым количеством параметров по сравнению со сравнительным профилем, однако является менее точной.

После изучения предоставленной диссертационной работы возникло несколько вопросов и замечаний.

- 1) На стр. 10 и на стр. 81 автор, по-видимому, допустил опечатки: «Однако полученный скоростной профиль, представляющий стяженную кусочно-непрерывную оценку скоростного строения среды...» Полученная оценка является непрерывной кусочно-гладкой.
- 2) При задании функционала невязки автор использует весовые коэффициенты, и затем применяет взвешенный функционал невязки при решении обратной задачи по данным численного моделирования. Результат с использованием взвешенного функционала невязки оказался наилучшим из полученных для данного примера, так как позволил наиболее правильно использовать все имеющиеся данные (пикированные дисперсионные кривые интерференционных волн). Однако при решении обратной задачи по реальным данным автор не использовал взвешенный функционал невязки,



ограничившись единичными весовыми функциями. На стр.75 этому даётся некоторое объяснение: «Выбор функционала невязки, а также выбор единичных весовых функций объясняется тем, что при отсутствии однозначного соответствия между пикированными дисперсионными кривыми и каким-либо корнем дисперсионного уравнения такой способ представляется наиболее простым и обоснованным для решения поставленной обратной задачи.» Тем не менее было бы разумно попробовать показать использование взвешенного функционала при работе с реальными данными.

- 3) Полученная оценка скоростного профиля продольной волны при решении обратной задачи по реальным сейсмическим данным является менее точной по сравнению с имеющимся сравнительным профилем, полученным в рамках классической модели среды из горизонтально-однородных слоёв. В качестве преимуществ полученной оценки можно отметить её частичную гладкость, а также меньшее количество модельных параметров. При более сложном строении среды для её описания будет недостаточно и предложенной двухслойной модели, как и в рассмотренном случае было недостаточно использование однослойной модели. На стр. 80 автор упоминает об этом, замечая также, что «Расширение двухслойной модели на соответствующую многослойную модель аналогично расширению однослойной модели до двухслойной, но приведёт к увеличению количества параметров модели и, соответственно, увеличит время решения обратной задачи». Не совсем понятно, на сколько увеличится при этом время решения задачи, и не лучше ли в таком случае использовать классическую многослойную модель из горизонтально-однородных слоёв? Считаю, что автору стоило бы подробнее осветить вопрос увеличения количества слоёв, тем более что автор говорит о такой многослойной модели как о «предложенной интерпретационной модели приповерхностного акустического волновода» (стр. 11, «научная и практическая значимость», и на стр.12, «основные положения, выносимые на защиту»).

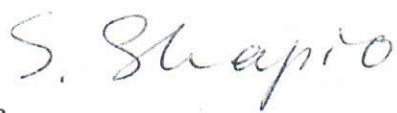
Несмотря на перечисленные замечания, диссертация Пономаренко А.В. является качественной научно-квалификационной работой и имеет научно-практическую ценность. Автор выполнил поставленные в работе цели, сформулированные результаты работы отражают основные достижения диссертации. Работа аккуратно оформлена, текст написан в едином стиле и хорошо читается как в русскоязычном, так и в англоязычном томах. Стоит отметить качественное оформление иллюстраций и списка литературы.

Диссертация Пономаренко Андрея Валерьевича на тему: «Восстановление скорости продольной волны в вертикально-неоднородной градиентной среде по данным быстрых поверхностных волн» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Пономаренко Андрей Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10.— «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Член диссертационного совета

Кандидат физ.-мат. наук, PhD, профессор Свободного Университета г. Берлин
Сергей Александрович Шапиро (Serge A. Shapiro)

Подпись



15.09.2017

Дата

