

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора геолого-минералогических наук, доцента Писецкого Владимира Борисовича на диссертационную работу Долгих Юрия Николаевича «Комплексная адаптивная технология кинематической инверсии данных сейсморазведки в условиях неоднородной верхней части разреза», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

### *1. Актуальность темы диссертационного исследования.*

Автор настоящей диссертационной работы рассматривает чрезвычайно сложную проблему построения глубинно-скоростных моделей (ГСМ) осадочного чехла на уровне точности в 10 метров в условиях мозаичной структуры мерзлых пород в верхней части геологического разреза. Такая проблема требует рассмотрения многих теоретических, методических и технологических задач. Соответственно, автор поставил перед собой цель разработать комплексную адаптивную технологию кинематической инверсии данных сейсморазведки, обеспечивающую необходимый в настоящее время уровень точности ГСМ изучаемого разреза в условиях неоднородной верхней части разреза. Бесспорно, такой подход имеет перспективу достижения поставленной цели и повышения коэффициента успешности поиска малоразмерных продуктивных объектов, которые в ближайшем будущем составят основной фонд углеводородного сырья в северных районах Западной Сибири.

Поэтому тему рассматриваемой диссертации, направленной на развитие теоретических и методических основ применения сейсморазведки в нефтегазовой отрасли следует признать актуальной.

### *2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.*

Структура диссертационной работы по разделам соответствует сформулированным научным положениям, но, на взгляд автора настоящего отзыва, последовательность защищаемых положений логично выстроить по классической схеме в нумерации 2-3-1 (“модель” - “метод” - “технология”), что существенно упростило бы для оппонента задачу оценки степени обоснованности научных положений, выдвигаемых на защиту.

**1-ое научное положение: Разработанная комплексная адаптивная технология кинематической инверсии данных сейсморазведки в условиях неоднородной ВЧР обеспечивает необходимый для поиска и разведки малоамплитудных (10–15 м) малоразмерных (2–5 км) объектов уровень точности и достоверности геологических моделей.**

Эффективность новой технологии достигается и обеспечивается за счет:  
- применимости к широкому спектру поверхностных и глубинных условий;

- интегрированности во все этапы сейсмических исследований;
- ориентированности на достижение конкретных количественных показателей точности ГСМ и параметров ВЧР;
- наличия и использования внутренних механизмов контроля качества данных и самой ГСМ;
- наличия обратной связи между всеми основными этапами процесса сейсмических исследований;
- адаптивности по отношению к основным параметрам применяемых методик (на всех этапах реализации технологии);
- использования принципов и информационной базы многоуровневых исследований.

Предлагаемая технология находится в соответствии с основными глубинными уровнями, геофизическими методами и этапами исследований геологических объектов, и основывается на последовательном (сверху вниз) подходе к изучению и построению глубинно-скоростной модели среды (ГСМ).

По данному положению считаю целесообразным высказать следующие замечания:

- нет ссылок и анализа особенностей и технологий построения ГСМ в районах Татарстана и Башкортостана (в течение многих лет там выявляются малоамплитудные ловушки на уровне 5-10 м в интервалах карбона и девона);
- следовало бы в критическом аспекте сослаться и на известные зарубежные сейсмические технологии, в которых разработчики гарантируют точность структурных построений так же на уровне 10 метров (называется предельная точность в 6 метров);
- автор предлагает свою разработку REFRA+ как средство имитационного моделирования, предназначенного для решения широкого круга задач, но не обсуждается сам алгоритм решения кинематической задачи в условиях градиентного разреза, к которому относится ВЧР, хотя судя по названию алгоритма, имеется в виду учет рефракции волновых фронтов;
- более понятно приводить скоростные модели до учета поправок и после их ввода не в абсолютных значениях, а в разностных оценках (рис. 1а).

Рассматриваемая проблема разработки технологии кинематической инверсии является наиболее трудоемкой и необходимо признать, что автор решает ее на достаточно понятном и оптимальном уровне реализации. В целом, с выводами автора по данному положению следует согласиться.

**2-ое научное положение: Разработанная модель формирования погрешности кинематической инверсии, основанная на последовательном отдельном анализе основных влияющих факторов, повышает точность оценки пространственного распределения погрешностей и позволяет организовать адаптацию параметров технологии на всех этапах построения глубинно-скоростной модели геологического разреза.**

Отличительными особенностями данной модели формирования погрешности, обеспечивающими ее практическую ценность и эффективность, являются:

- возможность разделения факторов, формирующих общую погрешность и количественной оценки вклада каждого из факторов,
- возможность получения основанных на фактических данных количественных оценок пространственного распределения ожидаемой точности ГСМ,
- наличие объективных критериев для контроля процесса адаптации параметров технологии кинематической инверсии,
- комплексное использование внутренних и внешних критериев точности получаемой ГСМ, включая модель ВЧР.

Замечания:

- формулировка данного положения могла бы быть более конкретной (с упоминанием каких факторов);
- интервалы реликтовой мерзлоты могут иметь блоковую структуру, что приводит к появлению *дулексных* волн (есть работы, посвященные этой проблеме).

В целом разделы работы, посвященные этому положению разобраны подробно, что позволяет считать его доказанным.

**3-е научное положение: Разработанный метод коррекции сейсмических глубин, основанный на исследовании закономерностей между параметрами ВЧР и погрешностями сейсмических глубин, позволяет учесть влияние основных неоднородностей ВЧР на геометрию геологической модели.**

В результате разработки и апробации нового метода обеспечивается:

- для этапа интерпретации и структурных построений появился практический инструмент исправления ошибок обработки, обусловленных неточностью модели длиннопериодных статических поправок,
- возможность увязки сейсмоструктурных построений на основе использования разнородных по подходу к учету длиннопериодной составляющей статических поправок за ВЧР сейсмических данных,
- независимый от природы (рельеф, мерзлота) и типа (мощность, скорость) неоднородности ВЧР способ разделения влияния структурного и ВЧР – фактора на результативную сейсмическую ГСМ.

С данным положением следует согласиться.

### *3. Достоверность и новизна научных положений, выводов рекомендаций.*

Достоверность научных положений автора и выводов подтверждается детальным и аналитическим исследованием публикаций по данной проблеме,

обсуждением хорошо подобранного комплекта практических примеров и экспериментальных оценок. Конкретная и удачно логически выстроенная схема рекомендаций ориентирована на типовые геологические условия северных районов Западной Сибири и сложившуюся практику сервисных сейсморазведочных работ, что определяет формирование нового научно-методического направления.

Фактический материал диссертации составляют изложенные в соответствующих публикациях и отчетах результаты научно-исследовательских и производственных работ, проведенных на более чем 60 площадях в различных регионах России.

Научная новизна работы состоит:

- для условий неоднородной ВЧР впервые разработана комплексная адаптивная технология кинематической инверсии данных сейсморазведки и соответствующая модель формирования погрешности структурных построений;
- выполнен количественный анализ закономерностей и величин остаточных погрешностей сейсмических глубин после учета влияния ВЧР статическими поправками на основе имитационного кинематического моделирования для соответствующего реальным условиям набора типов и размеров неоднородностей ВЧР;
- впервые для этапа интерпретации сейсмических данных разработан метод коррекции сейсмических глубин, основанный на использовании закономерностей между параметрами ВЧР и погрешностями определения глубин целевых горизонтов, позволяющий учесть влияние основных неоднородностей ВЧР на геометрию геологической модели;
- разработана комплексная технология обработки данных современной трехмерной сейсморазведки, решающая задачи контроля условий возбуждения волн, оценки фактической глубины погружения заряда, построения модели зоны малых скоростей (ЗМС) и подстилающего слоя.

4. *Автореферат полностью соответствует тексту диссертации.*

5. *Личный вклад соискателя и репрезентативность эмпирического материала.*

Автор принимал непосредственное участие в разработке и апробации новых технико-методических подходов в сейсмических исследованиях, которые явились отправной точкой для развития комплексной адаптивной технологии кинематической инверсии.

Автором были лично получены основные представленные в рамках настоящей работы научно-технические результаты, составляющие предмет защищаемых положений и научной новизны.

Автор осуществил методическое развитие и внедрение элементов разработанной им технологии в граф кинематической обработки и

интерпретации таких сервисных компаний, как ЗАО “ГЕРУС”, ОАО НПФ “Сейсмические технологии”, ЗАО НПЦ “СибГео”, ООО “СЖЖ ВОСТОК”.

#### *б. Содержание диссертации, ее завершенность и публичность.*

Диссертация включает 6 глав, текст состоит из 306 машинописных страниц, содержит 115 рисунков, 10 таблиц, библиография – 200 названий.

Текст и стиль диссертации соответствует научному уровню, подтверждая высокую квалификацию соискателя.

Материалы, включенные в состав диссертационной работы, опубликованы в 1 монографии, 32 статьях, докладах и тезисах, имеется 1 патент на изобретение.

Все основные положения диссертации отражены в опубликованных работах.

#### *7. Значимость результатов.*

Разработанная комплексная технология кинематической инверсии данных МОВ-ОГТ обеспечивает повышение точности и достоверности моделей геологических объектов, способствует снижению геологических рисков и неопределенностей, создает предпосылки для более эффективного использования современных программных средств обработки и интерпретации сейсмических данных.

Полученные методические и технологические решения используются при проектировании соответствующих современным требованиям к точности МОВ-ОГТ полевых сейсморазведочных работ и составлении разделов геологических заданий, в части, касающейся методики учета ВЧР и построения глубинно-скоростной модели.

Разработанная и свободно распространяемая автором программа имитационного кинематического 2D-моделирования слоистых неоднородных сред (REFRA+) позволяет квалифицированным специалистам решать широкий круг задач, связанных с оценкой влияния скоростных неоднородностей разреза и анализом остаточных погрешностей различных моделей кинематической обработки.

Основанная на материалах настоящей работы монография «Многоуровневая сейсморазведка и кинематическая инверсия данных МОВ-ОГТ в условиях неоднородной ВЧР» используется в учебном процессе студентами и аспирантами по специальности.

#### **Заключение**

Диссертационная работа Долгих Юрия Николаевича «Комплексная адаптивная технология кинематической инверсии данных сейсморазведки в условиях неоднородной верхней части разреза», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании

выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, и соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013. Автор работы по своей квалификации заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент,  
доктор геолого-минералогических наук, доцент,  
заведующий кафедрой геоинформатики  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Уральский государственный горный университет».  
Шифр специальности, по которой защищена диссертация 25.00.12 –  
Геология, поиски и разведка горючих ископаемых

620144, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д.30.

Телефон: +7 912 24 20 826

E-mail: [office@ursmu.ru](mailto:office@ursmu.ru)

Web-сайт: <http://www.ursmu.ru>

**Писецкий Владимир Борисович**

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись доктора геолого-минералогических наук, доцента Писецкого В.Б. удостоверяю.

Начальник отдела кадров ФГБОУ ВО УГГУ

19.01.2018

