

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской Академии Наук
профессор, д.т.н.


И.Н.Ельцов

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской Академии Наук 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

Переход к разработке глубоких целевых горизонтов и необходимость разведки мелких месторождений требует существенного повышения точности сейсмических исследований, обеспечивающих построение структурного каркаса модели изучаемой среды. Особенно важно достигать высокого уровня точности при построении глубинно-скоростных моделей (ГСМ) в таком ключевом для нефтегазовой отрасли РФ регионе, как Западная Сибирь. Здесь требуется учитывать, что регион находится в стадии глубокого освоения, когда необходимо определять характеристики малоразмерных и малоамплитудных объектов, находящихся в областях со сложным строением верхней части разреза (ВЧР), осложненной развитием многолетних мерзлых пород (ММП).

Основой для построения ГСМ является кинематическая инверсия сейсмических данных. При ее практической реализации требуется рассмотрение множества технических, технологических и методических проблем. В настоящее время существуют проработанные в разной степени отдельные решения, касающиеся элементов технологии кинематической инверсии, способной обеспечить достижение необходимого в современных условиях уровня точности ГСМ, но не решена задача интеграции, комплексирования и согласования различных этапов, методов и уровней геофизических исследований. Автор диссертационной работы предлагает искать интегрированное решение имеющихся проблем в рамках специализированной, комплексной технологии сбора, обработки и интерпретации геофизических данных. Такая технология включает в себя, как

технико-методические аспекты получения исходной информации, так и методические приемы обработки - интерпретации, а также способы оценки точности параметров и резульативной ГСМ. Это должно способствовать повышению точности структурных построений в районах Западной Сибири в пределах 10-15 м, что является актуальной задачей для нефтегазовых добывающих компаний.

В таком контексте и с учетом значительного объема апробации, разработанный автором комплексный адаптивный подход к решению задачи кинематической инверсии обладает несомненной практической ценностью, научной новизной, содержит признаки решения актуальной научной проблемы, имеющей большое значение для нефтегазовой отрасли.

2. Цель и задачи исследований

Главной целью диссертационного исследования являлась разработка комплексной адаптивной технологии кинематической инверсии данных сейсморазведки, обеспечивающей необходимый в настоящее время уровень точности ГСМ изучаемого разреза в условиях неоднородной ВЧР.

Достижение упомянутой цели основывалось на решении ряда задач:

- Анализ основных проблем сейсмических исследований в части изучения/учета влияния ВЧР на построение ГСМ для всего изучаемого разреза.
- Обоснование условий, необходимых для выполнения современных требований к точности глубинных моделей изучаемых объектов.
- Количественный анализ влияния типовых неоднородностей ВЧР на точность резульативных ГСМ.
- Оценка (на основе имитационного моделирования) тенденций и величин остаточных погрешностей ГСМ при учете типовых неоднородностей ВЧР статическими поправками.
- Оценка тенденций и величин остаточных погрешностей ГСМ при использовании упрощенных моделей ВЧР в томографических алгоритмах кинематической инверсии.
- Разработка комплексного технологического и методического подхода к решению задачи кинематической инверсии в условиях неоднородной ВЧР.
- Разработка способов адаптации параметров технологии кинематической инверсии к различным особенностям строения ВЧР, в частности, сочетаниям низкоскоростных и высокоскоростных слоев с изменяющимися мощностями по площади.
- Апробация разработанной комплексной адаптивной технологии кинематической инверсии.

3. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, определяется следующим:

- Впервые для условий неоднородной ВЧР разработана комплексная адаптивная технология кинематической инверсии данных сейсморазведки, обеспечивающая необходимый для поиска и разведки малоамплитудных (10–15

м) малоразмерных (2–5 км) объектов уровень точности и достоверности геологических моделей.

- Впервые разработана модель формирования погрешности кинематической инверсии, основанная на последовательном раздельном анализе основных влияющих факторов и позволяющая организовать адаптацию параметров технологии на всех этапах построения глубинно-скоростной модели геологического разреза.

- Впервые на основе имитационного моделирования разработан метод коррекции сейсмических глубин, использующий закономерности между параметрами ВЧР и погрешностями сейсмических глубин, позволяющий учесть влияние основных неоднородностей ВЧР на геометрию геологической модели.

- Впервые проведен системный количественный анализ закономерностей и величин остаточных погрешностей сейсмических глубин до и после учета влияния ВЧР статическими поправками - для соответствующего реальным условиям набора типов и размеров неоднородностей ВЧР, а также глубин отражающих горизонтов.

- Впервые 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, основанная на комплексировании данных сети микросейсмокаротажа (МСК) с данными преломленных и отраженных волн съемки 3D и обеспечивающая наиболее полное использование всей имеющейся информации о строении и влиянии ВЧР.

4. Научно-практическая значимость результатов исследований

- Повышение геолого-экономической эффективности геологоразведочных работ (ГРР) в районах с неоднородным строением ВЧР при тенденции неуклонного уменьшения пространственных размеров перспективных объектов и усложнения геологических задач.

- Повышение точности и достоверности моделей геологических объектов, снижение геологических рисков и неопределенностей, создание предпосылок для более эффективного использования современных программных средств обработки и интерпретации сейсмических данных.

- Возможность использования полученных методических и технологических решений для проектирования соответствующих современным требованиям к точности полевых сейсморазведочных работ и составления 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 решать широкий круг задач, связанных с оценкой влияния скоростных неоднородностей разреза и анализом остаточных погрешностей различных моделей кинематической обработки.

- Диссертационная работа имеет учебно-методическую ценность, может использоваться преподавателями, аспирантами и студентами профильных специальностей в качестве дополнительной научно-технической литературы.

5. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений подтверждается значительным объемом экспериментов по имитационному моделированию изучаемых процессов, представлением результатов выполненных исследований на научно-практических конференциях высокого уровня, значительной практической апробацией (более чем на 60 площадях из различных регионов России) в разных поверхностных и глубинных условиях с последующим подтверждением построенных моделей данными глубокого бурения.

6. Оценка содержания и степени завершенности диссертационного исследования

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, 6 глав и заключения. Объем работы составляет 306 страниц машинописного текста, включая 131 рисунок и 11 таблиц. Список литературы насчитывает 200 наименований.

Во введении рассматривается актуальность и степень проработанности темы исследований, формулируется цель, излагаются задачи и научная новизна выполненных исследований, их научная и практическая значимость, личный вклад, использованные методы и методология, защищаемые положения, достоверность и степень апробации результатов исследований. Приводится краткое описание содержательной части глав диссертационной работы.

В 1-й главе “Пути повышения точности и достоверности сейсмических моделей в северных районах Западной Сибири” рассматриваются теоретические и методические предпосылки, необходимые для получения адекватных сейсмических моделей. Дано общее описание проблем, с которыми сталкиваются при обработке и интерпретации полевых материалов в соответствующем регионе. Приводятся особенности и сложности построения типичных сейсмических моделей ВЧР.

Во 2-й главе “Кинематическая инверсия данных МОВ-ОГТ в северных районах Западной Сибири” рассматриваются наиболее значимые факторы, снижающие точность и достоверность кинематической инверсии, даются рекомендации по анализу и устранению (минимизации) влияния упомянутых факторов – применительно к реальным условиям на основе существующих инструментов обработки. В основе рассмотрений и рекомендаций лежат модельные эксперименты, где использованы, по мнению автора, типовые структуры ВЧР, содержащих ЗМС И ММП. Результаты выполненных исследования служат основой для предлагаемой методики кинематической инверсии сейсмических данных.

В 3-й главе “Интерпретационная методика коррекции ГСМ. Геолого-экономическая эффективность комплексной адаптивной технологии

кинематической инверсии” анализируются особенности кинематических и томографических подходов к построению глубинно-скоростных моделей с акцентом на типичную в северных районах Западной Сибири двухслойную (ЗМС+ММП) базовую модель ВЧР. Наиболее интересными являются результаты, основанные на практическом материале, демонстрирующие ее успешное применение для повышения точности картопостроения. При этом выполнено обоснование геолого-экономической эффективности комплексной адаптивной технологии.

В 4-й главе “Использование многоуровневых сейсмических исследований для изучения ЗМС и контроля условий возбуждения волн” рассматривается методика обработки данных специализированной системы наблюдений с малым (2-10 м) шагом приемных каналов, решающая задачу контроля условий возбуждения волн, определения фактической глубины погружения заряда, построения модели самого верхнего слоя (ЗМС и подстилающие породы). Хотя приведенные факты являются известными, но автором они анализируются для конкретных условий северных районов Западной Сибири с учетом осложнений, вызванных наличием значительных и неоднородных ММП.

5-я глава “Проблема волн-спутников с малыми временами задержки в практике наземных сейсморазведочных работ” полностью посвящена исследованию проблемы волн-спутников с малыми временами задержки в практике наземных сейсморазведочных работ и перспективам решения этой проблемы с применением многоуровневых сейсмических исследований.

В 6-й главе “Развитие методики высокоразрешающей обработки данных МОВ-ОГТ” рассматриваются теоретические предпосылки и результаты практического применения разработанной и усовершенствованной автором методики высокочастотной обработки сейсмических данных - специализированной высокоразрешающей обработки (СВ-обработки), имеющей практически 20-летнюю предисторию и значительную апробацию.

В заключении излагаются основные научные и практические результаты исследований, приводится авторское видение перспективных в будущем направлений совершенствования методики полевых работ и технологии обработки сейсмических данных.

7. Соответствие автореферата основным положениям диссертации. Автореферат соответствует тексту диссертации, в нем излагаются основные результаты, обосновывающие защищаемые положения. Научная новизна и защищаемые положения изложены корректно.

8. Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати. Материалы, включенные в состав диссертационной работы, опубликованы в 1 монографии, 32 статьях, докладах и тезисах (в том числе 13 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, 3 – в изданиях индексируемых Scopus), имеется 1 патент на изобретение.

Результаты составляющих основу диссертации исследований докладывались на: Международной научной конференции, посвященной 90-летию академика Пузырева Н.Н. (г. Новосибирск, Академгородок, 2004 г.); научно-практической конференции, посвященной 60-летию образования Тюменской области (г. Тюмень, 2004 г.); VII, VIII и IX международных научно-практических конференциях (г. Геленджик, 2005-2007 гг.); Международной конференции и выставке (г. С-Петербург, 2006 г.); Международных академических конференциях (г. Тюмень, 2007-2008 гг.), научно-практической конференции “Проблемы эффективности геофизических исследований при разведке и разработке месторождений нефти и газа в Западной Сибири” (г. Тюмень, 2010 г.), первой международной научно-практической конференции “Проблемы геологии и геофизики нефтегазовых бассейнов и резервуаров” (г. Сочи, 2011 г.), научно-практической конференции “Состояние и перспективы совершенствования методов обработки и интерпретации результатов геофизических исследований при поисках, разведке и эксплуатации месторождений нефти и газа Западной Сибири ” (г. Тюмень, 2011 г.), научно-практической конференции “Эффективность решения геологических задач разведки и эксплуатации методами геофизических исследований” (г. Тюмень, 2012 г.), научно-практической конференции “Современные технологии нефтегазовой геофизики” (Тюмень, 2016 г.)

Основные результаты опубликованы в журналах “Нефть и газ”, “Приборы и системы разведочной геофизики”, “Территория НЕФТЕГАЗ”, “Горные ведомости”, “Геофизика”, “Технологии сейсморазведки”, “Нефтяное хозяйство”.

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают её основные положения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

9. Замечания и пожелания

1. Приводимый автором во введении и других главах работы анализ современного состояния и степени проработанности темы исследований уместнее было бы сосредоточить в отдельном разделе, а не распределять его по всему тексту.

2. В тексте диссертации имеется неточность и произвол в использовании терминов и понятий. Иногда употребляется не строго научная, а жаргонная терминология, вроде «сейсмическая глубина», «дефицитные системы наблюдений», «среднеквадратическая точность». Использование понятия «пластовая неоднородная модель среды» не позволяет точно определить класс моделей, с которыми работает автор, т.к. оно может включать в себя очень широкий набор моделей (блочные, неоднородные слоев и пр.).

3. Имеется небрежность и незаконченность в оформлении некоторых рисунков, а также в описании представляемых на них результатов. Примерами

служат рисунки 1.10, 1.17 и 1.18, где теряются обозначения по горизонтальной и вертикальной оси. На рисунке 2.11 глубины принимают отрицательные значения. Что это означает – не понятно. А на рисунке 2.12 приводятся «Линейки глубинно-скоростных моделей», но что представляет из себя вертикальная шкала остается загадкой. То ли это глубина в километрах, то ли времена в секундах.

4. Очевидно, что объем проводимых исследований был очень значительным и в его основе лежали многие более ранние работы. Автор стремился отразить это в тексте диссертации. Но все же часть из этих работ им была пропущена. Особенно, это касается зарубежных работ, которых всего 12 из общего списка 200. Из российских работ следует указать на программный комплекс КИНГ (кинематической интерпретации годографов), который фактически был первым в мире и лет на 10 опередил зарубежные разработки. Его авторами являлись: С.Гольдин, Д.Судварг, В.Черняк, С.Гриценко. Из зарубежных исследований, направленных именно на инверсию времен (travel-time inversion), а не обще-волновую инверсию, можно указать работы N.Bleistein, J.Cohen.

5. Укажем также на отсутствие в автореферате результатов главы 6, которые относятся к принципиально важным аспектам, влияющим на детальность структурных построений и динамическую инверсию.

6. Часто при изложении материала автор использует нетипичный для диссертационного исследования повествовательный стиль, более уместный для монографии или книги. Это не всегда способствует ясности в объяснении некоторых непростых вопросов, поднятых в диссертации.

Одновременно следует отметить, что устранение указанных недостатков, несомненно, улучшило бы восприятие представленного текста диссертации. В то же время их наличие не снижает значимости выполненных исследований и полученных результатов.

10. Вывод

Диссертационная работа, представленная Долгих Юрием Николаевичем по теме «Комплексная адаптивная технология кинематической инверсии данных сейсморазведки в условиях неоднородной верхней части разреза» является законченным научным исследованием, содержит результаты по решению актуальной научной проблемы, имеющей важное народнохозяйственное значение для нефтегазовой геологии Западной Сибири и всей России. Основные результаты диссертационной работы прошли апробацию на российских конференциях. Опубликованные автором диссертации работы отражают основные научные результаты.

Автореферат содержит основные результаты и выводы научного исследования, отражает личный вклад автора в изучение проблемы, демонстрирует научную новизну и практическую значимость проведенного исследования.

Диссертация соответствует критериям, установленным п 9 Положения о присуждении учёных степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842) для учёной степени доктора наук, а ее автор Долгих Юрий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Диссертационная работа, автореферат и отзыв обсуждены на объединенном «Геофизическом семинаре» отделения геофизики ИНГГ СО РАН 16 января 2018 года (протокол № 1), где присутствовало 17 научных сотрудников (из них 5 докторов наук по данной специальности). Отзыв одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

Отзыв составлен:

Ведущий научный сотрудник лаборатории

«Динамических проблем сейсмоки»

ИНГГ СО РАН,

доктор физ.-мат. наук

Специальность 25.00.10
"Геофизика, геофизические
методы поисков полезных
ископаемых"

Митрофанов Георгий Михайлович
раб. телефон +7(383)330 90 16,
630090 Новосибирск, пр. Коптюга, 3,
e-mail: MitrofanovGM@ipgg.sbras.ru