



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУН ИЗК СО РАН

Член-корр., д.г.-м.н.

Д.П. Гладкочуб

«17» июля 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН)

Диссертационная работа «Комплексирование геофизических методов для прогноза скоростной модели верхней части разреза» выполнена в лаборатории геологии нефти и газа Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) и ООО «СИГМА-ГЕО».

В период подготовки диссертации соискатель Шелохов Иван Антонович работал: в Федеральном государственном учреждении науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) в должности ведущего инженера лаборатории геологии нефти и газа; и по совместительству в ООО «СИГМА-ГЕО» в должности начальника отдела моделирования и комплексного анализа геолого-геофизических данных.

В 2017 г. Окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный технический университет» (в настоящее время – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет») с присуждением квалификации «Горный инженер-геофизик» по специальности «210503 технология геологической разведки».

В 2020 г. Окончил очную аспирантуру при Федеральном государственном учреждении науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по специальности 25.00.10 – «геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Документы о сдаче кандидатских экзаменов выданы Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Иркутским научным центром Сибирского отделения Российской академии наук (ИНЦ СО РАН) (по предметам: история и философия науки; английский язык) в 2020 г. и Федеральным государственным учреждением науки Институтом земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) (по предметам: геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых) в 2020 г.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, профессор Поспеев Александр Валентинович, работает в должности ведущего научного сотрудника лаборатории геологии нефти и газа Федерального государственного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН).

Материалы диссертации представлены соискателем на Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН.

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

- члены Секции геофизики и современной геодинамики: *доктора геол.-мин. наук*: В.И. Джурик, В.И. Мельникова, В.В. Мордвинова, А.В. Поспеев, К.Ж. Семинский; *кандидаты геол.-мин. наук*: С.А. Борняков, Е.В. Брыжак, А.В. Лухнев, А.И. Мирошниченко, В.А. Саньков, А.В. Черемных, В.В. Чечельницкий; *кандидаты физ.-мат. наук*: А.А. Добрынина, Е.А. Кобелева, А.И. Филиппова (Середкина).

- приглашенные специалисты: *доктор геол.-мин. наук* Л.А. Барышев (ИрНИТУ); *кандидаты геол.-мин. наук*: И.В. Буддо (ИЗК СО РАН), А.В. Мироманов (ИрНИТУ); *кандидат техн. наук* Ю.А. Агафонов (ООО «СИГМА-ГЕО»); М.В. Шарлов (ООО «СИГМА-ГЕО»).

Заслушали: доклад И.А. Шелохова «КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА» по теме диссертации.

Вопросы задавали (всего – 18 вопросов): к.г.-м.н. А.В. Мироманов, к.т.н. Ю.А. Агафонов, к.ф.-м.н. А.А. Добрынина, М.В. Шарлов, к.г.-м.н. В.А. Саньков, д.г.-м.н. К.Ж. Семинский, д.г.-м.н. В.В. Мордвинова, к.г.-м.н. В.В. Чечельницкий.

Был заслушан:

- отзыв научного руководителя доктора геол.-мин. наук А.В. Поспеева.

Были заслушаны следующие сопровождающие документы:

- выписка из протокола №1 заседания лаборатории геологии нефти и газа Института земной коры СО РАН от 05.07.2019 г.

- выписка из протокола заседания семинара по геоэлектрике Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН от 30.10.2019 г.

Выступления специалистов, ознакомившихся с работой до заседания:

- д.г.-м.н. Л.А. Барышев (ИрНИТУ);
- к.г.-м.н. А.В. Мироманов (ИрНИТУ).

В обсуждении приняли участие: к.г.-м.н. И.В. Буддо, к.т.н. Ю.А. Агафонов, к.г.-м.н. В.А. Саньков, д.г.-м.н. К.Ж. Семинский.

Замечания, высказанные при обсуждении, не носят принципиального характера. Они касаются формы представления результатов и не требуют существенной переработки представляемой диссертационной работы.

Объектом исследования в данной работе является сложнопостроенная верхняя часть разреза (ВЧР). Предметом исследования при этом выступают упругие и геоэлектрические свойства ВЧР.

Актуальность темы исследования

Современная нефтегазопоисковая сейсморазведка, ввиду особенностей параметров приема и возбуждения сигнала, не всегда способна восстановить достоверную информацию о скоростных характеристиках верхней части разреза. Данный факт оказывает прямое влияние на качество итоговых геологических моделей месторождений, находящихся в сложных поверхностных условиях. В рамках данной проблемы остро стоит необходимость в привлечении сторонних источников информации о верхней части разреза (ВЧР) в местах, где сейсморазведка не способна справиться своими силами. При интерпретации материалов сейсморазведочных работ на территориях со сложными поверхностными условиями и неоднородной верхней частью разреза необходимо учитывать их влияние. Источником такого влияния выступают скоростные аномалии, сосредоточенные в относительно тонком, но неоднородном по толщине приповерхностном интервале разреза. Недоучет влияния данных аномалий на форму отражающих горизонтов может привести к значительным ошибкам в структурных построениях, ухудшению волновой картины во всем временном диапазоне, а также повлечет за собой большие неопределенности при решении обратной кинематической задачи сейсморазведки. В настоящей работе предлагается подход к восстановлению упругих свойств верхней части разреза по данным малоуглубинных зондирований становлением поля в ближней зоне (мЗСБ).

Целью исследований является повышение точности построения глубинно-скоростной модели верхней части разреза путем применения

данных нестационарных электромагнитных зондирований.

Основные задачи исследований

1. Обоснование петрофизических предпосылок к восстановлению акустических характеристик разреза из геоэлектрических.
2. Разработка эффективной технологии восстановления скоростной характеристики ВЧР из геоэлектрической модели, полученной по данным мЗСБ.
3. Калибровка и апробация разработанной технологии на синтетических и экспериментальных данных.

Методологическая основа и методы

Применяемые в работе методы исследования состояли из математического моделирования, различных методов интерпретации данных, основанных на применении статистических процедур, применении атрибутивного анализа посредством Гильберт преобразований. Выполнялся качественный анализ путем построения трехмерных геолого-геофизических моделей. Точность моделей оценивалась путем применения метода кросс-валидации.

Фактический материал

В основу диссертационной работы положены материалы, собранные автором за время работы в ООО «СИГМА-ГЕО». К данным материалам можно отнести более 30000 физических наблюдений мЗСБ в различных районах Восточной и Западной Сибири. Также были использованы результаты сейсморазведочных работ и материалы ГИС и ВСП, полученные в различных условиях Восточной и Западной Сибири.

Научная новизна и теоретическая значимость работы

Для различных геологических условий Восточной и Западной Сибири обобщены и систематизированы петрофизические зависимости для скорости продольной волны и УЭС. Выполнено петрофизическое моделирование для обоснования связи между V_p и УЭС через петрофизические параметры K_p , K_{gl} , K_v . Предложено использование метода малоглубинных зондирований становлением поля в ближней зоне (ЗСБ) в качестве дополнительного источника информации об упруго-скоростных характеристиках верхней части разреза (ВЧР), а также ее геолого-структурных особенностях. Для решения данной задачи предложено привлечение эмпирической зависимости Фауста для перехода от удельного электрического сопротивления (УЭС), определенного по данным ЗСБ, к скоростям продольных волн. Указанный подход позволяет существенно прирастить информацию о ВЧР и, как следствие, повысить точность обработки данных сейсморазведки, которая, в

свою очередь, оказывает решающее влияние на точность построения геологической модели целевых нефтегазоносных интервалов. Впервые для различных геологических условий Восточной и Западной Сибири удалось адаптировать уравнение Фауста для применения к данным ЗСБ. Проведена апробация подхода на ряде месторождений Восточной и Западной Сибири.

Практическая значимость исследования

Предложенная в работе методика расчета скоростных моделей на основе данных мЗСБ позволяет снижать неопределенности сейсмической глубинно-скоростной модели и, как следствие, повышать точность структурных построений и глубинной миграции. На примере математического моделирования показана эффективность применения методики для повышения точности структурной модели. Геологическая эффективность проведенных исследований состоит в повышении точности восстановления геологической модели и достоверности прогноза. Основные выводы исследования найдут практическое применение в производственных и научных организациях, осуществляющих деятельность в сфере обработки и интерпретации данных сейсморазведки. Использование разработанной методики позволяет при минимальных затратах повысить качество обработки данных сейсморазведки и увеличить точность картирования пород геологического разреза исходя из характера решаемой задачи.

Личный вклад состоит в:

1. Обоснованы петрофизические предпосылки и определены граничные условия для перехода от геоэлектрических свойств к акустическим, для различных геологических условий Восточной и Западной Сибири обобщены и систематизированы петрофизические зависимости для скорости продольной волны и УЭС. Выполнено петрофизическое моделирование для обоснования связи между V_p и УЭС через петрофизические параметры K_p , K_{gl} , K_v .
2. Обоснован граф расчета скоростных моделей из геоэлектрических моделей.
3. Обоснованы процедуры калибровки эмпирических коэффициентов уравнения Фауста.
4. Выполнено математическое моделирование для оценки фактической эффективности методики.
5. Проведена апробация на ряде месторождений Восточной и Западной Сибири.

Работы по сбору и систематизации геолого-геофизических данных выполнены непосредственно автором совместно со специалистами ООО «СИГМА-ГЕО» к.г.- м.н. И.В. Буддо, Н.В. Мисюркеевой и др. Разработка

подхода к восстановлению скоростных характеристик ВЧР на основе данных мЗСБ выполнялась под непосредственным руководством д.г.-м.н., проф. А.В. Поспеева. Обоснование, тестирование и внедрение в производство предлагаемых методических подходов проведено автором данной работы. Программирование математических процедур для пересчета УЭС в скорости продольных волн осуществлено Л.В. Суровым и А.С. Кочневым.

Степень достоверности и апробация результатов

Результаты научных исследований по защищаемой теме опубликованы автором лично или в соавторстве в 15 работах, из них 3 – в журналах, входящих в перечень ВАК, 1 – патент Российской Федерации, результаты работы опубликованы в международном отраслевом журнале «First Break». Представленные в диссертации научные и практические результаты апробировались на семинарах, выставках и конференциях различного уровня: Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Геонауки-2014: актуальные проблемы изучения недр»; международная научно-практическая конференция «Инженерная геофизика 2017», 79th EAGE Conference & Exhibition 2017, международная научно-практическая конференция «Геобайкал 2018»; Всероссийская науч.-техн. конференция с международным участием «Геонауки-2018: актуальные проблемы изучения недр»; международная научно-практическая конференция «Инженерная геофизика и рудная геофизика 2019»; международная научно-практическая конференция «Углеводородный потенциал Дальнего Востока 2019»; международная научно-практическая конференция «ПроГРРесс-2019».

Основные публикации по теме диссертации:

Статьи в журналах, включенных в «Перечень...» ВАК Минобрнауки России, и приравненные к ним публикации

1. Шелохов И.А., Буддо И.В., Смирнов А.С., Подход к восстановлению скоростных характеристик верхней части разреза на основе данных нестационарных электромагнитных зондирований. // Приборы и системы разведочной геофизики № 1-2. Саратов. 2018, 58-68 с.

2. M.V. Sharlov, I.V. Buddo, N.V. Misyurkeeva, I.A. Shelokhov and Yu.A. Agafonov. Transient electromagnetic surveys for high resolution near-surface exploration: basics and case studies. First break. Vol 35, No 9, September 2017 pp. 63 – 71.

3. I.A. Shelokhov, I.V. Buddo, A.S. Smirnov, M.V. Sharlov, and Yu.A. Agafonov [2018] Inversion of TEM responses to create a near surface velocity stucture. First Break, 36 (10), P. 47-51.

4. Патент № RU 2722861 от 09.07.2019 г. «Способ расчета статических поправок», авторы Шелохов И.А., Буддо И.В., Смирнов А.С., Шарлов М.В., Агафонов Ю.А.

5. Шелохов И.А., Буддо И.В., Смирнов А.С., Пьянков А.А., Татьянин Н.В. Уточнение скоростной модели верхней части разреза по данным нестационарных электромагнитных зондирований: результаты применения в восточной и западной сибирей. Георесурсы, принята к публикации 15.01.2021.

6. Шарлов М.В., Буддо И.В., Мисюркеева Н.В., Шелохов И.А., Агафонов Ю.А. Опыт эффективного изучения верхней части разреза методом зондирования становлением поля в ближней зоне с системой Fastsnap. Приборы и системы разведочной геофизики № 2. Саратов. 2017. С. 8 – 23.

Тезисы докладов научных конференций

1. I.A. Shelokhov, I.V. Buddo, A.S. Smirnov. Reducing Uncertainties in the Elastic-velocity Model of the Upper Part of the Section Construction by Tem Data Applying. GeoBaikal 2018. 2018. DOI: 10.3997/2214-4609.201802050.

2. Шелохов И.А., Буддо И.В., Мисюркеева Н.В., Смирнов А.С., Агафонов Ю.А. Подход к восстановлению скоростных характеристик верхней части разреза на основе данных нестационарных электромагнитных зондирований. Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований: мат. Всероссийской науч.-техн. конференции с междунар. участием «Геонауки-2018: актуальные проблемы изучения недр», посвященной памяти профессора В.Д. Маца. – Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2018. – Вып. 18. Стр. 278-284.

3. I. Shelokhov, I. Buddo, A. Pyankov and A. Smirnov. Electromagnetic Soundings Application to Predict the Velocity Model of A Complex Upper Part of the Section in the South of the Siberian Craton // Conference Proceedings, Engineering and Mining Geophysics 2019 15th Conference and Exhibition, Apr 2019, Volume 2019, p.1-12. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201901787>

4. A.A. Pyankov, I.A. Shelkov, I.V. Buddo, A.S. Smirnov. Compensation of Seismic Anomalies in Upper Part of the Section during Integration with the Data of Electrical Exploration on the Example of a Field in Eastern Siberia. Conference Proceedings, Far East Hydrocarbons 2019, Oct 2019, Volume 2019, p. 1-4. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201951005>

Все вышеизложенное позволяет утверждать, что диссертационная работа И.А. Шелохова **соответствует паспорту специальности:**

Диссертационная работа представляется по научной специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Согласно паспорту научной специальности 25.00.10 работа соответствует пунктам №14, 16, 22.

Пункт № 14: «Методы обработки и интерпретации результатов измерения геофизических полей», так как изучаются подходы к интерпретации материалов зондирований становления поля в ближней зоне.

Пункт № 16: «Использование геолого-геофизических данных для построения геологических, гидродинамических и геодинамических моделей месторождений», так как в процессе исследований уточняются структурные построения, которые являются неотъемлемой частью геологической модели.

Пункт № 22: «Теоретическое и экспериментальное исследование связей петрофизических и физических свойств горных пород с результатами измерения геофизических полей», так как в рамках работы анализируются петрофизические связи между УЭС и скоростью продольной волны, производится моделирование откликов от заданных коэффициентов пористости, водонасыщенности и глинистости.

При экспертизе текста диссертации, публикаций, а также результатов проверки текста системой «Антиплагиат» установлено, что оригинальных блоков в диссертации – 92,82%, заимствованных источников в диссертации – 7,18%;

- соискателем сделаны ссылки на все источники заимствования материалов, фактов некорректного цитирования или заимствования без ссылки на соавторов в тексте диссертации и автореферате не обнаружено;

- сведения, представленные соискателем, об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны;

- в тексте диссертации соискателем отмечено, какие результаты получены им лично, а какие – в соавторстве.

Тема диссертации утверждена на заседании ученого совета ИЗК СО РАН 12 октября 2017 г., протокол № 8.

Работа ШЕЛОХОВА Ивана Антоновича «КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА» является законченным исследованием, имеет научную и прикладную значимость и рекомендуется после устранения замечаний по форме представления материалов, касающихся введения и заключения в диссертации и автореферате, к представлению в диссертационный совет при ИЗК СО РАН для защиты на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Заключение принято на заседании Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН.

Присутствовало на заседании 20 человек, из них 15 членов Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН, зам. председателя – к.г.-м.н. Саньков В.А., секретарь – к.г.-м.н. Брыжак Е.В.

Результаты открытого голосования Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН по вопросу о принятии заключения по диссертации И.А. Шелохова: за – 15, против – нет, воздержалось – нет.

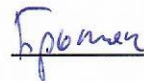
Протокол №8 от 17 июня 2021 г.

Зам. председателя Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН,
к.г.-м.н.



В.А. Саньков

Ученый секретарь Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН,
к.г.-м.н.



Е.В. Брыжак