

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации Царева Романа Ильича на тему
«МЕТОДОЛОГИЯ МАЛОГЛУБИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ
НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ»

Специальность 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков
полезных ископаемых

Для отзыва автором представлен автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук объемом 24 страницы, состоящий из введения, шести глав и заключения. Автореферат хорошо структурирован. Информация подана последовательно, четко обозначены предмет и объект исследований, выделена цель, определены задачи.

Целью представленной работы является теоретическое и экспериментальное обоснование применения взрывного источника упругих колебаний при проведении малоглубинной сейсморазведки и установление закономерностей между присутствием в разрезе тектонических нарушений различных типов и изменением значений атрибутов сейсмической записи на основе полномасштабного конечно-разностного численного моделирования.

Актуальность работы заключается в следующем:

На этапе эксплуатационной разведки на Верхнекамском месторождении солей (ВКМС) проводится бурение солеразведочных скважин по сети 1×1 км и 2×2 км с целью определения геологического строения. Вокруг ствола пройденной скважины оставляют целики, в пределах которых горные работы не ведутся. Диаметр этих целиков составляет от 150 до 250 м. Столь редкая сеть разведочных скважин приводит к тому, что многие особенности геологического строения промышленных пластов и водозащитной толщи (ВЗТ) остаются невыявленными. К таким особенностям относятся дизъюнктивные и пликативные тектонические дислокации (нарушения) соляной толщи, присутствие которых негативно сказывается на безопасности при эксплуатации калийных рудников и приводит к потере запасов полезных ископаемых. Детализация геологического строения в межскважинном пространстве остается за геофизическими методами. В частности, на проектируемых к отработке площадях шахтных полей предусматривается проведение опережающих поверхностных сейсморазведочных работ. Условия для проведения сейсморазведки на ВКМС далеки от идеальных. Сильное затухание высокочастотной составляющей сигнала в верхней части разреза (ВЧР) осложняет получение кондиционных материалов, особенно для интервала продуктивного пласта, залегающего на относительно небольшой глубине. Это связано с наличием неконсолидированной толщи грунтов в ВЧР, зоны малых скоростей (ЗМС) и малоконтрастным, с точки зрения отражающей способности, строением галогенной формации. Перечисленные негативные факторы характерны и для других месторождений калийных солей и в целом для месторождений твердых полезных ископаемых. В настоящее время на ВКМС сейсморазведка проводится с применением импульсного порохового и механического источников упругих колебаний при технически устаревшем подходе к обработке и интерпретации данных. Для повышения качества материалов малоглубинной сейсморазведки и объективности результатов необходимо совершенствование применяемой технологии на всех этапах, начиная с технологии полевых работ, заканчивая обработкой и интерпретацией.

Научная новизна и теоретическая значимость работы:

Автором диссертации предложена принципиально новая методика проведения полевых работ с использованием цифровых телеметрических многокомпонентных систем регистрации и использованием взрывного источника для повышения стабильности

регистраций отраженных волн. В рамках исследования предложены принципиально новые для малоглубинной сейсморазведки подходы к обработке и интерпретации данных. Проведен значительный объем работ по обоснованию физико-геологических моделей верхней части разреза исследуемого объекта, а также выполнен расчет волнового поля для различных моделей среды.

Практическая и теоретическая значимость результатов исследований автора заключается в следующем:

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке принципиально новых подходов к производству сейсмических работ, а также новых авторских методик интерпретации данных. Автором обоснованы модели строения соляной толщи и проведен большой объем математического моделирования.

Практическая значимость исследования заключается в получении новой технологии, позволяющей существенно улучшить качество регистрируемых данных, а также повысить точность получаемых геологических моделей исследуемого участка за счет привлечения оригинальных методов динамической интерпретации.

Автореферат состоит из шести глав, каждая из которых посвящена решению поставленных задач.

1. В первой главе «Объект исследований» детально разобрано геологическое строение Верхнекамского месторождения солей и геологические процессы, протекающие на месторождении. Обозначена актуальность проводимых исследований.
2. Во второй главе «Технология полевых работ при проведении малоглубинной сейсморазведки» освещаются современные методики, применяемые на месторождении. Автором отмечается, что в настоящее время система наблюдений является обоснованной и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к работам подобного типа в рассматриваемых геологических условиях. Однако, если частотный диапазон источников можно считать достаточным, то их мощности недостаточно для надежного решения геологических задач.
3. В третьей главе «Тонкослоистая геолого-геофизическая модель среды» представлены результаты исследования по обоснованию выбора параметров моделирования, позволяющих приблизиться к реальным геологическим условиям месторождения. В рамках исследований сейсмическое моделирование проведено в два этапа. На первом этапе прямая задача решалась с использованием поверхностного источника, имитирующего распространение плоской волны в среде, что позволяет дать экспресс-оценку получаемых синтетических материалов. На втором этапе проведено моделирование с точечным источником сферической волны для моделей среды с неоднородностями, выбранными по результатам расчетов, проведенных на первом этапе с использованием поверхностного источника плоской волны.
4. В четвертой главе «Особенности обработки данных малоглубинной сейсморазведки» приведен анализ процесса цифровой обработки малоглубинных сейсморазведочных материалов, по результатам которых автором установлено, что в условиях малоконтрастной соляной толщи нужно очень внимательно относиться к выбору процедур обработки. Выявлены процедуры как положительно влияющие на получаемый результат, так и отрицательно. Предложена и обоснована

на получаемый результат, так и отрицательно. Предложена и обоснована технология обработки, которая позволяет корректно выделить полезный сигнал на фоне волн-помех.

5. В пятой главе «Методика выделения тектонических нарушений» разобрана предлагаемая методика интерпретации. В основе предлагаемой методики выделения тектонических нарушений в условиях Верхнекамского месторождения солей лежит атрибутный анализ, поскольку выделить отдельные отражения от границ тонких слоев в малоконтрастной толще практически невозможно, но суммарный вклад пачек в интерференционную волновую картину может быть значительным. Этот вклад проявляется в таких особенностях рисунка сейсмической трассы, как относительная амплитуда того или иного экстремума, своеобразие формы колебаний, изменение их видимого периода, частоты и др. Для оптимизации процесса работы с сейсмическими атрибутами автором разработано программное обеспечение AtAn, которое позволяет проводить корреляционный анализ атрибутов по нескольким расчетным схемам.
6. В шестой главе «Апробации методики интерпретации» описана апробация в рамках опытно-методических работ, проведенных собственными силами на участке Верхнекамского месторождения солей. Установлена работоспособность всех этапов производства сейсморазведочных работ, предлагаемых в диссертации.

В заключении автор делает следующие выводы:

1. Проведены опытные полевые сейсморазведочные работы и сравнительный анализ результатов, полученных с применением импульсного порохового и взрывного источников упругих колебаний. Обоснован выбор параметров системы наблюдений при проведении малоглубинной сейсморазведки.
2. Предложена технология обработки данных малоглубинной сейсморазведки в условиях малоконтрастной соляной толщи. Обосновано использование данных геофизических исследований скважин и сейсмического моделирования в процессе обработки сейсморазведочных данных.
3. Обосновано применение сейсмического моделирования в процессе проведения сейсморазведки на Верхнекамском месторождении солей.
4. Определены закономерности между изменением атрибутов регистрируемого сигнала и наличием различных тектонических нарушений, на основе которых обосновано применение атрибутного анализа. Разработан алгоритм и программное обеспечение позволяющее оперативно обрабатывать, визуализировать и проводить регрессионный анализ графиков сейсмических атрибутов.
5. Проведена апробация разработанной технологии полевых работ, предлагаемых методик обработки и интерпретации. Полученные в результате апробации глубинные разрезы характеризуются контрастными отражениями, соответствующими кровле соляной толщи, пласту маркирующих глин и подошве соляной толщи, а также слабоконтрастными отражениями внутри соляной толщи.

Замечания:

По мнению рецензентов, работа выполнена на высоком квалификационном уровне, диссертация хорошо структурирована и оформлена. При анализе диссертационной работы возникли следующие замечания и вопросы:

1. В рамках математического моделирования волнового поля для более точного построения структурной модели среды можно было бы использовать результаты несейсмических, в частности электроразведочных исследований, проведенных на Верхнекамском месторождении солей.

2. Не приводится сравнение предлагаемого подхода с актуальным на сегодняшний день методом полноволновой инверсии (FWI). Данный подход не требует проведения дополнительных полевых исследований.
3. В тексте диссертации не указано, насколько применение предложенной автором методики полевых работ приведет к увеличению затрат в сравнении с традиционной методикой.

Приведенные выше вопросы и замечания носят характер рекомендаций и несколько не влияют на высокое качество диссертационной работы.

Выводы автора профессиональны и основаны на фактическом материале, исследования выполнены на современном научном и методическом уровне, полученные результаты имеют научную новизну и практическую значимость. Основные положения диссертации докладывались на научных и научно-технических совещаниях различного уровня и опубликованы, в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

Диссертация представляет собой законченную научную работу, отвечающую п.п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. N2842. Полученные результаты вносят существенный вклад в развитие теории и практики изучения моделей верхней части разреза. Содержание диссертации отвечает паспорту специальности 25.00.10 — «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых». Список опубликованных работ по количеству и представительности в рецензируемых научных изданиях соответствует необходимым требованиям.

Считаем, что Р.И. Царев заслуживает присвоения ему звания кандидата технических наук по специальности 25.00.10 (Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых).

25.04.2022

Исполнительный директор,
ООО «СИГМА-ГЕО»
sharlov@sigma-geo.ru
8-914-926-07-99

Шарлов Максим Валерьевич

Главный геофизик
ООО «СИГМА-ГЕО», к.т.-м.н.
biv@sigma-geo.ru
8-914-929-14-29

Буддо Игорь Владимирович

Начальник отдела
моделирования и комплексного
анализа геолого-геофизических
данных ООО «СИГМА-ГЕО»
sia@sigma-geo.ru
8-964-354-66-81

Шелохов Иван Антонович

ООО «СИГМА-ГЕО», 664039, Иркутская область, г. Иркутск, Звездинская ул., д. 6,
помещ. 7

Я, Шарлов Максим Валерьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы связанные с работой диссертационного совета.

Я, Буддо Игорь Владимирович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы связанные с работой диссертационного совета.

Я, Шелохов Иван Антонович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы связанные с работой диссертационного совета.

Подписи М.В. Шарлова, И.В. Буддо,
И.А. Шелохова заверяю:

