

ОТЗЫВ

официального оппонента Ольневой Татьяны Владимировны
на диссертацию Царева Романа Ильича

**«Методология малоглубинной сейсморазведки на месторождениях
калийных солей»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков
полезных ископаемых»

Диссертационная работа Царева Романа Ильича посвящена совершенствованию методологии малоглубинной сейсморазведки. Активное расширение областей применения сейсмических исследований связано, в первую очередь, с масштабируемой возможностью метода обеспечить специалистов информацией о геолого-геофизическом строении среды в межскважинном пространстве. Малоглубинная сейсморазведка имеет свои технологические особенности, поэтому для получения качественных исходных данных, а также достоверных геологических результатов в процессе их интерпретации, необходимо адаптировать стандартные технологии и сложившиеся подходы под специфические задачи на каждом этапе исследований: начиная с полевых работ, обработки полученных данных, заканчивая интерпретацией и созданием геологической модели среды. Обращение к данной теме, несомненно, является актуальным вызовом.

Объектом исследований является соляная толща Верхнекамского месторождения солей (ВКМС). Наличие галогенных формаций в геологическом разрезе, как правило, является осложняющим фактором сейсмогеологических условий и требует особого внимания на всех этапах сейсморазведочных работ.

Выполненные автором исследования носят научно-практический характер, что существенно добавляет им значимости. В диссертации даны рекомендации по усовершенствованию технологии малоглубинной сейсморазведки; проведено теоретическое и экспериментальное обоснование предлагаемых подходов; высказаны предложения по их адаптации на других месторождениях твердых полезных ископаемых при условии схожести сейсмогеологических условий проведения работ.

В соответствии с обозначенной целью работы особая роль в проведенных исследованиях отведена обоснованию применения взрывного источника при малоглубинных исследованиях и получению качественных исходных данных, адаптации системы наблюдений и анализу процесса цифровой обработки. Вторым важным аспектом является анализ полученного волнового поля путем динамической интерпретации для выделения особенностей тектонического строения целевого интервала исследований.

Структура работы соответствует общепринятым стандартам: диссертация включает введение, основную часть с шестью главами и заключение. Текст

изложен на 186 страницах, включая 105 иллюстраций, 2 таблицы, список сокращений и условных обозначений, список литературных источников из 42 наименований и 1 приложение. Основные результаты диссертационной работы с достаточной полнотой отражены в автореферате, текст которого изложен по защищаемым положениям в порядке, соответствующем главам диссертации.

Введение содержит рекомендованные Высшей аттестационной комиссией (ВАК) основные разделы, в числе которых: актуальность темы исследований, степень разработанности темы, цель, объект и задачи исследований с указанием этапов решения, научная новизна выполненных исследований, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследований, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов, указан личный вклад автора.

Глава 1 содержит сведения об объекте исследований – Верхнекамском месторождении калийных солей, информацию о стратиграфии, тектоническом строении, характеристике соляной формации и особенностях развития сложных внутрисоляных деформаций. Автор демонстрирует глубокое погружение в существующие проблемы, понимание сути геологических явлений, негативно влияющих на эффективность разработки месторождения и безопасность эксплуатации рудников, еще раз подчеркивает актуальность проведенных исследований.

В *Главе 2* автор анализирует слабые и сильные стороны в применяемых полевых сейсмических исследованиях на Верхнекамском месторождении. В рамках проведенных исследований автором диссертации предложено и обосновано использование взрывного источника упругих колебаний при изучении малых глубин. Результаты, полученные в ходе опытных полевых работ, указывают на значительный прирост энергии отраженной волны от кровли и подошвы соляной толщи, улучшение соотношения сигнал/помеха. Опытными-методическими исследованиями обосновываются вес заряда, глубина погружения заряда, длина расстановки. Оптимизация каждого, из указанных параметров направлена на улучшение качества полевых данных. Содержание второй главы полностью раскрывает суть *первого защищаемого положения*.

Глава 3 посвящена разработке двумерной тонкослоистой геолого-геофизической модели Верхнекамского месторождения солей и описанию подхода к изучению месторождения посредством моделирования. Автором построено более 80-ти тонкослоистых моделей, приводится исчерпывающее описание процесса их построения, используемых параметров, результаты моделирования проиллюстрированы в виде синтетические сейсмограмм и разрезов. Использование моделирования несомненно помогает обосновать применение сейсморазведки для изучения геологического строения месторождения и должно быть внедрено как важный этап в производственный цикл малоглубинных сейсмических исследований. В качестве замечания стоит отметить завышенные параметры полосы частот и доминантной частоты в процессе моделирования, даже для взрывного источника. В предыдущей главе 2

приводятся спектры полевых сейсмограмм, но не делается акцент на полученные частоты. Было бы логично обратиться при обосновании параметров синтетического моделирования к данным, полученным в полевых условиях и на этапе обработки. На основании проведенных исследований, описанных в Главе 3 сформулировано *второе защищаемое положение*.

Глава 4 посвящена особенностям обработки данных малоглубинной сейсморазведки в условиях Верхнекамского месторождения солей. Учитывая специфику геологического строения месторождения, автор обосновывает наиболее эффективный набор процедур обработки, позволяющий корректно выделить полезный сигнал на фоне волн-помех. В работе автор уделяет внимание не только процедурам, положительно влияющим на результат, но и процедурам нежелательным для условий соляной толщи. Например, по наблюдениям автора, обработка с сохранением амплитуд приводит к тому, что отражения внутри соляной толщи не выделяются в разрезе. По результатам формирования оптимального графа обработки сформулировано *третье защищаемое положение*.

В *Главе 5* описывается авторская методика выделения тектонических нарушений. Автором разработана программа AtAn, которая позволяет визуализировать графики отдельных атрибутов, строить кросс-плоты, производить поиск корреляции, суммирование, инвертирование графиков и производить экспорт данных для дальнейшей работы. В главе приводятся результаты атрибутивного анализа по разработанной методике на основе синтетических данных, в два этапа – по синтетическим разрезам и по синтетическим сейсмограммам. В качестве результата демонстрируется сводная таблица, отражающая реакцию сейсмических атрибутов на присутствие в соляной толще дислокаций разного масштаба. Таблица включает 15 атрибутов. Автор отмечает, что, в целом, атрибутивный анализ в имеющихся геологических условиях проявляет низкую надежность, даже при использовании комплекса атрибутов. По результатам работ, изложенных в главе 5 сформулировано *четвертое защищаемое положение*.

Глава 6 содержит результаты опытно-методических работ по апробации предложенной методики динамической интерпретации. По результатам проведенной апробации сделан вывод, что использование сейсмических атрибутов для повышения надёжности и объективности выделения сейсмических аномалий можно считать перспективным, а методология, предлагаемая в диссертации, может быть применена при поисках и разведке других месторождений твердых полезных ископаемых.

Главы диссертации представляют собой целостный научный труд, содержат исчерпывающую информацию по теоретическому и экспериментальному обоснованию предлагаемых подходов и методик.

Научные положения, вынесенные на защиту, имеют необходимую доказательную базу. Теоретическое обоснование каждой методики

исследований подкреплено данными моделирования и подтверждается результатами апробации.

Автор работает над темой на протяжении более чем десяти лет. Основные результаты исследований, полученные соискателем, опубликованы в 24 статьях, из них 10 в рецензируемых изданиях ВАК и 11 индексируемых в Scopus и Web of Science. Результаты исследований докладывались на девяти международных конференциях. В рамках работы над диссертацией разработано программное обеспечение AtAn, позволяющее проводить динамическую интерпретацию на основе анализа атрибутов волнового поля, получено свидетельство о регистрации программы.

Замечания и вопросы

1. В границах Верхнекамского месторождения солей как известно есть месторождения нефти на которых проводилась сейсморазведка и, скорее всего, использовались разные типы источников. Какие практические выводы и результаты сделаны по результатам этих исследований?

2. Какие результаты и перспективы есть у комплексирования данных поверхностной и шахтной сейсморазведки?

3. Сводная таблица сейсмических атрибутов, отображающих влияние тектонических особенностей строения среды, включает 15 атрибутов. Автор предлагает использовать их комбинации, но не проводит анализа на предмет взаимозависимости между динамическими характеристиками, объединяемыми в суммарный сейсмический атрибут (ССА). Как известно, независимых параметров, описывающих колебание только три: амплитуда, фаза, частота. Остальные динамические атрибуты являются комплексными на основании этих базовых характеристик.

4. В главах диссертации на разных этапах исследований используются разные частотные характеристики спектра для моделирования: синтетическое моделирование осуществлялось с доминантной частотой в 100 Гц, привязка отражений – с импульсом с доминантной частотой в 60 Гц. Какая доминантная частота и спектр характерны для целевого интервала по результатам применения предложенного графа обработки данных, полученных с взрывными источниками?

Общая оценка работы

Диссертационная работа Царева Романа Ильича на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершенным научным трудом, обладающим новизной и внутренней целостностью. Результаты, представленные в работе получены автором лично или при его непосредственном участии, в достаточном объеме отражены в публикациях рецензируемых российских и зарубежных научных изданий. Требования по указанию соавторства, ссылок на источники заимствований и цитирования соискателем соблюдены.

По итогам рассмотрения материалов научных исследований считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям, установленным в пункте 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842.

Автор диссертационной работы Царев Роман Ильич безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Я, Ольева Татьяна Владимировна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

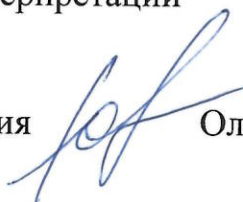
доктор геолого-минералогических наук,
ведущий эксперт

по сейсмогеологической интерпретации

ООО «Газпромнефть НТЦ»,

Центра регионального и

сейсмического моделирования



Ольева Татьяна Владимировна

«06» апреля 2022 г.

ООО «Газпромнефть НТЦ»,

Центр регионального и

сейсмического моделирования

Адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 75-79

Телефон: +7 (812) 313-69-24, +7 (911) 947-93-55

Эл. почта: Olyeva.TV@gazpromneft-ntc.ru

Подпись Т.В. Ольневой удостоверяю:

Ведущий специалист

отдела кадрового администрирования

ООО «Газпромнефть НТЦ»



Е.А.Антипина

