

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЁННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 999.234.02, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК И
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ»
ПО ЗАЩИТЕ ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 мая 2022 г. протокол № 8/2022

О присуждении Цареву Роману Ильичу, гражданину РФ,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методология малоглубинной сейсморазведки на месторождениях калийных солей» в виде рукописи по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» принята к защите 24 февраля 2022 г., протокол № 5/2022, диссертационным советом Д 999.234.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Геологический институт Российской академии наук (ГИН РАН) и Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»: 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23. Диссертационный совет создан приказом Минобрнауки России № 27/нк от 27.01.2020г.

Соискатель, Царев Роман Ильич, 1989 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по

специальности «Геофизика», квалификация – геофизик (диплом специалиста КТ № 12749, регистрационный номер 618, выдан 02.07.2012 г.)

Освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле». Окончил её в 2019 г. с присвоением квалификации – исследователь; преподаватель-исследователь (диплом об окончании аспирантуры № 105908 0005289 от 04.07.2019, рег. № 1133).

Царев Роман Ильич сдал все кандидатские экзамены. История и философия науки – «удовлетворительно», иностранный язык – «хорошо», кандидатский экзамен по специальности – «отлично».

В настоящее время работает старшим научным сотрудником в научно-исследовательской лаборатории геофизики в акционерном обществе «ВНИИ Галургии».

Диссертация выполнена на кафедре геофизики ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Костицын Владимир Ильич, исполняющий обязанности заведующего кафедрой геофизики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Официальные оппоненты

Путилов Иван Сергеевич, доктор технических наук, заместитель директора Филиала по научной работе в области геологии Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть»,

Ольнева Татьяна Владимировна, доктор геолого-минералогических наук, ведущий эксперт по сейсмологической интерпретации Центра регионального и сейсмического моделирования ООО «Газпромнефть НТЦ» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт геофизики имени Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук» (ИГФ УрО РАН)** в своем положительном заключении, подписанном директором института, кандидатом геолого-минералогических Козловой Ириной Анатольевной и заведующим лабораторией сейсмометрии, доктором технических наук Сениным Львом Николаевичем, указала, что диссертационная работа Царева Романа Ильича на тему «Методология малоглубинной сейсморазведки на месторождениях калийных солей» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне, и соответствует всем требованиям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842 (п. 9-14), а её автор, Царев Роман Ильич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Основные результаты и положения диссертационной работы, полученные автором, изложены в 24 опубликованных работах, включая 11 статей в изданиях, включенных в международную реферативную базу данных «Скопус» (Scopus), и 10 статей в изданиях из перечня ВАК РФ. Результаты исследований докладывались на 9 конференциях. Кроме того, имеется 1 патент на изобретение и 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, а также справка о внедрении результатов работы.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

В изданиях, индексируемых в Scopus, Web of Science и РИНЦ:

1. **Царев Р.И.** Опытные геофизические работы по разработке методики поисков полостей в солеотвалах / Пушкарева И.Ю., Жуков А.А., **Царев Р.И.**, Пригара А.М. // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики: материалы международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 135-141.
2. **Царев Р.И.** Метод сейсмического просвечивания для изучения состояния фундаментов / **Царев Р.И.**, Пригара А.М. // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики: материалы международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 216-220.
3. **Царев Р.И.** Применение геофизических методов для выявления ослабленных зон в солеотвалах калийных рудников / Жуков А.А., Пригара А.М., **Царев Р.И.**, Шусткина И.Ю. // Материалы международной научно-практической конференции «Инженерная и рудная геофизика 2018». – 2018.
4. **Царев Р.И.** Возможности шахтной сейсморазведки на поперечных волнах / **Царев Р.И.**, Пригара А.М., Жуков А.А. // Материалы международной научно-практической конференции «Инженерная и рудная геофизика 2019». – 2019.
5. **Царев Р.И.** Оценка применимости сейсморазведочных методов при обнаружении карстовых полостей в условиях солеотвалов / Жуков А.А., Пригара А.М., **Царев Р.И.**, Шусткина И.Ю., Ворошилов В.А. // Материалы научно-практической конференции «Инженерная сейсморазведка и сейсмология». – 2019.
6. **Царев Р.И.** Особенности применения сейсморазведки на поперечных волнах в условиях подземных выработок калийного рудника / Жуков А.А., Пригара А.М., **Царев Р.И.**, Шусткина И.Ю., Ворошилов В.А. // Современные тенденции в области теории и практики добычи и переработки минерального и техногенного сырья. Материалы международной научно-

практической конференции, приуроченной к 90-летию со дня основания института «Уралмеханобр». – 2019. – С. 86-89.

7. **Царев Р.И.** Обнаружение карстовых полостей комплексом геофизических методов в отвалах горнодобывающей промышленности / Жуков А.А., Пригара А.М., **Царев Р.И.**, Шусткина И.Ю., Ворошилов В.А. // Современные тенденции в области теории и практики добычи и переработки минерального и техногенного сырья. Материалы международной научно-практической конференции, приуроченной к 90-летию со дня основания института «Уралмеханобр». – 2019. – С. 90-94.

8. **Царев Р.И.** Исследование процесса распространения волн при сейсмоакустических воздействиях в породном массиве методами математического моделирования / Пригара А.М., Аптуков В.Н., **Царев Р.И.**, Ворошилов В.А., Жуков А.А. // Материалы международной научно-практической конференции «Инженерная и рудная геофизика 2020». – 2020.

9. **Царев Р.И.** Геологическое обоснование результатов шахтной сейсморазведки на поперечных волнах с разделением отражений ПВРО / **Царев Р.И.**, Глухих А.В., Жуков А.А., Морошкина Ю.Н., Пригара А.М. // Материалы международной научно-практической конференции «Инженерная и рудная геофизика 2020». – 2020.

10. **Царев Р.И.** Технология и особенности проведения малоуглубинных сейсморазведочных работ / **Царев Р.И.** // Международная научно-практическая конференция «РУДНИК», Выставка-форум «Нефть и газ. Химия - 2020». – 2020.

11. **Царев Р.И.** Совершенствование технологии шахтной сейсморазведки / Пригара А.М., Ворошилов В.А., Жуков А.А., **Царев Р.И.**, Пушкарёва И.Ю. // Материалы международной научно-практической конференции «Инженерная и рудная геофизика 2021». – 2021.

12. **Царев Р.И.** Методика выделения геологических неоднородностей при проведении поверхностной сейсморазведки основанная на конечно-разностном численном моделировании / **Царев Р.И.**, Пригара

А.М., Ворошилов В.А. // Материалы международной научно-практической конференции «Инженерная и рудная геофизика 2021». – 2021.

13. **Царев Р.И.** Сейсмическое моделирование основных геологических неоднородностей, встречающихся в соляной тектонике / **Царев Р.И.** // Труды IV Международной геолого-геофизической конференции «ГеоЕвразия 2021. Геологоразведка в современных реалиях». – 2021. – С. 47-52.

14. **Tsarev R.I.** Integration of Surface and Mine Gravity Data for Localization Structural Faults on the Verkhnekamskoye Potassium-Magnesium Salt Deposit / Voroshilov V.A., Kostitsyn V.I., Zhukov A.A., Prigara A.M., **Tsarev R.I.**, Pushkareva I.Yu. // Science and Global Challenges of the 21st Century - Science and Technology. Springer. – 2021. – С. 304-311.

В изданиях, рекомендованных ВАК:

15. **Царев Р.И.** Комплексная диагностика состояния бетонной крепи шахтных стволов калийных рудников / Жуков А.А., Пригара А.М., Тарасов В.В., **Царев Р.И.** // Горный журнал. – 2014. – №4. – С. 81-87.

16. **Царев Р.И.** Инженерно-геологическая оценка гидротехнических сооружений методами неразрушающего контроля / Пригара А.М., **Царев Р.И.**, Коноплев А.В., Пенский О.Г., Осовецкий Б.М. // Фундаментальные исследования. – 2014. – №11-2. – С. 348-352.

17. **Царев Р.И.** Опыт применения комплекса геофизических методов для выявления карстовых полостей в отвалах калийных рудников / Жуков А.А., Пригара А.М., Пушкарева И.Ю., **Царев Р.И.** // ГИАБ. – 2015. – №5. – С. 120-130.

18. **Царев Р.И.** Оценка скорости распространения электромагнитных волн в солях Верхнекамского месторождения солей / Жуков А.А., Пригара А.М., Пушкарева И.Ю., **Царев Р.И.** // Инженерные изыскания. – 2017. – №3. – С. 28-33.

19. **Царев Р.И.** Оценка глубины проникновения электромагнитных волн в солях ВКМС / Жуков А.А., Пригара А.М., Пушкарева И.Ю., **Царев Р.И.** // Геофизика. – 2017. – №5. – С. 25-28.

20. **Царев Р.И.** Обоснование выбора модели геологической среды при решении прямой задачи сейсморазведки МОВ ОГТ на ВКМС / **Царев Р.И.** // Геофизика. – 2018. – №5. – С. 18-23.

21. **Царев Р.И.** Способ шахтной сейсморазведки для изучения особенностей геологического строения ВКМС / Жуков А.А., Пригара А.М., **Царев Р.И.**, Шусткина И.Ю. // ГИАБ. – 2019. – №4. – С. 121-136.

22. **Царев Р.И.** Влияние направленности источников и приемников на результаты шахтной сейсморазведки / **Жуков А.А.**, Пригара А.М., Царев Р.И., Шусткина И.Ю., Ворошилов В.А. // Геофизика. – 2019. – №5. – С. 26-36.

23. **Царев Р.И.** Решение задач эксплуатационной разведки и повышения безопасности горных работ с помощью шахтной сейсморазведки способом ПВРО / Пригара А.М., Жуков А.А., **Царев Р.И.**, Кашников Ю.А. // Горный журнал. – 2021. – №4. – С. 23-27.

24. **Царев Р.И.** Технология и особенности проведения поверхностной сейсморазведки на Верхнекамском месторождении солей / **Царев Р.И.**, Жуков А.А., Пригара А.М., Шкуратский Д.Н. // Горный журнал. – 2021. – №4. – С. 17-26.

Патенты на изобретения:

25. Патент № 2709415 С1 Российская Федерация, МПК G01V 1/00, G01V 1/28, G01V 1/30. Способ шахтной сейсмической разведки: № 2019109747: заявл. 02.04.2019: опубл. 17.12.2019 / Пригара А.М., Жуков А.А., **Царев Р.И.**, Шусткина И.Ю., Ворошилов В.А.; заявитель Акционерное общество "ВНИИ Галургии" (АО "ВНИИ Галургии"). – 10 с.: ил. - Текст: непосредственный.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

26. **Царев Р.И.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020610568 Российская Федерация. Программа атрибутивного анализа AtAn. Версия 1.0: № 2019667160: заявл. 23.12.2019: опублик. 16.01.2020 / **Царев Р.И.**, Ворошилов В.А., Пригара А.М., Жуков А.А., Шусткина И.Ю.; заявитель Акционерное общество «ВНИИ Галургии» (АО «ВНИИ Галургии»).

27. **Царев Р.И.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020610268 Российская Федерация. Программа обработки шахтных сейсмических данных FastMineProc. Версия 1.0: № 2019667231: заявл. 23.12.2019: опублик. 13.01.2020 / Пригара А.М., Ворошилов В.А., Жуков А.А., Шусткина И.Ю., **Царев Р.И.**; заявитель Акционерное общество «ВНИИ Галургии» (АО «ВНИИ Галургии»).

28. **Царев Р.И.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020610309 Российская Федерация. Программа поиска годографов дифрагированных волн GodFind. Версия 1.0: № 2019667093: заявл. 23.12.2019: опублик. 13.01.2020 / Ворошилов В.А., Пригара А.М., **Царев Р.И.**, Жуков А.А., Шусткина И.Ю.; заявитель Акционерное общество «ВНИИ Галургии» (АО «ВНИИ Галургии»).

29. **Царев Р.И.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020660506 Российская Федерация. Программа контроля и документирования полевых сейсморазведочных работ EJ. Версия 1.0: № 2020619619: заявл. 26.08.2020: опублик. 04.09.2020 / Ворошилов В.А., Пригара А.М., **Царев Р.И.**, Жуков А.А., Пушкарева И.Ю.; заявитель Акционерное общество «ВНИИ Галургии» (АО «ВНИИ Галургии»).

В работах, опубликованных соискателем ученой степени, в которых изложены основные научные результаты диссертации, недостоверных

сведений, заимствований материалов или отдельных результатов без указания ссылок установлено не было.

На автореферат диссертации поступили пятнадцать положительных отзывов. Среди них 13 с замечаниями и вопросами:

1. *Губайдуллин Марсель Галиуллович*, доктор геолого-минералогических наук, заслуженный геолог Российской Федерации, профессор кафедры геологии и горных работ ФГБОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет» (САФУ) отмечает:

- в автореферате показано, что моделирование проведено с имитацией источников двух типов: сферического и плоского. В чем принципиальное отличие применяемых источников и как отличаются синтетические материалы, полученные с их помощью?

- в связи с обоснованным применением при интерпретации сейсморазведочных материалов данные АК применяются и это правильно, а возникает вопрос – с какой плотностью они имеются и насколько удаленные скважины можно использовать при моделировании временного разреза для решения таких тонких задач в сложных сейсмологических условиях?

2. *Кашиников Юрий Александрович*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ) отмечает:

- считаю, что в тексте автореферата необходимо было бы добавить немного описания геологического строения рассматриваемого месторождения калийных солей;

- вертикальная разрешающая способность сейсморазведки оценивается в первые десятки метров, а при проведении работ на Верхнекамском

месторождении солей пласт маркирующей глины выделяется четким отражением, при его мощности в среднем 1,5 м. С чем Вы связываете подобный эффект?

3. *Коньков Андрей Игоревич*, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории акустики гетерогенных сред Института прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН) отмечает:

- на рисунке 4, стр. 12 синтетические данные имеют визуально высокую частоту, в тексте автореферата информация отсутствует. Какая использовалась частота при расчете волнового уравнения и тип сигнала?

4. *Романов Виктор Валерьевич*, кандидат технических наук, доцент кафедры геофизики факультета геологии и геофизики нефти и газа Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), отмечает:

- на рисунке 8, стр. 16 синтетический и наблюдаемый разрезы имеют плохую сходимость по кровле соляной залежи. С чем это может быть связано?

- в тексте автореферата отсутствует расшифровка некоторых аббревиатур.

5. *Антуков Валерий Нагимович*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой фундаментальной математики Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ) отмечает:

- в автореферате приведено теоретическое обоснование параметров для построения геолого-геофизической модели, приведены примеры моделей с

различными типами тектонических нарушений. Каким методом производилось решение волнового уравнения?

- автором получены синтетические данные по 81 модели при достаточно мелком (1 м) шаге разбиения модели. Сколько времени требовалось на расчёт одной модели и получения синтетических данных?

6. *Силаев Валерий Аркадьевич*, доктор технических наук, генеральный директор нефтедобывающего предприятия «Институт развития организационных структур топливно-энергетического комплекса» (Институт РОСТЭК) отмечает:

- зачастую каротаж в скважинах проводится не от земной поверхности, а с какой-то глубины. На каком основании были взяты значения скоростей для самого верхнего интервала разреза?

7. *Дягилев Руслан Андреевич*, кандидат физико-математических наук, заместитель директора по научной работе ФГБУН Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН) отмечает:

- в тексте автореферата можно было бы добавить краткую информацию об объекте исследований – соляной толще Верхнекамского месторождения солей;

- в автореферате отсутствует расшифровка некоторых аббревиатур, например, на рисунке 4 (стр. 12) и рисунке 8 (стр. 16).

8. *Савич Анатолий Данилович*, кандидат технических наук, заместитель директора по промысловой геофизике ПАО «Пермнефтегеофизика» отмечает:

- в тексте автореферата указано, что для моделирования использовались данные акустического каротажа. Какой тип волн использовался при построении моделей? Анализировались ли взаимные изменения скоростей P и S волн? Использовались какие-то другие методы геофизических исследований скважин?

- как задавались изменения тонкослоистой модели в межскважинном пространстве?

9. *Татаркин Алексей Викторович*, доктор технических наук, заместитель генерального директора по науке, начальник отдела геофизических исследований ООО НИПППД «Недра» отмечает:

- из текста автореферата непонятно, что подразумевает автор под термином «многокомпонентные системы регистрации», связан ли он с регистрацией продольных и поперечных волн в рамках прогноза напряжённо-деформированного состояния горного массива?

- необходимы пояснения о «технически устаревшем подходе к обработке и интерпретации данных» и «применяемого впервые на ВКМС взрывного источника»;

- производилась ли эмпирическая оценка коэффициента затухания амплитуды сейсмических волн для различных интервалов исследований, если да, то каким способом? Выполнялись ли исследования в модификации наземно-подземного просвечивания?

- выполнялся ли сравнительный анализ синтетических расчётов с полученными ранее результатами моделирования, в том числе основанных на использовании данных ВСП?

- ряд рисунков 1д, 6, 8 весьма сложен для восприятия ввиду перегруженности элементами, перекрывающими основную информацию,

выбора неудачной, близкой к однотонной, цветовой палитры или мелкого шрифта подписей.

10. *Титов Константин Владиславович*, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геофизики Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) отмечает:

- в работе подробно рассматривается опыт применения разработанных подходов на Верхнекамском месторождении солей. На каких месторождениях калийных солей в России и в мире можно также успешно применять предложенные подходы?

11. *Сергеев Константин Сергеевич*, кандидат технических наук, доцент кафедры разведочной геофизики и компьютерных систем РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина отмечает:

- разрез, представленный на рисунке 7, стр. 15, выглядит сглаженным. Использовались ли процедуры пространственной фильтрации по разрезу?

- в автореферате автор подробно приводит геологические особенности верхней части разреза, а о геологическом строении целевого интервала информации практически нет. В тексте диссертации геологическому строению отведена целая глава, содержащая исчерпывающую информацию. В текст автореферата нужно было добавить несколько строчек о строении соляной толщи.

12. *Шарлов Максим Валерьевич*, исполнительный директор ООО «СИГМА-ГЕО», *Буддо Игорь Владимирович*, кандидат геолого-минералогических наук, главный геофизик ООО «СИГМА-ГЕО» и *Шелухов Иван Антонович*, начальник отдела моделирования и комплексного анализа геолого-геофизических данных отмечают:

- в рамках математического моделирования волнового поля для более точного построения структурной модели среды можно было бы использовать результаты сейсмических, в частности электроразведочных исследований, проведенных на Верхнекамском месторождении солей;

- не приводится сравнение предлагаемого подхода с актуальным на сегодняшний день методом полноволновой инверсии (FWI). Данный подход не требует проведения дополнительных полевых исследований;

- в тексте диссертации не указано, насколько применение предложенной автором методики полевых работ приведет к увеличению затрат в сравнении с традиционной методикой.

13. *Давыденко Юрий Александрович*, кандидат технических наук, доцент кафедры ПГТ и ГИС «Иркутского национального исследовательского технического университета» (ИРНITU) отмечает:

- в автореферате хотелось бы увидеть подробнее описание программы AtAn, разработанной по представленному алгоритму динамической интерпретации. Как производился анализ по синтетическим данным?

- на рисунке 4, стр. 12 присутствуют аббревиатуры, которые по всей видимости обозначают пласты Верхнекамского месторождения солей. В тексте автореферата расшифровки их отсутствуют.

Отзывы без замечаний прислали:

1. *Цветков Геннадий Александрович*, доктор технических наук, профессор горно-нефтяного факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ);

2. *Кудряшов Алексей Иванович*, доктор геолого-минералогических наук, директор ООО «НПФ Геопрогноз».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их соответствием требованиям п. 22-24 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013г., №842. Официальные оппоненты и ведущая организация имеют широкую известность, высокую научную компетентность, значительные достижения в данной области наук и способность определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика динамической интерпретации на основе атрибутивного анализа синтетических данных, которая позволяет выделить основные типы тектонических нарушений встречающихся на месторождениях калийных солей;

предложен алгоритм регрессионного анализа и визуализации результатов погоризонтного анализа атрибутов, который позволяет выделить набор атрибутов, реагирующих на конкретные тектонические нарушения известного размера. Разработано программное обеспечение AtAn, реализующее предложенный алгоритм;

доказано, что тонкослоистая геолого-геофизическая модель среды, построенная по данным акустического каротажа, и полноволновое сейсмическое моделирование на ее основе, позволяют изучить особенности распространения сейсмических волн в условиях, близких к естественному залеганию галогенной формации;

введена тонкослоистая сейсмогеологическая модель Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей с добавлением пликативных и дизъюнктивных тектонических нарушений различных размеров, таких как: зоны замещения, зоны складчатости, разрывные нарушения, зоны дробления, зоны трещиноватости;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность выделения тектонических нарушений на основе анализа сейсмических атрибутов;

применительно к проблематике диссертации эффективно, с получением обладающих новизной результатов использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе численных и экспериментальных методик;

изложены идеи, аргументы, доказательства, тенденции использования новых подходов в малоглубинной сейсморазведке для изучения месторождений калийных солей и их тектоники;

раскрыты особенности цифровой обработки данных малоглубинной сейсморазведки, которые заключаются в совместном использовании данных сейсморазведки с данными акустического каротажа, детальном учете поверхностных условий и верхней части разреза, минимальном использовании процедур пространственно-временной фильтрации;

изучены закономерности между изменением параметров регистрируемого сигнала и присутствием в разрезе различных тектонических дислокаций на основе анализа синтетических данных;

проведена модернизация существующей методики проведения полевых работ при малоглубинных исследованиях и системы наблюдений. Предложено применение взрывного источника упругих колебаний при малоглубинных сейсморазведочных исследованиях для изучения соляной толщи. Для стабильной регистрации основных отражений в целевом интервале соляной толщи на глубинах от 100 до 800 м предлагается использовать заряды взрывчатого вещества весом 200 г, погруженные на забой скважин глубиной от 1,5 до 30 м. Предложена система наблюдений для изучения соляной толщи

с уменьшением шага между пунктами приема вплоть до 2–5 м, шага пунктов возбуждения до 4–10 м, позволяющая повысить плотность наблюдений (кратность) в целевом интервале разреза при соблюдении технико-экономической рентабельности. При регистрации предлагается использовать телеметрические системы с одиночными датчиками высокой чувствительности;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методические основы автоматизации комплексирования множественного анализа сейсмических атрибутов для выделения различных геологических неоднородностей; обоснованные в диссертации подходы применяются АО «ВНИИ Галургии» при эксплуатационной разведке месторождения и решении сложных горнотехнических задач (имеется справка о внедрении результатов диссертационной работы № И2200404-003 от 04.04.2022 года).

создана тонкослоистая геолого-геофизическая модель Верхнекамского месторождения солей;

представлены методические рекомендации для использования сейсмических атрибутов для выделения зон интенсивной складчатости, а также представлены предложения по дальнейшему совершенствованию использования сейсмических атрибутов для изучения месторождений твердых полезных ископаемых.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

По предложенной методологии малоглубинной сейсморазведки проведены опытные работы, по результатам которых удалось определить

структурные особенности основных отражающих горизонтов и выделить участки интенсивной складчатости.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

Автор принимал непосредственное участие в разработке предложенных способов, технологий и методик. При непосредственном участии автора проведены опытные полевые сейсморазведочные исследования с целью обоснования и выбора источника упругих колебаний, внедрение практики применения взрывного источника при малоглубинных сейсморазведочных работах на месторождениях калийных солей. Лично проанализированы архивные скважинные данные на предмет изученности территории месторождения методами акустического каротажа и вертикального сейсмического профилирования, даны рекомендации специалистам геологам с обоснованием необходимости проведения АК и ВСП при бурении солеразведочных скважин. Построены тонкослоистые геолого-геофизические модели с присутствием основных типов тектонических нарушений различных размеров, встречающихся на ВКМС. Проведено сейсмическое моделирование. Сейсмическое моделирование внедрено в процесс проектирования сейсморазведочных работ, обработки и интерпретации данных. Проведен статистический анализ и выявлены закономерности между изменением атрибутов волновой картины и тектоникой изучаемого разреза. Разработан алгоритм регрессионного анализа и визуализации результатов динамической интерпретации, реализованный в рамках программного обеспечения AtAn. Проведена апробация методики поисков тектонических дислокаций на реальных объектах ВКМС с обоснованием и оценкой ее возможностей и ограничений.

Ценность научных работ соискателя состоит в усовершенствовании технологии проведения малоглубинной сейсморазведки на месторождениях калийных солей, получении качественных исходных материалов, пригодных

для проведения динамической интерпретации на новом технологическом уровне. Основная ценность заключается в объективных структурных построениях геологической среды с возможностью проведения кинематической, динамической и геологической интерпретации.

На заседании 12 мая 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Цареву Роману Ильичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 14; против присуждения ученой степени – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета Д 999.234.02
доктор геолого-минералогических наук



Керимов В.Ю.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 999.234.02
кандидат геолого-минералогических наук

Иванов А.А.

12 мая 2022 г.