МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
**Пермский федеральный
исследовательский центр
Уральского отделения
Российской академии наук**
(ПФИЦ УрО РАН)

ул. Ленина, д.13А, г. Пермь, 614000
тел. (342) 212-60-08, факс 212-50-90
E-mail: psc@permsc.ru, http: //www.permsc.ru
ОКПО 48420579, ОГРН 1025900517378
ИНН 5902292103, КПП 590201001

28.01.2026 № 337/ 2171-30

на № _____ от _____

Отзыв ведущей организации

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ПФИЦ УрО РАН
член-корреспондент РАН,
доктор физико-математических наук
Плехов О.А.

«28» января 2026 г.

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию *Халилова Дамира Газинуровича* на тему: «Разработка геофизического метода активной оптоволоконной распределенной термометрии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 «Геофизика»

1. Актуальность исследований

Диссертационная работа Д. Г. Халилова посвящена вопросам развития метода оптоволоконной распределённой скважинной термометрии. Анализ существующих проблем в этой области показывает, что оптоволоконные системы нуждаются в расширении инструментария, реализации новых методик исследований и применении новых подходов к оценке пространственной и временной детализаций температурных полей. Актуальность проведённых в работе исследований определяется их направленностью на повышение эффективности термометрического мониторинга нефтедобывающих скважин.

2. Цель и задачи исследований

Целью диссертационной работы является разработка геофизического метода активной оптоволоконной распределенной термометрии, включающего систему распределённой термодебитометрии, методику количественного определения дебитов и создание лабораторной установки для моделирования физических условий скважинной среды с оптимальным количеством функциональных возможностей.

Для реализации научной цели автором сформулированы следующие задачи:

- создание оптоволоконной системы распределённой термодебитометрии, предусматривающей возможность совместного проведения геофизических исследований и работ в скважинах действующего фонда стандартными

электронными приборами и оптоволоконными распределёнными датчиками температуры с нагревом и без него;

- разработка методики количественного определения общего и поинтервального дебитов методом оптоволоконной распределённой скважинной термодебитометрии, обеспечивающей оперативное проведение каротажа и интерпретации данных;
- изучение тепловой инерционности оптоволоконных распределённых датчиков температуры, интегрированных в кабельные изделия, путём определения их показателей детализации (пространственное разрешение и постоянную времени), за счёт использования моделей кабелей, широко применяемых для долговременного мониторинга в нефтедобывающих скважинах;
- разработка критерия для определения пространственного разрешения оптоволоконных распределённых датчиков температуры, интегрированных в кабельные изделия, наиболее подходящего для геофизических исследований скважин;
- обоснование способа определения пространственного разрешения и постоянной времени оптоволоконных распределённых датчиков температуры, интегрированных в кабельные изделия, на основании экспериментальных данных;
- конструирование лабораторной установки для моделирования физических условий скважинной среды, изучаемой посредством оптоволоконных распределённых датчиков температуры с оптимальным количеством функциональных возможностей;
- апробирование лабораторной установки посредством моделирования различных скважинных условий для повышения достоверности разработанной автором методики исследований, обеспечивающей выход на количественное определение общего и поинтервального дебитов.

Решение перечисленных задач востребовано возрастающим спросом на оснащение скважин действующего фонда средствами контроля, позволяющими проводить геофизические исследования при наличии глубинного оборудования, без остановки скважины и с применением методик, обеспечивающих экономию по времени и достижение результатов на количественном уровне.

3. Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, двух приложений, изложена на 163 страницах, включая 59 рисунков, 16 таблиц и 38 формул.

Во введении рассмотрены актуальность, цель, задачи исследований, сформулированы защищаемые положения, научная новизна, практическая значимость и приведена информация об апробации.

В главе 1 автором выполнен обзор современного состояния проблемы и изученность вопросов по защищаемым положениям. Приведены результаты разработок других специалистов в области активной термометрии, изучения пространственного разрешения и постоянной времени оптоволоконных температурных датчиков, а также

рассмотрены наиболее известные стенды, предназначенные для моделирования скважинных условий.

В главе 2 изложены материалы по первому защищаемому положению. В рамках разработки собственного варианта системы оптоволоконного мониторинга методом распределённой термодебитометрии описан процесс создания специального кабеля, с помощью которого возможно проведение разных видов исследований от стандартных каротажей электронной аппаратурой до оптоволоконных исследований с задействованием нагревательной линии в составе разработанного кабеля. Особое внимание уделено обоснованию необходимости использования кабелей с повышенным содержанием теплоизолирующих слоёв для проведения оптоволоконных исследований, на основании которого разработана методика проведения оптоволоконных термометрических исследований с нагревом. Показано, что данная методика отличается простотой и удобством в проведении непосредственных исследований в скважине и интерпретации данных.

В главе 3 раскрывается содержание второго защищаемого положения. Проведен анализ проблемы, связанной с тем, что при проведении оптоволоконных термометрических исследований не достигается пространственное разрешение, заявленное изготовителями измерительного оборудования. Показано, по какой причине оказываются непригодными существующие критерии определения пространственной детализации оптоволоконных датчиков в составе геофизического кабеля. Автором предложен другой критерий определения пространственного разрешения, который прошёл апробирование на отобранном наборе оптоволоконных кабелей. На основе корреляционного анализа получены эмпирические соотношения, связывающие пространственное разрешение и постоянную времени для геофизических кабелей разных конструкций.

В главе 4 доказывается третье защищаемое положение. Автором сконструирована лабораторная установка-имитатор скважины, позволяющая моделировать физические условия скважинной среды при проведении лабораторных испытаний с оптоволоконными датчиками. Проведены лабораторные испытания, позволившие не только реализовать авторскую методику, но и успешно апробировать установку, задействовав экспериментальные данные для исследований в реальной добывающей скважине. Положительные результаты исследований показали обоснованность третьего защищаемого положения.

Заключение содержит полученные результаты по каждому из защищаемых положений диссертационного исследования.

Список литературы насчитывает 144 наименования источников.

Автореферат с необходимой полнотой отражает содержание диссертационной работы и содержит основные результаты выполненных исследований.

4. **Значимость полученных результатов для науки и практики**

Соискателем создан отечественный вариант системы оптоволоконной распределённой скважинной термодебитометрии, которая позволяет проводить мониторинг совместно точечными электронными приборами и оптоволоконным измерителем с использованием нагрева.

Методика количественного определения общего и поинтервального дебитов делает оптоволоконные системы мониторинга полноценным средством измерения, не зависящих от показаний других термометрических систем.

Разработанный критерий для определения пространственного разрешения оптоволоконных датчиков температуры в составе геофизического кабеля адекватно отражает его величину и устраняет проблему завышенной точности разрешения, заявленной изготовителями оптоволоконной аппаратуры без интеграции её в кабель.

Способ определения пространственного разрешения и постоянной времени оптоволоконных распределённых датчиков температуры позволяет прогнозировать точность измерений, которую обеспечивает оптоволоконный геофизический кабель той или иной конструкции.

Созданная калибровочная установка-имитатор скважины позволяет учитывать множество различных факторов, оказывающих влияние на процессы теплопередачи, происходящие в скважинной среде.

Перечисленные результаты, полученные в диссертационной работе, определяют её научную и практическую значимость.

5. **Замечания по диссертационной работе**

1. Судя по описанию эксперимента на опытной модели оптоволоконного геофизического кабеля, в разделе 2.3 моделировался скорее процесс передачи тепла от греющей жилы в сторону оптоволоконной внутри кабеля, нежели остывание всего кабеля в целом.

2. Не ясно, чем принципиально отличается предлагаемый автором критерий пространственного разрешения «Проявление фона» от стандартного критерия Рэлея. Из сравнения рисунков 44 и 46 следует, что в новом критерии «зона провала» с 20% от максимумов увеличена до 100% с достижением фоновой температуры в одной точке. Если это просто уточнение с целью устранения больших погрешностей измерения, то в научной новизне следовало бы говорить о разработке не «нового», а «уточнённого» критерия пространственного разрешения.

3. В третьей главе при анализе проблем теоретического определения постоянной времени геофизического кабеля (с. 96-97 диссертации) говорится о его тепловой инерционности, которая, по словам автора, зависит от массы и удельной теплоёмкости слоёв кабеля. Непонятно, на каком основании игнорируется зависимость тепловой инерционности от теплопроводности слоёв внутри кабеля. Очевидно же, что инерционность будет тем больше, чем меньше теплопроводность, и, судя по наличию теплоизоляционных материалов, она не велика. Автор же не явно полагает, что тепло внутри кабеля в радиальном направлении передаётся мгновенно, и величина тепловой инерции обусловлена только теплоёмкостью кабеля.

4. Коэффициент тепловой инерционности конструкции кабеля – это характеристика, которая отражает способность кабеля сопротивляться изменению температуры за определённое время. В диссертации же для его расчёта предлагается формула (3.10) теплоёмкости геофизического кабеля на единицу длины (она же на с. 15 автореферата). Эти параметры тождественны только при бесконечной теплопроводности кабеля, и следовало бы сделать оценку погрешности такого приближения.

5. В диссертационной работе представлено большое количество результатов лабораторных испытаний и рекомендаций по их использованию на практике, но ничего не говорится о подобии модельных и реальных условий. Если в экспериментах всегда было соблюдено равенство геометрических размеров и динамических параметров, то это нужно было чётко оговорить, чтобы не возникали вопросы о критериях подобия, о которых в работе ничего не говорится.

Указанные замечания не снижают общей целостности, научной новизны, ценности и практической значимости, представленной к защите диссертационной работы.

6. **Заключение по диссертации**

Диссертация Халилова Д.Г. на тему «Разработка геофизического метода активной оптоволоконной распределенной термометрии», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – «Геофизика» является завершенной научной работой и посвящена решению актуальных геофизических задач, содержит новые научные результаты, которые имеют, как теоретическое, так и прикладное значение. Работа изложена грамотным научным языком, обладает внутренней целостностью, хорошо структурирована и оформлена, содержит большой объём экспериментального материала, подробно представленного графиками, таблицами и наглядными иллюстрациями.

Основные результаты диссертационного исследования представлены в 26 научных публикациях, из которых 3 статьи - в журналах перечня Scopus, 11 - в журналах ВАК, 12 - в изданиях РИНЦ, а также докладывались на 6 международных и российских конференциях.

Результаты исследований, выполненных Халиловым Д.Г., внедрены и используются на производстве в предприятиях: ПАО «Пермнефтегеофизика», ООО «ЗУРО» и ООО «Пермгеокабель».

Диссертационная работа соответствует критериям пунктов 9-14 Положения о присуждении учёных степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842, с дополнениями и изменениями) на соискание учёной степени кандидата наук и пунктам 19, 21 и 25 паспорта специальности 1.6.9 «Геофизика», а её автор Халилов Дамир Газинурович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 «Геофизика».

Настоящий отзыв рассмотрен и утверждён на заседании семинара отдела Аэрологии и теплофизики «Горного институт Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН») (протокол № 1 от 28 января 2026 г.).

Отзыв подготовил:

Шалимов Андрей Владимирович,
доктор технических наук (25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика), ведущий научный сотрудник отдела Аэрологии и теплофизики «Горного института Уральского отделения

Российской академии наук» – филиала Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН»)

Председатель заседания:

Левин Лев Юрьевич,
доктор технических наук (25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика), доцент (2.8.6 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика), член-корреспондент РАН, директор «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН»)

Я, Шалимов Андрей Владимирович,
согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись: «28» января 2026 г.

Я, Левин Лев Юрьевич,
согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись: «28» января 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» – филиал Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН»)
Адрес: 614007, Российская Федерация, Пермский край, г. Пермь, ул. Сибирская, д.78-А
Тел.: +7 (342) 216-7502
E-mail: arc@mi-perm.ru

Подпись Левина Л.Ю. и Шалимова А.В. заверяю:

Главный ученый секретарь ПФИЦ УрО РАН,
к.ф.-м.н. А.Г. Вотинова

«28» января 2026 г.