

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.479.05,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И  
ТЕХНОЛОГИЙ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 17 октября 2024 г. № 11

О присуждении Уликанову Риму Рамазановичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование динамических возмущений давления в магистральных трубопроводах методами структурно-волнового анализа» по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы принята к защите 11 июля 2024 года (протокол заседания № 6) диссертационным советом 24.2.479.05, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32), приказ № 520/нк от 24.03.2023 г.

Соискатель Уликанов Рим Рамазанович, 18 мая 1984 года рождения. В 2006 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по специальности «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» с присуждением квалификации Инженер. В 2023 г. окончил аспирантуру по заочной форме обучения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, профиль: Механика жидкости, газа и плазмы с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Диплом об

окончании аспирантуры выдан Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» в 2023 г.

Работает в должности заведующего лабораторией математического моделирования и разработки программного обеспечения научно-технического центра Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт трубопроводного транспорта» Публичного акционерного общества «Транснефть».

Диссертация выполнена на кафедре прикладной физики Физико-технического института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), профессор, Ковалева Лиана Ароновна, заведующий кафедрой прикладной физики Физико-технического института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

Официальные оппоненты:

1. Коробков Геннадий Евгеньевич, доктор технических наук (25.00.19 – Строительство нефтегазопроводов, баз и хранилищ), профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», кафедра «Транспорт и хранение нефти и газа», профессор;

2. Болдырева Ольга Юрьевна, кандидат физико-математических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), старший научный сотрудник, Тюменский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория волновой динамики многофазных систем, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Общество с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть», г. Уфа, в своем положительном отзыве, подписанном Смолянцом Евгением Федоровичем, кандидатом технических наук (02.00.13 - Нефтехимия), старшим экспертом, и утвержденном заместителем генерального директора Антоновым Максимом Сергеевичем, кандидатом технических наук, указала, что в диссертационной работе изложены научно обоснованные технологические разработки, имеющие существенное значение для экономики страны, заключающиеся в разработке рекомендаций по выявлению утечек жидкости из магистральных трубопроводов, перекачивающих жидкие углеводороды. Материалы диссертации характеризуют автора как сложившегося исследователя, владеющего современными научными методами. Диссертационная работа Уликанова Рима Рамазановича соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ. Из них 3 в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 4 – в изданиях, входящих в РИНЦ. Получено 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и 1 патент на изобретение. Общий объем – 4,2 печ. л., авторский вклад – 3,2 печ. л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Уликанов Р.Р., Киреев В.Н., Ковалева Л.А. Анализ фронта волны давления для определения местоположения утечки жидкости в трубопроводе // Вестник Башкирского университета. – 2023. – Т. 28, № 1. – С. 4-9.

2. Уликанов Р.Р., Киреев В.Н., Ковалева Л.А. Моделирование процесса распространения возмущения в трубопроводе, вызванного утечкой перекачиваемой жидкости // Процессы в геосредах. – 2023. – № 3. – С. 2089-2094.

3. Уликанов Р.Р., Киреев В.Н., Ковалева Л.А. Экспериментальное исследование динамических возмущений давления в цилиндрических трубах, заполненных жидкостью // Вестник Тюменского государственного

университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2024. – Т. 10, № 1. – С. 88-103.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Ведущей организации** – Общества с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть», г. Уфа. Отзыв положительный.

Имеются замечания: 1) Объектом исследования указан магистральный трубопровод, возникает вопрос о применении полученных результатов работы для промысловых трубопроводов, водопроводах. 2) В настоящее время известны и применяются на практике различные методы обнаружения источников динамического возмущения давления в случае возникновения утечек в трубопроводах, однако автор в первой главе диссертации приводит обзор имеющихся технических решений без критического анализа их преимуществ и недостатков. Желательно было бы более чётко привести отличия и достоинства предлагаемого способа определения координат источника возмущения давления, свидетельствующего о наличии утечек. 3) Автором используется классическая математическая модель слабосжимаемой жидкости, которая представлена дифференциальными уравнениями в частных производных, для её решения использован метод «характеристик», при этом не обосновано применение линейной функции, определяющей характеристики уравнения. 4) Желательно представить пояснение, почему автор не использовал критерии подобия при переносе результатов, полученных на стендовой установке, на действующие промышленные объекты. 5) В качестве оценки точности предлагаемого метода автор определял относительную погрешность, в нормативном же документе, с которым далее приведено сравнение, определяется абсолютная погрешность, что требует пояснения.

2. **Официального оппонента**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Коробкова Геннадия Евгеньевича. Отзыв положительный.

Имеются замечания: 1) Цель разработки диссертации направлена на повышение эффективности работы систем обнаружения утечек за счет использования структурно-волнового анализа возмущений давления, при этом по содержанию работы прослеживается, что первоначально разработан метод анализа возмущений давления, а только потом его применение для решения задач трубопроводного транспорта. 2) В первой главе приведено описание существующих методов обнаружения утечек, критический анализ принципов их работы, при этом недостаточно раскрыт вопрос, связанный с методами обнаружения утечек малой интенсивности (несанкционированные врезки), что могло бы подчеркнуть актуальность представленной диссертационной работы. 3) При разработке программного обеспечения использован алгоритм, основывающийся на показаниях трех датчиков давления, при этом не обосновано, по каким причинам выбран именно такой вариант минимальной технической оснащённости средствами измерения магистрального трубопровода. 4) В третьей главе приведены результаты сравнения данных, полученных автором и расчетов по математической модели (ПК Кассандра). Не показано, насколько принятая математическая модель соответствует реальному магистральному трубопроводу. 5) По тексту имеются небольшие стилистические и орфографические ошибки, также некоторые ссылки на литературные источники даны не на оригинальные работы, на представленных графиках требуется более точное название осей координат.

**3. Официального оппонента**, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника лаборатории волновой динамики многофазных систем Тюменского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук Болдыревой Ольги Юрьевны. Отзыв положительный.

Имеются замечания: 1) Требуется пояснения выбранная формулировка - Структурно-волновой анализ динамического возмущения давления. 2) При решении системы дифференциальных уравнений с частными производными в работе отсутствует обоснование применения метода «характеристик», хотя

существуют альтернативные способы получения решения: метод контурного интегрирования, метод Фурье, операционный метод, графический метод. 3) В работе отсутствует описание решения поставленной задачи с использованием одного датчика давления, при этом в работе приведены зависимости, используя которые возможно решить задачу для случая оснащения только одним датчиком давления. 4) В тексте (Глава 2) не приведены параметры жидкости и характеристики трубопровода (материал, диаметр, толщина стенок), используемые при численном моделировании, хотя приведен диаметр отверстия утечки. Не указано какой метод расчета был использован для решения системы дифференциальных уравнений течения жидкости в трубе (2.12). 5) Следовало привести более точное и детальное описание результатов на Рис.2.10, Рис.2.11, в Табл.2.2, Табл.2.3. Пояснения к этим результатам даны недостаточно полно. В заголовках таблиц и в тексте не указано, что за погрешности приведены, нет выражения для вычисления погрешности при расчете координаты утечки и для расчета относительной погрешности. Нужно было привести также и полученные значения координаты места утечки. При этом сомнений в достоверности результатов нет, но такая небрежность затрудняет восприятие. Считаю неудачным и усложняющим восприятие использование выражений «расчетные данные» (результаты расчета по выведенной формуле (2.26)) и «данные с модели» (результат решения системы дифференциальных уравнений (2.12)).

4. Кандидата технических наук, доцента кафедры проектирования и эксплуатации магистральных газонефтепроводов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет». Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) Для чего описывать в автореферате все возможности промышленного стенда? Ведь рассматриваются только опыты с утечкой жидкости. 2) Не даны рекомендации, как устанавливать по длине трубопровода датчики давления. Достаточно ли трех или пяти показаний скачков давления, которые рассматриваются в автореферате?

5. Кандидата технических наук, ведущего специалиста по разработке Общества с ограниченной ответственностью «Газпромнефть –

Цифровые решения» Петренко Семена Васильевича. Отзыв положительный. Вопросов и замечаний нет.

6. Кандидата физико-математических наук, директора Института математики, информационных технологий и физики, доцента кафедры вычислительных технологий и интеллектуальных систем больших данных Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный университет» Тонкова Леонида Евгеньевича. Отзыв положительный. Имеется замечание: Принято допущение, что изменение площади трубопровода, при его нагружении давлением, много меньше его номинального значения, при этом не приведены оценочные расчеты.

7. Кандидата физико-математических наук, доцента кафедры информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный университет» Ласковец Екатерины Валерьевны. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) При оформлении рисунков использован очень мелкий шрифт, что затрудняет восприятие. 2) Рекомендуются дополнить краевыми условиями на концах диагностируемого трубопровода содержащие уравнения интерференции волны возмущения, что расширит диапазон предлагаемого метода.

8. Доктора технических наук, заместителя генерального директора Общества с ограниченной ответственностью «Энергоавтоматика» Лосенкова Александра Станиславовича. Отзыв положительный. Имеется замечание: Несомненным достоинством работы является проверка разработанной методики на данных, полученных с экспериментальной установки, при этом было бы плюсом, если полученные результаты были бы более полно изложены в работе.

9. Доктора технических наук, профессора кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Гареева Мурсалима Мухутдиновича. Отзыв положительный. Имеются замечания рекомендательного характера: 1) В постановке задачи говорится о том, что

трубопровод осуществляет перекачку жидкости на квазистационарном режиме, в работе не освещен вопрос - работоспособен ли предлагаемый способ определения координаты источника возмущения давления в условиях нестационарной работы трубопровода. 2) В работе приведены результаты опробования на промышленном объекте, что, несомненно, украшает работу, при этом было бы неплохо показать больше информации полученной в результате проведенного промышленного эксперимента.

10. Кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры теплогазоснабжения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вологодский государственный университет» Павлова Михаила Васильевича. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) В автореферате нигде не отмечена область научных исследований, в частности, не указан пункт требований, соответствующий паспорту научной специальности ВАК 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы. 2) Согласно действующему ГОСТ 7.0.11-2011, в заключении диссертационной работы, помимо итогов выполненного исследования и рекомендаций, также должны быть приведены перспективы дальнейшей разработки темы.

11. Доктора физико-математических наук, доцента, профессора кафедры «Информационные технологии и прикладная математика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Галиакбаровской Эмилии Вильевны. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) Решения математической модели, приведенной в работе, не содержат координаты времени ( $t$ ). 2) Не приводится дисперсионное уравнение для возмущения давления из-за утечек, по которому можно было бы понять влияние характеристик трубопровода, среды, заполняющей и окружающей трубопровод на затухание, амплитуду и фазу образованного утечкой фронта пониженного давления, распространяющегося со временем в обе стороны от места утечки. 3) Не приводятся критериальные оценки влияния интенсивности «утечки» на возможность определения координаты ее местоположения. 4) В апробации метода не указаны режимы работы трубопровода, физические

характеристики перекачиваемой жидкости, геометрические и физические параметры трубопровода.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, наличием публикаций по проблематике, связанной с темой диссертации, компетенцией в вопросах, имеющих отношение к теме работы. Ведущая организация и оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **сформулирована** математическая модель, описывающая нестационарные процессы в трубопроводе с учетом потерь жидкости за счет утечки, получено решение системы дифференциальных уравнений с частными производными описывающей нестационарные процессы в трубопроводе, получена зависимость по определению значения амплитуды волны давления в зависимости от пройденного расстояния по трубопроводу, заполненного жидкостью.

- **разработан** метод по идентификации местоположения источника возмущения давления.

- **проведена** верификация разработанного метода на данных прямого численного моделирования в ПК Cassandra, продемонстрирована работоспособность предложенного метода. Установлено, что при увеличении количества средств измерений давления, погрешность определения местоположения источника возмущения снижается с 0,62% до 0,39% при увеличении числа датчиков от 3 до 8, соответственно.

- **реализована** экспериментальная установка длиной 1139 м по исследованию нестационарных процессов. Проведено моделирование работы трубопровода с утечками различной интенсивности. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что погрешность определения координаты источника возмущения зависит от значения амплитуды волны давления и чувствительности средств измерения.

– **установлено**, что предложенная модель корректно описывает явление затухания волны возмущения давления на интервале  $x \in \left[0 + c \frac{\Delta t}{2}; L - c \frac{\Delta t}{2}\right]$ .

– **разработано** программное обеспечение, произведена апробация в условиях промышленного объекта, определена погрешность координаты утечки жидкости – 1,3%, что соответствует действующим нормам проектирования систем обнаружения утечек.

Теоретическая значимость полученных соискателем результатов исследования заключается в разработке новых методов диагностики магистральных трубопроводов, перекачивающих нефть и нефтепродукты. Полученное решение задачи определения местоположения источника возмущения по анализу амплитуды волны давления имеет как теоретическую, так и практическую ценность и может быть использовано в составлении алгоритмов открытых аналитических систем по диагностике трубопроводов.

Практическая значимость исследования заключается в том, что в результате проведенных исследований предложен метод определения координаты утечки жидкости из магистрального трубопровода, оснащенного средствами измерения давления. Для автоматического контроля герметичности магистрального трубопровода разработан и апробирован алгоритм позволяющий определять координаты утечки жидкости. Результаты работы применены в практике трубопроводного транспорта жидких углеводородов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что исследование основано на применении уравнений механики движения жидкости с использованием методов математического моделирования рассматриваемых процессов; физической и математической непротиворечивостью в рамках физических законов, а также согласовании с экспериментальными данными, полученными на стендовом оборудовании и согласовании с данными, полученными в результате промышленных испытаний.

Личный вклад соискателя состоит в численной реализации моделей, проведении экспериментальных и промышленных испытаний, валидации на

данных экспериментальных исследований, проверке по данным, полученным с промышленного объекта, проведении расчетов, оформлении результатов. Формулировка и реализация математической модели, анализ результатов осуществлены совместно с научным руководителем.

В ходе защиты диссертации было высказано замечание, что описанная нелинейная задача о распространении возмущения давления в трубопроводе решена в линеаризованной постановке, что не является точным решением. С этим замечанием соискатель Уликанов Р.Р. согласился и отметил, что полученные результаты согласуются с физическим смыслом задачи, а именно рассматриваемая линеаризация может являться математической моделью процесса распространения динамического возмущения по трубопроводу.

На заседании 17.10.2024 г. диссертационный совет принял решение: за разработанный метод определения координаты источника возмущения давления, распространяющегося по магистральному трубопроводу, вызванного утечкой жидкости, присудить Уликанову Риму Рамазановичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов технических наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя  
диссертационного совета  
д.т.н., профессор



Валиуллин Рим Абдуллоевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.ф.-м.н., доцент

Киреев Виктор Николаевич

17 октября 2024 г.