

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.09 РХТУ им. Д.И. Менделеева

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № 11/24

решение диссертационного совета

от 03 октября 2024 г. № 7

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Костандяну Артуру Валериевичу, представившему диссертационную работу на тему «Автоматизированная система контроля и идентификации источников небаланса газа в газотранспортной системе» по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами на соискание ученой степени кандидата технических наук, принятой к защите «30» мая 2024 г., протокол №5 диссертационным советом РХТУ.2.6.09 РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 18 человек приказом и.о. ректора РХТУ № 353 А от «08» сентября 2022 г. В состав диссертационного совета внесены изменения в соответствии с приказом и.о. ректора РХТУ №437 А от «20» октября 2022 г. В состав диссертационного совета внесены изменения в соответствии с приказом и.о. ректора РХТУ №309 А от «26» октября 2023 г. В состав диссертационного совета внесены изменения в соответствии с приказом и.о. ректора РХТУ №349 А от «22» ноября 2023г.

Соискатель Костандян Артур Валериевич 1977 года рождения, в 2000 году окончил ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» диплом серия БВС номер 0646226.

В процессе подготовки диссертации Костандян Артур Валериевич являлся соискателем кафедры кибернетики химико-технологических процессов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

В настоящее время работает на должности руководителя IT-компании ООО «КСИМАТИК».

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена на кафедре кибернетики химико-технологических процессов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева»

Тема диссертационной работы «Автоматизированная система контроля и идентификации источников небаланса газа в газотранспортной системе» утверждена на заседании Ученого совета РХТУ им. Д. И. Менделеева от 28.09.2022 г. (протокол № 2). Тема диссертационной работы изменена на заседании Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.12.2023 г. (протокол №10).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Егоров Александр Федорович.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **Богатиков Валерий Николаевич**, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», профессор кафедры «Информационные системы»;

кандидат технических наук, старший научный сотрудник **Пашенко Александр Федорович**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления» им. В. А. Трапезникова РАН, зав. Лабораторией № 40 «Интеллектуальные системы управления и моделирования».

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет».

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 12 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе одна статья, индексируемая в международной базе данных Scopus, 7 публикаций в рецензируемых изданиях. Получено свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ №2023689075 от 26.12.2023 г. Опубликованные работы общим объемом 74 страницы полностью отражают результаты, полученные в диссертации.

Результаты работы апробированы на 5 международных научных конференциях.

Личный вклад соискателя в работах, выполненных в соавторстве, составляет 75 - 85% и заключается в непосредственном участии в планировании работ, разработки математических моделей и алгоритмов, математической формулировке решаемых задач, анализе данных, обсуждении полученных результатов и написании текста работ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Aleksanyan, D. A. Infocommunication System Weakly Formalized Processes Intelligent Control Based on Fuzzy Logic / D. A. Aleksanyan, M. V. Yashina, A. V. Kostandyan // 2018 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications, SYNCHROINFO 2018, Minsk, 04–05 июля 2018 года. – Minsk: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018. – P. 8456982 (**Scopus**).

2. Горбунов, С. С. Построение системы идентификации источников и причин небаланса газа в газотранспортной системе / С. С. Горбунов, А. В. Костандян, В. А. Дубинин, В. А. Костандян // Газовая промышленность. – 2019. – № S2(786). – С. 68-76. (**ВАК**).

3. Костандян, А. В. Имитационная модель идентификации причин и источников дебаланса природного газа в трубопроводной газотранспортной системе / А. В. Костандян, С. С. Горбунов, А. Ф. Егоров, В. В. Сидоров // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2022. – № 3(584). – С. 37-48. (**ВАК**).

4. Горбунов, С. С. Идентификация утечек на подземных и наземных трубопроводах методом максимального правдоподобия / С. С. Горбунов, А. В. Костандян, В. В. Сидоров, А. Ф. Егоров // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2023. – № 4(597). – С. 46-53. (**ВАК**).

5. Костандян А. В., Горбунов С. С., Алексанян Д. А., Егоров А. Ф., Сидоров В. В. Обнаружение утечек в трубопроводах методом фильтра частиц. Автоматизация и информатизация ТЭК. 2024. № 6(611). С. 46 – 58. (**ВАК**).

6. Алексанян, Д. А. Инфокоммуникационная система интеллектуального управления слабоформализуемыми технологическими процессами на базе нечеткой логики / Д. А. Алексанян, А. В. Костандян, М. В. Яшина // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. – 2018. – Т. 9, № 1. – С. 9-14.

7. Костандян, А. В. Интеллектуальная система мониторинга измерений в системах управления технологическими процессами / А. В. Костандян, С. С. Горбунов, А. Ф. Егоров, В. В. Сидоров // XXXV Международная научная конференция «Математические методы в

технике и технологиях – ММТТ-35» (Ярославль, 30 мая – 03 июня 2022 г.). – Математические методы в технологиях и технике. – 2022. – № 1. – С. 21-25.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

**1. Отзыв официального оппонента** – доктора технических наук по научной специальности Автоматизация и комплексная механизация химико-технологических процессов ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет» **Богатикова Валерия Николаевича**. В отзыве отмечены актуальность, научная новизна и практическая значимость работы, а также достоверность полученных данных и общий обзор работы.

Отзыв положительный. Имеются замечания и рекомендации:

**1.** В работе не конкретизирован объект газотранспортной системы ПАО «Газпром», данные которой были использованы для решения задач оценки их достоверности и обнаружения утечек методом фильтра частиц;

**2.** В тексте оглавления диссертационной работы присутствует грамматическая ошибка (стр. 145, гл. 4.4.2);

**3.** В главе 2.4.4 нет пояснения условия устойчивости Куранта-Фридрихса-Леви при численном решении некоторых дифференциальных уравнений в частных производных.

**4.** В главе 4.4.2 на рисунке 4.5, - Функциональная структура автоматизированной системы контроля и идентификации источников небаланса в газотранспортной системе, нет пояснения работы программных модулей идентификации утечек и оценки грубых ошибок в общей блок схеме.

**5.** При оформлении таблиц и рисунков имеются незначительные недостатки.

В заключении указано, что диссертационная работа Костандяна Артура Валериевича соответствует паспорту специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача идентификации и локализации причин небаланса природного газа в газотранспортных системах, обеспечивающая эффективность сбалансированного функционирования газотранспортной системы.

Оппонент считает, что представленная диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, предусмотренным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом и.о. ректора № 103ОД от 14.09.2023 г., а ее автор, Костандян Артур Валериевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

**2. Отзыв официального оппонента** кандидата технических наук, старшего научного сотрудника **Пашенко Александр Федорович**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления» им. В. А. Трапезникова РАН, зав. Лабораторией № 40 «Интеллектуальные системы управления и моделирования».

Отзыв положительный. Замечания по работе:

**1.** При сведении материального баланса и повышения точности используется процедура согласования данных измерительной системы. В диссертации не представлены способы согласования данных.

**2.** В диссертационной работе не представлен механизм интеграции разработанного комплекса программ идентификации утечек в трубопроводах со смежными программами управления газотранспортной системы;

3. Некоторые графические и табличные материалы в диссертации отображены нечетко.

4. В главе 4.2 «Интеллектуальная система оценки неисправности измерительной системы» не представлено обоснование выбора нейронной сети Хопфильда.

5. В главе 3.3.1. «Алгоритм оценки грубых ошибок» не обоснован выбор представленных в диссертации методов оценок грубых ошибок.

6. В диссертации нечетко определено понятие «неучтенные потери».

В заключении указано, что диссертационная работа Костандяна Артура Валериевича соответствует паспорту специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача идентификации и локализации причин небаланса природного газа, обеспечивающая сбалансированный эффективный режим функционирования газотранспортной системы.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Оппонент считает, что представленная диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, предусмотренным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 103ОД от 14.09.2023 г.

Автор диссертационной работы Костандян Артур Валериевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

**3. Отзыв ведущей организации – ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет».** В отзыве отмечены актуальность, научная новизна и практическая значимость работы, а также достоверность полученных данных и общий обзор работы.

Отзыв положительный. Имеются следующие вопросы и замечания:

1. В литературном обзоре подробно представлены основные математические модели и подходы идентификации причин и источников небаланса газа в газотранспортных системах. Вместе с этим было бы нелишним связать достоверность измерительной информации и необходимость процедуры их согласования.

2. В главе 2, наряду с подробным представлением подходов к моделированию и методов идентификации утечек в трубопроводах, не представлены критерии выбора метода обнаружения утечек.

3. В главе 3 (стр. 99) в первой строке текста неточность (синтеза причинно-следственных связей развития «баланса» газа от различных факторов...), а должно быть «небаланса» газа. В названии раздела 4.4.2 присутствует грамматическая ошибка (стр. 145 – «Интеллектуального» система..., правильно – «Интеллектуальная система...), которые, очевидно, следует отнести к опечаткам.

4. На рис. 3.1, гл. 3 - Укрупненная блок-схема этапов решения задачи идентификации причин и источников небаланса газа, этап идентификации источников газа, следовало бы указать номера рисунков блок-схемы алгоритмов идентификации источников небаланса 3.2, 3.8.

5. Не приводится обоснование выбора сети Хопфильда для построения интеллектуальной системы калибровки приборов.

6. В главе 4.2 нет полного описания представленной функциональной структуры автоматизированной системы контроля и идентификации источников небаланса газа, рис. 4.5.

7. Не представлена среда формирования базы данных в блоке 4, рис. 4.5.

Представленные в диссертации разработанные модели и алгоритмы автоматизированного контроля и идентификации причин и источников небаланса в газотранспортной системе реализуют взаимодействие системы управления с интеллектуальным уровнем принятия решений через сеть связи с низкой задержкой и высокой надежностью. Разработанные программные модули будут использованы в оперативно-диспетчерских службах предприятий Газпром трансгаза.

Интеллектуальный уровень принятия решений обеспечивает такие функциональные приложения, как оптимизация и управление в режиме реального времени, прогнозирование и раннее предупреждение развития аварийных ситуаций, сведение материального и энергетического балансов по потокам с применением технологий искусственного интеллекта. Уровень принятия решений ориентирован на "регулирование", а интеллектуальный уровень управления - на "контроль и управление" и функционируют в тесной взаимосвязи. Двухуровневая архитектура системы посредством передачи данных повышает интеллектуальность управления газопроводной сетью в целом.

Представленные ведущей организацией замечания не снижают теоретической ценности и практической значимости диссертационного исследования

В заключении отмечено, что диссертационная работа Костандяна А.В. на тему «Автоматизированная система контроля и идентификации источников небаланса газа в газотранспортной системе» полностью соответствует пунктам «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева». Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые обоснованные научно-технические решения, направленные на решение ключевых задач эффективного функционирования трубопроводной газотранспортной системы. Качество и эффективность системы газоснабжения определяются величиной небаланса природного газа и выступают главными критериями эффективного учета поставляемого газа.

По содержанию диссертационной работы сформулированы следующие выводы:

1. Цель и задачи диссертации обусловлены отсутствием системного подхода решения и реализации задач оперативной идентификации причин и источников небаланса газа, обеспечивающих принятие решений для эффективного управления газотранспортными системами.

2. Поставленная цель исследования в диссертации достигнута, сформулированные задачи решены на высоком научно-техническом уровне.

3. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации и личный вклад автора в решение поставленных задач.

4. По тематике, методам научного исследования, полученным результатам диссертация соответствует паспорту специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

5. Тема диссертации является актуальной, научные положения и выводы – достоверными, содержание опубликованных работ соответствует основным положениям диссертации и достаточно полно отражает их, в том числе в журналах из перечня ВАК.

6. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, а ее автор, Костандян Артур Валериевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Диссертационная работа и отзыв доложены, обсуждены и единогласно одобрены на заседании кафедры «Информационные процессы и управление» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». (Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.)

**4. Отзыв на автореферат** доктора технических наук, профессора, профессора Высшей школы технологий искусственного интеллекта Института компьютерных наук и технологий ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Петра Великого **Большакова Александра Афанасьевича**. Отзыв положительный. При анализе автореферата возникли следующие замечания:

1. Обычно цель связана с повышением эффективности или результативности предлагаемого варианта автоматизированного управления исследуемым процессом. В рассматриваемом исследовании это может быть объем утечек, стоимость по их предотвращению, а также последствий. Математические модели и алгоритмы являются средством достижения подобных целей. В заключительной части автореферата в таком случае приводят количественную оценку выбранного критерия для оценки степени достижения сформулированной цели.

2. Не приводится описание процедур идентификации параметров предложенных математических моделей, которые, как правило, связаны с решением обратных задач, а также проверки адекватности используемых математических моделей.

Эти замечания не снижают высокого уровня диссертации, которая представляет логически завершенную научно-квалификационную работу. Необходимый уровень квалификации Костандяна Артура Валериевича подтверждается внутренним единством и последовательностью изложения материала, аргументированностью выводов и предложений, представленных в автореферате.

Таким образом оппонент считает, что диссертация отвечает критериям, установленным п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (пункты 9, 10, 11, 13, 14), утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (в действующей редакции), Положению о порядке присуждения степеней ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», а ее автор, Костандян Артур Валериевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

**5. Отзыв на автореферат** доктора технических наук, профессора кафедры автоматизации производственных процессов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет (ФГБОУ ВО «КубГТУ») **Лубенцова Валерия Федоровича**. Отзыв положительный. Основное содержание диссертации с достаточной полнотой отражено в 12 научных работах, в том числе одна статья, индексируемая международной базой данных в Scopus, 7 публикаций в рецензируемых изданиях.

По автореферату имеются ряд замечаний:

1. В автореферате не представлены преимущественные характеристики метода фильтра частиц обнаружения утечек в трубопроводах транспортировки газа и нефтепродуктов по сравнению с существующими аналогами.

2. Следовало бы более обоснованно отметить, что обеспечивает условие Куранта-Фридрихса-Леви при численном решении системы дифференциальных уравнений в частных производных.

3. Графики на рисунках и численные значения параметров моделирования в таблице в автореферате недостаточно четко отображены.

4. В автореферате отсутствует информация об аналогах систем контроля и

идентификации источников небаланса газа в газотранспортных системах.

Несмотря на отмеченные замечания, работа выполнена на высоком научном уровне и заслуживает положительной оценки. Решаемая научная задача является актуальной и предложенные решения обладают научной новизной и практической ценностью. Диссертационная работа Костандяна А.В. соответствует требованиям действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Артур Валериевич Костандян, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

**6. Отзыв на автореферат** доктора технических наук, профессора, главного инженера проектов АО «Гипрогазцентр» **Ларцова Сергея Викторовича.**

Отзыв положительный.

По автореферату имеются следующие замечания: - при выполнении дальнейших исследований рекомендуется учесть следующие аспекты:

1. Учитывать в разрабатываемых алгоритмах различный уровень метрологического обеспечения используемых данных;
2. Предусматривать интеграцию с имеющимися программными комплексами моделирования потоков газа в газотранспортной системе;
3. Развивать идеи по разработке и использованию виртуальных датчиков – расходомеров на основе моделирования потоков газа в газотранспортной системе.

В целом диссертационное исследование «Автоматизированная система контроля и идентификации источников небаланса газа в газотранспортной системе», соответствует всем квалификационным требованиям ВАК к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, содержит результаты, имеющие теоретическую и практическую значимость, отличаются новизной.

Автор диссертации, Костандян Артур Валериевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

**7. Отзыв на автореферат** кандидата технических наук, заведующего кафедрой «Автоматизация производственных процессов» Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» **Лопатина Александра Геннадиевича.** Отзыв положительный.

По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. Из рисунка 5 автореферата, непонятно, какое управление осуществляет ЛПР.
2. Из автореферата не ясно, как влияет уклон газопровода на утечки.
3. К сожалению, в автореферате присутствуют некоторые опечатки, например на стр. 1 и 2 полностью повторяется текст с указанием научных школ, которые занимались научной проблематикой, представленной в диссертации.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация является законченной научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне.

По своему содержанию и оформлению автореферат диссертации соответствует паспорту заявленной специальности и Положению о порядке присуждения ученых степеней в

федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Менделеева от 14.09.2023 г. №103ОД, а ее автор, Костандян Артур Валериевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

**8. Отзыв на автореферат** кандидата технических наук, доцента, главного инженера ООО «Информтрансгаз» **Панкратова Владимира Семеновича**. Отзыв положительный.

По тексту автореферата диссертации имеются следующие замечания:

1. На рисунке 1 автореферата – блок-схема этапов решения задачи идентификации причин и источников небаланса газа, не приведены условия и критерии согласования измерительных данных в зависимости от распределения плотности вероятности ошибок (Гаусса, Коши).

2. В автореферате не представлен метод корректировки грубых ошибок.

Несмотря на отмеченные замечания, работа выполнена на высоком научном уровне и заслуживает положительной оценки. Решаемая проблема является актуальной и предложенные решения обладают научной новизной и практической ценностью. Диссертационная работа Костандяна А.В., соответствует требованиям действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Артур Валериевич Костандян, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

**9. Отзыв на автореферат** кандидата технических наук, Начальника управления интеллектуальных АСУ ТП ООО «Автоматика-сервис» ПАО «Газпромнефть» **Пампура Виталия Михайловича**. Отзыв положительный.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Отсутствует информация об аналогах систем контроля и идентификации источников небаланса газа в газотранспортной системе;

2. Не представлен метод корректировки грубых ошибок;

3. Не представлены примеры идентификации фактических утечек газа.

Несмотря на отмеченные замечания, работа выполнена на высоком научном уровне и заслуживает положительной оценки. Решаемая проблема является актуальной и предложенные решения обладают научной новизной и практической ценностью. Диссертационная работа Костандяна А.В., соответствует требованиям действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Артур Валериевич Костандян, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

**10. Отзыв на автореферат** профессора, д.т.н., доцента кафедры «Промышленная информатика» института искусственного интеллекта РТУ МИРЭА **Благовещенского Ивана Германовича**. Отзыв положительный.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. На странице 17 автореферата представлены результаты оценок грубых ошибок в массиве измерений (критерий Роснера) и их коррекция. Достоверность полученных результатов проверяется несколькими критериями оценок и если использовались в диссертации, то какие критерии;

2. В автореферате не представлено отличие и преимущество метода фильтра от аналогов для обнаружения утечек в трубопроводах транспортировки нефти и природного газа;

3. В автореферате, наряду с утечками, одной из причин небаланса газа в газотранспортной системе, не полностью представлены возможные факторы небаланса газа.

Приведенные замечания не снижают высокий научный уровень диссертационной работы Костандяна А.В., соответствует требованиям, предусмотренным Положением о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Артур Валериевич Костандян, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

На все замечания Костандяном Артуром Валериевичем даны полные и исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью, достижениями в научных исследованиях с близкой тематикой, наличием у оппонентов и ведущей организации публикаций в рецензируемых журналах и их высоким профессиональным уровнем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**предложен** комплексный подход к анализу режимов работы трубопроводной газотранспортной системы и причин источников небаланса газа. Обоснована необходимость и важность процедуры согласования данных при сведении материальных балансов потоков газотранспортной системы и точной оценки причин и источников небаланса газа.

**решена** научно-техническая задача идентификации причин и источников небаланса природного газа в трубопроводной газотранспортной системе. Представлено применение метода фильтра частиц для обнаружения утечек в трубопроводах. Результаты моделирования показывают, что метод фильтра частиц хорошо отражает динамику реальной системы и может служить в качестве программного обеспечения «мягкого» («виртуального») датчика реальной системы. Предложенная система может эффективно обнаруживать утечки. Хотя локализация утечки еще не является точной, она может, по крайней мере, изолировать минимально возможный участок трубопровода, в котором предположительно имеется утечка.

#### **Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**представлены** результаты разработки автоматизированной системы контроля и оперативного управления объектами газотранспортной системы с целью экспертной оценки возможных причин небаланса газа и принятия решений в режиме реального времени; оценка достоверности измерительной информации;

**разработаны** математические модели и алгоритмы идентификации источников и причин небаланса газа в газотранспортной системе; статистического анализа данных измерительной системы, идентификации грубых ошибок и их восстановления;

**предложен** подход к созданию интеллектуальной системы калибровки и корректировки показаний измерительной системы в онлайн режиме; идентификации и локализации мест утечек в трубопроводах транспортировки жидких и газообразных углеводородов методом фильтра частиц; оперативного обнаружения источников небаланса газа в газотранспортных системах.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработан** и зарегистрирован программный комплекс для ЭВМ на основе математической модели фильтра частиц, позволяющий обнаруживать утечки в трубопроводах газотранспортной системы методом фильтра частиц.

**Представлены** результаты моделирования и анализа различных вариантов утечек, полученные в ходе применения разработанного соискателем программного комплекса.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**Обоснованность** результатов исследования базируется на использовании реальных данных трубопроводной газотранспортной системы: месячные данные по суточным объемам транспортировки природного газа, давлению и температуре на входе и выходе компрессорной станции за каждые два часа;

**Использование** автором современных подходов и методов: нейросетевых технологий и статистических критериев для оценки достоверности данных измерительных систем при решении задач согласования данных, их корректировки, идентификации и локализации утечек в газотранспортных системах; оценки грубых ошибок измерений.

**Личный вклад соискателя состоит** в участии на всех этапах работы над диссертацией: в постановке и реализации задач исследований, в проведении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, включая обработку и обобщение результатов моделирования и теоретических исследований, разработку математических моделей, алгоритмов и программ их реализации, анализ и оформление результатов в виде научных публикаций и докладов на международных научных конференциях.

**Работа соответствует** паспорту научной специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, включая следующие **направления исследований:**

1. Научные основы и методы построения интеллектуальных систем управления технологическими процессами и производствами;
2. Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления и их цифровых двойников;
3. Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизации модульных структур систем сбора, хранения, обработки и передачи данных в АСУТП и др.;
4. Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностирования (определения работоспособности, поиск неисправностей и прогнозирования) АСУТП, АСУП.

Диссертационная работа Костандяна А.В. на тему «Автоматизированная система контроля и идентификации источников небаланса газа в газотранспортной системе» полностью соответствует пунктам Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача разработки автоматизированной системы контроля и идентификации причин и источников небаланса газа в газотранспортной системе.-

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.09 РХТУ им. Д.И. Менделеева 03 октября 2024 года принято решение о присуждении ученой степени кандидата технических наук Костандяну Артуру Валериевичу по совокупности выполненных работ, направленных на решение ключевых задач, имеющих важное значение для развития экономики страны.

Присутствовало на заседании – 15 членов диссертационного совета,  
в том числе в режиме видеоконференции – 4,  
в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой  
диссертации – 9.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу  
присуждения ученой степени проголосовали:

Результаты тайного голосования:

«за» – 11,

«против» – нет,

«воздержались» – нет.

Проголосовали 4 члена диссертационного совета, присутствовавшие на заседании в  
режиме видеоконференции:

«за» – 4,

«против» – нет,

«воздержались» – нет.

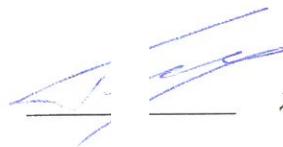
**Итоги голосования:**

«за» – 15,

«против» – нет,

«воздержались» – нет.

Председатель диссертационного совета



д.т.н., профессор Глебов М.Б.

Ученый секретарь диссертационного совета



к.т.н., доцент Василенко В.А.

Дата «03» октября 2024 г.

