

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.099.26,  
созданного на базе федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»,  
Министерства образования и науки Российской Федерации,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от **19.09.2019** г. № **5**

О присуждении Агафонову Евгению Дмитриевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Алгоритмическое и программно-техническое обеспечение систем мониторинга и прогноза динамических распределенных процессов в магистральном нефтепроводе» по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» принята к защите 06.06.2019 г. (протокол заседания №5.2) диссертационным советом Д 212.099.26, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет», Министерства образования и науки Российской Федерации, 660041, пр. Свободный, 79, г. Красноярск. Приказ о создании диссертационного совета Д 212.099.26 № 1024/нк от 23.10.2017 г.

Соискатель Агафонов Евгений Дмитриевич, 1974 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Разработка и исследование непараметрических алгоритмов идентификации и управления для динамических процессов» защитил в 2001 году в диссертационном совете, созданном на базе Сибирской аэрокосмической академии имени академика М. Ф. Решетнева. Работает доцентом кафедры «Топливообеспечение и горюче-смазочные материалы» в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Топливообеспечение и горюче-смазочные материалы» в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант - доктор технических наук, профессор Медведев Александр Васильевич, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», кафедра «Системный анализ и исследование операций», профессор.

Официальные оппоненты: Тянь Владимир Константинович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», кафедра «Трубопроводный транспорт», заведующий кафедрой; Суржиков Анатолий Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение контроля и диагностики Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности, руководитель отделения; Земенков Юрий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», кафедра «Транспорт углеводородных ресурсов», заведующий кафедрой – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта, Республика Коми, в своем положительном отзыве, подписанном Агинеем Русланом Викторовичем, доктором технических наук, профессором, кафедра «Проектирование и эксплуатация магистральных нефтепроводов», заведующим кафедрой и Петровым Сергеем Владимировичем, кандидатом технических наук, кафедра «Проектирование и эксплуатация магистральных нефтепроводов», доцентом, указала, что диссертация удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Соискатель имеет 80 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 42 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 20 работ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Большинство публикаций подготовлено и издано в соавторстве со студентами и аспирантами соискателя. Среди работ – статьи, труды конференций различного уровня и монография. Авторский вклад соискателя составляет более 60%, и заключается в формулировке и доказательстве теоретических положений, постановке вычислительных экспериментов, анализе

полученных результатов. Общий объем публикаций по теме диссертации составляет более 11 авторских листов.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Agafonov E. Oil Pipeline Pressure Measurements Forecasting and Correction [Text] / E. Agafonov, N. Antropov // Applied Methods of Statistical Analysis. Nonparametric Methods in Cybernetics and System Analysis - AMSA'2017, Krasnoyarsk, Russia: Proceedings of the International Workshop, 2017. Pp. 270-278.

2. Agafonov, E. [et al.] Identification of hydraulic resistance parameters in hydraulic network model [Text] / E. Agafonov, V. Bukhtoyarov, N. Antropov, V. Tynchenko, V. Tynchenko // Journal of Applied Engineering Science, 2018, 16 (2). Pp. 267-273.

3. Agafonov E.D. [et al.] Predictive model of the trunk oil pipeline technological section on the basis of results of transient conditions test [Text] / E.D. Agafonov, A.G. Mironov, G.V. Vashchenko, A.I. Kuklina // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019, 537 062092 (опубликована после рассылки автореферата).

4. Агафонов, Е.Д. Об учете скорости распространения волн давления при моделировании неустановившихся процессов с помощью Matlab/SimHydraulics [Текст] / Е.Д. Агафонов, А.Г. Миронов, Ю.Н. Безбородов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. №8 (103). С.12-19.

5. Агафонов, Е.Д. Имитационная эвристическая модель магистрального нефтепровода [Текст] / Е.Д. Агафонов, Г.В. Ващенко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 3. С. 195-203.

6. Агафонов, Е.Д. Алгоритм коррекции ошибок измерений датчиков давления на линейной части магистрального нефтепровода [Текст] / Е.Д. Агафонов, Н.Р. Антропов // Контроль. Диагностика. 2016. № 7. С. 43-48.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: **1.** Алибеков С.Я., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «ПГТУ», г. Йошкар-Ола, *без замечаний*; **2.** Валеев М.Д., д-р техн. наук, проф., ООО НПП «ВМ система», г. Уфа, *с 1 замечанием*; **3.** Глухов В.И., д-р техн. наук, проф., ОмГТУ, г. Омск, *с 2 замечаниями*; **4.** Гульков А.Н., д-р техн. наук, проф., ДВФУ, г. Владивосток, *с 2 замечаниями*; **5.** Данилевич С.Б., д-р техн. наук, ст. науч. сотр., Новосибирский филиал ФГАОУ ДПО АСМС, г. Новосибирск, *без замечаний*; **6.** Кузнецова В.Н., д-р техн. наук, проф., СибАДИ, г. Омск, *с 2*

замечаниями; **7.** Буялич Г.Д., д-р техн. наук, доц., Маметьев Л.Е., д-р техн. наук, проф., КузГТУ, г. Кемерово, с 2 замечаниями; **8.** Пронин С.П., д-р техн. наук, проф., АлтГТУ, г. Барнаул, с 1 замечанием; **9.** Филимонов В.А., д-р техн. наук, проф., ст. науч. сотр. ОФ ИМ СО РАН, г. Омск, с 1 замечанием; **10.** Чимитова Е.В., д-р техн. наук, доц., Лемешко Б.Ю., д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск, с 2 замечаниями; **11.** Стёпин Ю.П., д-р техн. наук, проф., Губкинский университет, г. Москва, с 2 замечаниями.

Все отзывы положительные, критические замечания сводятся к следующему: вопросы достоверности прогноза при нештатных ситуациях; желательность уточнения предмета исследования; соответствие задач положениям, выносимым на защиту; степень универсальности предлагаемого в работе подхода; о величинах погрешностей при измерении параметров, рассматриваемых в работе; о значениях пороговых величин во введенных критериях; про граничные условия и способы их введения в предлагаемые модели; чем достигается повышение безопасности эксплуатации объекта; о степени внедрения результатов и результативности практических рекомендаций; обоснование выбора программных платформ; выбор способов цензурирования исходных данных; соответствие выводов и решаемых в работе задач; о новизне методов синтеза, предлагаемых автором диссертации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией в области неразрушающего контроля, мониторинга состояния и модельного описания процессов в магистральных и технологических трубопроводах, широкой известностью своими научными достижениями и опытом практической работы в сфере трубопроводного транспорта углеводородов и построения прогнозных моделей физических процессов, наличием публикаций, близких к теме диссертационного исследования соискателя и связанных с ее направлением, отсутствием совместных проектов и печатных работ, опытом научно-исследовательских работ и рейтингом ведущих научно-образовательных учреждений.

**Диссертационный совет отмечает,** что на основании выполненных соискателем исследований: ***разработан*** комплекс научно-обоснованных методов, позволяющих расширить возможности и результативность мониторинга процессов

течения нефти в магистральном нефтепроводе, основанный на применении новых непараметрических алгоритмов анализа измерений технологических параметров трубопровода; **предложены** новые подходы к использованию аппарата адаптивных непараметрических алгоритмов анализа установившихся и переходных режимов работы технологического участка нефтепровода, к решению задач построения прогнозных моделей отдельных подсистем нефтепровода, мониторинга распределенной системы контроля давления линейной части нефтепровода, описания процессов выбега насосных агрегатов, прогноза процессов нагрева в элементах систем электроподогрева нефти, оценки параметров распределения потоков в сети трубопроводов; **доказана** перспективность адаптивных непараметрических моделей при прогнозировании технологических параметров течения нефти в магистральном нефтепроводе в условиях недостатка информации и изменчивости характеристик оборудования; **введены** новые трактовки понятий, связанных с синтезом адаптивных и имитационных моделей сосредоточенных и распределенных объектов и их использованием для контроля магистрального нефтепровода.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что: **доказаны** теоремы об асимптотической сходимости предложенных алгоритмов обработки информативных сигналов, обеспечивающие достоверность разработанных методов; положения, вносящие вклад в расширение представлений о магистральном нефтепроводе как объекте контроля. **Применительно к проблематике диссертации** результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс методов метрологии, теории вероятности и математической статистики, анализа данных, численных методов и методов имитационного моделирования, с привлечением дополнено разработанных непараметрических методов решения прямых и обратных задач динамики, адаптированных к использованию в предметной области исследования; **изложены** факторы, влияющие на эффективность контроля протекания процессов в нефтепроводе; положения, базирующиеся на результатах проведенного теоретического исследования, позволяющие описывать процессы в нефтепроводе в условиях неполноты информации, влияния неучтенных факторов, дрейфа

характеристик объекта мониторинга, других причин, обусловленных сложностью и распределенным многосвязным характером протекающих процессов; **раскрыты** системные противоречия в существующих средствах сбора, обработки и анализа измерений технологических параметров при эксплуатации объекта исследования – магистрального нефтепровода, и его подсистем, которые обуславливают применение предлагаемых адаптивных, гибридных, непараметрических и имитационных методов и алгоритмов при прогнозном моделировании процессов в нефтепроводе; **изучены** факторы, влияющие на точность прогнозирования как установившихся, так и неустойчивых (переходных) процессов, протекающих в магистральном нефтепроводе, среди которых вынужденное упрощение моделей, недостаток априорных сведений, влияние существенных случайных и систематических погрешностей измерений, дрейф характеристик объектов вследствие ремонтов, износа и т.д.; **проведена модернизация** существующих математических и имитационных моделей, позволяющая улучшить их пригодность для решения задач контроля и прогноза технологических параметров нефтепровода путем их обобщения, настройки с применением оптимизационных процедур, использования непараметрических методов в условиях недостатка априорных сведений о состоянии объекта.

**Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать** для дальнейшего развития теории адаптивных и непараметрических систем, расширения спектра решаемых задач обработки данных и информативных сигналов в системах мониторинга и прогноза динамических распределенных систем.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что: **разработаны и внедрены** процедуры расчета параметров нестационарных технологических режимов течения нефти (нефтепродуктов) с учетом их распределенного характера в условиях неопределенности. Методы расчета, реализованные в программном продукте Matlab, внедрены в работу отдельных предприятий магистрального транспорта нефти и нефтепродуктообеспечения и в образовательный процесс. Практическая значимость подтверждена актами о внедрении результатов работы; **определены** перспективы применения полученных теоретических результатов на практике на предприятиях,

эксплуатирующих магистральные и технологические нефте- и нефтепродуктопроводы; **создана** система практических рекомендаций, позволяющая осуществлять контроль процессов в переходных режимах работы магистрального нефтепровода в условиях неопределенности; **представлены** рекомендации по совершенствованию процедур прогноза протекания процессов в нефтепроводе в условиях недостаточной информации об объекте и влияния неучтенных факторов.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила: **для экспериментальных работ** результаты получены с использованием измерений на сертифицированном оборудовании, прошедшем метрологическую поверку в установленном порядке, сходимостью полученных результатов в соответствии с нормативной документацией, входящей в систему обеспечения единства измерений Российской Федерации, что подтверждено положительными результатами экспертизы на производстве; **теория** построена на известных данных, фактах и закономерностях процессов течения жидкости, гидравлики, вычислительной гидродинамики, теории адаптивных систем. Сходимость базовых моделей, используемых в работе, доказана с использованием формального математического аппарата; **идея базируется** на анализе практического опыта эксплуатации трубопроводных систем, проведенном обзоре действующих нормативных документов, правил и регламентов, действующих в российской системе трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов; **использовано** сравнение авторских данных и данных по рассматриваемой тематике в научных трудах известных специалистов в области гидравлики, теории адаптивных систем, машинного обучения и так далее; **установлено** качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в публикациях, научных и справочных изданиях с учетом расширенной возможности контроля сосредоточенных и распределенных процессов в условиях неопределенности; **использованы** современные методы анализа данных при построении прогнозных моделей, применены корректные процедуры верификации моделей. Адекватность итоговой прогнозной модели продемонстрирована на тестовых данных, не участвовавших в ее настройке. Выводы об эффективности предложенных алгоритмов подтверждаются достаточным объемом вычислительных экспериментов.

**Личный вклад** соискателя состоит в: анализе проблем, связанных с мониторингом и управлением процессом перекачки нефти в магистральном нефтепроводе в условиях недостатка априорных сведений; в разработке комплекса непараметрических и адаптивных моделей, составивших основу предложенных методов; участии в создании алгоритмического и программно-технического обеспечения, апробации и внедрении результатов работы, а также подготовке основных публикации по теме работы.

Диссертация удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение. Разработана система методов контроля процессов магистрального трубопроводного транспорта нефти с привлечением адаптивных и имитационных моделей, которая позволяет значительным образом усовершенствовать алгоритмическую и программно-техническую составляющие средств мониторинга и направлена на повышение безопасности и расширение автоматизации технологических процессов.

На заседании 19 сентября 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Агафонову Е.Д. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет Д 212.099.26 в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 16, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель

диссертационного совета



Легалов Александр Иванович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Кайзер Юрий Филлипович

19.09.2019 г.