

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.199.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29.06.2021 г. № 2

О присуждении Мусаеву Андрею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Гибридные алгоритмы прогнозирования многомерных нестационарных процессов в задачах проактивного управления сложными техническими объектами» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)» принята к защите 27 апреля 2021 г. протокол заседания № 2 диссертационным советом Д 002.199.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия ВО, дом 39, утвержден приказом Минобрнауки России №105/нк от 11 апреля 2012 г. (с изменениями согласно приказам №574/нк от 15 октября 2014 г., № 386/нк от 27 апреля 2017 г., №748/нк от 12 июля 2017 г., №301/нк от 23 ноября 2018 г., №467/нк от 4 августа 2020 г., №804/нк от 16 декабря 2020 г.).

Соискатель Мусаев Андрей Александрович, 1990 года рождения, в 2014 г. окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национального исследовательского университета ИТМО» по специальности «220100 Системный анализ и управление» (диплом № 107824 0105201), в 2018 г. окончил очную аспирантуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальном исследовательском

университете ИТМО» с присуждением квалификации «Исследователь. Педагог-исследователь» (диплом № 107824 4188512). В настоящее время Мусаев Андрей Александрович работает инженером-проектировщиком проектного отдела Акционерного общества «Специализированная инжиниринговая компания Севзапмонтажавтоматика».

Диссертация выполнена в лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук СОКОЛОВ Борис Владимирович, профессор, основное место работы: главный научный сотрудник лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

ХАРАЗОВ Виктор Григорьевич, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», профессор кафедры автоматизации процессов химической промышленности;

МАРЛЕЙ Владимир Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет морского и речного транспорта им. адмирала С.О. Макарова», профессор кафедры вычислительных систем и информатики,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» в своем

положительном отзыве, подписанном Пименовым Виктором Игоревичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой информационных технологий, Санниковым Владимиром Антоновичем, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры информационных технологий, Кравец Татьяной Александровной кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры информационных технологий и утвержденном Макаровым Авиниром Геннадьевичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе **указала, что** в целом диссертационная работа А.А. Мусаева представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, отличается научной новизной и практической значимостью полученных результатов. Автором в диссертации сформулирована и решена важная научно-техническая задача повышения эффективности системы проактивного управления сложными техническими объектами (СТО) на основе разработки, внедрения и использования гибридных алгоритмов прогнозирования многомерных нестационарных процессов, базирующихся на комбинированном использовании технологий многомерного статистического и интеллектуального анализа данных.

Для достижения указанной цели в диссертационной работе поставлены и решены следующие задачи:

1. Разработка комплекса математических моделей и алгоритмов функционирования нестационарных СТО (НСТО) в нестабильных средах погружения;
2. Разработка гибридных алгоритмов прогнозирования нестационарных процессов, позволяющих динамически корректировать вычислительные процедуры методов многомерного статистического анализа средствами современной компьютерной математики;
3. Разработка методики оценивания эффективности алгоритмов прогнозирования, интегрированных в вычислительные схемы проактивного управления НСТО;

4. Разработка унифицированного модульного программно-алгоритмического комплекса, позволяющего осуществлять совместный анализ эффективности алгоритмов прогнозирования и проактивного управления НСТО.

Основные результаты и перечисленные достоинства диссертационной работы позволяют сделать вывод о ее практической значимости и рекомендовать для внедрения в следующих организациях: АО «СПИК СЗМА», ООО «КИНЕФ», НПФ «Уран-СПб», Санкт-Петербургском Государственном университете, Санкт-Петербургском Государственном технологическом институте (технологическом университете), Санкт-Петербургском горном университете.

Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. Диссертационное исследование «Гибридные алгоритмы прогнозирования многомерных нестационарных процессов в задачах проактивного управления сложными техническими объектами» является научно-квалификационной работой и соответствует критериям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемых к кандидатским диссертациям, а его автор Мусаев Андрей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)».

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях 8 работ. Среди них опубликовано в изданиях, рекомендуемых ВАК – 6, индексируемых в WoS/Scopus – 2.

Основные научные результаты опубликованы в 8 научных трудах общим объемом 1,75 п.л., из которых объем личного вклада соискателя составляет 1,05 п.л. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Мусаев, А. А. Модульная база знаний, как аналитическая компонента адаптивной системе управления производственными процессами / А.А.Мусаев, А.В.Гайков // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) - 2017. - № 39(65). - С. 78–80. (05.13.01) Личный вклад соискателя составляет 50%.

2. Мусаев, А. А. Когнитивная система автоматизированного управления на примере процесса первичной переработки нефти / А.А.Мусаев, Н.А.Николаев// Известия вузов. Приборостроение. – 2017. – №9(60). – С. 78–80. (05.13.01) Личный вклад соискателя составляет 50%.
3. Мусаев, А. А. Проактивное стабилизационное управление для нестационарных сред на основе гибридных алгоритмов анализа данных / А.А.Мусаев, М.М. Фенин // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) – 2020. – № 52(79). – С. 100–106. (05.13.01) Личный вклад соискателя составляет 50%.
4. Мусаев, А. А. Распределённая система прогнозирования для многомерных нестационарных процессов / А.А.Мусаев // Вестник технологического университета – 2021. –Т.24. – №2. – с.87-93. (05.13.01)
5. Musaev, A. A. Virtual analyzer of petroleum quality indicators / A.A.Savkin, A.A.Musaev, M.M.Fenin // Proceedings of IEEE Northwest Russia Conf. on Math. Methods in Engineering and Technology. SPb.: 2018, Sept. 10-14. P. 161-163. Личный вклад соискателя составляет 50%.
6. Musaev, A. Application of Cyber-physical System and Real-time Control Construction Algorithm in Supply Chain Management Problem / I.Trofimova, B.Sokolov, D.Nazarov, S.Potryasaev, A.Musaev, V.Kalinin // 13th International Symposium on Intelligent Distributed Computing. SPb.: 2019, Oct. 7-9. Личный вклад соискателя составляет 40%.

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 85% от общего объёма текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем учёной степени в соавторстве без ссылок на соавторов не выявлено. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют.

На автореферат диссертации поступило 9 отзывов, все отзывы положительны, в том числе:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина). Отзыв составил заведующий кафедрой автоматики и процессов управления, д.т.н., доцент М.Ю. Шестопапов. Замечания: отсутствует обоснование выбора корректирующей составляющей гибридного алгоритма; не в полной мере раскрыт вопрос взаимодействия функциональных модулей программно-алгоритмического комплекса анализа эффективности алгоритмов прогнозирования и управления; в диссертации решен полный цикл задачи проактивного управления нестабильными объектами, а на защиту выносятся только разработка алгоритмов прогнозирования нестационарных процессов; имеются опечатки в тексте и автореферате. Размер некоторых формул не соответствует размеру шрифта текста.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет». Отзыв составил профессор кафедры технической кибернетики и автоматики, д.т.н., профессор А.Н. Лабутин. Замечания: в автореферате не отражены альтернативные варианты построения корректирующей части гибридного алгоритма прогнозирования, например, на основе искусственных нейронных сетей; отсутствует информация об автоматическом взаимодействии модулей разработанного в 4-й главе диссертации программно-алгоритмического комплекса анализа эффективности алгоритмов прогнозирования; в автореферате присутствуют опiski, имеет место невысокое качество графического материала. Часть текста на рис. 1 и рис 4 трудно разобрать.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет». Отзыв составил доцент кафедры информатики, к.т.н., доцент Д.А. Григорьев. Замечания: в автореферате математические алгоритмы представлены в кратком виде, что затрудняет их понимание; не совсем понятно, каким образом обосновывалась «интеллектуальная» часть гибридного алгоритма. Возможно, другая технология искусственного интеллекта подошла бы лучше, чем эволюционные алгоритмы; как видно, для реализации данных алгоритмов

использовалась программа MATLAB, хотя для реализации схожих задач может быть более эффективно использовать язык Python, который обладает встроенными библиотеками с многими математическими функциями, используемыми автором; на рисунке 4 текст плохо читаем ввиду его размера, а также присутствуют незначительные опiski в тексте автореферата.

4. Акционерное общество научно-производственная фирма «УРАН-СПБ». Отзыв составил генеральный директор, к.т.н., доцент О. Н. Новиков. Замечания: в автореферате не раскрыта тема выбора технологии ИАД. В частности, не ясно, почему были выбраны именно алгоритмы эволюционного моделирования и искусственной нейронной сети; в автореферате не приведено математическое описание связей между точностью прогнозирования и выходом желаемой продукции. Например, как повлияет на выход увеличение точности прогнозирования на 1%; в автореферате имеются грамматические и стилистические ошибки.

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева». Отзыв составила профессор кафедры химико-технологических процессов, д.т.н., профессор Т.В. Савицкая. Замечания: диссертация охватывает задачи обработки данных, прогнозирования, управления, а также системного анализа. Ввиду подобного объема, трудно в полной мере отобразить всю проделанную работу в рамках объема автореферата и часть проделанной работы раскрыта не в полной мере; поскольку в диссертации делается акцент на практической значимости и центральной частью работы является гибридный алгоритм прогнозирования, хотелось бы видеть разработанный интерфейс данного модуля, чтобы оценить описанные возможности и информативность; в автореферате присутствуют опiski и грамматические ошибки, а также текст на некоторых изображениях трудно разобрать ввиду размера шрифта.

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». Отзыв составил заведующий кафедрой системотехники, д.т.н., профессор Н.Н. Зиятдинов. Замечания: на рисунках

присутствуют нераскрытые аббревиатуры, которые, видимо, поясняются в основном тексте диссертации и имеют отношение к сквозному примеру. В автореферате некоторые параметры не раскрыты; в автореферате говорится, что использовались алгоритмы искусственных нейронных сетей (ИНС), однако не раскрыт выбор и обоснование ИНС; даже похожие по смыслу рисунки заметно отличаются стилистически, что затрудняет их восприятие, а также присутствуют грамматические ошибки; иллюстративный пример ограничен задачей стабилизационного управления режимом ректификационной колонны.

7. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет». Отзыв составил заведующий кафедрой технологий и оборудования пищевых и химических производств, д.т.н., профессор Д.С. Дворецкий. Замечания: непонятно, что означает термин «повышенный уровень стабилизации» и за счет чего достигается в предложенной автором схеме проактивного управления «повышенный уровень стабилизации показателей качества выходной продукции»; результаты работы желательно было бы усилить количественными оценками и показателями эффективности гибридных алгоритмов прогнозирования поведения многомерных нестационарных технологических процессов и проактивного управления ими.

8. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова». Отзыв составил декан факультета информационных и управляющих систем, д.т.н., профессор С.Ю. Страхов. Замечания: не рассмотрены примеры СТО с сильно выраженными нелинейными характеристиками; не в полной мере раскрыта связь между модулями. Не ясен принцип совместной работы модулей программно-алгоритмического комплекса, используемого для анализа эффективности проактивной системы управления; в тексте автореферата присутствуют описки, рисунки имеют разные форматы.

9. Акционерное общество «ВНИИ Галургии». Отзыв составил ученый секретарь, к.т.н., доцент Р.Х. Нураев. Замечания: обучение гибридного алгоритма происходит на скользящем окне наблюдения, однако каким образом выбирается

размер данного окна в реферате не указано; не приведен пример проактивного управления для переходных процессов при изменении режима работы объекта управления; часть математических алгоритмов представлена в излишне кратком виде; имеются недостатки в графическом оформлении, например, на графике рисунка 3 не подписана нижняя ось; на стр. 16 не раскрыто, что понимается под «относительным увеличением показателя эффективности»; на стр. 12 недостаточно расшифрована запись, используемая при описании технологии эволюционной коррекции.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.т.н., профессор В.Г. Харазов является известным ученым в области автоматизации и теории управления сложными технологическими процессами, характеризующимися нестабильными средами погружения и нестационарным характером протекающих в них процессов, д.т.н., профессор В.Е. Марлей – известный специалист в области моделирования информационных процессов и систем, технологий искусственного интеллекта в управлении технологическими процессами; ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» является известной в России организацией в области интеллектуальных систем управления сложными технологическими процессами, кроме того, широко известны достижения ее специалистов в области создания перспективных алгоритмов анализа данных и интеллектуальных технологий управления СТО, в том числе с нестационарным характером протекающих в них процессов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны комплекс математических моделей и алгоритмов функционирования НСТО в нестабильных внешних возмущающих средах; гибридные алгоритмы прогнозирования нестационарных процессов, позволяющие динамически корректировать структуру и параметры вычислительных процедур многомерного статистического анализа инструментальными средствами, предоставляемыми современной компьютерной математикой; методика

оценивания эффективности алгоритмов прогнозирования, интегрированная в вычислительные схемы проактивного управления НСТО; унифицированный модульный программно-алгоритмический комплекс, позволяющий осуществлять совместный анализ эффективности алгоритмов прогнозирования и проактивного управления НСТО;

предложены:

математические модели НСТО, отличающиеся от существующих решений из области интеллектуального анализа данных (ИАД) тем, что системная составляющая наблюдаемых процессов представляет собой реализацию детерминированного хаоса, отражающего свойства нестабильных внешних возмущающих сред;

гибридные алгоритмы прогнозирования НСТО, отличающиеся от существующих решений из области MPC (model predictive control) тем, что представляют собой композицию из алгоритмов многомерного статистического анализа, основанного на методе канонических корреляций, и интеллектуального анализа данных, представленного в виде алгоритма эволюционного моделирования;

методики оценивания эффективности алгоритмов прогнозирования, отличающиеся от традиционного подхода к анализу качества прогноза через расчет локальных показателей эффективности (среднеквадратическое отклонение, максимальное значение отклонения прогноза) тем, что оценивание показателей результативности прогноза проводится с использованием терминальных показателей качества управления НСТО с учетом его проактивного характера;

модульный программно-алгоритмический комплекс анализа эффективности алгоритмов прогнозирования и управления, отличающегося тем, что в единой программной среде на унифицированной платформе совместно решаются задачи анализа данных, прогнозирования и управления НСТО;

доказана перспективность использования предложенных в диссертации гибридных алгоритмов прогнозирования для повышения эффективности системы проактивного управления СТО;

введены:

- алгоритмы прогнозирования нестационарных процессов, объединяющих достоинства методов многомерного статистического анализа с возможностью их гибкой адаптационной коррекцией в нестабильных средах погружения, основанной на технологиях современной компьютерной математики;

- технология оценки эффективности алгоритмов прогнозирования через терминальные показатели качества функционирования системы управления нестационарными процессами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны сформулированные в работе теоретические утверждения с использованием математического обоснования результатов и их последующей экспериментальной проверкой на полигоне данных, образованном результатами мониторинга состояния реальных систем, функционирующих в нестабильной возмущающей среде. Эти утверждения составляют основу процесса построения гибридных алгоритмов прогнозирования многомерных процессов НСТО;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы статистического анализа данных, методы компьютерной математики, относящиеся к классу ИАД (эволюционное моделирование, искусственные нейронные сети и др.), а также методы системного анализа, элементы теории динамических систем, концепция пространства состояний, методы динамической оптимизации, теория эффективности и системной квалиметрии;

изложены модели и алгоритмы прогнозирования параметров НСТО, основанные на сочетании технологий многомерного статистического и интеллектуального анализа данных;

раскрыты

основные вопросы, связанные с применимостью и эффективностью гибридных алгоритмов прогнозирования нестационарных процессов в интересах задачи управления СТО с нестабильными внешними возмущающими средами;

особенности решения задачи прогнозирования и управления нестационарными процессами в условиях взаимодействия со средой погружения, описываемой моделью динамического хаоса;

изучены методы статистического анализа данных, методы интеллектуального анализа данных, элементы теории динамических систем, концепция пространства состояний, методы динамической оптимизации, теория эффективности и системной квалиметрии;

проведена модернизация существующих методов прогнозирования параметров многомерных нестационарных процессов, основанная на гибридных алгоритмах, включающих в себя технологии статистического и интеллектуального анализа данных, рассматриваемые в диссертации.

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

разработаны и внедрены следующие результаты диссертационной работы:

- математические модели наблюдений, отличающиеся тем, что позволяют учитывать хаотическую динамику системной составляющей, и нестационарный характер случайной составляющей результатов мониторинга состояния СТО, протекающих в нестабильных средах погружения
- новые гибридные алгоритмы прогнозирования, отличающиеся тем, что позволяют сочетать достоинства методов статистического анализа данных и вычислительных алгоритмов современной компьютерной математики, относящейся к категории ИАД, и позволяющие получать устойчивые результаты с требуемой точностью прогнозируемых оценок состояния НСТО
- методика и модульный комплекс анализа эффективности алгоритмов прогнозирования в системах проактивного управления НСТО, отличающийся тем, что включает в себя модули анализа и предобработки данных, прогнозирования и управления. Подтверждена результативность предложенных алгоритмов проактивного управления на основе используемых в промышленности критериев эффективности
- упреждающее многовариантное прогнозирование на основе применения гибридных алгоритмов.

Были внедрены при проектировании системы предварительной обработки данных мониторинга состояния котельных установок в АО НПФ «УРАН-СПб», при разработке когнитивной системы управления процессом первичной переработки нефти типа АТ/ВТ/АВТ на предприятии АО «СПИК СЗМА», при проектировании СППР для операторов ТУ ЭЛОУ-АТ-6 предприятия ООО «КИНЕФ», а также в учебном процессе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» на кафедре автоматизации процессов химической промышленности и кафедре системного анализа и информационных технологий, в лекционных материалах и практикумах учебных курсов «основы нелинейной динамики управляемых систем» и «интеллектуальный анализ данных»;

определены возможности и перспективы практического использования полученных результатов диссертации при создании систем прогнозирования и проактивного управления СТО;

созданы новые гибридные алгоритмы прогнозирования, отличающиеся тем, что позволяют сочетать достоинства методов статистического анализа данных и вычислительных алгоритмов современной компьютерной математики, относящейся к категории ИАД, и позволяющие получать устойчивые результаты с требуемой точностью прогнозируемых оценок состояния НСТО;

представлены предложения и направления для дальнейших научных исследований, в основу которых могут быть положены разработанные модели и алгоритмы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность полученных результатов подтверждена проведением всестороннего анализа работ по исследуемой проблеме, корректным применением научно-методического аппарата в виде использованных методов и теорий, апробацией основных результатов диссертации в печатных трудах и докладах на международных и всероссийских конференциях, положительными итогами практической реализации результатов работы;

теория построена на основе известных принципов регрессивного оценивания в сочетании с современными моделями, методами и алгоритмами интеллектуального анализа данных, согласующимися с опубликованными результатами других авторов. Также были использованы апробированные методы исследований и реальные, достоверные данные о процессе первичной переработки нефти;

идея базируется на анализе работ отечественных и зарубежных исследователей в области проактивного управления, прогнозирования нестационарных процессов, статистического и интеллектуального анализа данных;

установлено качественное и количественное соответствие результатов решения задачи повышение эффективности системы проактивного управления СТО на основе разработки, внедрения и использования гибридных алгоритмов прогнозирования многомерных нестационарных процессов. При этом подтверждено преимущество предложенного подхода над существующими решениями;

использованы классические методы статистического анализа данных и современные методы интеллектуального анализа данных, а также методы системного анализа, элементы теории динамических систем, концепция пространства состояний, методы динамической оптимизации, теория эффективности и системной квалиметрии.

Личный вклад соискателя состоит в:

- анализе современного состояния в области прогнозирования состояния и управления СТО в условиях их взаимодействия с нестабильными средами погружения;
- исследовании существующих методов построения систем прогнозирования и особенностей их применения в задачах управления нестационарными СТО;
- формализованной постановке задачи построения алгоритмов прогнозирования предназначенных для решения задач проактивного управления НСТО;

- разработке и обосновании гибридных алгоритмов прогнозирования вектора состояния НСТО на основе комбинации методов многомерного статистического анализа и технологий современной компьютерной математики;
- рассмотрении возможных вариантов интеграции гибридных алгоритмов прогнозирования в различные варианты построения систем управления НСТО;
- разработке методики оценивания эффективности алгоритмов прогнозирования через терминальные показатели качества управления проактивного управления;
- разработке схем унифицированных программно-алгоритмических модулей, реализующих функции предобработки и анализа данных, прогнозирования и проактивного управления НСТО;
- создании программно-алгоритмического модуля для анализа эффективности алгоритмов прогнозирования через терминальные показатели качества управления СТО;
- исследовании предложенных алгоритмов гибридного прогнозирования с использованием разработанного программно-алгоритмического комплекса на примере массивов реальных данных, полученных в процессе эксплуатации технологического процесса с нестабильной средой погружения (задача атмосферной ректификации нефти);
- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет считает, что в соответствии с требованиями п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемыми к кандидатским диссертациям, и пп. 4, 5, 10 паспорта научной специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)», Мусаев А. А. в своей диссертационной работе решил научную задачу повышения эффективности системы проактивного управления СТО на основе разработки, внедрения и использования гибридных алгоритмов прогнозирования многомерных нестационарных процессов, базирующихся на комбинированном использовании технологий многомерного статистического и интеллектуального анализа данных, имеющую важное значение для развития теории и практики анализа данных,

прогнозирования, а также развития систем проактивного управления сложными техническими объектами.

На заседании 29.06.2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Мусаеву А. А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 20, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Зам. председателя диссертационного совета
доктор технических наук,
профессор

Ронжин Андрей Леонидович

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат технических наук
29.06.2021 г.

Абрамов Максим Викторович