

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
«Санкт-Петербургский Федеральный
исследовательский центр Российской
академии наук»

14 линия, 39, Санкт-Петербург, 199178
Телефон: (812) 328-33-11, факс: (812)328-44-50
E-mail: spiiran@iias.spb.su,
<http://www.spiiran.nw.ru>
ОКПО 04683303, ОГРН 1027800514411
ИНН/КПП 7801003920/780101001

УТВЕРЖДАЮ
Директор СПб ФИЦ РАН

д^{октор} профессор РАН
Ронжин А.Л.

«18 июля 2021 г.

«____» _____ 20__ № _____.
На № _____ от _____

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии
наук»

Диссертационная работа на тему: «Гибридные алгоритмы прогнозирования
многомерных нестационарных процессов в задачах проактивного управления
сложными техническими объектами» выполнена в лаборатории информационных
технологий в системном анализе и моделировании Федерального государственного
бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный
исследовательский центр Российской академии наук».

В 2018 году Мусаев Андрей Александрович окончил аспирантуру НИУ ИТМО по
направлению подготовки 27.06.01 «Управление в технических системах» и получил
квалификацию «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Научный руководитель – Соколов Борис Владимирович, доктор технических
наук, профессор, заведующий лабораторией информационных технологий в системном
анализе и моделировании Федерального государственного бюджетного учреждения
науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской
академии наук».

По результатам рассмотрения диссертации «Гибридные алгоритмы
прогнозирования многомерных нестационарных процессов в задачах проактивного
управления сложными техническими объектами» принято следующее заключение:

В диссертационной работе Мусаева А. А. выполнен анализ современного
состояния исследований в области прогнозирования и проактивного управления.
Разработанные гибридные алгоритмы прогнозирования многомерных нестационарных
процессов были протестированы на специально созданном для этой цели программно-
алгоритмическом комплексе для решения различных прикладных задач из предметных
областей, связанных с газо-, гидро- и термодинамикой сложных технических объектов.
Результаты диссертационных исследований соискателя имеют высокую научную
значимость для теории и практики анализа данных, прогнозирования, а также развития
систем проактивного управления сложными техническими объектами.

Актуальность работы:

Как показывают современные исследования, традиционные модели, описывающие динамику процессов нестабильных сред в форме детерминированных дифференциальных уравнений, не соответствуют требованиям оперативного проактивного управления. Реальные процессы содержат в себе сложные колебательные непериодические процессы, характерные для динамического хаоса, и нестационарные шумы. Вследствие этого традиционные методы обработки случайных данных не позволяли формировать эффективных прогностических решений. Переход к более адекватным моделям, отвечающим требованиям проактивного управления нестационарными сложными техническими объектами (НСТО), потребовал разработки и применения качественно новых методов прогнозирования, базирующихся на современных математических и информационных технологиях. В настоящей работе осуществлено решение задачи прогнозирования состояния НСТО в интересах проактивного управления на основе разработанных в диссертации гибридных алгоритмов, сочетающих традиционные методы многомерного статистического анализа с математическими технологиями интеллектуального анализа данных.

Таким образом, в результате проведенного анализа современного состояния и основных тенденций развития в области прогнозирования и управления нестационарными системами, можно сделать вывод, что решаемая в диссертации научная задача, состоящая в разработке гибридных алгоритмов прогнозирования нестационарных процессов в интересах проактивного управления НСТО, является новой и актуальной.

Объект, предмет, цель диссертационной работы:

Объектом исследования является система прогнозирования и управления НСТО, функционирующая в нестабильных средах в условиях нерегулярных возмущающих воздействий.

Предметом исследования являются гибридные алгоритмы оценивания и прогнозирования, ориентированные на повышение эффективности проактивного управления НСТО.

Целью диссертационных исследований является повышение эффективности системы проактивного управления НСТО на основе разработки, внедрения и использования гибридных алгоритмов оценивания и прогнозирования параметров технического процесса, базирующихся на комбинированном использовании технологий многомерного статистического и интеллектуального анализа данных.

Теоретическая и практическая значимость результатов:

Значимость работы состоит:

- в разработке алгоритмических средств, предназначенных для системы прогнозирования в интересах проактивного управления НСТО, функционирующих в нестабильных средах погружения;

- в разработке модульного комплекса анализа данных, прогнозирования и проактивного управления, позволяющего унифицировать последующее решение перечисленных задач для различных типов НСТО;

- в увеличении функциональной эффективности системы проактивного управления НСТО за счет упреждающего многовариантного прогнозирования на основе применения предложенных в работе гибридных алгоритмов.

Научная новизна работы:

Научная новизна полученных в диссертационной работе результатов заключается в создании:

- базовой модели рядов наблюдений за состоянием нестационарных объектов, отличающейся наличием хаотической компоненты, характерной для эволюции состояния НСТО под воздействием разнородных факторов нестабильной среды погружения;

- комплекса гибридных алгоритмов оценивания и прогнозирования, сочетающих возможности многомерного статистического анализа и современных технологий компьютерной математики, и позволяющей существенно повысить точность прогноза нестационарных процессов;

- методики интеграции гибридных алгоритмов оценивания и прогнозирования в систему управления нестационарными процессами, позволившую сформировать систему динамического проактивного управления НСТО, отличающуюся от ранее предложенных систем алгоритмов реактивного управления способностью упреждающей адаптации объекта к вариациям состояния нестабильной среды погружения.

Степень обоснованности результатов проведенных исследований:

Достоверность представленных научных положений, основных выводов и Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и полученных результатов подтверждается всесторонним анализом современного состояния исследований в выбранной предметной области, согласованностью результатов моделирования и расчетных примеров с реальными данными, полученными в процессе мониторинга состояния промышленных ОУ, а также апробацией полученных в результате выводов в печатных трудах и выступлениях на российских и международных НТК и семинарах. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на межрегиональных, всероссийских, международных научно-технических конференциях: IEEE Northwest Russia Conf. on Math. Methods in Engineering and Technology (Санкт-Петербург, 2018), 13th International Symposium on Intelligent Distributed Computing (Санкт-Петербург, 2019), X International scientific and practical conference «Modern European science - 2014» (Sheffield, 2014), конгресса молодых ученых (Санкт-Петербург, 2018), а также на научно-технических семинарах лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании СПИИРАН.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в научно-квалификационной работе:

По теме диссертации опубликовано 13 печатных трудов, в том числе: 6 статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК для опубликования основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2 статьи в издании, индексируемом в Scopus. Подготовка к публикации полученных результатов проводилась при общем руководстве Соколовым Б.В. Представленные к защите результаты получены автором лично.

Соответствие специальности:

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)». Материалы диссертации отвечают следующим областям исследований, приведенным в паспорте специальности 05.13.01: разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации (п.4), разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации (п.5), методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах (п.10).

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем:

Наиболее значимые результаты диссертации изложены в следующих основных работах в необходимой полноте:

В изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования основных результатов диссертации на соискание степени ученой кандидата технических наук:

1. **Мусаев А.А.**, Гайков А.В. Предварительный анализ исходных данных мониторинга нефтепереработки // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) - 2014. - № 24(50). - С. 78-80
2. Тураносов А.В., **Мусаев А.А.** Математическая модель динамической оптимизации процесса управления технологическим циклом нефтепереработки // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт - 2014. - № 6. - С. 10-15
3. **Мусаев А.А.**, Гайков А.В. Модульная база знаний, как аналитическая компонента адаптивной системе управления производственными процессами // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) - 2017. - № 39(65). - С. 115-119.
4. **Мусаев А.А.**, Николаев Н.А. Когнитивная система автоматизированного управления на примере процесса первичной переработки нефти // Известия вузов. Приборостроение. – 2017. - №9(60). - С. 904-911.
5. **Мусаев А.А.**, Фенин М.М. Проактивное стабилизационное управление для нестационарных сред на основе гибридных алгоритмов анализа данных // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) – 2020. - № 52(79). - С. 100-106.
6. **Мусаев А.А.**. Распределённая система прогнозирования для многомерных нестационарных процессов // Вестник технологического университета – 2021. – Т.24. – №2. – с.87-93

В изданиях, индексируемых в реферативных базах Scopus

1. Savkin A.A., **Musaev A.A.**, Fenin M.M. Virtual analyzer of petroleum quality indicators // Proceedings of IEEE Northwest Russia Conf. on Math. Methods in Engineering and Technology. SPb.: 2018, Sept. 10-14. P. 161-163.

2. Trofimova I., Sokolov B., Nazarov D., Potryasaev S., **Musaev A.**, Kalinin V. Application of Cyber-physical System and Real-time Control Construction Algorithm in Supply Chain Management Problem// 13th International Symposium on Intelligent Distributed Computing. SPb.: 2019, Oct. 7-9.

Ценность научных работ соискателя заключается в том, что они раскрывают математические модели и алгоритмы, практические реализации, результаты тестирования алгоритмов прогнозирования НСТО, а также обеспечивают воспроизводимость научных результатов.

Диссертация «Гибридные алгоритмы прогнозирования многомерных нестационарных процессов в задачах проактивного управления сложными техническими объектами» Мусаева Андрея Александровича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» (технические системы).

Заключение принято на заседании расширенного семинара лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании.

Присутствовало на заседании 34 чел.

Результаты голосования: «за» - 34 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 4 от «17» 02 2021 г.

д.т.н., проф.,
Осипов Василий Юрьевич

с.н.с., к.т.н.,
Кулаков Александр Юрьевич