

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет
д-р техн. наук доцент

Башкиров А.В.

Февраля 2026 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»**

Диссертация «Модели и алгоритмы интеллектуальной поддержки управления рабочей нагрузкой систем обработки информации на основе ретроспективных данных» выполнена на кафедре автоматизированных и вычислительных систем.

В период подготовки диссертации соискатель Мартыненко Борис Витальевич был прикреплен для подготовки по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». В настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры «Сети и системы фиксированной связи» факультета «Сети и системы связи» МТУСИ (г. Москва).

В 2021 г. окончил Федеральное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия федеральной службы охраны Российской Федерации» по специальности 09.05.01 Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения».

Справка о периоде обучения выдана в 2026 году федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Воронежский государственный технический университет».

Научный руководитель – д.т.н. Цветков Александр Васильевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», кафедра управления, профессор.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Представленная диссертация может быть оценена как научно-квалификационная работа, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны модели и алгоритмы

интеллектуальной поддержки управления рабочей нагрузкой систем обработки информации на основе ретроспективных данных, совокупность результатов можно квалифицировать как научное достижение. Решена научно-практическая задача создания моделей и алгоритмов интеллектуальной поддержки управления рабочей нагрузкой.

Судя по представленным материалам, в том числе по публикациям автора, диссертация написана им самостоятельно и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, рекомендации по использованию научных выводов и сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов в области системного анализа, управления и обработки информации.

Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Оформление диссертации соответствует требованиям, установленным Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных журналах и изданиях, индексируемом в международной базе данных WoS, в материалах всероссийских и международных конференций; имеется несколько свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Актуальность темы

Развитие и совершенствование распределенных систем обработки информации, а также активное развитие систем искусственного интеллекта стало основой для разработки и широкого использования центров обработки данных (ЦОД), в частности, виртуализированных ЦОД (ВЦОД), инфраструктура которых основана на парадигме виртуализации вычислительных ресурсов в составе виртуальных машин и/или контейнеров.

Важной задачей управления ВЦОД является динамическая реконфигурация их инфраструктуры в зависимости от текущей рабочей нагрузки. Показатели рабочей нагрузки могут носить, как периодический (сезонный: время суток, время года), так и случайный (реакция на события и т.д.) характер. В общем случае можно говорить об управлении рабочей нагрузкой ВЦОД в нормальных и специальных условиях их функционирования.

Процесс динамической реконфигурации является задачей оптимизации и основан на анализе результатов мониторинга использования (утилизации) вычислительных ресурсов ВЦОД, которые сохраняются и именуется ретроспективной информацией о рабочей нагрузке. Эта информация позволяет реализовать функцию

проактивного управления, которая базируется классе задач прогнозирования рабочей нагрузки. Одной из проблем эффективного решения задачи прогнозирования рабочей нагрузки является «зашумление» значений временного ряда ретроспективной информации. Источниками зашумления могут выступать, как сами приложения или сервисы, так и другие приложения и сервисы, функционирующие в составе ВЦОД.

Известные подходы к решению задачи прогнозирования рабочей нагрузки ВЦОД не в полной мере рассматривают возможные условия ее зашумления, а также модели, методы и алгоритмы снижения влияния шумовых факторов на значения показателей временного ряда ретроспективных данных.

Таким образом, актуальность исследования обосновывается необходимостью разработки и исследования новых эффективных моделей и алгоритмов прогнозирования рабочей нагрузки ВЦОД на основе ретроспективной информации с учетом ее зашумления.

Тематика диссертационной работы соответствует научному направлению ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» «Вычислительные комплексы и проблемно-ориентированные системы управления».

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях и семинарах: Международная научно-практическая конференция «Общество – Наука Инновации (Уфа, 2021), Материалы круглого стола «Хроники цифровых трансформаций» (Волгоград, 2022), III ежегодной национальной научно-практической конференция «Кибербезопасность: технические и правовые аспекты защиты информации» (Москва, 2024), Международная научно-практическая конференция «Стратегии успеха: инновационные методы, технологии и практики в науке для достижения глобального прогресса» (Уфа, 2025), XXXI International Open Science Conference «Modern informatization problems (Yelm, WA, USA, 2026), а также на научных семинарах кафедры автоматизированных и вычислительных систем ВГТУ (2023-2026 гг.).

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Все результаты, изложенные в диссертации, получены соискателем лично:

1. На основе анализа формирования временных рядов ретроспективных данных рабочей нагрузки, влияния на нее факторов зашумления и существующих методов модовой декомпозиции сигналов разработана модель модовой декомпозиции временного ряда рабочей нагрузки, включающая этапы декомпозиции на эмпирические моды и

декомпозиции на вариационные моды и применение полученных множеств колебательных модовых функций в зависимости от результатов тестового прогона алгоритмов прогнозирования.

2. Разработан комплексный алгоритм предварительной обработки временного ряда рабочей нагрузки, основанный на двухэтапной процедуре реализации метода комплементарной декомпозиции на эмпирические моды с адаптивным шумом и метода декомпозиции на вариационные моды, обеспечивающей получение множеств колебательных модовых функций с приемлемой вычислительной сложностью.

3. Разработан гибридный алгоритм прогнозирования временного ряда рабочей нагрузки, сочетающий: ансамблевый подход к использованию одномерных сверточных нейронных сетей с разным размером ядра, для выявления значимых признаков шаблонов рабочей нагрузки в разных временных масштабах; алгоритм прогнозирования, основанный на каскаде двунаправленных сетей с долгой краткосрочной памятью с разным числом скрытых слоев, обеспечивающий формирование прогнозного временного ряда рабочей нагрузки на основе конкатенированных выходов ансамбля одномерных сверточных нейронных сетей.

4. Разработана архитектура системы прогнозирования рабочей нагрузки ВЦОД на основе значений временного ряда ее ретроспективных данных, включающая модуль преобразования временного ряда, снижающий влияние шумовых факторов за счет разложения ряда на множество колебательных модовых функций и модуля прогнозирования значений временного ряда рабочей нагрузки на основе выделенных значимых признаков ее шаблонов. Для разработанной архитектуры обосновано выбраны фреймворки указанных модулей и программно реализованы разработанные алгоритмы.

5. Проведен анализ возможностей использования предложенных модели, алгоритмов и архитектуры системы прогнозирования на примере решения задачи прогнозирования сохраненных ретроспективных данных рабочей нагрузки ВЦОД GoogleCluster. Проведен эксперимент по решению задачи прогнозирования в сравнении с методом статистического прогнозирования SVM-ARIMA.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Обоснованность полученных результатов подтверждается использованием при разработке моделей известных математических методов и результатами вычислительных экспериментов.

Основные теоретические результаты проверены на основе вычислительных и натурных экспериментов, подтверждающих их

достоверность. Результаты диссертации внедрены в практическую деятельность ФГУП «Научно-технический центр «Орион» (г. Москва) и ООО «Научно-технический центр «Разработка сложных систем» (г. Орёл), а также в образовательный процесс Московского технического университета связи и информатики.

Новизна и практическая значимость результатов проведенных исследований

Научная новизна результатов

В диссертации получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

- модель модовой декомпозиции временного ряда рабочей нагрузки, отличающаяся совместным использованием эмпирического и вариационного подходов получения множества колебательных модовых функций и обеспечивающая снижение влияния факторов зашумления на значения временного ряда;

- комплексный алгоритм предварительной обработки временного ряда рабочей нагрузки, отличающийся наличием этапа вторичной вариационной модовой декомпозиции базовой колебательной модовой функции, полученной методом эмпирической модовой декомпозиции, и позволяющий формировать множества обучающей и тестовой выборки для системы управления прогнозированием значений временного ряда на основе методов глубокого обучения;

- гибридный алгоритм прогнозирования временного ряда рабочей нагрузки для системы глубокого обучения, отличающийся ансамблевым способом выделения значимых признаков шаблонов рабочей нагрузки и каскадным режимом ее прогнозирования, обеспечивающий получение разномасштабных прогнозных значений временного ряда рабочей нагрузки;

- архитектура системы управления прогнозированием рабочей нагрузки, отличающаяся интеграцией модуля предварительной обработки временного ряда рабочей нагрузки и обеспечивающая прогнозирование рабочей нагрузки с пригодной точностью прогноза.

Практическая значимость работы заключается в повышении точности прогноза значений временного ряда, необходимого в различных областях человеческой деятельности. Разработано специальное программное обеспечение, позволяющее осуществлять прогнозирование временного ряда рабочей нагрузки (на примере использования процессорных ядер). Предложены рекомендации по исследованию ретроспективной информации временных рядов вычислительных ресурсов систем обработки информации для решения задачи прогнозирования шаблонных типов рабочей нагрузки. На компоненты математического и программного обеспечения свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Ценность научных работ соискателя

По материалам диссертации опубликовано 24 печатные работы, в том числе 4 статьи опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 1 статья в издании, индексируемом в WoS, 12 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве. В работах, опубликованных в соавторстве и приведенных в конце автореферата, лично автором получены следующие результаты: [1, 3, 6-8, 16, 23] – подход к предварительной обработке ретроспективных данных об уровне загрузки вычислительных ресурсов; [2, 4, 5, 9, 12, 13, 21] – гибридная модель глубокого обучения для прогнозирования рабочей нагрузки в виртуализированных центрах обработки данных; [10, 11, 14, 15, 22] – алгоритмы системы прогнозирования рабочей нагрузки, функционирующей в условиях зашумления ее ретроспективных данных; [18, 19, 20, 24] – архитектура системы прогнозирования рабочей нагрузки; [17] – процедура интеграции модуля предварительной обработки временного ряда рабочей нагрузки в систему прогнозирования рабочей нагрузки.

Диссертация Мартыненко Бориса Витальевича соответствует критериям, установленным п. 14 Положения о присуждении ученых степеней.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Подход к предварительной обработке зашумленных ретроспективных данных об уровне загрузки вычислительных ресурсов для системы прогнозирования рабочей нагрузки виртуализированного центра обработки данных / Мартыненко Б.В., Кравец О.Я., Белецкая С.Ю., Скурихин А.А. // Системы управления и информационные технологии, №3 (101), 2025. С. 41-50.

2. Сравнительный анализ методов аутентификации: от традиционных паролей до биометрических решений / Мартыненко Б.В., Охотников К.А. // Динамика сложных систем - XXI век, №3, 2025. С. 52-57.

3. Разработка алгоритмов системы прогнозирования рабочей нагрузки виртуализированного центра обработки данных, функционирующей в условиях зашумленных ретроспективных данных об уровне загрузки вычислительных ресурсов / Мартыненко Б.В. // Системы управления и информационные технологии, № 4 (102), 2025. С. 14-20.

4. Разработка гибридной модели глубокого обучения для прогнозирования рабочей нагрузки в виртуализированных центрах обработки данных / Мартыненко Б.В. // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2025, Т. 3, № 4. Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2097> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.054.

Публикации в издании, индексируемом в базе «Web of Science»

5. Algorithms for achieving mutual information coordination / O. Ja. Kravets, B. V. Martynenkov, A. V. Tsvetkov, E. O. Puzhanova, D. I. Mutin, P. V. Besspalov, Yu. V. Redkin // International Journal on Information Technologies and Security, vol. 18, no. 1, 2026.

Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ

6. Мартыненко Б.В., Мартыненко В.В., Покормяко В.В., Петрищев Е.В., Иванов В.А., Иванов И.В. DOC.EU.CLASSIFIER. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021617173 от 11.05.2021. – М: Роспатент, 2021.

7. Мартыненко Б.В., Родин Я.М., Иванов В.А., Иванов И.В. STEGO_JPEG_ANALIZER. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022616936 от 18.04.2022. – М: Роспатент, 2022.

8. Мартыненко Б.В., Гусейнов М.А., Иванов В.А., Иванов И.В. STEGOMP4. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2022614274 от 18.03.2022. – М: Роспатент, 2022.

9. Мартыненко Б.В., Чернышов Д.Д., Шпаков А.А., Антонова А.М., Иванов В.А., Иванов И.В. Программа по настройке ПК СВ «БРЕСТ». Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023661041 от 26.05.2023. – М: Роспатент, 2023.

10. Мартыненко Б.В., Иванов В.А., Иванова И.А., Куземкина А.О., Лаврентьев Ю.С., Кабешов И.Ю. Программа обнаружения криптографических контейнеров в файловой системе ОС Windows Scanner_Scryptoscontainer. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023619566 от 12.05.2023. – М: Роспатент, 2023.

11. Мартыненко Б.В., Полков А.А., Енютин Д.Г., Гибовский А.А., Чуксеев Н.М., Иванов В.А. Программа шифрования «СОМ ВОХ». Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023617526 от 11.04.2023. – М: Роспатент, 2023.

12. Мартыненко Б.В., Дорофеев Д.А., Махинов С.Н., Пивоваров Н.Р., Иванов В.А., Мартыненкова И.И. Программа визуального отображения вопросов в многопользовательском режиме «BRAIN_STORM_VIK». Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023614395 от 01.03.2023. – М: Роспатент, 2023.

13. Мартыненко Б.В., Мысин Н.О., Иванова И.А., Иванов В.А., Попов А.И., Дибиров К.Г. Программа настройки безопасной конфигурации средства ЭВТ под управлением ОССН AstraLinux SE. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2024618031 от 08.04.2024. – М: Роспатент, 2024.

14. Мартыненко Б.В., Иванов В.А., Антонова В.М., Воронков Р.Д., Иванов И.В., Овсянкин С.В., Рублев В.С., Майбурд С.В. Программа для управления устройством защиты на ЭВМ с помощью почерка. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2025616380 от 17.03.2025. – М: Роспатент, 2025.

15. Мартыненко Б.В., Иванов В.А., Мартыненко В.В., Самотаев А.В., Потапов Г.А., Климин Д.Г., Елизарова Н.А. Блувштейн А.А.

Программа идентификации инцидентов информационной безопасности на основе анализа данных оперативной памяти (RAM). Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2025664302 от 03.06.2025. – М: Роспатент, 2025.

16. Мартыненко Б.В., Иванов В.А., Иванов И.В., Овсянкин С.В., Худайназарова Д.Р., Тараканов О.В., Дементьев А.Н., Маркин А.В. Программа идентификации детерминированных цифровых последовательностей в не циклических цифровых потоках. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2025694366 от 04.12.2025. – М: Роспатент, 2025.

17. Мартыненко Б.В., Иванов В.А. Гибридный модуль предварительной обработки временных рядов на основе VMD и CEEMDAN для обучения LSTM. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2026613698 от 09.02.2026. – М: Роспатент, 2026.

Статьи и материалы конференций

18. Новые вызовы цифровизации политической системы государства // Мартыненко Б.В., Мартыненко В.В. // Международный академический вестник, № 3 (47), 2020. С. 84-88.

19. Сети 5G / Мартыненко Б.В., Гатилов О.В. // Общество - Наука - Инновации // Международная научно-практическая конференция, Уфа, 2021. С. 74-77.

20. Виртуализация инфраструктуры программно-определяемых центров обработки данных на базе программного комплекса «Средство виртуализации «Брест» ОССН AstraLinux SE» / Мартыненко Б.В., Чернышов Д.Д., Шпаков А.А. // Хроники цифровых трансформаций. Матер. круглого стола. - Волгоград, 2022. С. 88-92.

21. Применение нейронной сети для интеллектуальной обработки больших объемов информации / Мартыненко Б.В., Беляков Е.В., Мансурова А.А. // Кибербезопасность: технические и правовые аспекты защиты информации. – Сб. науч. тр. по итогам III ежегодной нац. НПК. – М., 2024. С. 200-203.

22. Модель угроз и модель нарушителя безопасности маршрутизаторов / Мартыненко Б.В., Антонова В.М., Тихомиров В.А. // Стратегии успеха: инновационные методы, технологии и практики в науке для достижения глобального прогресса. Междунар. НПК. - Уфа, 2025. С. 7-10.

23. К вопросу о прогнозировании рабочей нагрузки в виртуализированных центрах обработки данных в условиях зашумления ретроспективных данных мониторинга / Мартыненко Б.В. // Гибкое производство, цифровая трансформация, информационная безопасность и экология: сборник трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 2025. С. 486 – 495.

24. Martynenkov B.V., Tsvetkov A.V. Control the workload prediction of a virtualized data center for noisy retrospective data // Modern

informatization problems in the technological and telecommunication systems analysis and synthesis (MIP-2026'AS): Proceedings of the XXXI-th International Open Science Conference (Yelm, WA, USA, January 2026). - Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2026. – Pp. 215-227.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертация «Модели и алгоритмы интеллектуальной поддержки управления рабочей нагрузкой систем обработки информации на основе ретроспективных данных» соответствует специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

В работах, опубликованных соискателем, обеспечена полнота изложения материалов диссертации.

Заключительная оценка

Диссертация «Модели и алгоритмы интеллектуальной поддержки управления рабочей нагрузкой систем обработки информации на основе ретроспективных данных» Мартыненко Бориса Витальевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Заключение принято на заседании кафедры автоматизированных и вычислительных систем Воронежского государственного технического университета.

Присутствовало на заседании – 14 чел. Результаты голосования: «за» – 14 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 9 от «10» февраля 2026 г.

Заведующий кафедрой автоматизированных и вычислительных систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,
д.т.н., профессор

Барабанов Владимир Федорович

Подпись Барабанова Владимира Федоровича заверяю:

Проректор по науке и инновациям
д-р техн. наук, доцент

Башикиров Алексей Викторович

