

<https://doi.org/10.21869/2223-1536-2025-15-3-40-49>



УДК 616.21

Роль распределённых вычислительных систем в современных технологических экосистемах

С. А. Нестерович¹✉, А. Н. Брежнева²

¹ Российского государственного социального университета
ул. Вильгельма Пика, д. 4/1, г. Москва 129226, Российская Федерация

² Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова
Стремянный пер., д. 36, г. Москва 117997, Российская Федерация

✉ e-mail: NesterovichSA@rgsu.net

Резюме

Цель исследования заключается в анализе роли распределённых вычислительных систем в формировании и развитии ключевых направлений современной цифровой инфраструктуры, а также в выявлении перспектив и вызовов, связанных с их интеграцией в технологические экосистемы.

Методы. Используются статистические данные и аналитические отчёты ведущих источников (Statista, DB-Engines, MarketsandMarkets, Cambridge Centre for Alternative Finance), а также технические спецификации и практические кейсы использования фреймворков и систем (Apache Hadoop, Cassandra, IBM Summit). Методологически применён сравнительный анализ, обобщение практических примеров и прогнозирование на основе современных технологических трендов.

Результаты. Подтверждено, что РВС являются фундаментом для облачных вычислений, обработки больших данных, Интернета вещей, высокопроизводительных вычислений и технологий блокчейн. Облачные платформы AWS, Microsoft Azure и Google Cloud используют распределённые архитектуры для масштабируемости и отказоустойчивости. В Big Data ключевую роль играют фреймворки Apache Hadoop и Spark, позволяющие анализировать огромные объёмы данных. Распределённые базы данных, такие как Cassandra и MongoDB, обеспечивают высокую производительность и отказоустойчивость. В IoT РВС поддерживают обработку данных на уровне edge и fog computing, минимизируя задержки. НРС-системы, например суперкомпьютер Summit, демонстрируют вычислительную мощь распределённых систем. Блокчейн и криптовалюты используют распределённые узлы для безопасности и децентрализации. Выделены ключевые тренды: интеграция с ИИ, рост edge/fog computing, квантовые распределённые архитектуры, доверенные вычисления и автоматизация управления. Среди вызовов – вопросы безопасности, сложности управления, масштабируемости, зависимости от сетевой инфраструктуры и нормативного регулирования.

Выводы. РВС играют определяющую роль в цифровой трансформации. Их применение позволяет обеспечить отказоустойчивость, масштабируемость и высокую производительность ИТ-сервисов. Будущее РВС связано с внедрением ИИ, автоматизацией управления и адаптацией к новым вычислительным моделям. Для устойчивого развития РВС необходимы решения в области безопасности, нормативного регулирования и оптимизации сетевой инфраструктуры.

Ключевые слова: распределённые вычислительные системы; облачные технологии; большие данные; IoT; блокчейн; НРС; edge computing.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

© Нестерович С. А., Брежнева А. Н., 2025

Для цитирования: Нестерович С. А., Брежнева А. Н. Роль распределённых вычислительных систем в современных технологических экосистемах // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2025. Т. 15, № 3. С. 40–49. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2025-15-3-40-49>

Поступила в редакцию 07.07.2025

Подписана в печать 05.08.2025

Опубликована 30.09.2025

The role of distributed computing systems in modern technological ecosystems

Sergey A. Nesterovich¹ ✉, Aleksandra N. Brezhneva²

¹ Russian State Social University
4/1 Wilhelm Peak Str., Moscow 129226, Russian Federation

² Plekhanov Russian University of Economics
36 Stremyanny side-street, Moscow 117997, Russian Federation

✉ e-mail: NesterovichSA@rgsu.net

Abstract

The purpose of research is to analyze the role and significance of distributed computing systems (DCS) in shaping and developing key areas of modern digital infrastructure, as well as to identify the prospects and challenges related to their further integration into technological ecosystems.

Methods. The materials used include statistical data and analytical reports from authoritative sources (Statista, DB-Engines, MarketsandMarkets, etc.), as well as technical specifications of frameworks and systems (Apache Hadoop, Cassandra, IBM Summit, etc.). The methodology involves comparative analysis, generalization of practical case studies, and forecasting based on technological development trends.

Results. It has been established that DCS form the foundation of cloud computing, Big Data, IoT, high-performance computing (HPC), and blockchain technologies. Key technological trends have been identified: integration with artificial intelligence, the growth of edge and fog computing, the development of quantum distributed architectures, and trusted computing. Noted risks include management complexity, cybersecurity vulnerabilities, scalability challenges, and legal issues.

Conclusion. Distributed computing systems play a crucial role in digital transformation. Their implementation ensures fault tolerance, scalability, and high performance of IT services. The future of DCS lies in AI integration, automated management, and adaptation to emerging computing models. Sustainable development of DCS requires advances in security, regulatory frameworks, and optimization of network infrastructure.

Keywords: distributed computing systems; cloud technologies; big data; IoT; blockchain; HPC; edge computing.

Conflict of interest: The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Nesterovich S.A., Brezhneva A.N. The role of distributed computing systems in modern technological ecosystems. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naja tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computer Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering*. 2025;15(3):40–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2025-15-3-40-49>

Received 07.07.2025

Accepted 05.08.2025

Published 30.09.2025

Введение

Современные информационные технологии стремительно развиваются в условиях глобальной цифровизации, порождая всё более сложные и масштабные системы обработки данных. В этих условиях особое значение приобретают РВС, которые позволяют эффективно управлять большими объёмами информации, обеспечивать отказоустойчивость, масштабируемость и высокую производительность [1]. РВС лежат в основе таких ключевых направлений, как облачные вычисления, анализ больших данных, Интернет вещей (IoT), высокопроизводительные вычисления, а также блокчейн и криптовалютные платформы [2]. Настоящая статья посвящена анализу роли распределённых вычислительных систем в формировании технологических экосистем, их текущим возможностям, перспективам развития и возникающим вызовам.

РВС играют центральную роль в инфраструктуре современных информационных технологий, обеспечивая функционирование ключевых сервисов, таких как облачные вычисления, обработка больших данных, высокопроизводительные вычисления и IoT. Эти системы позволяют эффективно обрабатывать, хранить и передавать большие объёмы данных, а также обеспечивать масштабируемость, отказоустойчивость и высокую производительность. РВС влияют на различные области и отрасли, а также какие статистические данные подтверждают

их важность. Тем не менее остаются некоторые вопросы, связанные с тенденциями развития в РВС в современных технологических экосистемах.

Материалы и методы

В исследовании использован метод анализа вторичных данных: статистических отчётов (Statista, Market Research Future, Cambridge Centre for Alternative Finance и др.), технической документации (Apache, AWS, Microsoft Azure и др.), а также открытых источников и публикаций, отражающих текущее состояние и тренды в области распределённых вычислительных систем. Основу анализа составляют реальные примеры внедрения РВС в различных технологических областях.

Распределённые вычисления в облачных сервисах

Облачные вычисления являются одним из ярких примеров использования распределённых вычислительных систем. Согласно данным Statista [3], мировой рынок облачных услуг в 2023 г. оценивается в 597 млрд долл. США, а по прогнозам к 2027 г. эта цифра возрастет до 1,2 трлн долл. Ключевыми игроками на этом рынке являются Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure [4] и Google Cloud Platform [5], каждый из которых использует распределённые вычислительные архитектуры для обеспечения масштабируемости и отказоустойчивости своих сервисов [6].

Например, AWS [5] в 2022 г. контролировала более 30% мирового облачного рынка, что подчёркивает важность распределённых вычислений для обеспечения работы таких крупных облачных инфраструктур.

Компании, такие как Netflix [7], Dropbox и Airbnb, используют облачные решения для обработки больших объёмов данных и обеспечения доступности своих сервисов на глобальном уровне. Это подтверждает роль РВС как основы для облачных вычислений, где обработка данных и их хранение требуют распределённых систем.

Обработка больших данных

Обработка больших данных (Big Data) – ещё одна ключевая область, где распределённые вычислительные системы играют важную роль. Рынок Big Data продолжает быстро расти: по данным Market Research Future, ожидаемый рост этого рынка с 2023 по 2030 гг. составит 18,6% в год, и к 2030 г. его объём достигнет 401,9 млрд долл.

Apache Hadoop [5] и Apache Spark – это два широко используемых фреймворка, которые обеспечивают распределённую обработку данных в реальном времени. Эти технологии позволяют анализировать огромные массивы данных, которые традиционные централизованные системы обработать не могут.

Примером успешного использования распределённых вычислений в области Big Data является Netflix [7], который обрабатывает более 2 млрд ч видео каждый месяц. Это позволяет компании

анализировать предпочтения пользователей и предоставлять персонализированные рекомендации.

Распределённые базы данных

Распределённые базы данных, такие как Cassandra [8], MongoDB [9] и CouchDB, активно используются для хранения и обработки данных в реальном времени. По данным DB-Engines [10], базы данных, использующие распределённые архитектуры, занимают более 50% рынка в области баз данных.

Например, Apache Cassandra используется такими компаниями, как Netflix, Spotify и Instagram, для обеспечения отказоустойчивости и масштабируемости своих сервисов. Instagram обрабатывает до 100 млрд запросов в день, что демонстрирует важность РВС для высоконагруженных приложений.

В 2019 г., согласно DataStax, Cassandra обработала более 5 млрд операций в секунду по всему миру, что подтверждает роль распределённых систем в обеспечении высокой производительности баз данных.

Интернет вещей (IoT)

РВС также являются неотъемлемой частью экосистемы IoT. Согласно Statista [6], в 2023 г. количество подключённых устройств IoT в мире составляет 14 млрд, и это число будет расти с темпом 11% в год до 2030 г. В этой области распределённые вычисления помогают эффективно обрабатывать данные от миллиардов устройств.

Edge Computing [1], который является частью инфраструктуры IoT, использует распределённые вычисления для обработки данных на местах, минимизируя задержки и обеспечивая быструю реакцию системы. Например, умные устройства в домах или на фабриках используют РВС для анализа и обработки информации в реальном времени.

Распределённые системы также обеспечивают обработку и анализ данных от таких устройств, как умные термостаты, системы видеонаблюдения и промышленное оборудование, что важно для автоматизации и повышения эффективности различных процессов.

Высокопроизводительные вычисления

Высокопроизводительные вычисления используются для решения сложных научных, инженерных и финансовых задач. В этой области распределённые системы обеспечивают необходимые вычислительные мощности для работы суперкомпьютеров [11]. Согласно MarketsandMarkets [12], рынок высокопроизводительных вычислений будет расти на 8,4% в год, и к 2028 г. его объём достигнет 48,2 млрд долл.

Например, суперкомпьютер Summit, разработанный в IBM, является одним из самых мощных вычислительных систем в мире, использующих распределённую архитектуру для моделирования сложных физических процессов. Summit способен выполнять более 200 петафлопс вычислений в секунду, что подтверждает

ключевую роль РВС в научных исследованиях.

Высокопроизводительные вычисления активно используются для прогнозирования погоды, генетических исследований и разработки новых лекарств, где требуется обработка огромных объёмов данных.

Блокчейн и криптовалюты

Технологии блокчейн и криптовалюты также основываются на распределённых вычислениях для обеспечения безопасности и прозрачности транзакций. Согласно Cambridge Centre for Alternative Finance [13], в 2023 г. вычислительная мощность сети Bitcoin составляет более 150 эксфлопс (операций в секунду), что подчеркивает масштаб и важность распределённых вычислений для поддержания работы таких сетей.

Bitcoin и другие криптовалюты используют распределённые узлы для подтверждения транзакций и обеспечения безопасности системы. Это позволяет создавать децентрализованные финансовые системы, в которых нет необходимости в центральных посредниках.

С развитием цифровых технологий и глобальной цифровизации распределённые вычислительные системы будут продолжать демонстрировать устойчивый рост и развитие.

В ближайшем будущем можно ожидать следующие ключевые тенденции:

1. Интеграция с искусственным интеллектом и машинным обучением РВС всё чаще применяются для распределённого обучения нейронных

сетей и ускорения анализа больших данных. Технологии, такие как Federated Learning [14] (федеративное обучение), позволяют обучать модели ИИ непосредственно на пользовательских устройствах без необходимости передачи данных в централизованные центры.

2. Рост Edge Computing [1] и Fog Computing [15]. Устройства IoT [3] создают огромные объёмы данных, которые требуют обработки вблизи источника. Рост edge- и fog-инфраструктуры приведёт к ещё более широкому распространению распределённых систем в промышленности, здравоохранении, транспорте и умных городах.

3. Квантовые вычисления в распределённых архитектурах. С развитием квантовых технологий распределённые вычисления могут интегрировать квантовые модули [16], что обеспечит вычислительную мощность, недостижимую для классических систем.

4. Безопасные и доверенные вычисления (confidential computing [17]). В условиях растущего внимания к конфиденциальности распределённые вычислительные системы будут всё активнее использовать аппаратные механизмы защиты данных, позволяя безопасно обрабатывать данные даже в недоверенной среде.

5. Автоматизация управления и самооптимизация систем. Благодаря инструментам оркестрации и искусственному интеллекту [18], РВС смогут автоматически масштабироваться, распределять

нагрузки и устранять сбои без вмешательства оператора.

Несмотря на все достоинства РВС, остаются потенциальные уязвимости и вызовы [19]:

1) безопасность и кибератаки. Чем больше узлов в системе, тем выше вероятность уязвимостей. Распределённые архитектуры остаются мишенями для атак типа DDoS, атак на консенсус в блокчейне, компрометации отдельных узлов и перехвата данных [20];

2) сложность управления и отладки. Координация множества компонентов требует высокой квалификации и надёжных инструментов мониторинга. Ошибки конфигурации, сетевые сбои и проблемы с синхронизацией времени могут вызывать трудновывяемые ошибки [21];

3) проблемы с масштабируемостью при росте нагрузки. Хотя РВС проектируются с прицелом на масштабируемость, чрезмерный рост может вызывать узкие места в сети, ограничение пропускной способности и рост задержек [22];

4) зависимость от сетевой инфраструктуры. Эффективность РВС напрямую зависит от стабильной и быстрой сети. Потери пакетов, высокая латентность или отключение сети могут привести к снижению производительности или недоступности сервисов [23];

5) вопросы нормативного регулирования и конфиденциальности данных [24]. При распределении вычислений по разным странам и юрисдикциям могут

возникать конфликты по поводу хранения, обработки и передачи персональных данных [25].

Результаты и их обсуждение

Анализ показал, что распределённые вычислительные системы являются ключевыми технологиями цифровой экономики. Они применяются в высоконагруженных облачных платформах, обработке больших данных, системах IoT, суперкомпьютерах и блокчейн-инфраструктуре. Представленные статистические данные (объёмы рынков, примеры крупных компаний, уровень вычислительной мощности) подтверждают растущее значение РВС. Были также выявлены перспективные направления развития (интеграция с ИИ, edge/fog computing, квантовые вычисления) и актуальные вызовы: вопросы безопасности, управления, масштабируемости, сетевой зависимости и правового регулирования.

Выводы

РВС являются основой для множества современных технологических решений. Они играют ключевую роль в

облачных вычислениях, обработке больших данных, функционировании распределённых баз данных, Интернете вещей, высокопроизводительных вычислениях и блокчейне. Статистические данные подтверждают, что роль РВС в современных технологиях продолжает расти: рынок облачных вычислений и Big Data увеличивается с каждым годом, компании используют РВС для масштабирования своих сервисов, а НРС-системы позволяют решать задачи, которые невозможно выполнить с помощью традиционных вычислительных подходов.

Распределённые вычислительные системы обеспечивают масштабируемость, отказоустойчивость, производительность и надёжность современных информационных технологий, играя незаменимую роль в развитии глобальной цифровой инфраструктуры. Будущее РВС связано с их адаптацией к новым требованиям: более интеллектуальной, автономной и безопасной работе. При условии своевременного решения вышеуказанных проблем РВС будут и дальше оставаться краеугольным камнем высокотехнологичных экосистем XXI века.

Список литературы

1. Khan M. S., Lee H. J. Edge computing in IoT: Architecture and security // J. of Network and Computer Applications. 2024. Vol. 226. P. 103884.
2. Al-Shareeda M. A., Hassan R., Ismail M. Review of edge computing for the Internet of Things // J. of Sensor Network & Data Communications. 2024. Vol. 4(1). P. 1–11.
3. Connected devices in the IoT 2019–2030. 2024 // Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/1101442> (дата обращения: 08.06.2025).
4. Distributed architecture design. Microsoft Learn, 2023 // Microsoft Azure. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture> (дата обращения: 08.06.2025).

5. Distributed systems on Google Cloud. Google Cloud Docs, 2023 // Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/architecture> (дата обращения: 08.06.2025).
6. Global cloud services market 2023–2027. 2024 // Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/1060118> (дата обращения: 08.06.2025).
7. Netflix tech stack and distributed analytics. TechCrunch Reports, 2023 // TechCrunch. URL: <https://techcrunch.com/netflix-distributed> (дата обращения: 08.06.2025).
8. Apache Cassandra™ Performance. 2023 // DataStax. URL: <https://www.datastax.com/resources/benchmark> (дата обращения: 08.06.2025).
9. Distributed database architecture. MongoDB Docs, 2023 // MongoDB. URL: <https://www.mongodb.com/docs> (дата обращения: 08.06.2025).
10. Ranking of Database Management Systems. 2024 // DB-Engines. URL: <https://db-engines.com/en/ranking> (дата обращения: 08.06.2025).
11. High Performance Computing Market – Forecast to 2028. 2023 // MarketsandMarkets. URL: <https://www.marketsandmarkets.com> (дата обращения: 08.06.2025).
12. CBig Data Market Analysis 2023–2030. 2024 // MarketsandMarkets. URL: <https://www.marketsandmarkets.com> (дата обращения: 08.06.2025).
13. Cambridge Centre for Alternative Finance // 4th Global Cryptoasset Benchmarking Study. Cambridge University, 2023. URL: <https://ccaf.io/publications> (дата обращения: 08.06.2025).
14. Jiao L., Zhao J., Liu Z. Federated Learning meets Edge Computing: Opportunities and Challenges // IEEE Internet of Things Journal. 2023. Vol. 10(2). P. 903–918.
15. Velasquez C. J., Rehman A. Trends in Fog Computing: Recent advances // IEEE Access. 2024. Vol. 12. P. 33212–33225.
16. Zhang Y., Wang L. Quantum computing in distributed systems // Nature Reviews Computer Science. 2023. Vol. 1(4). P. 78–90.
17. Confidential computing: technologies and use cases. Intel White Paper, 2023 // Intel. URL: <https://www.intel.com/confidential-computing> (дата обращения: 08.06.2025).
18. Trends in Distributed AI and Federated Learning. OpenAI Research Blog, 2023 // OpenAI. URL: <https://openai.com/research> (дата обращения: 08.06.2025).
19. White D. Designing scalable distributed systems // ACM Queue. 2023. Vol. 21(3). P. 55–70.
20. Harish V., Sridevi R. Performance analysis of public and private blockchains // Proc. of ICNSBT 2023. Singapore: Springer, 2024. Vol. 735. P. 233–244.
21. IBM Summit Supercomputer Overview. IBM Research, 2023 // IBM. URL: <https://www.research.ibm.com/summit> (дата обращения: 08.06.2025).
22. Worldwide Edge Spending Guide. 2024 // IDC. URL: <https://www.idc.com> (дата обращения: 08.06.2025).
23. Otte P., de Vos M. Distributed systems: from blockchain to IoT // Future Generation Computer Systems. 2023. Vol. 141. P. 1–15.

24. Distributed computing architectures in modern IT. Red Hat White Paper, 2023 // Red Hat. URL: <https://www.redhat.com/en/resources> (дата обращения: 08.06.2025).

25. Syed A. A., Gani A., Buyya R. A review on distributed systems for big data // Information Systems Frontiers. 2023. Vol. 25. P. 99–121.

References

1. Khan M.S., Lee H.J. Edge computing in IoT: Architecture and security. *J. of Network and Computer Applications*. 2024;226:103884.

2. Al-Shareeda M.A., Hassan R., Ismail M. Review of edge computing for the Internet of Things. *J. of Sensor Network & Data Communications*. 2024;4(1):1–11.

3. Connected devices in the IoT 2019–2030. 2024. Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1101442> (accessed 08.06.2025).

4. Distributed architecture design. Microsoft Learn, 2023. Microsoft Azure. Available at: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture> (accessed 08.06.2025).

5. Distributed systems on Google Cloud. Google Cloud Docs, 2023. Google Cloud. Available at: <https://cloud.google.com/architecture> (accessed 08.06.2025).

6. Global cloud services market 2023–2027. 2024. Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1060118> (accessed 08.06.2025).

7. Netflix tech stack and distributed analytics. TechCrunch Reports, 2023. TechCrunch. Available at: <https://techcrunch.com/netflix-distributed> (accessed 08.06.2025).

8. Apache Cassandra™ Performance. 2023. DataStax. Available at: <https://www.datastax.com/resources/benchmark> (accessed 08.06.2025).

9. Distributed database architecture. MongoDB Docs, 2023. MongoDB. Available at: <https://www.mongodb.com/docs> (accessed 08.06.2025).

10. Ranking of Database Management Systems. 2024. DB-Engines. URL: <https://db-engines.com/en/ranking> (accessed 08.06.2025).

11. High Performance Computing Market – Forecast to 2028. 2023. MarketsandMarkets. Available at: <https://www.marketsandmarkets.com> (accessed 08.06.2025).

12. CBig Data Market Analysis 2023–2030. 2024. MarketsandMarkets. Available at: <https://www.marketsandmarkets.com> (accessed 08.06.2025).

13. Cambridge Centre for Alternative Finance. 4th Global Cryptoasset Benchmarking Study. Cambridge University, 2023. Available at: <https://ccaf.io/publications> (accessed 08.06.2025).

14. Jiao L., Zhao J., Liu Z. Federated Learning meets Edge Computing: Opportunities and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*. 2023;10(2):903–918.

15. Velasquez C.J., Rehman A. Trends in Fog Computing: Recent advances. *IEEE Access*. 2024;12:33212–33225.

16. Zhang Y., Wang L. Quantum computing in distributed systems. *Nature Reviews Computer Science*. 2023;1(4):78–90.
17. Confidential computing: technologies and use cases. Intel White Paper, 2023. Intel. Available at: <https://www.intel.com/confidential-computing> (accessed 08.06.2025).
18. Trends in Distributed AI and Federated Learning. OpenAI Research Blog, 2023. OpenAI. Available at: <https://openai.com/research> (accessed 08.06.2025).
19. White D. Designing scalable distributed systems. *ACM Queue*. 2023;21(3):55–70.
20. Harish V., Sridevi R. Performance analysis of public and private blockchains. In: *Proc. of ICNSBT 2023*. Vol. 735. Singapore: Springer; 2024. P. 233–244.
21. IBM Summit Supercomputer Overview. IBM Research, 2023. IBM. Available at: <https://www.research.ibm.com/summit> (accessed 08.06.2025).
22. Worldwide Edge Spending Guide. 2024. IDC. Available at: <https://www.idc.com> (accessed 08.06.2025).
23. Otte P., de Vos M. Distributed systems: from blockchain to IoT. *Future Generation Computer Systems*. 2023;141:1–15.
24. Distributed computing architectures in modern IT. Red Hat White Paper, 2023. Red Hat. Available at: <https://www.redhat.com/en/resources> (accessed 08.06.2025).
25. Syed A.A., Gani A., Buyya R. A review on distributed systems for big data. *Information Systems Frontiers*. 2023;25:99–121.

Информация об авторах / Information about the Authors

Нестерович Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий цифрового общества, Российский государственный социальный университет, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: NesterovichSA@rgsu.net, ORCID: 0000-0003-1360-149X

Sergey A. Nesterovich, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Technology, Artificial Intelligence and Socio-Social Technologies of the Digital Society, Russian State Social University, Moscow, Russian Federation, e-mail: NesterovichSA@rgsu.net, ORCID: 0000-0003-1360-149X

Брежнева Александра Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: brezhneva.an@rea.ru, ORCID: 0000-0001-5226-329X

Aleksandra N. Brezhneva, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Informatics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation, e-mail: brezhneva.an@rea.ru, ORCID: 0000-0001-5226-329X