

Научно-исследовательский журнал «Modern Economy Success»

<https://mes-journal.ru>

2025, № 6 / 2025, Iss. 6 <https://mes-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

УДК 004.896:504.03(045)



¹ Сидоренко М.Г., ¹ Архипова Т.В.,

¹ Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Использование технологий искусственного интеллекта в контексте обеспечения устойчивости региональных промышленных экосистем

Аннотация: современные промышленные экосистемы, функционирующие на региональном уровне, сталкиваются с необходимостью обеспечения устойчивости в условиях глобальных вызовов и турбулентности. Влияние на состояние промышленности оказывают факторы внутреннего и внешнего воздействия (экономические кризисы, санкционное давление, геополитическая нестабильность), а также изменение технологий и научно-технический прогресс. В условиях цифровизации возрастает потребность в инновационных инструментах, способных обеспечивать устойчивое функционирование промышленных экосистем. Технологии искусственного интеллекта относятся к числу таких инструментов, позволяющих промышленным предприятиям гибко реагировать и адаптироваться к экономическим и технологическим изменениям. В статье раскрываются основные направления использования искусственного интеллекта в отечественных промышленных экосистемах на примерах регионов различной специализации, приведены показатели готовности предприятий обрабатывающей промышленности и топливно-энергетического комплекса к применению технологий искусственного интеллекта в производственно-хозяйственной деятельности. Показана роль искусственного интеллекта в обеспечении долгосрочной устойчивости региональных промышленных экосистем, дифференцирующихся по размерам, специализации, уровню развития инфраструктуры и человеческого капитала. Сделан вывод о том, что реализация национальной стратегии требует подготовки ключевых отраслей промышленности и региональных экосистем к внедрению искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровизация, устойчивость, промышленность, промышленное предприятие, промышленная экосистема

Для цитирования: Сидоренко М.Г., Архипова Т.В. Использование технологий искусственного интеллекта в контексте обеспечения устойчивости региональных промышленных экосистем // Modern Economy Success. 2025. № 6. С. 49 – 56.

Поступила в редакцию: 5 августа 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 3 октября 2025 г.; Принята к публикации: 24 ноября 2025 г.

¹ Sidorenko M.G., ¹ Arkhipova T.V.,

¹ Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

Using artificial intelligence technologies in the context of ensuring the sustainability of regional industrial ecosystems

Abstract: modern industrial ecosystems operating at the regional level face the need to ensure sustainability in the face of global challenges and turbulence. The state of industry is influenced by internal and external factors (economic crises, sanctions pressure, geopolitical instability), as well as changes in technology and scientific and technological progress. In the context of digitalization, there is an increasing need for innovative tools that can ensure sustainable functioning of industrial ecosystems. Artificial intelligence technologies are among such tools that allow industrial enterprises to flexibly respond and adapt to economic and technological changes. The article reveals the main areas of using artificial intelligence in domestic industrial ecosystems using examples of regions of

various specializations, provides indicators of the readiness of enterprises in the manufacturing industry and the fuel and energy complex to use artificial intelligence technologies in production and economic activities. The role of artificial intelligence in ensuring the long-term sustainability of regional industrial ecosystems, differentiated by size, specialization, level of development of infrastructure and human capital is shown. It is concluded that the implementation of the national strategy requires the preparation of key industries and regional ecosystems for the introduction of artificial intelligence.

Keywords: artificial intelligence, digitalization, sustainability, industry, industrial enterprise, industrial ecosystem

For citation: Sidorenko M.G., Arkhipova T.V. Using artificial intelligence technologies in the context of ensuring the sustainability of regional industrial ecosystems. *Modern Economy Success*. 2025. 6. P. 49 – 56.

The article was submitted: August 5, 2025; Approved after reviewing: October 3, 2025; Accepted for publication: November 24, 2025.

Введение

В последние десятилетия концепция «промышленной экосистемы» активно внедряется в практику управления промышленным развитием на региональном уровне. Промышленные экосистемы регионов отличаются по своему отраслевому составу, структуре, природным ресурсам, инфраструктуре, уровню развития человеческого капитала и инновационной среды. К примеру, для металлургических регионов (Челябинская область, Свердловская область) актуальны задачи снижения выбросов загрязняющих веществ и повышения энергоэффективности; для нефтегазовых (Ямало-Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ, Томская область) – более рациональное использование ресурсов и минимизация аварий; для производственно-технологических кластеров (Татарстан) – усиление цифровизации и развитие высокотехнологичного производства. При этом регионы России характеризуются неоднородностью по степени использования цифровых технологий и несистемностью развития искусственного интеллекта [1].

Региональная промышленная экосистема представляет собой совокупность связанных между собой организаций, предприятий, исследовательских центров и образовательных учреждений, но центральное место в ней занимают промышленные предприятия и субъекты малого и среднего бизнеса, объединённые вокруг определённых отраслей и комплексов (топливно-энергетический комплекс, машиностроение, химическая, пищевая промышленность и др.).

Современная экономическая и геополитическая ситуация обуславливает необходимость укрепления позиций российских промышленных предприятий, повышения конкурентоспособности, устойчивости функционирования, как основы их долгосрочного развития. Концепция устойчивости заимствована экономической наукой из теории си-

стем и системного анализа, в сфере технических систем, устойчивостью любого явления называется его способность достаточно длительно и с достаточной точностью сохранять те формы своего существования, при утрате которых явление перестает быть самим собой [2].

На наш взгляд, под устойчивостью промышленного предприятия следует понимать возможность адаптироваться к изменению факторов внутреннего и внешнего воздействия, способность сохранять заданный вектор функционирования и развития. Возрастающая значимость проблем обеспечения устойчивости для промышленных предприятий в контексте сохранения долгосрочных конкурентных преимуществ требует активного внедрения инноваций в производственные процессы предприятий.

В условиях цифровизации промышленности одним из ключевых элементов устойчивого функционирования и развития является внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ), позволяющих расширить возможности оперативного мониторинга и контроля, повышающих эффективность планирования и управления ресурсами промышленного предприятия. Внедрение искусственного интеллекта на уровне отдельных предприятий формирует эффект масштабируемой инновационной трансформации, что способствует не только оптимизации внутренних производственных процессов, но и создает мультипликативный эффект для всей региональной промышленной экосистемы.

Искусственный интеллект является инструментом для адресного решения комплекса задач с учетом уникальных социально-экономических, ресурсных и инфраструктурных особенностей каждого региона. Для анализа и моделирования отраслевых связей в регионе ИИ может создавать цифровые двойники региональной экономики и определять уязвимость производственных цепочек, что

особенно важно в условиях санкций, транспортных ограничений, изменения спроса и неустойчивости сбыта на внешних рынках. В крупных регионах с большой территорией (например, Сибирь, Дальний Восток) применение ИИ в логистике и транспортном управлении может обеспечить бесперебойную поставку сырья и продукции, а также снижение затрат. Для промышленных регионов, сталкивающихся с проблемой загрязнений, ИИ-системы в режиме реального времени могут обеспечивать сбор и анализ экологических данных, предотвращая экологические катастрофы на местном уровне. В энергетически нагруженных регионах (Кузбасс, Красноярский край) ИИ может использоваться для оптимизации загрузки электросетей и балансировки спроса и предложения по энергоресурсам.

Материалы и методы исследований

В качестве источников в рамках данного исследования были использованы обзоры, статистические данные, аналитические доклады и материалы Национального центра развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации, научная литература и статьи, нормативно-правовые акты Российской Федерации.

В процессе исследования применен комплекс методов включающий: общенаучные методы, методы сравнения и обобщения, статистические методы обработки и представления данных, что позволило оценить готовность организаций топливно-энергетического комплекса и обрабатывающей промышленности к использованию технологий ИИ, выявить тенденции и перспективы.

Результаты и обсуждения

Развитие искусственного интеллекта приобретает особую стратегическую значимость в современных условиях, отражая приоритеты технологического развития экономики. Национальная

стратегия развития искусственного интеллекта, принятая Указом Президента в 2019 году, определяет государственную политику в области развития искусственного интеллекта, а также его внедрение в экономическую, социальную сферу, в систему государственного управления на период до 2030 года [3]. Одним из основных направлений реализации данной стратегии является внедрение технологий ИИ в отрасли экономики, включая промышленность. Использование ИИ в производственных процессах позволит автоматизировать управление технологическими линиями и оборудованием, снизить издержки производства, усовершенствовать логистику на предприятиях, повысить эффективность производства [4].

Топливо-энергетический комплекс, включающий отрасли по добыче, переработке и транспортировке разных видов топлива, электроэнергетику и предприятия, связанные с транспортировкой и распределением электроэнергии, является сегодня основой развития экономики России. Не менее важные значения имеют и отрасли обрабатывающей промышленности, такие как металлургия, машиностроение, химическая промышленность, пищевая промышленность, лесная промышленность и другие. Область применения искусственного интеллекта в этих отраслях многогранна и не ограничивается только производственными процессами.

На рис. 1 представлены ключевые направления использования искусственного интеллекта, которые сгруппированы по признаку универсальности: выделены области, где технологии ИИ находят широкое применение как в топливно-энергетическом комплексе, так и в обрабатывающей промышленности, а также представлены специфические сферы, уникальные для каждой из этих отраслей [5, 6].



Рис. 1. Направления использования ИИ в топливно-энергетическом комплексе и в обрабатывающей промышленности (составлено авторами по материалам 5, 6).

Fig. 1. Directions for the use of AI in the fuel and energy complex and in the manufacturing industry (compiled by the authors based on materials 5, 6).

Использование ИИ для предиктивного обслуживания оборудования представляет собой прогнозирование неисправностей станков, турбин, генераторов и прочего оборудования по данным датчиков, а также оптимизацию графиков ремонта и обслуживания. Оптимизация производственных процессов основана на анализе данных, поступающих с производства, что приводит к повышению его эффективности и снижению издержек. Контроль качества может обеспечиваться применением машинного зрения для обнаружения дефектов на производственной линии, а также при добыче и переработке ресурсов. Аналитика больших данных предполагает обработку больших объемов информации, поступающих со скважин, электростанций, транспортных систем с последующим выявлением отклонений, а также анализ бизнес-данных с последующим формированием отчетности. Использование ИИ для обеспечения промышленной безопасности подразумевает мониторинг условий труда, определения потенциально опасных ситуаций, таких как утечки небезопасных веществ или пожары [7].

Реализация национальной стратегии требует подготовки ключевых отраслей к внедрению искусственного интеллекта. В качестве приоритетных направлений в Российской Федерации выделено 19 сфер деятельности, включая отрасли про-

мышленно-производственного комплекса. По результатам 2024 года проведен мониторинг показателей, определяющих готовность и степень внедрения ИИ.

Оценка готовности отраслей и сфер деятельности к внедрению искусственного интеллекта производится с помощью интегрального индекса [8], который отражает различные направления использования ИИ с учетом влияющих факторов, и рассчитывается по формуле средней взвешенной. Максимально возможное значение индекса равно 10. Показатель позволяет не только оценивать текущую ситуацию, но и отслеживать динамику изменений, своевременно определить возникающие препятствия на пути внедрения ИИ, а также сравнить ключевые отрасли по степени их готовности. Согласно докладу за 2024 год, индекс для топливно-энергетического комплекса за последний год увеличился на 1,1 балла и составил 4,7, что соответствует третьему месту в рейтинге ключевых отраслей; обрабатывающая промышленность занимает 11 место, что соответствует значению индекса 3,5, при этом следует отметить отрицательную динамику в сравнении с прошлым годом на 0,4 балла [8].

Наибольшая активность в промышленности при использовании ИИ наблюдается в топливно-энергетическом комплексе, где доля организаций,

применяющих ИИ, увеличилась с 29% в 2021 году до 58% в 2024 году. По состоянию на 2024 год 41% организаций, использующих ИИ в производственной деятельности, что свидетельствует о высокой степени внедрения данных технологий непосредственно в основные бизнес-процессы; 31% организаций реализует проекты по ИИ преимущественно в формате пилотных инициатив. В обрабатывающей промышленности наблюдаются иные пропорции: здесь доля организаций-

пользователей ИИ заметно ниже (32%), при этом лишь 14% компаний находятся на стадии промышленной эксплуатации ИИ-решений, а 21% ограничивается пилотными проектами. Таким образом, в обрабатывающей промышленности большая доля участников по-прежнему находится на этапе апробации возможностей искусственного интеллекта, несмотря на двукратное увеличение с 2021 года общей доли предприятий, использующих ИИ, с 16% до 32% (рис. 2).



Рис. 2. Удельный вес предприятий, использующих ИИ в 2024 году (% от количества всех организаций) (составлено авторами на основе данных Национального центра развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации).

Fig. 2. The share of enterprises using AI in 2024 (% of the total number of organizations) (compiled by the authors based on data from the National Center for Artificial Intelligence Development under the Government of the Russian Federation).

Анализ данных, представленных в табл. 1, показывает более высокую удовлетворённость организаций ТЭК рыночным предложением ИИ-решений – как общемировых, так и отечественных, – по сравнению с предприятиями обрабатывающей промышленности. Показатель обеспеченности вычислительной инфраструктурой иллюстрирует значительный дефицит готовой среды для интеграции и эксплуатации ИИ-решений на предприятиях обрабатывающей промышленности, при этом в отрасли сформировано понимание о необходимости цифровой трансформации: 18% предприятий планирует использовать ИИ в ближайшие три года; среди организаций, использующих или планирующих использовать ИИ, наличие

утверждённой стратегии зафиксировано в 59% организаций ТЭК и 29% организаций обрабатывающей промышленности, что может указывать на более высокий уровень институциональной и управленческой подготовки к цифровой трансформации в ТЭК [8]. Промышленные предприятия также отмечают недостаток квалифицированных кадров, компетентных в области развития и внедрения ИИ [9], кроме дефицита персонала с необходимыми компетенциями, к барьерам использования технологий ИИ относят стоимость внедрения и поддержки ИИ технологий, что вынуждает регионы искать дополнительные источники финансирования [10].

Таблица 1

Показатели готовности организаций топливно-энергетического комплекса и обрабатывающей промышленности к использованию ИИ, 2024 год.

Table 1

Indicators of readiness of organizations in the fuel and energy complex and manufacturing industry to use AI, 2024.

Показатель	Топливо-энергетический комплекс	Обрабатывающая промышленность
Доля организаций, оценивших как достаточное, наличие на рынке ИИ-продуктов, подходящих для решения задач организации (от всех организаций), %	44	29
Доля организаций, оценивших как достаточное, наличие на рынке отечественных ИИ-продуктов, подходящих для решения задач организации(от всех организаций), %	43	21
Доля организаций, планирующих начать использование ИИ в ближайшие три года(от всех организаций), %	12	18
Доля организаций, обеспеченных цифровой инфраструктурой для использования ИИ(от всех организаций), %	29	5
Доля организаций, имеющих утвержденную стратегию (от использующих или планирующих использовать ИИ организаций), %	59	29
Доля организаций, оценивших как достаточное наличие специалистов в области ИИ (от использующих или планирующих использовать),%	41	19

Составлено авторами на основе данных Национального центра развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации.

Compiled by the authors based on data from the National Center for Artificial Intelligence Development under the Government of the Russian Federation.

Следует отметить, что промышленность не ограничивается двумя рассмотренными секторами экономики. К примеру, ракетно-космический комплекс (РКК) традиционно является флагманом высокотехнологичной отрасли, концентрируя вокруг себя целый ряд производств: материаловедение, приборостроение, электронная промышленность, информационные технологии, системы автоматизации. В регионах с присутствием предприятий РКК вокруг крупных корпораций образуются многоуровневые кластеры, включающие производителей компонентов, поставщиков оборудования и материалов, профильные научно-образовательные учреждения, а также стартапы, внедряющие сквозные цифровые решения и инновационные сервисы. Интеграция ракетно-космического комплекса в региональные промышленные экосистемы обеспечивает устойчивое технологическое и экономическое развитие территорий, формируя уникальные платформы для технологической ко-

операции, внедрения инноваций и подготовки кадров.

Выводы

Искусственный интеллект сегодня – это не только драйвер эффективности и конкурентоспособности промышленных предприятий, но и важный фактор обеспечения долгосрочной устойчивости региональных промышленных экосистем. Внедрение современных цифровых решений позволяет предприятиям быстрее адаптироваться к изменениям рынка, повышать производительность труда, снижать издержки и эффективнее управлять ресурсами. При этом одной из ключевых проблем остаётся кадровое обеспечение новой цифровой индустрии, для решения которой необходимо инвестировать в подготовку высококвалифицированных специалистов, стимулировать развитие соответствующих цифровых компетенций, а также создавать условия для постоянного профессионального роста персонала.

Список источников

1. Варламова Ю.А., Корнейченко Е.Н. Искусственный интеллект в российских регионах // Russian Journal of Economics and Law. 2024. Т. 18. № 3. С. 641 – 662. DOI 10.21202/2782-2923.2024.3.641-662. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=69203434&ysclid=mf24b0dh2x779947196> (дата обращения: 25.05.2025)
2. Абрагян К. Введение в теорию устойчивости движения на конечном интервале времени. М.: Наука, 1991. 160 с.
3. Указ Президента РФ от 10.10.2019 N 490 (ред. от 15.02.2024) "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации" (вместе с "Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года"). URL: <https://www.zakonrf.info/ukaz-prezident-rf-490-10102019/?ysclid=megjdkf6lb196714374> (дата обращения: 04.06.2025)
4. Трофимова Н.Н., Рудакова Л.В. Роль искусственного интеллекта в цифровой трансформации промышленности // Актуальные проблемы экономики и управления. 2025. № 1 (45). С. 32 – 38. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80649931&ysclid=mf23qbsda1320371469> (дата обращения: 12.06.2025)
5. Лазько Н.В. Применение искусственного интеллекта в нефтегазовой отрасли // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2023. № 11. С. 155 – 158. DOI 10.26160/2541-8637-2023-11-155-158 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wamcmc&ysclid=mf249xtqr798038545> (дата обращения: 03.06.2025)
6. Стариков Е.Н., Тютюнник А.И. Сильный искусственный интеллект как интегратор отдельных технологий искусственного интеллекта в систему технологий // Тенденции развития науки и образования. 2024. – № 112-7. С. 31 – 36. DOI 10.18411/trnio-08-2024-330. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=71965325> (дата обращения: 05.06.2025)
7. Хабибулин Р.Ш. Задача управления пожарными рисками на объектах топливно-энергетического комплекса на основе методов оптимизации и искусственного интеллекта // Проблемы управления безопасностью сложных систем: Материалы XXXI международной конференции, Москва, 13 декабря 2023 года. Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2023. С. 419 – 424. DOI 10.25728/iccss.2023.50.79.058. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59824706> (дата обращения: 24.05.2025)
8. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта. Аналитический доклад. М.: Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации, 2024. IV + 85 с. URL: https://ai.gov.ru/knowledgebase/infrastruktura-ii/2024_indeks_gotovnosti_prioritetnyh_otrasley_ekonomiki_rossiyskoy_federacii_k_vnedreniyu_iskusstvennogo_intellekta_ncrrii_pri_pravitelystve_rf/?ysclid=megjfai9c397338815 (дата обращения: 07.06.2025)
9. Осадчук Е.В. Цифровизация промышленности: барьеры на пути внедрения искусственного интеллекта и предложения по их преодолению // Управление наукой: теория и практика. 2022. Т. 4. № 2. С. 201 – 209. DOI 10.19181/smt.2022.4.2.17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48928671> (дата обращения: 12.06.2025)
10. Строев В.В., Свистунов В.М. Эффективность внедрения искусственного интеллекта для развития регионов России // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2024. № 7-1. С. 146 – 156. DOI 10.17513/vaael.3575. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68008407> (дата обращения: 03.08.2025)

References

1. Varlamova Yu.A., Korneichenko E.N. Artificial Intelligence in Russian Regions. Russian Journal of Economics and Law. 2024. Vol. 18. No. 3. P. 641 – 662. DOI 10.21202/2782-2923.2024.3.641-662. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=69203434&ysclid=mf24b0dh2x779947196> (date of access: 25.05.2025)
2. Abragiyani K. Introduction to the Theory of Stability of Motion on a Finite Time Interval. Moscow: Nauka, 1991. 160 p.
3. Decree of the President of the Russian Federation of 10.10.2019 N 490 (as amended on 15.02.2024) "On the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation" (together with the "National Strategy for the Development of Artificial Intelligence for the Period up to 2030"). URL: <https://www.zakonrf.info/ukaz-prezident-rf-490-10102019/?ysclid=megjdkf6lb196714374> (date of access: 04.06.2025)
4. Trofimova N.N., Rudakova L.V. The Role of Artificial Intelligence in the Digital Transformation of Industry. Actual Problems of Economics and Management. 2025. No. 1 (45). P. 32 – 38. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80649931&ysclid=mf23qbsda1320371469> (date of access: 12.06.2025)

5. Lazko N.V. Application of artificial intelligence in the oil and gas industry. *Mechatronics, automation and robotics*. 2023. No. 11. P. 155 – 158. DOI 10.26160/2541-8637-2023-11-155-158 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wamcmc&ysclid=mf249xtqr798038545> (date of access: 03.06.2025)

6. Starikov E.N., Tyutyunnik A.I. Strong artificial intelligence as an integrator of individual artificial intelligence technologies into a system of technologies. *Trends in the Development of Science and Education*. 2024. – No. 112-7. P. 31 – 36. DOI 10.18411/trnio-08-2024-330. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=71965325> (date of access: 05.06.2025)

7. Khabibulin R.Sh. Fire risk management at fuel and energy facilities based on optimization and artificial intelligence methods. *Problems of complex systems safety management: Proceedings of the XXXI international conference, Moscow, December 13, 2023*. Moscow: V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences, 2023. P. 419 – 424. DOI 10.25728/iccss.2023.50.79.058. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59824706> (date of access: 24.05.2025)

8. Index of readiness of priority sectors of the Russian economy for the implementation of artificial intelligence. Analytical report. Moscow: National Center for Artificial Intelligence Development under the Government of the Russian Federation, 2024. IV + 85 p. URL: https://ai.gov.ru/knowledgebase/infrastruktura-ii/2024_indeks_gotovnosti_prioritetnyh_otrasley_ekonomiki_rossiyskoy_federacii_k_vnedreniyu_iskusstvennogo_intellekta_ncrri_pripravitelystve_rf/?ysclid=megjfai9c397338815 (date of access: 07.06.2025)

9. Osadchuk E.V. Digitalization of Industry: Barriers to the Implementation of Artificial Intelligence and Proposals for Overcoming Them. *Science Management: Theory and Practice*. 2022. Vol. 4. No. 2. P. 201 – 209. DOI 10.19181/smt.2022.4.2.17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48928671> (date of access: 12.06.2025)

10. StroeV V.V., Svistunov V.M. Efficiency of Implementing Artificial Intelligence for the Development of Russian Regions. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2024. No. 7-1. P. 146 – 156. DOI 10.17513/vaael.3575. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68008407> (date of access: 03.08.2025)

Информация об авторах

Сидоренко М.Г., старший преподаватель, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, пр. Ленина 40 marina.g.sidorenko@tusur.ru

Архипова Т.В., Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, пр. Ленина 40, tatiana.v.arkhipova@tusur.ru

© Сидоренко М.Г., Архипова Т.В., 2025