

Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.26>

Центры компетенций по роботизации как инструмент преодоления барьеров внедрения промышленных роботов в машиностроении

О.В. Демьянова, Э.И. Муллахметов ✉

*Казанский федеральный университет, Институт управления, экономики и финансов
ул. Бутлерова, д. 4, г. Казань, 420008, Российская Федерация*

✉ amirmullahmetov14@yandex.ru

Аннотация. *Введение.* Основными барьерами для повышения уровня роботизации в России являются кадровый дефицит, финансовая неопределённость, монополизация компетенций. Научно обоснованная архитектура центров компетенций по роботизации (ЦКР) отсутствует.

Цель. Обосновать создание сети ЦКР, предложить функциональную модель, архитектуру с ИИ-ядром и трехуровневую иерархию для повышения эффективности внедрения роботов в машиностроении.

Материалы и методы. Использовались методы системного анализа, функционального моделирования, сравнительного анализа, контент-анализа. Материалы: статистика Международной федерации робототехники (IFR), результаты опросов предприятий, практики «Росатома», ОАО «РЖД» и АНО «Федерального центра компетенций в сфере производительности труда» (ФЦК).

Результаты. Выявлены три группы барьеров. Предложена модель ЦКР из шести модулей, включая ИИ-ядро: база знаний, предиктивная аналитика, генерация дорожных карт, мониторинг KPI. Разработана трехуровневая иерархия: федеральный — региональный — отраслевой ЦКР.

Заключение. Предложенная архитектура отличается от аналогов центральной ролью ИИ в сквозной автоматизации аудита, мониторинга и принятия решений. Ожидаемые эффекты: снижение стоимости внедрения на 15–25 %, сокращение сроков проектов до 6–9 месяцев, рост производительности на 1,5–2,5 п. п. Сеть ЦКР с ИИ-ядром может стать элементом госполитики. Ключевые меры для достижения этого: включение ЦКР в нацпроекты, стандартизация требований к ИИ-ядрам, единая методическая база.

Ключевые слова: роботизация; центр компетенций; промышленные роботы, машиностроение; кадровый дефицит; производительность труда; искусственный интеллект

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Демьянова О.В., Муллахметов Э.И. Центры компетенций по роботизации как инструмент преодоления барьеров внедрения промышленных роботов в машиностроении. *Информация и инновации*. 2026;21(1):20-33. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.26>

Robotics competence centers as a tool for overcoming barriers to the adoption of industrial robots in mechanical engineering

Olga V. Demyanova, Emir I. Mullakhmetov ✉

*Kazan Federal University, Institute of Management, Economics and Finance
4, Butlerov street, Kazan, 420008, Russian Federation
✉ amirmullahmetov14@yandex.ru*

Abstract. *Introduction.* The main barriers to increasing the level of robotics in Russia are personnel shortages, financial uncertainty, and the monopolization of competencies. A scientifically sound architecture for robotics competence centers (RCC) is lacking.

Aim. To justify the creation of a network of RCCs, propose a functional model, an AI-based architecture, and a three-level hierarchy to improve the efficiency of robot implementation in mechanical engineering.

Materials and methods. Methods of system analysis, functional modeling, comparative analysis, and content analysis were used. Materials included statistics from the International Federation of Robotics (IFR), company survey results, and practices from Rosatom, Russian Railways, and the Federal Center for Competence in Labor Productivity (FCC).

Results. Three groups of barriers were identified. A model of the CCR consisting of six modules was proposed, including an AI core (knowledge base, predictive analytics, road map generation, and KPI monitoring). A three-level hierarchy has been developed: federal, regional, and sectoral CCR.

Conclusion. The proposed architecture differs from its analogues in the central role of AI in end-to-end automation of audit, monitoring, and decision-making. The expected effects include a 15-25 % reduction in implementation costs, a 6-9 month reduction in project timelines, and a 1.5-2.5 p. p. increase in productivity. The CCR network with an AI core can become an element of government policy. Key measures to achieve this include the

inclusion of CCR in national projects, the standardization of requirements for AI cores, and a unified methodological framework.

Keywords: robotization; competence center; industrial robots; mechanical engineering; staff shortage; labor productivity; artificial intelligence

Funding. No funding.

For citation: Demyanova O.B., Mullakhmetov E.I. Robotics Competence Centers as a Tool for Overcoming Barriers to the Adoption of Industrial Robots in Mechanical Engineering. *Information and Innovations*. 2026;21(1):20-33. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.26>

ВВЕДЕНИЕ

В условиях перехода к Индустрии 4.0 и формирования шестого технологического уклада промышленная роботизация становится критическим фактором конкурентоспособности. Цифровая трансформация машиностроения требует пересмотра подходов к организации производства [1]. История автоматизации показывает, что технологические сдвиги перераспределяют, а не сокращают занятость в долгосрочной перспективе [2]. Однако в России плотность роботизации составляет лишь 6–29 роботов на 10 тыс. занятых, что в десятки раз ниже, чем в Южной Корее (1012), Сингапуре (905) или Германии (429) [3, 4, 5]. Эмпирические исследования показывают, что импорт промышленных роботов повышает производительность труда на отечественных предприятиях на 48–54 %, а для малого и среднего бизнеса — до 54,7 % [2]. Несмотря на очевидные выгоды, массовое внедрение роботов сдерживается комплексом взаимосвязанных барьеров.

Новизна настоящего исследования заключается в:

- разработке функциональной модели отраслевого ЦКР с выделением шести модулей, включая ИИ-ядро;

- созданию архитектуры, где ИИ выполняет сквозные функции аудита, мониторинга, формирования рекомендаций и дорожных карт;

- предложении трехуровневой иерархии (федеральный — региональный — отраслевой), адаптированной к российской системе управления промышленностью.

Цель исследования — обосновать создание сети центров компетенций по роботизации как механизма комплексного преодоления барьеров, в том числе за счёт использования инструментов искусственного интеллекта для повышения эффективности внедрения роботов в машиностроении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании применялись методы: системного анализа для выделения барьеров роботизации и их взаимосвязей; функционального моделирования для описания модульной структуры ЦКР; сравнительного анализа для сопоставления существующих практик («Росатом», РЖД, ФЦК); синтеза для обобщения лучших практик и формирования трехуровневой иерархии.

Методика расчёта экономического эффекта базируется на данных о средней стоимости роботизированной ячейки (5–15 млн руб.), типичном сроке окупаемости без господдержки (4–6 лет) и оценках экспертов об эффекте от сопровождения ЦКР (сокращение сроков на 30–40 %) [8, 9].

Также использовались материалы: статистические данные Международной федерации робототехники (IFR) за 2023–2025 гг.; результаты опросов предприятий, опубликованные в Business-Gazeta [ист. 1] и в работе [8]; открытые отчёты и материалы Госкорпорации «Росатом» (2024) [ист. 2], ОАО «РЖД» (проект «Облачная фабрика программных роботов») [ист. 3] и Федерального центра компетенций в сфере производительности труда (2025) [ист. 4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования выделены три группы барьеров, образующих замкнутый круг, устранение которых должно повлиять на повышение эффективности внедрения роботов.

Кадровые барьеры. Обрабатывающей промышленности РФ не хватает 1,9 млн квалифицированных кадров, в том числе около 60 тыс. специалистов по промышленной робототехнике (инженеров-интеграторов, конструкторов, программистов) [ист. 1]. Влияние роботизации на занятость неоднозначно: по данным [6] внедрение

промышленных роботов повышает производительность, но может сокращать занятость в низкоквалифицированных сегментах; в [7] показано, что эффект зависит от способности рынка труда адаптироваться. Роботизация сокращает рутинные рабочие места на ~12 %, но одновременно повышает спрос на высококвалифицированных специалистов на 35 % [5]. Отдача от роботизации наиболее высока для малых и средних предприятий, что подтверждает необходимость адресной поддержки через центры компетенций [11]. Система образования слабо ориентирована на реальные задачи: например, в Самарском университете готовят робототехников для космоса, а не для обслуживания манипуляторов на промышленных предприятиях [ист. 1]. Предприятия не могут сформулировать техническое задание и оценить экономическую эффективность — отсутствует «квалифицированный заказчик». Необходимые компетенции будущего включают системное мышление, программирование контроллеров, работу с техническим зрением и ИИ, кибербезопасность, интеграцию с MES/ERP [10]. McKinsey Global Institute оценивает, что до 30 % рабочих операций могут быть автоматизированы, что создаёт как риски, так и возможности для переквалификации [ист. 5].

Финансово-экономические барьеры. Стоимость роботизированной ячейки составляет 5–15 млн руб., срок окупаемости без господдержки достигает 4–6 лет. По данным опроса, 74 % компаний главным барьером называют экономическую неопределённость, 63 % — нехватку собственных средств, 50–63 % — дорогие кредиты [8]. В [12] авторы выделяют технологические, кадровые и регуляторные риски, которые должны учитываться при расчёте эффективности проектов роботизации, и предлагают модифицированную модель

CAPM для учёта этих рисков. При низкой стоимости труда прямая замена человека роботом часто нерентабельна [4].

Институциональные барьеры. Успешные кейсы сосредоточены в госкорпорациях («Росатом», РЖД, ОАК), которые замыкают экспертизу на себе [ист. 1]. В стране лишь 152 частных интегратора, большинство из которых — малый бизнес, неспособный проводить предпроектный аудит за свой счёт. В 2024 г. проведено 120 аудитов предприятий, но конверсия во внедрения низкая из-за отсутствия связи между диагностикой и проектом [ист. 1]. Малые предприятия вынуждены либо отказываться от роботизации, либо обращаться к дорогим зарубежным вендорам, доля которых ещё недавно превышала 80 % [4].

Интеграция бережливого производства и цифровых технологий является ключевым фактором повышения операционной эффективности [13].

Три барьера образуют замкнутый круг: нет квалифицированного заказчика → нет окупаемости → госкорпорации не делятся опытом → кадры не готовятся. Разорвать его может институт, концентрирующий экспертизу и тиражирующий решения, в том числе на базе технологий искусственного интеллекта. Центры компетенций должны заниматься не только технологическими решениями, но и разработкой стандартов, методик и кадровым обеспечением [ист. 6].

Для обоснования предлагаемой архитектуры ЦКР целесообразно обратиться к успешным практикам, реализованным в крупнейших российских корпорациях и государственных структурах.

В Госкорпорации «Росатом» функции отраслевого интегратора по робототехнике выполняет компания «Росатом Сервис». На 21 предприятии пяти дивизионов Госкорпорации функционируют 36 робототехни-

ческих комплексов. в рамках четвёртой стратегической сессии по цифровизации Машиностроительного дивизиона «Росатома» определены пять ключевых центров компетенций дивизиона: проектирование изделий; планирование и управление производством; промышленная автоматизация и безопасность производства; управление данными; управление эффективностью производства и роботизация. Опыт «Росатома» демонстрирует, что создание ЦКР должно быть неразрывно связано с производственной и технологической экспертизой, а также с разработкой собственных методик технико-экономического обоснования (ТЭО). Кроме того, «Росатом» реализует программу по созданию собственного центра компетенций для выхода на производство 3 тыс. промышленных роботов ежегодно к 2030 году [ист. 2].

Холдинг «РЖД» реализовал проект «Облачная фабрика программных роботов» (ОФР) — отечественную цифровую инфраструктуру, предоставляющую сервисы по роботизации бизнес-процессов. Архитектура платформы включает: портал ОФР (веб-интерфейс для создания заявок, настройки и управления роботами); ПО ROBIN RPA (создание, отладка и исполнение алгоритмов); модули ROBIN Studio, ROBIN Robot, ROBIN Orchestrator для централизованного управления [ист. 3]. Доступ к платформе организован через веб-интерфейс, возможно выполнение трудоёмких операций в «облаке» и изолированное хранение данных клиента. По данным компании, внедрение ОФР позволило сократить время обработки типовых запросов в 3–5 раз и обработать более 600 тыс. запросов с помощью программных роботов [9]. Опыт ОАО «РЖД» показывает эффективность облачной модели предоставления услуг по роботизации, при которой предприятия получают доступ к цифровой платформе

и экспертизе без необходимости создания собственных локальных центров.

ФЦК и его региональная сеть реализуют проекты по роботизации производств. Проект длится два месяца и включает: диагностику текущего состояния предприятия; определение функциональных требований к робототехнике; подбор оптимальной конфигурации; оценку экономической целесообразности с расчётом текущих показателей, стоимости внедрения и ожидаемого эффекта [ист. 4]. Цифровизация бережливого производства требует создания специализированных центров компетенций, которые системно сопровождают предприятия на всех этапах [14]. К 2025 году планируется охватить поддержкой более 1 500 предприятий [ист. 4]. Однако, как отмечают эксперты, существующие меры не в полной мере решают проблему дефицита квалифицированных интеграторов и отсутствия типовых отраслевых решений [ист. 1].

Основываясь на передовых практиках выделены ключевые элементы архитектуры ЦКР: централизованная цифровая платформа, модуль аудита и диагностики, база знаний и банк типовых решений, экспертная группа, предиктивная аналитика, финансово-координационный модуль. Дополнительным элементом, отсутствующим в существующих системах, является ИИ-ядро, обеспечивающее сквозную автоматизацию.

Применение технологий искусственного интеллекта для создания умных производственных систем уже показывает высокую эффективность в ряде отраслей [15].

Развитие гибких производственных систем непосредственно связано с необходимостью создания отраслевых центров компетенций [16].

ЦКР — организационная единица (подразделение корпорации, центр при вузе или технопарке), аккумулирующая экс-

пертизу по промышленной роботизации и сопровождающая предприятия на всех этапах внедрения. Его цель — снижение всех трёх групп барьеров через концентрацию знаний, методик, кадров и типовых решений. Ключевым элементом ЦКР становится ИИ-ядро, занимающее центральное место в архитектуре.

Функции ЦКР систематизированы в табл. 1. В отличие от традиционных центров, в предлагаемой модели ИИ-ядро выполняет не вспомогательную, а ведущую роль, автоматизируя сквозные процессы: от приёма заявки до мониторинга реализованного проекта.

Таблица 1. Функции Центра компетенций по роботизации
Table 1. Functions of the Robotics Competence Center

Функция	Содержание	Снижаемый барьер
Экспертно-методическая	Типовые ТЗ, ТЭО, стандарты расчёта OEE, срока окупаемости	Кадровый, финансовый
Образовательная	Тренинги, сертификация интеграторов и операторов, курс «квалифицированного заказчика»	Кадровый
Проектно-интеграционная	Сопровождение проектов от аудита до пуска наладки	Финансовый
Информационно-аналитическая	База кейсов, бенчмаркинг, мониторинг рынка	Институциональный
Финансово-координационная	Помощь в получении субсидий, льготного лизинга	Финансовый
Интеллектуальная аналитика и прогнозирование (ИИ)	Ведение базы данных и знаний ЦКР; предиктивная аналитика востребованных компетенций; автоматизированная генерация ТЭО; рекомендательная система выбора решений; прогнозирование технологических трендов; автоматический аудит предприятия; мониторинг KPI в реальном времени; формирование дорожной карты	Кадровый, финансовый, институциональный

Искусственный интеллект выполняет в ЦКР четыре ключевые функции. Первая — интеллектуальная база данных и знаний центра. ИИ-ядро аккумулирует паспорта типовых роботизированных ячеек, технологические карты, методики расчёта экономической эффективности,

нормативно-справочную информацию, реестр специалистов и интеграторов. На его основе строится рекомендательная система: при поступлении заявки от предприятия ИИ подбирает наиболее близкие кейсы и предварительно оценивает диапазон ожидаемой экономии. Это сокра-

щает время предпроектного анализа с нескольких недель до 1–2 дней.

Вторая — предиктивная аналитика востребованных компетенций. ИИ-ядро анализирует динамику рынка робототехники, технологические тренды (развитие машинного зрения, коллаборативных роботов, ИИ) и строит прогнозы, какие компетенции станут наиболее дефицитными через 1, 3 и 5 лет. Прогнозы ложатся в основу учебных программ ЦКР, позволяя готовить специалистов с опережением спроса. Этот механизм отсутствует в существующих центрах компетенций и является авторской разработкой.

Третья — формирование предварительных дорожных карт внедрения. На основе аудита предприятия и выявленных «узких мест» ИИ-ядро автоматически генерирует проект дорожной карты: перечень рекомендуемых решений, их приоритетность, ожидаемые сроки и экономические эффекты. Эксперты ЦКР верифицируют предложения. Автоматизация этой функ-

ции снижает трудоёмкость планирования на 50–70 % (по экспертным оценкам). Механизмы принятия управленческих решений в области цифровизации могут быть положены в основу алгоритма выбора приоритетных проектов роботизации [17].

Четвёртая — автоматизированный мониторинг и донастройка. После внедрения роботизированной ячейки ИИ-ядро подключается к системам сбора данных (SCADA, MES) и в реальном времени отслеживает ключевые показатели эффективности (OEE — общая эффективность оборудования, время цикла, уровень брака, время простоев). При отклонении от плановых значений ИИ формирует рекомендации по корректирующим действиям (например, изменить режимы обработки, провести внеплановое обслуживание, скорректировать программу робота). Это реализует принцип непрерывного улучшения (кайдзен) в цифровом контуре.

Архитектура ЦКР представлена на рис. 1. ИИ-ядро занимает центральное место,

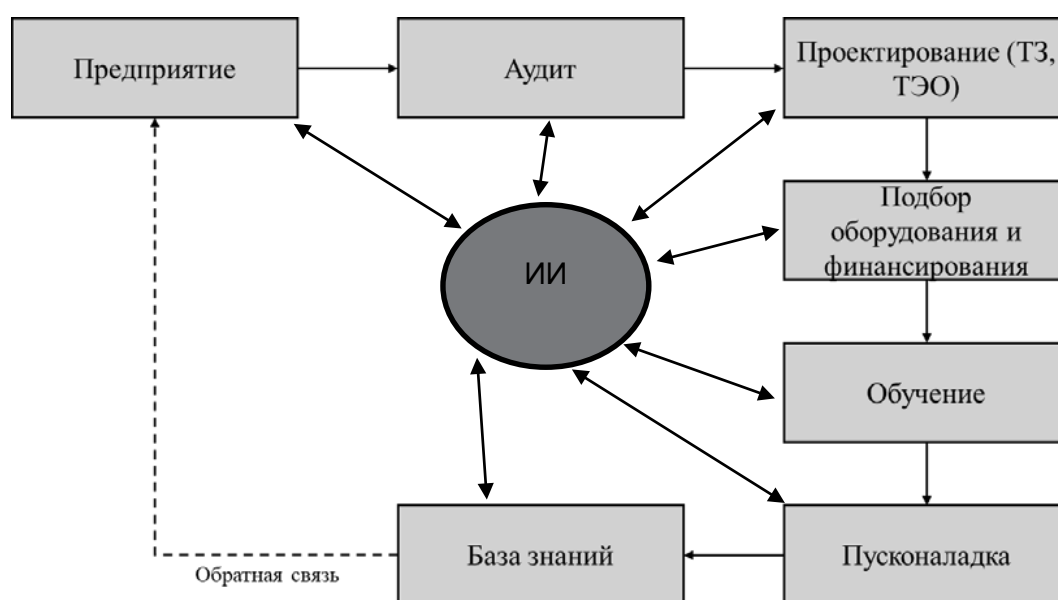


Рис. 1. Архитектура Центра компетенций по роботизации с ИИ-ядром
Fig. 1. Architecture of the Robotics Competence Center with AI core

выполняя функции сквозного управления процессами аудита, мониторинга и принятия решений.

Для охвата разных масштабов предлагается трехуровневая модель центров роботизации (рис. 2).



Рис. 2. Иерархическая модель сети центров роботизации

Fig. 2. Hierarchical model of the robotics centers network

Федеральный (головной) ЦКР разрабатывает единые стандарты и методики ТЭО, ведёт общедоступную базу знаний, мониторинг рынка оборудования, координирует региональные и отраслевые центры, даёт рекомендации для госорганов.

Региональные (межотраслевые) ЦКР (на базе вузов или технопарков) проводят аудит предприятий региона, адаптируют типовые решения, обучают и сертифицируют специалистов, создают центры коллективного пользования оборудованием, сопровождают проекты, популяризируют роботизацию.

Отраслевые ЦКР (на базе холдингов или кластеров) обеспечивают глубокую технологическую экспертизу (сварка, сборка, контроль, механообработка), разработку специализированной оснастки, первичную апробацию решений, обучение работе с уникальным оборудованием,

накопление отраслевой статистики для точного ТЭО. в отраслевом ЦКР ИИ-ядро адаптируется под специфику отрасли (например, для авиастроения — база знаний по титановой механообработке, лазерной сварке, контролю геометрии лопастей).

Предложенная архитектура ЦКР с ИИ-ядром принципиально отличается от существующих российских аналогов. ФЦК использует ручную диагностику экспертами без элементов ИИ, что ограничивает масштабируемость. «Облачная фабрика роботов» РЖД ориентирована на программную роботизацию (RPA) бэк-офисных процессов и не охватывает промышленную робототехнику (физические роботы, коботы, AGV). Корпоративные центры «Росатома», обладая глубокой производственной экспертизой, не имеют унифицированного ИИ-ядра и открытой базы знаний для внешних предприятий. Предлагаемая модель впервые

объединяет промышленную роботизацию, цифровую платформу и предиктивную аналитику ИИ в единую архитектуру.

Создание полномасштабной сети ЦКР принесёт:

- экономические: снижение стоимости внедрения на 15–25 %; сокращение срока проекта с 12–18 до 6–9 месяцев; дополнительный прирост производительности труда в регионе на 1,5–2,5 п.п.; за счёт использования ИИ — дополнительное снижение затрат на предпроектные работы на 30–40 %;

- кадровые: подготовка 100–150 сертифицированных специалистов за 3 года; снижение оттока молодёжи благодаря высокотехнологичным рабочим местам; обучение на основе прогнозов спроса (снижение кадрового дисбаланса на 20–25 %);

- стратегические: ускорение перехода к Индустрии 4.0, особенно в драйверах роботизации (автопром, электроника, авиастроение, где корреляция с выпуском $r=0,94$ [3]); переход предполагает коллаборативную роботизацию, что требует от центров компетенций развития новых компетенций в области человеко-машинного взаимодействия [18].

Основным ограничением является отсутствие эмпирической верификации предложенной модели на реальном отраслевом центре (например, в вертолётостроении). Представленные оценки экономических эффектов основаны на экспертных данных и статистике похожих проектов [8, 9]. Дальнейшие исследования должны быть направлены на пилотную апробацию и количественную оценку эффективности ИИ-ядра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Барьеры роботизации в российском машиностроении носят системный характер (кадровые, финансовые, институциональные) и не могут быть преодолены

только субсидированием. Требуется организационный механизм, концентрирующий экспертизу и тиражирующий успешные решения.

На основе анализа передовых практик («Росатом», РЖД, ФЦК) разработана функциональная модель центра компетенций по роботизации, включающая шесть модулей: экспертно-методический, образовательный, проектно-интеграционный, информационно-аналитический, финансово-координационный и интеллектуальный (ИИ-ядро).

Предложена архитектура ЦКР, в которой ИИ-ядро занимает центральное место и выполняет четыре ключевые функции: интеллектуальная база знаний и рекомендательная система; предиктивная аналитика востребованных компетенций; автоматизированное формирование дорожных карт внедрения; мониторинг KPI и корректирующие рекомендации.

Разработана трехуровневая иерархия сети ЦКР (федеральный, региональный, отраслевой), позволяющая масштабировать решения от государственного уровня до конкретных отраслевых кластеров.

Создание сети ЦКР с ИИ-ядром должно стать элементом государственной промышленной политики. Ключевые меры: включение ЦКР в национальные проекты (например, «Эффективная и конкурентная экономика») как условия предоставления льгот; разработка типовых положений с обязательным требованием наличия ИИ-ядра; обеспечение единой методической базы и стандартов обмена данными.

Перспективой дальнейших исследований является проведение количественной оценки эффективности отраслевого ЦКР с ИИ-ядром на примере вертолётостроительного предприятия, в том числе расчёт корреляции между глубиной использования ИИ и успешностью проектов роботизации.

ВКЛАД АВТОРОВ

О.В. Демьянова — концептуализация, руководство исследованием, методология, создание рукописи и её редактирование.

Э.И. Муллахметов — создание черновика рукописи, проведение исследования, формальный анализ, визуализация.

Все авторы одобрили окончательный вариант рукописи.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Olga V. Demyanova — conceptualization, supervision, methodology, writing — review & editing.

Emir I. Mullakhmetov — writing — original draft, investigation, formal analysis, visualization.

All authors have approved the final version of the manuscript.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Амелин С.В. Организация производства в машиностроении в условиях цифровой трансформации. *Организатор производства*. 2020;28(1):17–23. EDN: DYXHQN
Amelin S.V. Organization of production in mechanical engineering in the context of digital transformation. *Production Organizer*. 2020;28(1):17–23. (In Russ.).
2. Autor D.H. Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*. 2015;29(3):3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>
3. Федюнина А.А., Городной Н.А., Симачев Ю.В. Влияние роботизации на производительность промышленных предприятий в России. *Российский журнал менеджмента*. 2023;21(1): 66–88. <https://doi.org/10.21638/spbu18.2023.104>. EDN: HSVFAI
Fedunina A.A., Gorodny N.A., Simachev Yu.V. The impact of robotization on the productivity of industrial enterprises in Russia. *Russian Journal of Management*. 2023;21(1):66–88. (In Russ.). <https://doi.org/10.21638/spbu18.2023.104>
4. Банников С.А. Мировые тренды роботизации и перспективы ее развития в России. *BENEFICIUM*. 2023;(2):6–12. [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2\(47\).6-12](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2(47).6-12). EDN: OJOISF
Bannikov S.A. Global trends in robotics and prospects for its development in Russia. *BENEFICIUM*. 2023;(2):6–12. (In Russ.). [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2\(47\).6-12](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2(47).6-12)
5. Шевченко О.П., Золкин А.Л., Хабибуллин Ф.Ф., Жильцов С.А. Экономические последствия автоматизации и роботизации в промышленности. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2025;14(1):23–33. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.01.14.003>. EDN: BTRRLJ
Shevchenko O.P., Zolkin A.L., Khabibullin F.F., Zhiltsov S.A. Economic consequences of automation and robotization in industry. *Economics and Management: Problems,*

- Solutions*. 2025;14(1):23–33. (In Russ.). <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.01.14.003>
6. Graetz G., Michaels G. Robots at work. *Review of Economics and Statistics*. 2018;100(5): 753–768. https://doi.org/10.1162/rest_a_00754
 7. Acemoglu D., Restrepo P. Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*. 2020;128(6):2188–2244. <https://doi.org/10.1086/705716>
 8. Коробейникова О.М., Дугина Т.А., Мамбетмуратов Т.Ж. Факторы, ограничивающие инвестиционную активность малого и среднего бизнеса в России. *Казанский экономический вестник*. 2024;(1):53–58. EDN: KQGWBF
Korobeynikova O.M., Dugina T.A., Mambetmuratov T.Zh. Factors limiting the investment activity of small and medium-sized businesses in Russia. *Kazan Economic Bulletin*. 2024;(1):53–58. (In Russ.).
 9. Степанов Ю.Н., Яковлева Н.В., Ермаков С.Г., Баталов Д.И. Реализация проекта по роботизации рутинных операций для повышения операционной эффективности компании (кейс РЖД). *Интеллектуальные технологии на транспорте*. 2023;(3):14–21. <https://doi.org/10.24412/2413-2527-2023-335-14-21>. EDN: ONOYQE
Stepanov Yu.N., Yakovleva N.V., Ermakov S.G., Batalov D.I. Implementation of a project for the robotization of routine operations to increase the company's operational efficiency (case study of Russian Railways). *Intelligent Technologies in Transport*. 2023;(3):14–21. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2413-2527-2023-335-14-21>
 10. Морозов О.А. Автоматизация и роботизация как будущее промышленного производства. *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. 2024;(4):84–89. EDN: ZQORBZ
Morozov O.A. Automation and robotization as the future of industrial production. *Innovative Economy: Prospects for Development and Improvement*. 2024;(4):84–89. (In Russ.).
 11. Староватова Д.А. Связь уровня роботизации и производительности труда: важен ли масштаб бизнеса? *Journal of New Economy*. 2023;24(1):81-103. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2023-24-1-4>. EDN: PSIBPS
Starovatova D.A. The relationship between the level of robotization and labor productivity: does business scale matter? *Journal of New Economy*. 2023;24(1):81-103. (In Russ.). <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2023-24-1-4>
 12. Борисова О.В. и др. Меры финансовой господдержки и риск-факторы, влияющие на стоимость инвестиционных проектов по внедрению промышленных робототехнических комплексов. *Финансы: теория и практика*. 2025;29(3):20-34. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2025-29-3-20-34>. EDN: YTIJYO
Borisova O.V. et al. Measures of state financial support and risk factors affecting the cost of investment projects for the implementation of industrial robotics complexes. *Finance: Theory and Practice*. 2025;29(3):20-34. (In Russ.). <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2025-29-3-20-34>
 13. Кольчев В.Д., Белкин И.О. Интеграция бережливого производства и цифровых технологий в управление операционной деятельностью промышленных предприятий. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством»*. 2023;(03):45–58. <https://doi.org/10.6060/ivecofin.2023573.653>. EDN: UAWLCH

- Kolchev V.D., Belkin I.O. Integration of lean production and digital technologies into the operational management of industrial enterprises. *News of Higher Educational Institutions. Series «Economics, Finance and Production Management»*. 2023;(03):45–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.6060/ivecofin.2023573.653>
14. Левенцов В.А., Левенцов А.Н. Бережливое производство и проблемы его цифровизации. *Экономика и управление*. 2023;(2):20–27. <https://doi.org/10.17513/snt.39493>. EDN: ULNBMG
Leventsov V.A., Leventsov A.N. Lean production and problems of its digitalization. *Economics and Management*. 2023;(2):20–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/snt.39493>
15. Варламов О.О. Применение миварных технологий логического искусственного интеллекта для создания умных производственных систем. *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2025;(2):32–46. <https://doi.org/10.25729/ESI.2025.38.2.003>. EDN: OBQUCX
Varlamov O.O. Application of mivar technologies of logical artificial intelligence for the creation of smart production systems. *Information and Mathematical Technologies in Science and Management*. 2025;(2):32–46. (In Russ.). <https://doi.org/10.25729/ESI.2025.38.2.003>.
16. Лосев В.В., Калинин А.О. К вопросу развития гибких производственных систем. *Информатика. Экономика. Управление*. 2023;2(4):0247–0256. <https://doi.org/10.47813/2782-5280-2023-2-4-0247-0256>. EDN: DAUGTF
Losev V.V., Kalinin A.O. On the development of flexible manufacturing systems. *Informatics. Economics. Management*. 2023;2(4):0247–0256. (In Russ.). <https://doi.org/10.47813/2782-5280-2023-2-4-0247-0256>
17. Макарова Е.Л., Фирсова А.А., Дергачев А.А. Механизмы принятия управленческих решений в области цифровизации производственных процессов промышленного предприятия. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право*. 2023;23(3):299–306. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2023-23-3-299-306>. EDN: SCQBMM
Makarova E.L., Firsova A.A., Dergachev A.A. Mechanisms of managerial decision-making in the field of digitalization of production processes of an industrial enterprise. *Proceedings of Saratov University. New Series. Series: Economics. Management. Law*. 2023;23(3):299–306. (In Russ.). <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2023-23-3-299-306>
18. Северин А.И., Виноградов Ю.М. Прогресс робототехники в переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2024;(1):356–361. EDN: GZBCER
Severin A.I., Vinogradov Yu.M. Progress of robotics in the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0. *Proceedings of Tula State University. Technical Sciences*. 2024;(1):356–361. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-1-356-357>

ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ / SOURCES

1. «Менеджмент на предприятиях не заинтересован внедрять»: в Иннополисе выясняли, почему буксует роботизация. URL: <https://www.business-gazeta.ru/article/700369> (дата обращения: 09.02.2026).

- “Company management is not interested in implementing it”: In Innopolis, they investigated why robotics is stalling. URL: <https://www.business-gazeta.ru/article/700369> (access date: 09.02.2026).
2. В Росатоме прошла отраслевая сессия по робототехнике, новости энергетической компании АО «Росатом Сервис». URL: <https://rosatom-service.ru/news/v-rosatome-proshla-otraslevaya-sessiya-po-robotote/> (дата обращения: 11.02.2026).
Rosatom held an industry session on robotics. URL: <https://rosatom-service.ru/news/v-rosatome-proshla-otraslevaya-sessiya-po-robotote/> (access date: 11.02.2026).
 3. Облачная фабрика программных роботов. URL: <http://www.rzdtech.ru/proekty/ofr/> (дата обращения: 09.02.2026).
Cloud factory of software robots. URL: <http://www.rzdtech.ru/proekty/ofr/> (access date: 09.02.2026).
 4. Полторы тысячи российских предприятий получают поддержку в роботизации своих производств. URL: <https://frp74.ru/news/poltory-tysyachi-rossiyskikh-predpriyatij-poluchat-podderzhku-v-robotizatsii-svoikh-proizvodstv/> (дата обращения: 02.03.2026).
1,500 Russian enterprises will receive support in robotizing their production. URL: <https://frp74.ru/news/poltory-tysyachi-rossiyskikh-predpriyatij-poluchat-podderzhku-v-robotizatsii-svoikh-proizvodstv/> (access date: 02.03.2026).
 5. Manyika J., Chui M., Miremadi M. et al. Harnessing automation for a future that works. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works> (access date: 10.02.2026).
 6. Zakoldaev D.A., Gurjanov A.V., Shukalov A.V., Zharinov I.O. Products of the Industry 4.0 competence centers. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020;734:012043. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/734/1/012043>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга Владимировна Демьянова, д-р экон. наук, проф., заведующий кафедрой экономики производства, Казанский федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3438-1457>; e-mail: 89053185835@mail.ru

Эмир Ильдарович Муллахметов, аспирант, Казанский федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9972-4512>; e-mail: amirmullahmetov14@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga V. Demyanova, Dr. Sci. (Econ.), Associate Prof., Head of the Department of Production Economics, Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3438-1457>; e-mail: 89053185835@mail.ru

Emir I. Mullakhmetov, Postgraduate Student, Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9972-4512>; e-mail: amirmullahmetov14@yandex.ru

Поступила / Received 03.03.2026

Принята / Accepted 27.03.2026