

УДК 338.26

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-329-344

EDN: VPQFLF

Научная статья

**Возможные последствия внедрения
умных производственных систем «Умная фабрика»
в период интеллектуализации среды обитания**

О. З. Загазежева, С. Х. Шалова

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарская, 2

Аннотация. В статье рассматриваются возможные последствия внедрения умных производственных систем «Умная фабрика». Исследуются внедрение роботизированных систем в производственную деятельность, а также некоторые экономические и социальные эффекты. В работе также рассматриваются передовые информационные и коммуникационные технологии, в частности цифровые, которые будут способствовать рациональному использованию материалов, а также минимизации монотонных и физически сложных работ в производственной деятельности. Вместе с тем эти технологии оказывают положительное влияние на социо-экономическое развитие. Внедрение «Умных фабрик» должно обеспечить в период растущей конкуренции конкурентоспособную продукцию с оптимизационным подходом к издержкам и ошибкам, которые возникают при производственной деятельности. В ходе интеллектуализации производственно-экономической сферы необходимо знание объективных причинно-следственных связей, определяющих характер эволюционирования производственно-экономических систем. Знание этих связей позволит синтезировать алгоритмы адаптивного управления безопасным развитием общества. Авторами также рассматриваются развитие робототехники, производственные возможности в контексте внедрения «умных фабрик», социальные последствия в виде безработицы и управление данным процессом.

Ключевые слова: умные производственные системы, производственно-экономические системы, роботизированные системы, интеллектуальные решения, социо-экономическое развитие

Поступила 07.11.2023, одобрена после рецензирования 22.11.2023, принята к публикации 27.11.2023

Для цитирования. Загазежева О. З., Шалова С. Х. Возможные последствия внедрения умных производственных систем «Умная фабрика» в период интеллектуализации среды обитания // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 6(116). С. 329–344. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-329-344

JEL: R11

Original article

**Possible consequences of the development
of smart production systems “Smart Factory”
during the period of intellectualization of living environment**

O.Z. Zagazezheva, S.Kh. Shalova

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

Abstract. The article discusses the possible consequences of the introduction of smart production systems “Smart Factory”. The introduction of robotic systems into production activities, as well as some economic and social effects are being investigated. The paper also discusses advanced information and

communication technologies, in particular digital ones, which will contribute to the rational use of materials, as well as minimize monotonous and physically complex work in production activities. At the same time these technologies have a positive impact on socio-economic development. The introduction of “Smart Factories” should provide competitive products in a period of growing competition, with an optimized approach to costs and errors that arise during production activities. During the intellectualization of the production and economic sphere, it is necessary to know the objective cause-and-effect relationships that determine the nature of the evolution of production and economic systems. Knowledge of these connections will allow synthesizing algorithms for adaptive management of safe development of society. The authors also consider the development of robotics and production capabilities in the context of the introduction of “Smart Factories” and the social consequences in the form of unemployment and management of this process.

Keywords: smart production systems, production and economic systems, robotic systems, intelligent solutions, socio-economic development

Submitted 07.11.2023,

approved after reviewing 22.11.2023,

accepted for publication 27.11.2023

For citation. Zagazezheva O.Z., Shalova S.Kh. Possible consequences of the development of smart production systems “Smart Factory” during the period of intellectualization of living environment. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 6(116). Pp. 329–344. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-329-344

Актуальность темы исследования заключается в том, что внедрение умных систем в производство влечет трансформацию соответствующих инфраструктур и значительную смену характера производственных отношений. Возникает необходимость на начальном этапе сохранить социогуманитарное содержание производственной деятельности.

Основной характерной чертой «умных фабрик» является полная автоматизация производственного процесса и взаимодействий между машинами посредством облачных вычислений, интернета вещей и т.д. Модульный принцип, который заложен в робототехнических устройствах, влияет на развитие технического уровня. С помощью модульных устройств решаются проблемы, связанные с управлением не только роботами, но и комплексами (участками, цехами) в целом. Такие факторы будут способствовать ускорению внедрения и удешевления роботов в составе технологических комплексов.

Научная новизна работы заключается в выявлении некоторых социальных и экономических последствий, возникающих в процессе внедрения умных производственных систем «Умная фабрика» в период интеллектуализации среды обитания. Также предлагаются некоторые принципы адаптивного управления безопасным развитием общества в данный период.

Предметом исследования является анализ характеристик развития «умных фабрик», фактически существующих на мировой территории.

Объектом исследования являются социальные и экономические процессы, связанные с автоматизацией и роботизацией производственной деятельности в контексте «умных фабрик».

Целью исследования является определение социоэкономических последствий внедрения умных производственных систем «Умная фабрика» в период интеллектуализации среды обитания.

В качестве **методологии исследования** в первую очередь будет использоваться метод индукции – движение от частного к общему, синтез изученных роботизированных решений в мировой и российской литературе, анализ источников и формирование перечня успешных решений.

«Умная фабрика» – концепция производства, основанная на применении сложных комбинаций новых технологий для разработки гибких, роботизированных, самоорганизующихся производственных систем и мощностей. В данной работе исследуются практиче-

ские случаи внедрения современных технологических решений на российских и зарубежных предприятиях и экономические последствия данного процесса.

Учеными прогнозируется, что данные предприятия могут в дальнейшем производить высокоинтеллектуальную продукцию [1]. Производственные сборочные роботизированные линии со временем станут внедряться в контексте «умных фабрик», и конечным результатом должны стать более быстрые, эффективные и точные производственные процессы с меньшим количеством ошибок. «Умные фабрики» могут достичь новых уровней эффективности и гибкости за счет скоординированного соединения различных процессов, информационных потоков и заинтересованных сторон в единой системе промышленного производства. «Цифровые фабрики», «интеллектуальные фабрики» – характерные наименования применяемых инновационных промышленных проектов, распространенных за рубежом¹.

Внедрение современных технологических решений в производственный процесс широко освещается в работах отечественных и зарубежных авторов. Большое внимание уделяется проблемам технического зрения (Н. Golnabi, A. Asadpour, L. Pérez, Í. Rodríguez, N. Rodríguez, R. Usamentiaga, D.F. García) [1, 2]. Интегрированный комплекс цифровых моделей, методов и инструментов, средств моделирования и 3D-визуализации, взаимосвязанных между собой на основе больших данных, получил отражение у Г. А. Садовского [3]. Созданию цифрового двойника до его производства за счет использования соответствующего ПО уделено внимание в работах Е. Filos, С. Helmrath, R. Riemenschneider [4]. Созданию цифрового макета, цифрового двойника, опытного образца – А. И. Боровков и В. С. Осьмаков [5]. Также исследуются проблемы контроля и оптимизации процессов производства, осуществляющихся с использованием специализированного программного обеспечения, лазеров и устройств с искусственным интеллектом, вмонтированных в рабочие машины и инфраструктуры.

В представленном нами исследовании рассмотрена и проанализирована практическая реализация и фактическое применение теоретических данных, полученных из трудов зарубежных и отечественных исследователей. Например, широкое использование робототехнических агрегатов, манипуляторов и технического зрения отмечено в области автомобилестроения, обрабатывающей промышленности. Разносторонность направлений применения компьютерно-интегрированного производства и внедрения робототехники является некоторой гарантией для дальнейшего развития модели системы комплексных технологических решений во всех существующих звеньях глобальных цепочек поставок и последующего объединения имеющихся «цифровых» и «умных фабрик» в сеть.

Роботизированная автоматизация процессов (RPA) часто используется в отраслях и компаниях с большим количеством повторяющихся операций. Индустрия здравоохранения является популярным сектором для возможного внедрения данной технологии². Квалификация сотрудников и огромные первоначальные затраты были двумя серьезными препятствиями для малых предприятий на пути к интеграции роботов в производство. Однако растущая мировая тенденция развития «все как услуга» устранила данную проблему, и на сегодняшний день RPA доступен для компаний через модели «роботы как услуга», часто поставляющиеся с аналитикой, мониторингом и профилактическим обслуживанием в дополнение к множеству других преимуществ, таких как быстрое масштабирование и гибкость для динамической настройки платформ в зависимости от потребностей. Широкое распространение на мировой арене приобрели платформы для сбора данных с использованием автономных мобильных роботов (AMR). В связи с быстрым расширением электронной ком-

¹ 14 тенденций робототехники 2022 года: коботы, RPA, «умные фабрики», инвестиции в роботов, сотрудники-роботы, ИИ и др. <https://b-mag.ru/14-tendencij-robototehniki-2022-goda-koboty-rpa-investicii-v-robotov-sotrudniki-roboty-ii-i-dr/>

² Ведущие тенденции развития робототехники в 2022 году. <https://salamba.ru/vedushhie-tendentsii-razvitiya-robototehniki-v-2022-godu/>

мерции, повышением уровня автоматизации производства, нехваткой рабочей силы и массовой персонализацией продукции спрос на AMR растет с поразительной скоростью. Несмотря на то, что в 2017 году отрасль AMR (аппаратного обеспечения) оценивалась всего в 0,88 млрд евро, к 2022 году прогнозировался ее рост до 6,17 млрд евро, а программное обеспечение для мобильных роботов увеличит рыночную стоимость оборудования AMR еще на 2,64 млрд евро.

Все больше складов и распределительных центров автоматизируют свои операции, устраняя ошибки, что позволит промышленным роботам работать быстрее, правильнее и эффективнее [6, 7].

КОМПЛЕКСНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ И ПРИМЕРЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ

Рассмотрим производственные мощности, склады и распределительные центры. Промышленные роботы смогут работать быстрее, правильнее и эффективнее, поскольку все больше таких объектов автоматизируют свои операции, устраняя несоответствия. Благодаря своей энергоэффективности современные роботы значительно сокращают потребление энергии в промышленности: их повышенная точность приводит к меньшему количеству брака и дефектных продуктов среди произведенного, что улучшает соотношение вложенных ресурсов и конечного результата.

Роботы также помогают эффективно производить фотоэлектрические элементы и водородные топливные элементы – два типа устройств, использующих возобновляемые источники энергии.

Согласно отчету Всемирного экономического форума 2018 года, к 2022 году прогнозировалась не только потеря 75 млн рабочих мест в результате внедрения робототехники, в том числе на заводах и фабриках, но и создание 133 млн новых, что позволяло избежать массовой безработицы.

Другое исследование Международной федерации робототехники признало значимость роботов в росте занятости в некоторых секторах, например, автомобилестроении. В ходе исследований McKinsey Global Institute и IZA (Институт экономики труда) было обнаружено, что полностью автоматизирована меньшая доля рабочих мест (10 % и 35 % соответственно по данным двух вышеупомянутых исследований). В большинстве случаев роботам и людям придется работать вместе, и данный факт повысит общую производительность.

Перемещение и размещение больших штампованных металлических панелей становится намного сложнее, так как рабочий теряет физическую силу и ловкость при достижении определенного возраста. Риск несчастных случаев на рабочем месте возрастает, а производительность работников снижается по мере необходимости больших затрат времени для выполнения поставленных задач. Для производства автомобиля Audi A1 всего на заводе работает 550 промышленных роботов в кузовном и 30 – в малярном цехах. Оценка эффекта коботов показала, что теперь рабочие считают свою работу менее напряженной, время производства сократилось.

В Boulangerie La Fabrique с менее чем 20 сотрудниками была применена технология роботизированного захвата с шестью пальцами, который захватывает буханки и транспортирует их в упаковочную машину. По мере спуска буханок по конвейеру к роботизированной станции подбора и при наличии на конвейере достаточного их числа для заполнения одного слоя мешка с хлебом происходит блокировка фотоглаза с запуском робота к последующим действиям. Данное роботизированное решение было разработано компанией Universal Robots специально для удовлетворения потребностей пекарни: облегчить рабочую нагрузку на упаковочной линии, усовершенствовать процесс упаковки и удержать работников, освобождая их от рутинной работы.

Привлекающие общественное внимание виды деятельности, связанные с торговлей, могут вызвать интерес для разворачивания роботов, требующих сохранения привлекательности сделок путем расширения перечня творческих элементов и минимизации менее желательных. Таким образом, люди должны быть обучены, чтобы добиться успеха в этой новой среде. Положительное влияние автоматизации на занятость Оксфордское исследование «Будущее трудоустройства» имеет простую предпосылку: если машина (также известная, как ИИ, машинное обучение, робототехника, компьютер и т. д.) может автоматизировать работу. Используя прогностическое моделирование, исследование выделило 702 рабочих места с высоким, средним и низким риском компьютеризации и пришло к выводу, что 47 % из них могут быть заменены машинами [8].

Цифровизация движет электромобилями, изменениями в области энергетики и переходом к устойчивому развитию.

Интегрированная система, в которой технология машинного зрения, робототехника и управление движением объединены в один процесс, обеспечивает автоматизацию производства. Цифровое производство предусматривает наличие следующих составных частей: интернета вещей, производственных систем, робототехники.

Однако понимание шагов, необходимых для внедрения комплексного решения, может быть трудным для многих предприятий, поскольку количество вариантов, новые протоколы связи и отраслевые стандарты меняются и множатся каждую неделю [9].

Комплексное роботизированное решение использует робототехнику для решения производственных проблем посредством объединения нескольких технологий для значительной автоматизации процесса. Решение, скорее всего, будет включать в себя комбинацию робототехники, машинного зрения, движения и управления, организованную таким образом, чтобы соответствовать конкретным потребностям поставленных задач.

Решение может быть простым, как, например, робот SCARA, перемещающий детали со спускового механизма чашеобразного питателя на деталь на поддоне конвейера. Комплексное решение также может быть очень сложным и включать систему трехмерного зрения. Например, когда роботу необходимо подобрать детали из корзины, в которой детали не расположены и не закреплены каким-либо образом, 3D-камера может направить робота туда, где находится место захвата каждой детали, используя сопоставление с образцом и искусственный интеллект.

Технологии сочетаются с «умным» уровнем, реализованным путем применения методов обработки данных, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и глубокое обучение. Этот интеллект системы является ключевым отличием предыдущей автоматизированной функциональности объекта от новой эры Индустрии 4.0³⁷.

Робототехника может варьировать от тяжелого промышленного оборудования до легких коллаборативных роботов. Помимо понимания того, какие функции требуются комплексной системе, важно также учитывать безопасность и связь. Безопасность является важнейшим аспектом производственного предприятия, и это становится еще более важным при внедрении автоматизации. Существуют международные и национальные стандарты безопасности, которые охватывают как конструкцию робота, так и то, как он используется, контролируется и обслуживается.

Ключевое значение имеет и коммуникация, особенно в отношении автоматизированных производственных решений, где связь между роботами и между роботами и людьми может влиять на производительность, безопасность и эффективность. Существует целый ряд коммуникационных протоколов, подходящих для различных аспектов сквозной системы, при этом большинство производственных решений полагаются на Ethernet в качестве всеобъемлющего протокола.

³⁷ ключевых технологий Индустрии 4.0: от машинного обучения до 3D-печати. <https://hightech.fm/2020/03/19/industry-4-0>



Рис. 1. Компоненты интегрированных производственных систем

Fig. 1. Components of integrated manufacturing systems

ВНЕДРЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ СРЕДУ И НЕКОТОРЫЕ СОЦИАЛЬНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Внедрение комплексного решения – это многоэтапный процесс, который включает в себя создание бизнес-кейса, разработку операционной модели, выбор потенциальных поставщиков, управление изменениями в бизнесе и разработку соответствующей дорожной карты.

Программное обеспечение для моделирования роботов и документация, предоставленная их производителями, помогают определить, сможет ли выбранная модель робота достичь требуемых позиций. Для систем технического зрения необходимо убедиться, что расчеты фокусного расстояния и поля зрения верны. Стоит также убедиться в обеспечении достаточного освещения, так как системам технического зрения нужно правильное освещение, чтобы гарантировать работу проверок должным образом.

Распространенной задачей, требующей решения для автомобилестроения, остается сборка деталей. Робот подбирает детали разной формы из корзины, проблема заключается в том, что место захвата не всегда находится в одном и том же месте, что делает запрограммированный захват робота бесполезным. Роботы отлично справляются с повторяющимися задачами, но позиция выбора и размещения должна каждый раз находиться в одном и том же месте. Для решения данной проблемы можно использовать 3D-камеру, как система Fanuc IRVision (рис. 2). Данная система состоит из 3D-камеры, которую можно установить на конце манипулятора робота или над рабочей зоной. Когда камера делает снимок, она может использовать инструменты технического зрения для поиска элементов, в которых робот

должен захватить деталь. Система IRVision полностью интегрирована в контроллер робота Fanuc, поэтому дополнительное программное обеспечение не требуется. После того, как положение робота будет обновлено с камеры, он сможет выбрать и разместить деталь.



Рис. 2. Использование системы IRVision в операции сбора⁴

Fig. 2. Using IRVision in a collection operation

Другой типичной проблемой является разгрузка деталей с конвейерной ленты без остановки конвейера. Эта операция прослеживается практически в любой отрасли, включая пищевую и фармацевтическую промышленность. Проблема аналогична предыдущему примеру: позиция выбора не всегда находится в одном и том же месте.

В этом сценарии робот работает в 2D-плоскости, поэтому 3D-камера не нужна, но возникает дополнительная проблема, когда части движутся в момент попытки робота их захватить. Для решения этой проблемы нужны два компонента: камера и конвейер с сервоприводом. Используя серводвигатель для привода конвейера, можно точно определить, с какой скоростью движутся детали.

ABB предлагает дополнение к программному обеспечению, которое будет использовать данную скорость для динамического перемещения обученного захвата с той же скоростью, что и детали. Система машинного зрения сообщит роботу, где в обученном кадре будет находиться деталь. Однако вышеупомянутый сценарий возможен лишь при условии, что данная деталь не перемещается между кадром камеры и корпусом робота. При получении обновленных данных по обновленному положению с камеры он может начать подход с целью подобрать деталь в движении с помощью надстройки отслеживания конвейера.

Представленный ниже рисунок 3 отражает систему для разгрузки конвейера на заводе Uniliver, зарегистрированном на территории РФ.

Роботы ABB применяются на предприятии для сборки коробов с готовой продукцией на паллеты; они обслуживают 6 высокоскоростных упаковочных линий по производству соусов и майонезов. Робот-паллетайзер со сложным универсальным захватом манипулирует паллетой, укладывает ряды коробов и устанавливает прокладочные листы между слоями коробов. После сборки готовая паллета отправляется на склад хранения.

⁴ <https://www.directindustry.com.ru/prod/fanuc-europe-corporation/product-32007-1807530.html>



Рис. 3. Цифровые роботизированные решения ABB⁵

Fig. 3. ABB digital robotic solutions

В рамках годового отчета анализировался рынок «Умных фабрик» в разрезе используемых в них компонентов (промышленных датчиков, промышленных роботов, промышленных 3D-принтеров, систем машинного зрения), решений (SCADA⁶, MES⁷, промышленной безопасности, PAM⁸), в промышленности (обрабатывающая промышленность, дискретная промышленность) и Global Forecast 2027.

Глобальный объем рынка «Умных фабрик» оценивается в 86,2 млрд долларов США в 2022 году и, по прогнозам, достигнет 140,9 млрд долларов США к 2027 году⁹. Увеличение внедрения интернета вещей, искусственного интеллекта, а также расширение использования промышленных роботов на фабриках являются основными факторами, стимулирующими рост рынка «Умных фабрик».

Сегмент промышленных датчиков занимал наибольшую долю за отчетный период. Интеллектуальные фабрики обеспечивают возможность подключения на всех этапах производства благодаря применению датчиков. Этот фактор может помочь обеспечить более эффективный обмен информацией по всему предприятию.

Современные производственные операции включают в себя взаимосвязанную сеть машин, оснащенных широким спектром сенсорных технологий. Технология интеллектуальных преобразователей (в том числе датчики и исполнительные механизмы) позволяет использовать двухуровневый подход к проектированию, который позволяет снизить сложность системы, вызванную проблемами между разработчиками приложений и производителями. Установка интеллектуальных датчиков в производственное оборудование или складские системы может повысить эффективность и точность.

⁵Цифровые роботизированные решения ABB на заводе Unilever в России. <https://new.abb.com/news/ru/detail/28909/ABB-unilever>

⁶Система Supervisory Control And Data Acquisition – программно-аппаратный комплекс сбора данных и диспетчерского контроля. Верхний уровень системы промышленной автоматизации.

⁷Manufacturing Execution System – управление производством.

⁸Privileged Access Management – решения для контроля привилегированных пользователей.

⁹<https://www.asdreports.com/market-research-report-610356/smart-factory-market-global-forecast> – Рынок интеллектуальных фабрик – глобальный прогноз до 2027 года

Достижения в автомобилестроении и острая конкуренция на мировом рынке вынуждают производителей автомобилей стратегически инвестировать в свою производственную инфраструктуру, чтобы получать самую высокую производительность с минимальными потерями.

Азиатско-Тихоокеанский регион занимал наибольшую долю в 2021 году, и, согласно прогнозам, будет расти самыми высокими темпами в течение рассматриваемого периода. Увеличение числа операций автоматизации в обрабатывающей и дискретной промышленности является одним из основных факторов, определяющих рост рынка «Умных фабрик» в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Кроме того, такие страны, как Китай, Япония, Южная Корея и Индия вносят свой вклад в рост рынка «Умных фабрик» в регионе. А такие производители, как Volkswagen (Германия), Toyota (Япония), Renault-Nissan (Нидерланды), Daimler (Германия), Tata Motors (Индия) и Hyundai Motors (Южная Корея), вкладывают значительные средства в интеллектуальные заводские решения в региональных объектах.

Новые типы дизайна будут запущены в производство с помощью гибкой производственной системы. Таким образом, такая система подходит для низкого и среднего спроса на товары, и ожидается изменение спроса. Универсальный метод производства является высокоавтоматизированным, но для управления системой, загрузки и выгрузки компонентов, инструментов для регулировки, а также технического обслуживания и ремонта оборудования по-прежнему требуются люди.

Робототехника используется в обрабатывающей промышленности для обеспечения гибкости производства [7, 10]. Инспекция (осмотр) – часть деятельности, в которой роботы все чаще используются на заводе. Когда робот помещает датчик в стандартный объект проверки заготовки, он решает, соответствует ли компонент необходимым требованиям. Индивидуальные инструменты на конце манипулятора, базовый радиус его действия и полезная нагрузка являются требуемыми и гибкими для всего приложения промышленного робота, поддерживающего обширный инвентарь и рабочие ячейки, что позволяет легко интегрироваться.

Сочетание робототехники и 3D-печати способствует управлению расходом материалов. Роботизированная 3D-печать представляет собой более устойчивый метод производства. Для создания крупных металлических трехмерных объектов 3D-принтер объединяют с промышленным роботом со сварочным оборудованием. Наибольшую выгоду из роботизированной 3D-печати может извлечь строительная отрасль, что позволяет дизайнерам и архитекторам на практике экспериментировать с разнообразными формами [9, 11]. В настоящее время передовые технологии становятся более эффективными, адаптируемыми и точными. За последние несколько лет на сборочных линиях было сделано несколько улучшений для поддержки повседневных задач рабочих [12–14].

В промышленном производстве расширяется применение автоматизированных систем управления и контроля технологических процессов на всех производственных стадиях и видах производства. Предприятия предъявляют возрастающий спрос на инжиниринговые услуги и сервисы по внедрению информационных технологий. Активно развивается взаимная информационная интеграция как на базе частных информационных решений (работа с партнерами, управление поставками), так и с использованием государственных информационных систем. Количество предприятий, зарегистрированных в государственной информационной системе промышленности, составило более 30 тысяч, из которых более 17 тыс. компаний представлены промышленными предприятиями.

Усиливается технологическая конкуренция, в том числе выходящая за рамки технических характеристик продукции. Последствием цифровизации стало сокращение циклов разработки и продажи продукта. Во многих отраслях произошел переход к сервисной модели поставок (объединение товара и обслуживающих услуг) с дальнейшей ориентацией на «кастомизацию» потребительского решения без перехода прав собственности. Сформировавшиеся цифровые платформы привели к смещению рентабельности из сферы про-

изводства в сферу продаж и обслуживания сначала в потребительском секторе, а затем и на наиболее востребованных отраслевых рынках [14].

С 2022 года открываются возможности реализации промышленной политики на основе перечня инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 октября 2021 г. № 2816-р, в первую очередь по направлениям «строительство», «экология», «цифровая трансформация» и «технологический рывок».

Перечень российских разработок, замещающих иностранные ИТ-продукты, представлен в таблице 1.

Таблица 1. Перечень российских разработчиков, стремительно растущих на рынке ИТ¹⁰

Table 1. List of Russian developers rapidly growing in the IT market

Компания	Наименование разрабатываемого продукта	Наименование замещаемого продукта	Выручка за 2022 год, рублей	Выручка за 2021 год, рублей	Динамика, %
Isource	Управление закупками и отношениями с поставщиками	SAP, Oracle	15900	2517	531,7
ГК «Астра»	Операционные системы, СУБД и др. системный софт	Microsoft, Oracle	6530	2370	175,5
Бифорком Тек	Тонкие клиенты и маршрутизаторы	HP, Cisco	5166	1087	375,3
Постгрес Про	СУБД	Oracle, Microsoft	4386	1330	229,8
Юзергейт	Межсетевые экраны и др. ИБ-продукты	Fortinet, Check Point	3723	1029	261,9
МойОфис	Офисный софт	Microsoft	3330	842	295,6
Р7	Офисный софт	Microsoft	1510	504	199,6
Киберпротект	Резервное копирование и восстановление данных	Commvault, Veeam	1349	603	123,7
Ред софт	Операционные системы, СУБД и др. системный софт	Microsoft, Oracle	1293	582	122,3
Базальт СПО	Операционные системы	Microsoft	920	338	172,2

Целевые показатели соответствуют показателям национальных целей. Активное применение ИТ-продуктов отмечено и в металлургической отрасли: «Малленом Системс», действующая с «Дата-Центр Автоматикой», разработала систему внутрицеховой логистики и диспетчеризации для ПАО «НМЛК», представляющей собой, по сути, «цифрового двойника» сталеплавильного производства. Получаемые данные из видео формируют комплексные информационные данные касательно участка фиксации кранов и их состояния, а также стальной и чугуновозов в двух цехах. На базе полученных данных в системе происходит реализация оптимального планирования и оперативного перепланирования последующей загрузки агрегатов. Экономический эффект от внедрения ИИ, по планам производителя должен составить около 100 млн руб. в год. Более того, уже сейчас удалось минимизировать расходы на электроэнергию, графитированные электроды и алюминиевые катанки. Это стало возможным за счет сокращения времени выдержки металла в сталковше до 7 %. Промежуточным результатом является и отмечающееся за два месяца опытно-промышленной эксплуатации системы снижение средней выдержки – 5 %¹¹.

¹⁰<https://www.tadviser.ru/index.php/>

¹¹<https://www.rbc.ru/economics/08/09/2023/64f8a2219a794746be0720e9>

Четвертая промышленная революция и новые интеллектуальные технологии были вызваны постоянным изменением традиционных производственных процессов и рынка. Основное внимание уделяется использованию устройств связи громоздких аппаратов, таких как межмашинное взаимодействие и интернет вещей, для повышения уровня автоматизации, улучшенной связи и отслеживания, а также интеллектуальных машин, которые могут оценивать и диагностировать проблемы без участия человека. Удаленная диагностика, проверка и даже ремонт связанных продуктов позволяют установить более лояльные отношения с клиентами, повышают ценность и позволяют поставщикам поддерживать ожидаемую производительность и постоянство. Он создает заблаговременное уведомление, идентифицирует и получает данные из замкнутых циклов, которые могут направлять потенциальные изменения качества продукта.

Индустрия 4.0 представляет собой новую эру в промышленности, где автоматизация, интернет вещей, искусственный интеллект, облачные вычисления и другие современные технологии используются для улучшения производства, оптимизации процессов и создания новых бизнес-моделей. В данной статье нами была рассмотрена роботизация как один из ключевых аспектов Индустрии 4.0. Роботы используются для выполнения различных задач, начиная от монотонной сборки до сложных операций по обработке материалов. Они также способны работать вместе с людьми в рамках гибких производственных систем. Роботизация позволяет повысить производительность, улучшить качество продукции, сократить издержки и снизить риск возникновения ошибок. Благодаря возможности работать в тяжелых условиях и выполнять опасные задачи роботы также способствуют повышению безопасности на производстве. Кроме того, роботизация открывает новые возможности для создания инновационных бизнес-моделей и улучшения конкурентоспособности предприятий. Она также вносит значительный вклад в развитие экономики и создание новых рабочих мест, связанных с обслуживанием, программированием и разработкой робототехнических систем.

В настоящее время на заводах наблюдается всплеск числа автономных роботов, которые могут работать коллаборативно для повышения производительности. Точность роботов снижает количество ошибок по качеству, снижает затраты на утилизацию и переработку. Автоматизация приводит к наибольшей производительности при наименьших затратах. Соблюдение всех вышеуказанных условий позволит привлечь большее количество покупателей с непосредственным снижением объемов трафика и его стоимости. Внедрение в производство промышленного робота приведет к значимому увеличению количества производимых товаров [15].

Первая роботизированная процедура была реализована для литья под давлением. Здесь вещество используется в жидком состоянии и в этом процессе вводится под давлением в форму. Роботы используются исключительно для отделки объектов путем окрашивания их определенным веществом в косметических или защитных целях и являются важным аспектом многих методов производства [16]. Проблема, которую необходимо решить, одинакова как для окраски, так и для металлических изделий, поэтому широко используется в производстве автомобилей, электроники и мебели, включая промышленное оборудование для выполнения ряда операций, таких как автоматизация сварки, обработки материалов, упаковки, укладки на поддоны, дозирования, резки и т. д. Специалисты по производству и маркетингу разработали и внедрили инновационные индивидуальные решения для улучшения и расширения промышленных мобильных роботов в тесном сотрудничестве с различными отраслями. Многие люди считают, что взаимодействие между роботикой и промышленным интернетом вещей станет одним из самых преобразующих факторов в современном мире.

В настоящее время отмечается тенденция значительного роста готовности компаний к максимальному сохранению имеющегося у них штата сотрудников. Данный факт подтверждается компанией «Руссофт»: быстрая смена показателей в отношении компаний, гипоте-

тически готовых к сокращению численности своего персонала на 11,6 % при оптимистическом и 31,8 % при пессимистическом сценариях в апреле и фактические значения аналогичных показателей уже в мае на уровне 3,9 % и 15,2 % соответственно. Эти данные совпадают с прогнозами экспертов Всемирного экономического форума, в котором к 2022 году прогнозировали меньшее сокращение рабочих мест в результате внедрения робототехники¹².

Не только фабричные рабочие должны беспокоиться о том, что их заменят компьютеры или роботы. Представители многих профессий, несмотря на высокий уровень образования и квалификации, со временем будут заменены искусственным интеллектом и роботами. Обществу необходимо найти решения, которые не приведут к серьезным социальным волнениям или ущербу для бывших работников или трудоустроенных в другие отрасли.

Безработица, вызванная технологиями, была описана в 1930 году Мейнардом Кейнсом как экономическое восприятие, и автор также упомянул, что в будущем технологическая безработица заразит человечество. В последнее время данная идея подразумевает безработицу, вызванную роботами и возникающую в процессе роботизации, определяющуюся в качестве рабочих мест, занятых роботами.

Возможные решения.

1. Создание государством новых рабочих мест.

Работники среднего звена могут найти рабочие места, создаваемые и финансируемые государством для удовлетворения социальных и иных потребностей, таких как восстановление инфраструктуры и обновление городов, а также уход и обеспечение помощи пожилым и болеющим. Данный вид деятельности потребует значительного государственного финансирования, а также создания рабочих мест, имеющих социальный посыл, по сравнению с гарантированным годовым доходом для получателей, не делающих ничего полезного.

2. Распределение работы.

Другой набор стратегий направлен на распределение доступной работы между большим количеством работников, например, путем сокращения количества часов, которые отдельный сотрудник работает в день, неделю или год. Логика проста: при меньшем объеме работы существует потребность в распределении ее на большее количество работников, уменьшив количество отработанных часов на каждого сотрудника. Некоторые работодатели Кремниевой долины экспериментировали с сокращенной рабочей неделей и получили положительные результаты. Хотя эти идеи могут обеспечить значимую работу большему числу работников, их очевидная слабость заключается в том, что оплата труда на одного работника также может снизиться, если она не будет дополнена частными или государственными субсидиями.

3. Реформы образования и профессиональной подготовки.

4. Налоговая политика и финансовые стимулы. Можно использовать финансовые стимулы для создания рабочих мест. Например, налоговая льгота может предоставляться за каждое новое рабочее место. Стимулы налоговой политики также могут быть нацелены на работников, а не только на работодателей, например, путем расширения налоговой льготы по налогу на заработанный доход, чтобы обеспечить более высокие вознаграждения лицам, получающим государственную поддержку, чтобы они могли увеличить свой доход, устраиваясь на новую работу.

5. Стимулы для малого бизнеса.

Малый бизнес является важным генератором рабочих мест. Помимо увеличения количества рабочих мест, малый бизнес важен для решения проблемы технологической безработицы, так как уволенные работники с соответствующими навыками и идеями могут начать свой собственный малый бизнес. Таким образом, варианты политики, которые стимулируют

¹² <https://www.it-world.ru/it-news/reviews/153501.html>

или облегчают людям открытие собственного малого бизнеса, могут стать важным генератором новых рабочих мест. Потенциальная политика стимулирования создания новых малых предприятий включает субсидии, налоговые льготы, образовательные и обучающие программы для стартапов, а также льготы по государственным закупкам.

6. Поддержка новых парадигм трудоустройства.

«Экономика свободного заработка», в которой все большее число людей обеспечивает себя экономически за счет ряда предприятий с ограниченной продолжительностью и частичной оплатой рабочего времени и неполной занятости, сборов или «подработки». Вместо того, чтобы получать весь свой доход от одной работы с полной занятостью, участники «экономики свободного заработка» собирают доходы из различных источников, которые могут включать в себя неполный рабочий день или случайную подработку на традиционной работе.

7. Двустороннее влияние технологических инноваций.

Применение технологических инноваций (в частности, компьютеров, роботов и искусственного интеллекта) продолжает создавать новые рабочие места. Например, персонализированная медицина значительно увеличивает спрос на генетических консультантов, дроны создают тысячи новых рабочих мест для операторов, 3D-принтеры создают совершенно новые рынки для файлов САПР, а искусственный интеллект создает высокий спрос на программистов и инженеров-программистов. Хотя некоторые полагают, что угроза технологической безработицы может оправдать замедление технологических инноваций, такой подход не только лишит общество преимуществ новых технологий, но также, вероятно, принесет больше вреда, чем пользы, в отношении возможностей трудоустройства [17].

Некоторые положительные социальные, экономические и экологические эффекты от масштабирования умных производственных систем:

1. Повышение качества выпускаемой продукции, увеличение экономической эффективности производства за счет минимизации затрат.
2. Увеличение конкурентоспособности продукции и возможности ее экспортирования.
3. Сокращение отходов, потребления энергии и перепроизводства.
4. Облегчение и упрощение системы безопасности за счет самоорганизующихся систем в изменяющейся среде, минимизирующих человеческое воздействие и сокращающих простои [17].
5. Улучшение качества жизни людей посредством формирования новых ценностей, решения жилищных и бытовых вопросов, улучшения условий труда.
6. Минимизация производственного травматизма и рисков для здоровья и жизни персонала в результате оптимизации условий производства, создание условий для самореализации, развития человеческого потенциала, освоения новых знаний и компетенций [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спектр решений по автоматизации производства широк и разнообразен. Системы трехмерного зрения могут помочь в управлении роботами, а дополнительные пакеты программного обеспечения – в сложных вычислениях, таких как отслеживание работы конвейера. Используя компоненты и функции, предлагаемые производителями средств автоматизации, возможно значительно уменьшить проблемы, возникающие при внедрении комплексного роботизированного решения.

Последствия внедрения умных фабрик могут быть самыми разнообразными, хотя данные технологии внедряются только с целью улучшения производственных операций. Итак, массовое внедрение «фабрик будущего» может способствовать увеличению производительности и эффективности, минимизации издержек и сокращению потерь, переобучению персонала и появлению новых вакансий, изменению рабочих процессов, улучшению условий труда и т.д.

В целом внедрение умных фабрик может значительно изменить процессы производства и труда, приводя к увеличению эффективности, но требует серьезной подготовки и адаптации как с точки зрения технологий, так и человеческого потенциала.

Роботы становятся все более распространенными в большинстве областей повседневной жизни в результате развития искусственного интеллекта, машинного обучения, интернета вещей и больших данных. В начале пандемии использование робототехники предприятиями и потребителями увеличилось, и это продолжало ускорять разработку роботов. Роботизированная революция продолжит набирать обороты в 2023 году и будет расти далее благодаря доверию общества к технологиям и расширению территорий их доступности. За пределами обычных промышленных и складских отраслей эти внешние факторы подтолкнули к потребности в автоматизированных роботизированных системах и оборудовании, которая в ближайшие десять лет будет продолжать расти.

Безработица, с которой столкнется трудоспособное население при массовой роботизации и автоматизации, неизбежна, и уже следует принимать меры по урегулированию, такие как создание новых рабочих мест государством, распределение работы, налоговая и финансовая реформа, реформа образования и профессиональной подготовки помогут снизить социальную напряженность в сфере трудовых отношений в период технологической безработицы.

REFERENCES

1. Golnabi H., Asadpour A. Design and Application of Industrial Machine Vision Systems. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 2007. Pp. 630–637.
2. Pérez L., Rodríguez Í., Rodríguez N., Usamentiaga R., García D. F. Robot guidance using machine vision techniques in industrial environments: a comparative review. *Sensors*. 2016. P. 335.
3. Садовский Г. Л. Анализ современных тенденций цифровой трансформации промышленности // Молодой ученый. 2017. № 14. С. 427–430.
Sadovsky G.L. Analysis of modern trends in digital transformation of industry. *Molodoy uchenyy* [Young scientist]. 2017. No. 14. Pp. 427–430. (In Russian)
4. Filos E., Helmuth C., Riemenschneider R. Smart factories with next generation of production systems. *European commission*. URL: http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/conference2011/fof-1-5-rolf-riemenschneiderchristoph-helmuth-11072011_en.pdf
5. Боровков А. И., Осмаков В. С. Центр компьютерного инжиниринга СПбГУ. Национальная технологическая инициатива // Дорожная карта Технет. URL: <http://fea.ru/compound/national-technology-initiative> (дата обращения: 01.10.2023).
Borovkov A.I., Osmakov V.S. Center for Computer Engineering of St. Petersburg State University. National Technology Initiative. *Dorozhnaya karta Tekhnet* [Road map of Technet]. URL: <http://fea.ru/compound/national-technology-initiative> (access date: 10/01/2023). (In Russian)
6. Загазежева О. З., Шалова С. Х. Особенности эволюции социально-экономических систем в период перехода общества в состояние гетерофазного интеллекта // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 2(106). С. 92–106. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-2-106-92-106
Zagazheva O.Z., Shalova S.Kh. Features of the evolution of socio-economic systems during the period of society's transition to a state of heterophasic intelligence. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 2(106). Pp. 92–106. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-2-106-92-106. (In Russian)
7. Chauhan C., Singh A., Luthra S. Barriers to industry 4.0 adoption its and performance implications: An empirical investigation of emerging economy. *J. Cleaner Prod.* 2021. Article 124809.

8. Esmailian B., Behdad S., Wang B. The evolution and future of manufacturing: a review. *J. Manuf. Syst.* 2016. Pp. 79–100.

9. De Looze M.P., Bosch T., Krause F. et al. Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load. *Ergonomics.* 2016. Pp. 671–681.

10. Haleem A., Javaid M., Khan I.H. Current status and applications of artificial intelligence (AI) in medical field: an overview. *Current Medicine Research and Practice.* 2019. Pp. 231–237.

11. Negri E., Ardakani H.D., Cattaneo L. et al. A digital twin-based scheduling framework including equipment health index and genetic algorithms. *IFAC-PapersOnLine.* 2019. Pp. 43–48.

12. Cherubini A., Passama R., Crosnier A. et al. Collaborative Manufacturing with Physical Human–Robot Interaction. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing.* 2016. Pp. 1–13.

13. Загазежева О. З., Бжихатлов К. Ч. Разработка модели взаимодействия в социо-эколого-экономической системе сельских территорий в условиях внедрения новых технологий // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6(110). С. 194–202. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-194-202. EDN: ARBCPL

Zagazheva O.Z., Bzhikhatlov K.Ch. Development of a model of interaction in the socio-ecological-economic system of rural territories in the context of the introduction of new technologies. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2022. No. 6(110). Pp. 194–202. DOI 10.35330/1991-6639-2022-6-110-194-202. EDN: ARBCPL. (In Russian)

14. Симченко Н. А., Тимиргалеева Р. Р., Цехла С. Ю. и др. Устойчивое развитие промышленности в условиях цифровой поляризации. Севастополь: Филиал МГУ в г. Севастополе, 2022. 242 с. ISBN 978-5-907330-91-7. DOI 10.35103/SMSU.2022.12.45.001. EDN: HJDRTF.

Simchenko N.A., Timirgaleeva R.R., Tsekhla S.Yu. et al. *Ustoychivoye razvitiye promyshlennosti v usloviyakh tsifrovoy polyarizatsii* [Sustainable development of industry in the conditions of digital polarization]. Sevastopol': Filial MGU v g. Sevastopole, 2022. 242 p. ISBN 978-5-907330-91-7. DOI 10.35103/SMSU.2022.12.45.001. EDN: HJDRTF. (In Russian)

15. Белоновская, А. М. Риски безработицы в условиях цифровизации экономики и роботизации промышленности // XXII Чаяновские чтения. Творческая экономика для устойчивого развития: сборник статей. 24–25 марта 2022 года. Москва: РГГУ, 2022. С. 67–73. EDN: FYOHGF.

Belonovskaya A.M. *Riski bezrabotitsy v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki i robotizatsii promyshlennosti* [Risks of unemployment in the conditions of digitalization of the economy and robotization of industry]. XXII Chayanovskiye chteniya. Tvorcheskaya ekonomika dlya ustoychivogo razvitiya: Sbornik statey. March 24–25, 2022. Moscow: RSUH, 2022. Pp. 67–73. EDN: FYOHGF. (In Russian)

16. Stevens Y.A., Marchant G.E. Policy Solutions to Technological Unemployment. Eds. LaGrandeur K., Hughes J. *Surviving the Machine Age.* 2017. Palgrave Macmillan, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-51165-8_8/

17. Илькевич С. В. Стратегия цифровой трансформации промышленных предприятий: Эффекты внедрения технологий умного производства. *Стратегические решения и риск-менеджмент.* 2022. № 13(3). С. 210–225. <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2022-3-210-225>

Ilkevich S.V. Strategy for digital transformation of industrial enterprises: Effects of introducing smart manufacturing technologies. *Strategicheskiye resheniya i risk-menedzhment* [Strategic decisions and risk management]. 2022. No. 13(3). Pp. 210–225. DOI: <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2022-3-210-225>. (In Russian)

18. Загазежева О. З., Шалова С. Х. Разработка моделей управления социально-экономическими системами на сельских территориях в условиях внедрения новых техно-

логий // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 3(113). С. 40–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-3-113-40-54. EDN: EDSVYB

Zagazezheva O.Z., Shalova S.Kh. Development of models for managing socio-economic systems in rural areas in the context of the introduction of new technologies. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 3(113). Pp. 40–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-3-113-40-54. EDN: EDSVYB. (In Russian)

Информация об авторах

Загазежева Оксана Зауровна, канд. экон. наук, зав. Инжиниринговым центром, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

oksmil.82@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0903-4234>

Шалова Сатаней Хаутиевна, науч. сотр. Инжинирингового центра, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

satanei@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2345-1309>

Information about the authors

Zagazezheva Oksana Zaurovna, Candidate of Economic Sciences, Head of the Engineering Center, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

oksmil.82@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0903-4234>

Shalova Satanei Khautievna, Researcher of the Engineering Center, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

satanei@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2345-1309>