



Ars Administrandi (Искусство управления). 2025. Т. 17, № 2. С. 267–294.

Ars Administrandi. 2025. Vol. 17, no. 2, pp. 267–294.



Эта работа © 2025 Пьянковой С. Г., Ергуновой О. Т. распространяется под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

This work © 2025 by Pyankova, S. G. and Ergunova, O. T. is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Научная статья

УДК 331.3.5:004.9(470)

<https://doi.org/10.17072/2218-9173-2025-2-267-294>

ТРАНСФОРМАЦИЯ БАЗОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Светлана Григорьевна Пьянкова¹✉, Ольга Титовна Ергунова²

¹ Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия, silen_06@list.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-7072-9871>

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, ergunova-olga@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1714-7784>

Аннотация. Введение: процессы цифровизации повсеместно трансформируют отрасли экономики и формируют спрос на новый профиль компетенций человеческих ресурсов, что актуализирует определение перспектив пространственной цифровизации национальной экономики Российской Федерации в условиях новой индустриализации. **Цель:** оценка трендов смещения базовых компетенций и профессиональных навыков трудовых ресурсов в условиях цифровизации экономики. **Методы:** применен системно-структурный анализ и метод математического моделирования для выявления ключевых тенденций на рынке труда, связанных с переходом к цифровой экономике, проведено прогнозирование ключевых тенденций российского рынка труда до 2030 года в условиях цифровизации отраслей экономики с помощью регрессионно-корреляционного анализа. **Результаты:** развитие цифровых компетенций тесно связано с ключевыми показателями рынка труда и экономическими условиями. Проведенный анализ индикаторов достойного труда в России за 2000–2022 годы выявил, что линейные модели имеют низкую точность прогнозирования (отрицательные значения R^2 и высокие MSE), что свидетельствует о необходимости использования более сложных методов, полиномиальная ре-

грессия (степень 3) также не смогла обеспечить точность для большинства индикаторов. В результате были предложены альтернативные подходы для прогнозирования, такие как модели временных рядов (например, ARIMA) и методы машинного обучения (нейронные сети, градиентный бустинг), которые лучше учитывают нелинейные зависимости и сложные паттерны. Разработаны рекомендации по оптимизации процесса трансформации базовых компетенций человеческих ресурсов как составляющей национальной экономики в целях решения общенациональных приоритетов в условиях усиления турбулентности макросреды. **Выводы:** на основе рассчитанных прогнозов выделены ключевые аспекты, влияющие на развитие цифровых компетенций в России к 2030 году, а также определены перспективы внедрения цифровых технологий в области социально-трудовых отношений в рамках новой индустриализации.

Ключевые слова: цифровая грамотность, рынок труда, устойчивое развитие, промышленная революция 4.0, цифровая трансформация, менеджмент, цифровые компетенции

Для цитирования: Пьянкова С. Г., Ергунова О. Т. Трансформация базовых компетенций человеческих ресурсов в эпоху цифровизации // *Ars Administrandi* (Искусство управления). 2025. Т. 17, № 2. С. 267–294. <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2025-2-267-294>.

Original article

HUMAN RESOURCES BASIC COMPETENCES TRANSFORMATION IN THE AGE OF DIGITIZATION

Svetlana G. Pyankova¹✉, Olga T. Ergunova²

¹ Ural State Economic University, Yekaterinburg, Russia, silen_06@list.ru✉,
<https://orcid.org/0000-0002-7072-9871>

² Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia, ergunova-olga@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-1714-7784>

Abstract. Introduction: digitalization processes are transforming economic sectors everywhere and creating demand for a new profile of human resources competencies, which raises the importance of defining the prospects for spatial digitalization of the Russian Federation national economy in the context of new industrialization. **Objectives:** to assess trends in the shift in basic competencies and professional skills of labor resources in the context of economic digitalization. **Methods:** system-structural analysis and the method of mathematical modeling were applied to identify key trends in the labor market associated with the transition to a digital economy, a forecast of key trends in the Russian labor market until 2030 was carried out in the context of economic sectors digitalization using regression and correlation analysis. **Results:** digital competencies development is closely related to key indicators of the labor market and economic conditions. The analysis of decent work indicators in the Russian Federation for 2000–2022 revealed that linear models have low forecasting accuracy (negative R^2 values and high MSE), which indicates the need to use more complex methods; polynomial regression (degree 3) also failed to provide accuracy for most indicators. As a result, alternative forecasting approaches were proposed, such as time series models (e.g., ARIMA) and machine learning methods (neural networks, gradient boosting), which better consider nonlinear dependencies and complex patterns. Recommendations were developed to optimize the process of transforming basic human resources competencies as a national economy component to address national priorities in the face of increasing turbulence in the macroenvironment. **Conclusions:** based on the calculated forecasts, key aspects influencing digital competencies development in Russia by 2030 were identified,

and the prospects for introduction of digital technologies in social and labor relations within the framework of new industrialization were determined.

Keywords: digital literacy, labor market, sustainable development, industrial revolution 4.0, digital transformation, management, digital competencies

For citation: Pyankova, S. G. and Ergunova, O. T. (2025), "Human resources basic competences transformation in the age of digitization", *Ars Administrandi*, vol. 17, no. 2, pp. 267–294, <https://doi.org/10.17072/2218-9173-2025-2-267-294>.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования обусловлена быстрым развитием цифровых технологий, трансформирующим рынок труда и ведущим к пересмотру базовых компетенций человеческих ресурсов. Процессы цифровизации, автоматизации и внедрения искусственного интеллекта выдвигают новые требования к навыкам работников, которые должны не только быть технически грамотными, но и уметь адаптироваться к быстро меняющимся условиям. Согласно отчету McKinsey Global Institute, к 2030 году автоматизация может привести к вытеснению от 400 до 800 млн работников по всему миру, что составляет до 14 % глобальной рабочей силы¹. Это может привести к снижению спроса на традиционные навыки и увеличению потребности в новых, цифровых компетенциях. Кроме того, глобальные экономические тенденции подчеркивают необходимость изучения и разработки методов адаптации профессиональных навыков к условиям цифровой экономики. Это исследование направлено на анализ тенденций в трансформации компетенций трудовых ресурсов, что позволит разработать рекомендации для повышения конкурентоспособности специалистов на фоне глобальных технологических изменений. Учитывая усиление турбулентности макросреды, особое внимание уделяется устойчивому развитию компетенций, которые помогут специалистам успешно интегрироваться в цифровую экономику и поддерживать долгосрочную востребованность на рынке труда. Таким образом, исследование призвано заполнить существующий разрыв между теоретическими исследованиями и практическими требованиями цифрового рынка труда, предоставляя ценные данные для стратегического планирования и подготовки кадров, способных адаптироваться к новым условиям цифровой трансформации.

В последние годы исследования и прогнозы о влиянии цифровой трансформации на рынок труда показывают, что цифровизация требует расширения списка компетенций, необходимых для профессионального становления в цифровом обществе (Frey et al., 2017, p. 267), а также усиления спроса на специалистов, обладающих цифровыми навыками и компетенциями (Ергу-

¹ Manyika J., Lund S., Chui M. et al. Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation [Online] // McKinsey&Company official website. 2024. 16 Jul. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages> (Accessed Aug. 20, 2024).

нова и др., 2021, с. 504). Влияние цифровой трансформации, автоматизации и искусственного интеллекта (ИИ) на рынок труда продолжает набирать обороты. Согласно отчетам ведущих аналитических и консалтинговых компаний, ожидается значительное замещение труда в ближайшие годы. По данным McKinsey в ближайшее десятилетие ИИ заменит примерно треть существующих сегодня профессий², тогда как в США и Японии замещение профессий составит 40 % и 50 % соответственно³. Повсеместная цифровизация отраслей экономики подчеркивает необходимость дополнительных исследований о том, как технологии могут улучшить развитие навыков, а также подчеркивает важность преодоления разрыва между практическим применением и академическими исследованиями в области цифровой трансформации.

Обращаясь к названию настоящей статьи, дадим авторское понимание базовых компетенций. В контексте человеческих ресурсов их обычно относят к тем навыкам и качествам, которые необходимы людям для успешного выполнения своих ролей. Эти компетенции включают технические навыки, способности решать проблемы, навыки межличностного общения и адаптивность, которые составляют основу эффективной работы в различных областях.

Позиция о том, что цифровизация значительно трансформирует базовые компетенции человеческих ресурсов, обоснована следующими положениями. С развитием цифровых технологий в рабочих процессах базовые навыки цифровой грамотности становятся необходимыми. Сотрудники должны обладать техническими навыками для эффективного использования цифровых платформ, что включает в себя сочетание технических, информационных и коммуникативных умений. С ростом автоматизации и распространением аналитики данных важность компетенций в области адаптации к ИИ, анализа больших данных и предиктивной аналитики существенно возрастает. Критическое мышление и навыки интерпретации данных становятся первостепенными. Этот сдвиг меняет характер базовых компетенций от традиционных мануальных навыков к сложным цифровым и когнитивным умениям. Цифровизация требует от работников гибкости и готовности к постоянному обучению, чтобы идти в ногу с технологическими достижениями и меняющимися потребностями рынка в контексте цифровой экономики, что означает переход от статичных к динамичным компетенциям. Трансформация выходит за рамки чисто технических навыков, включая такие компетенции, как критическое мышление, инновации и цифровая этика. Четкое определение методологии и аргументация роли цифровизации подчеркивают важность развития компетенций в области управления человеческими ресурсами, соответствующих требованиям цифровой экономики.

² *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier* [Online] // McKinsey&Company official website. 2023. 14 Jun. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#introduction> (Accessed Aug. 20, 2024).

³ *Be a better decider – Strategy+Business* – PwC [Online] // PwC official website. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/strategy-business.html> (Accessed Aug. 20, 2024).

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования – выявить, как цифровизация влияет на трансформацию базовых компетенций человеческих ресурсов. Важность данной темы связана с необходимостью адаптации сотрудников к изменениям в цифровой экономике и требованиями рынка труда.

Чтобы прояснить перспективы смещения базовых компетенций в условиях формирующейся цифровой экономики, необходимо решить комплекс задач:

1. Установить содержание концепта цифровых компетенций и цифровой грамотности.
2. Определить ключевые тенденции на рынке труда, связанные с переходом к цифровой экономике к 2030 году.
3. Выявить тренды изменения компетенций, связанные с фактором цифровизации отраслей экономики.

Для изучения трансформации компетенций под влиянием цифровизации выбраны следующие ключевые показатели: уровень цифровой грамотности работников, доля сотрудников, обладающих навыками работы с большими данными и предиктивной аналитикой, показатели занятости в высокотехнологичных отраслях, уровень использования автоматизированных и цифровых инструментов в рабочих процессах. Эти показатели отражают степень готовности и адаптации работников к цифровой среде и позволяют оценить влияние цифровизации на компетенции.

В исследовании применен системно-структурный анализ и метод математического моделирования для выявления ключевых тенденций на рынке труда, связанных с переходом к цифровой экономике. Динамика отдельных характеристик установлена с помощью регрессионно-корреляционного анализа. Анализ точности прогнозной модели показывает следующие результаты для различных индикаторов:

- MSE (среднеквадратическая ошибка): чем меньше значение MSE, тем точнее модель. Высокие значения указывают на значительные отклонения предсказанных значений от фактических данных.
- R2 (коэффициент детерминации): значение R2 показывает, какая доля вариации зависимой переменной объясняется моделью. Значения ближе к 1 указывают на высокую точность модели, отрицательные значения – на плохую подгонку модели.

Для прогнозирования применялась модель экспоненциального сглаживания Хольта-Винтерса, которая учитывает как тренды, так и сезонность в данных по показателям рынка труда. Этот подход увеличивает надежность прогноза, хотя результаты показывают, что иные модели могли бы повысить точность.

Для улучшения точности прогнозирования показателей рынка труда была использована полиномиальная регрессия, которая дала более точные результаты по сравнению с линейной моделью, но все же показывает ограничения. Из-за ограничений линейных и полиномиальных моделей исследование предлагает рассмотреть использование моделей ARIMA, нейронных сетей

или градиентного бустинга для временных рядов, чтобы лучше учитывать нелинейные зависимости и сложные паттерны в данных.

В рамках дальнейшего развития предполагается углубленное изучение влияния автоматизации и ИИ на требования к компетенциям сотрудников, разработка образовательных программ и курсов, направленных на повышение уровня цифровой грамотности и адаптации к новым технологиям, а также исследование возможных стратегий адаптации организаций к изменениям в компетенциях сотрудников, вызванным цифровой трансформацией. Эти направления помогут создать более структурированный подход к развитию цифровых компетенций в организациях и сформировать рекомендации для подготовки специалистов в условиях цифровой экономики. Таким образом, конкретизация предметной области, цели, методики и показателей поможет более точно сформировать направления развития и добиться четких, воспроизводимых результатов исследования.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В целях проведения исследования влияния индустриального развития на расширение и трансформацию компетенций человеческого капитала рассмотрим периодизацию становления теории человеческого капитала в соответствии с подходом, предложенным В. А. Аникиным (Аникин, 2017, с. 131) (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Этапы становления теории человеческого капитала /
Stages of the human capital theory development

Этап	Характеристика	Описание
Доиндустриальный этап (до конца XVIII в.)	Доминирует аграрный уклад, традиционный характер отношений в обществе. Широкого спроса на образование нет. Обучение во многом осуществляется на рабочих местах	Формирование предпосылок для возникновения теории человеческого капитала. В работах У. Петти и А. Смита были заложены основы понимания роли человеческого фактора в экономическом развитии
Этап массового обучения (XIX в. – середина XX в.)	Развитие промышленности и массовое обучение. Возникает спрос на квалифицированных работников. Образование становится более доступным	Развитие теории человеческого капитала в рамках классической экономической теории. В этот период были сформулированы основные положения теории, связанные с ролью образования, здоровья и квалификации работников в экономическом развитии
Позднеиндустриальный этап (середина XX в. – 1970-е гг.)	Рост значения человеческого капитала в экономике. Образование становится ключевым фактором экономического развития	

Этап	Характеристика	Описание
Первый постиндустриальный этап (1970-е – 1990-е гг.)	Развитие информационных технологий и глобализация экономики. Человеческий капитал становится основным фактором производства	Формирование неоклассической теории человеческого капитала, которая рассматривает его как один из факторов производства наряду с землей и капиталом. В этот период были проведены многочисленные исследования, подтверждающие роль человеческого капитала в экономическом развитии
Второй постиндустриальный этап (с 1990-х гг. по настоящее время)	Развитие цифровой экономики и общества знаний. Человеческий капитал играет ключевую роль в инновационном развитии	Дальнейшее развитие теории человеческого капитала с учетом новых тенденций в экономике, таких как глобализация, информатизация и цифровизация

Источник: составлено авторами по данным (Bazarkina and Pashentsev, 2020; Jarrahi, 2018).

Исходя из данных в табл. 1., можно сделать вывод, что теория человеческого капитала эволюционировала от формирования предпосылок в доиндустриальный период до ключевой роли в цифровой экономике и обществе знаний. На каждом этапе развития экономики усиливалось значение образования и квалификации работников как основных факторов экономического роста.

Опираясь на историю становления концепции человеческого капитала, необходимо рассмотреть трансформацию компетенций трудовых ресурсов в контексте цифровизации. Цифровые технологии в последние десятилетия значительно изменили производственные процессы и экономические отношения. Этот процесс носит глобальный характер и затрагивает трудовые ресурсы практически всех отраслей экономики. В таблице 2 представлены основные формы такой трансформации.

Таблица 2 / Table 2

**Формы трансформации производственных процессов и экономических отношений
под влиянием цифровых технологий / Forms of production processes and economic relations
transformation under the influence of digital technologies**

Технологии	Описание	Формы
Автоматизация и роботизация	Внедрение автоматизированных систем и роботов позволяет значительно повысить производительность труда, сократить издержки и минимизировать человеческий фактор в процессе производства	Промышленные роботы: использование роботов на производственных линиях для выполнения задач, требующих высокой точности и повторяемости
		Автоматизированные системы управления: применение программного обеспечения для контроля и управления производственными процессами
		Интернет вещей (IoT): сетевые устройства, которые взаимодействуют друг с другом и с системами управления, собирая и анализируя данные в реальном времени
Цифровизация бизнес-процессов	Перевод всех бизнес-процессов в цифровую форму, что позволяет повысить их эффективность, прозрачность и управляемость	Электронный документооборот: переход от бумажных документов к электронным, что ускоряет процессы обмена информацией и снижает издержки
		Цифровая логистика: автоматизация логистических процессов, включая отслеживание грузов, управление складскими запасами и оптимизацию маршрутов
		Электронная коммерция: онлайн-продажи и маркетинг, использование цифровых платформ для взаимодействия с клиентами и партнерами
Большие данные и аналитика	Использование технологий больших данных для анализа огромных объемов информации и принятия на их основе управленческих решений	Сбор и анализ данных: применение систем для сбора данных с различных источников и их последующий анализ для выявления закономерностей и трендов
		Предиктивная аналитика: прогнозирование будущих событий на основе исторических данных
		Персонализация: использование аналитики для создания персонализированных предложений и услуг для клиентов

Технологии	Описание	Формы
Искусственный интеллект и машинное обучение	Внедрение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения для автоматизации сложных задач	Чат-боты и виртуальные ассистенты
		Автоматизированный анализ данных и принятие решений без участия человека
		Предиктивное обслуживание: использование ИИ для прогнозирования и предотвращения поломок оборудования
Блокчейн и распределенные реестры	Применение технологий блокчейн для обеспечения безопасности и прозрачности транзакций и операций	Криптовалюты: использование цифровых валют для проведения транзакций
		Умные контракты: автоматизированные контракты, которые исполняются при выполнении заданных условий
		Трекинг и верификация: применение блокчейн для отслеживания происхождения товаров и предотвращения подделок
Виртуальная и дополненная реальность	Применение технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности для улучшения процессов обучения, проектирования и обслуживания	Обучение и тренинг: использование VR и AR для создания реалистичных симуляций и обучения сотрудников
		Проектирование и моделирование: применение AR для визуализации проектов и проведения виртуальных тестов
		Техническое обслуживание: использование AR для предоставления инструкций и помощи при ремонте и обслуживании оборудования

Источник: составлено авторами по данным (Hermann et al., 2016).

Цифровые технологии значительно трансформируют экономические отношения, тем самым повышая эффективность, снижая издержки и создавая новые возможности для бизнеса. В условиях новой индустриализации фокус управления человеческими ресурсами смещается на интеграцию и влияние различных цифровых технологий на бизнес-процессы в отраслях экономики.

Анализ работ зарубежных и отечественных ученых, посвященных проблеме формирования спроса на новый профиль компетенций человеческих ресурсов (Пьянкова и др., 2021; Efimova et al., 2020; Li et al., 2023; Симарова и др., 2022; Eden et al., 2019; Глотова, 2022,; Соколов, 2021; Monteiro et al., 2023; Saba and Ngerah, 2024), показал, что авторы наибольшее внимание уделяют

концептам «цифровая грамотность» и «цифровая компетентность», которые и будут основой настоящего исследования.

Термин «цифровая грамотность» был впервые введен П. Гилстером в конце 1990-х годов как «способность понимать и использовать информацию в различных форматах из широкого спектра цифровых источников» (Gilster, 1997, p. 255). Это определение признается и развивается в исследованиях таких ученых, как (Christiani and Widuri, 2024; Decker et al., 2017; Гусев, 2019; Nissan and Simon, 2021; Симарова и др., 2022; Fareri et al., 2023; Palacios-Nunez et al., 2022).

М. Ореро-Блат, Х. де Хуан Джордан, Д. Паласиос-Маркез (Orero-Blat et al., 2022, p. 185), Ю. Ли и его соавторы (Li et al., 2023, p. 11) полагают, что цифровая компетентность – это способность использовать цифровые технологии для обучения, работы и коммуникации, а также критически осмысливать информацию и принимать обоснованные решения на основе полученных данных. Исследователи К. Хе, М. Мэдовс, Д. Ангвин, Е. Гомес, Дж. Чайлд (He et al., 2020, p. 592) оценивают понятие «цифровая грамотность» подобно таким терминам, как «медиаграмотность» и «компьютерная грамотность», и связывают его с функциональным использованием технологий и адаптацией навыков. По мнению отечественных ученых (Гладилина и др., 2019, с. 63), цифровые компетенции включают знания, ответственность, умения и мотивацию для работы в цифровом пространстве. Авторы также отмечают, что разрыв между поколениями в уровне владения информационными технологиями является значительным. На ценности поколений X, Y, Z как одно из основных препятствий на пути цифровизации российской экономики, в частности в сфере промышленности, указывают (Кривоносова и Билык, 2021, с. 258).

Согласно А. Брольпито (Брольпито, 2018, с. 30) цифровая компетентность охватывает широкий спектр навыков и знаний и представляется в виде пяти базовых компонентов (рис. 1).

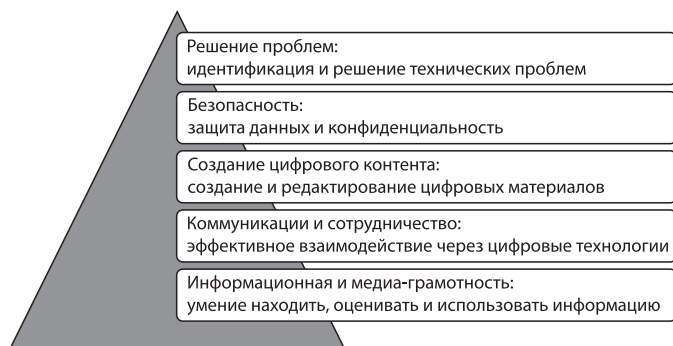


Рис. 1. Европейская рамка цифровых компетенций для граждан DigComp /
Fig. 1. The Digital Competence Framework for Citizens (DigComp)

Источник: составлен авторами по данным (Брольпито, 2018, с. 30).

Цифровая грамотность позволяет человеку эффективно использовать цифровые технологии для личного и профессионального роста, обеспечивая его конкурентоспособность в современном мире (Uzule and Verina, 2023, p. 127).

В публикации (Ferreira et al., 2020, p. 561) указывается на многомерность понятия цифровой грамотности, включающей в себя навыки и знания, представленные в табл. 3.

Таблица 3 / Table 3

Основные компоненты цифровой грамотности / Key components of digital literacy

Компонент	Описание	Формы
Технические навыки	Способность использовать цифровые устройства, программное обеспечение	Работа с компьютерами и мобильными устройствами
		Навыки работы с текстовыми редакторами, электронными таблицами, презентациями и другими приложениями
		Навигация в интернете: умение использовать браузеры, поисковые системы и различные онлайн-сервисы
Информационная грамотность	Способность находить, оценивать и использовать информацию из цифровых источников	Поиск информации: навыки эффективного поиска информации в интернете, использование правильных ключевых слов и фильтров
		Оценка информации: умение критически оценивать достоверность, актуальность и источник информации
		Использование информации: способность использовать найденную информацию для решения задач, принятия решений и создания новых знаний
Коммуникативные навыки	Способность эффективно общаться и взаимодействовать с другими людьми в цифровой среде	Электронная почта: умение использовать электронную почту для деловой и личной переписки
		Социальные сети: навыки взаимодействия в социальных сетях, понимание их особенностей и рисков
		Виртуальные встречи и конференции: умение организовывать и участвовать в онлайн-встречах и конференциях

Компонент	Описание	Формы
Цифровая безопасность	Способность защищать свои данные и устройства от цифровых угроз	Пароли и аутентификация: навыки создания и управления безопасными паролями, использование двухфакторной аутентификации
		Защита данных: умение защищать личные данные и конфиденциальную информацию
		Антивирусные программы и брандмауэры: знания об использовании программ для защиты устройств от вирусов и других угроз
Этика и права	Понимание прав и обязанностей в цифровой среде, соблюдение этических норм и законов	Авторские права и лицензии: знания о защите интеллектуальной собственности, умение правильно использовать контент
		Этикет в сети: правила поведения в цифровом пространстве, уважение к другим пользователям
		Цифровая идентичность: понимание важности создания и поддержания положительного цифрового следа
Критическое мышление	Способность использовать цифровые инструменты для решения задач и принятия обоснованных решений	Анализ данных: навыки использования программ для анализа данных и принятия решений на основе полученных результатов
		Критическое мышление: умение критически оценивать информацию и аргументы, формировать собственное мнение
		Инновации: способность использовать цифровые технологии для создания новых идей и решений

Источник: составлено авторами по данным (Ferreira et al., p. 561).

Авторы обнаружили значительный пробел в исследованиях, связанных с пересечением цифровых компетенций и цифровой грамотности при изучении цифровой трансформации. Большинство трудов сосредоточено на управлении человеческими ресурсами и развитии отраслей экономики и меньше внимания уделяют технологическим навыкам и обучению персонала (Verina and Titko, 2019, p. 721). Авторы настоящей статьи подчеркивают необходимость дополнительных исследований того, как технологии могут улучшить развитие цифровых компетенций.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Развитие цифровых компетенций тесно связано с ключевыми показателями рынка труда и экономическими условиями. В таблице 4 представлены данные индикаторов достойного труда в Российской Федерации за 2000–2022 годы.

Анализ динамики индикаторов достойного труда в Российской Федерации за 2000–2022 годы показывает противоречивую картину, сочетающую отдельные позитивные изменения с тревожными тенденциями. На протяжении изучаемого периода уровень занятости демонстрировал стабильный рост до 2014 года, достигнув пика около 65 %, после чего началось умеренное снижение. Уровень безработицы при этом последовательно сокращался, особенно в посткризисный период 2009–2019 годов, что может свидетельствовать о восстановлении экономики и усилении формальной занятости. Однако в 2020 году на фоне пандемии COVID-19 наблюдается кратковременный рост безработицы, после чего снова фиксируется ее снижение. Уровень молодежи, не занятых в образовании и не приобретающих профессиональные навыки, также снижался, что может быть результатом образовательных реформ и реализации программ поддержки молодежной занятости. В то же время доля занятых в неформальном секторе остается высокой и даже выросла с начала 2000-х годов, что указывает на сохраняющиеся структурные проблемы в формализации труда и ограниченность доступа к социальной защите для части работников. Снижение доли работающих бедных с 23,9 % до 4,6 % выглядит позитивно, однако требует интерпретации в контексте качества занятости и потребительских цен.

В показателях, характеризующих условия труда, заметно сокращение доли работников с чрезмерной продолжительностью рабочего времени, а также снижение доли детей, занятых в опасных условиях, что говорит о развитии трудового законодательства и контроле его соблюдения. Вместе с тем темпы роста производительности труда нестабильны и демонстрируют просадки в периоды экономических кризисов. Динамика коэффициента неравенства в доходах (P90/P10) показывает умеренное сокращение в последние годы, но по-прежнему остается на высоком уровне, свидетельствуя о сохраняющемся социальном расслоении. Темпы инфляции, особенно в начале 2000-х годов, были высокими, оказывая давление на реальную заработную плату, хотя в дальнейшем наблюдается постепенная стабилизация цен. Структура занятости показывает устойчивый тренд на сокращение доли работников в сельском хозяйстве и промышленности при одновременном росте занятости в сфере услуг, что соответствует мировым трендам на развитие сервисной экономики. Несмотря на это, доля заработной платы в ВВП за последние годы сокращается. Это может указывать на снижение роли трудовых доходов в формировании общего дохода населения и усилении капиталоемкости экономики. Уровень завершенного школьного образования среди лиц трудоспособного возраста остается стабильно высоким, превышая 94 %, что подтверждает наличие образовательного потенциала для построения более устойчивого и инклюзивного рынка труда. Однако полноценная реализация этого потенциала требует решения системных проблем, включая расширение формальной занятости, повышение качества рабочих мест и адресную поддержку уязвимых категорий занятых.

Таблица 4 / Table 4

Показатели индикаторов достойного труда в Российской Федерации за 2000–2022 годы (%) /
Indicators of decent work in the Russian Federation, 2000–2022 (%)

Показатели	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Доля занятых лиц в численности населения, %	54,2	60,2	59,4	60,3	61,3	61,7	63,1	63,2	62,0	62,7	63,9	64,9	64,8	65,3	65,3	65,7	59,5	59,8	59,4	58,4	59,4	59,8
Уровень безработицы, %	8,9	7,9	8,2	7,8	7,1	7,1	6,0	6,2	8,3	7,3	6,5	5,5	5,5	5,2	5,6	5,5	5,2	4,8	4,6	5,8	4,8	3,9
Молодежь, которая не приобретает профессиональные навыки в возрасте 15–24 лет, %	15,7	14,4	14,9	14,3	13,5	13,5	12,3	12,8	15,2	13,8	12,7	12,0	11,8	12,0	12	12,4	10,5	10,2	10,6	10,9	10,2	10,1
Доля неформального сектора в общей занятости, %	14,1	14,2	15,8	16,8	18,3	18,2	18,2	19,4	19,2	16,4	18,2	19,0	19,7	20,1	20,5	21,2	19,8	20,1	20,6	20,0	20,3	18,6
Работающие бедные, %	23,9	18,9	16,6	13,3	24,4	22	16,5	14	10,4	12	13,1	8	5,4	5,9	8	7,7	7,2	6,2	6	4,7	4,6	4,6

Показатели	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Доля занятых с чрезвычайной продолжительностью рабочих часов, %	7,3	6,8	7,2	6,9	7,1	6,4	6,5	6,8	5,7	4,7	4,4	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	3,7	3,3	3,5	3,0	3	2,8
Доля детей 5–17 лет, занятых в опасных условиях, %	2,6	1,9	1,3	1,6	1,4	0,7	0,6	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	1,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,1	0,6
Производительность труда (темпы роста), %	105	106	107	106,5	105,5	107,5	107,5	104,8	95,9	103,2	103,8	103,8	102,1	100,8	98,7	100,1	102,1	103,1	102,4	99,6	103,7	96,4
Неравенство в распределении доходов: P90/P10, %	13,9	14	14,5	15,2	15,2	15,9	16,7	16,6	16,6	16,6	16,2	16,4	16,1	16	15,5	15,5	15,4	15,8	15,6	14,9	15,2	13,8
Темпы инфляции (ИПЦ), %	118,6	115,1	112	111,7	110,9	109	111,9	113,3	108,8	108,8	106,1	106,6	106,5	107	112,9	105,4	102,5	104,3	103	104,9	108,4	111,9
Доля занятых в сельском хозяйстве, %	12	11,3	10,8	10,0	10,1	9,9	8,9	8,5	8,3	7,7	7,7	7,3	7	6,9	6,7	6,7	5,9	5,9	5,8	6,0	5,9	5,8
Доля занятых в промышленности, %	29,4	29,5	30,2	29,6	29,3	28,9	28,8	28,7	27,5	27,8	27,5	27,8	27,8	27,6	27,3	27	27	26,8	26,8	26,5	26,6	26,3

Показатели	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Доля занятых в сфере услуг, %	58,5	59,1	59,0	60,4	60,6	61,2	62,3	62,8	64,2	64,5	64,9	64,9	65,2	65,5	66	66,3	67,1	67,3	67,4	67,5	67,5	67,9
Доля заработной платы в ВВП, %	43	46,8	47,1	46,1	43,8	44,5	46,7	47,4	52,6	49,7	43,9	44,3	46,3	47,4	47,8	48,2	47,8	44,7	44,1	45,2	40,4	38,5
Доля лиц среднего населения 25–64 лет, окончивших школу, %	87,3	88,3	88,4	90	90,5	91,2	92,4	93,1	93,2	93,9	94	94,3	94,7	94,7	94,9	95,3	95,2	95,2	94,9	95,0	94,7	94,8

Источник: составлено авторами по данным Росстата⁴.

⁴ Рынок труда, занятость и заработная плата [Электронный ресурс] // Офиц. сайт Федер. службы гос. статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries (дата обращения: 20.08.2024).

Рассмотрим каждый из показателей и построим для них прогнозы на 2023–2030 годы, используя модель экспоненциального сглаживания, для каждого показателя будем использовать модель Holt-Winters Exponential Smoothing, которая учитывает тренды и сезонные компоненты (табл. 5).

Таблица 5 / Table 5

Прогноз показателей индикаторов достойного труда в Российской Федерации на 2023–2030 годы / Forecast of decent work indicators in the Russian Federation for 2023–2030

Показатели	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Доля занятых лиц среди всего населения, %	59,3	59,1	58,8	58,5	58,3	58,0	57,8	57,5
Уровень безработицы, %	4,1	3,9	3,7	3,5	3,3	3,2	3,0	2,8
Молодежь 15–24 лет, которая не приобретает профессиональных навыков, %	9,8	9,6	9,3	9,1	8,8	8,6	8,4	8,1
Доля неформального сектора в общей занятости, %	19,1	19,3	19,6	19,8	20,0	20,2	20,5	20,7
Работающие бедные, %	1,4	0,5	-0,3	-1,2	-2,1	-3,0	-3,9	-4,7
Доля занятых с чрезмерной продолжительностью рабочих часов, %	2,6	2,4	2,1	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1
Доля детей 5–17 лет, занятых в опасных условиях, %	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
Производительность труда (темпы роста), %	99,1	98,8	98,5	98,1	97,8	97,5	97,1	96,8
Неравенство в распределении доходов: P90/P10, %	13,6	13,0	12,3	11,7	11,1	10,4	9,8	9,2
Темпы инфляции (ИПЦ), %	111,3	111,0	110,6	110,3	110,0	109,6	109,3	109,0
Доля занятых в сельском хозяйстве, %	5,7	5,6	5,6	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4
Доля занятых в промышленности, %	26,2	26,0	25,8	25,7	25,5	25,4	25,2	25,1
Доля занятых в сфере услуг, %	68,2	68,4	68,7	69,0	69,2	69,5	69,8	70,0
Доля заработной платы в ВВП, %	38,3	38,1	37,9	37,6	37,4	37,2	37,0	36,8
Доля лиц 25–64 лет, окончивших школу, %	94,6	94,5	94,4	94,3	94,3	94,2	94,1	94,0

Источник: в таблицах 5 и 6 приведены собственные расчеты авторов.

Прогноз указывает на продолжение структурных изменений на рынке труда, рост сегмента услуг, сохранение устойчивой инфляции и возможное усиление неформальной занятости. Эти данные могут лечь в основу разработки мер по поддержке формальной занятости, модернизации системы образования и повышения устойчивости доходов населения. Ряд ключевых

показателей (доля занятых лиц, производительность труда, доля заработной платы в ВВП) демонстрируют устойчивое снижение, что отражает структурные проблемы на рынке труда и в экономике в целом. Прогноз показывает позитивную динамику по снижению уровня безработицы и численности молодежи вне системы образования и занятости, что может свидетельствовать о результатах реформ и реализации программ поддержки. Доля неформального сектора прогнозируется с тенденцией к росту. Это указывает на необходимость контроля и развития механизмов формализации труда. Снижение доли работников с переработками и бедных работающих предполагает улучшение условий труда, но требует дополнительной верификации, особенно в случае отрицательных значений (например, по бедным работающим), где модель выходит за пределы допустимых интерпретаций. Продолжается смещение занятости в сторону сервисной экономики, с одновременным снижением занятости в аграрной и промышленной сферах. Таким образом, модель Holt-Winters Exponential Smoothing предоставила обоснованные и логически интерпретируемые прогнозы по большинству индикаторов. Однако следует учитывать, что модель не учитывает внешние шоки (например, пандемии, санкции, реформы), а значит, полученные результаты требуют экспертной корректировки при разработке социальной и трудовой политики.

На рисунке 2 (а, б, в) представлены прогнозы индикаторов достойного труда в Российской Федерации на 2023–2030 годы, выполненные с использованием полиномиальной регрессии (степень 3).

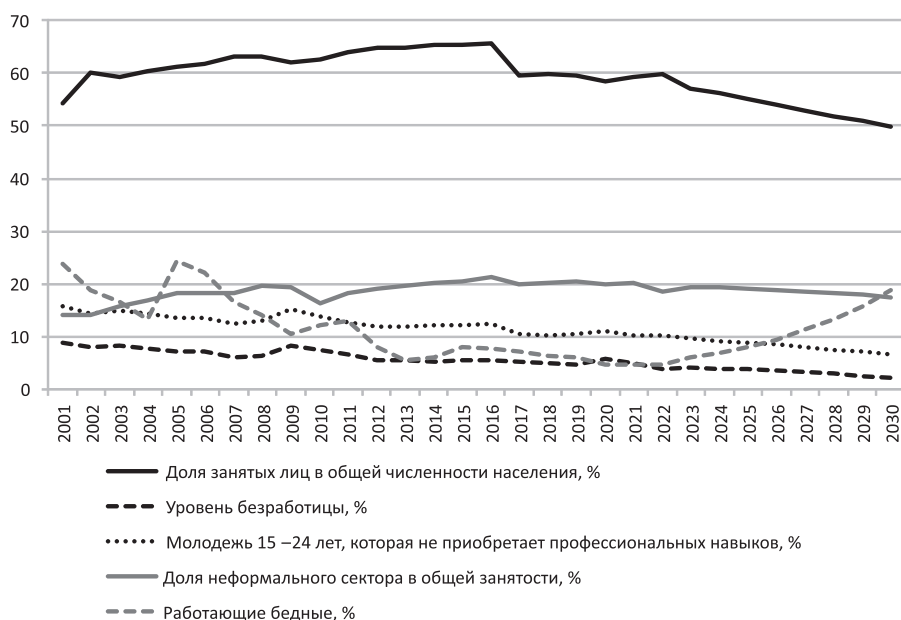


Рис. 2а. Прогноз части индикаторов достойного труда в Российской Федерации на 2023–2030 годы, выполненные с использованием полиномиальной регрессии /
Fig. 2a. Forecast of some decent work indicators in the Russian Federation for 2023–2030 formed using polynomial regression

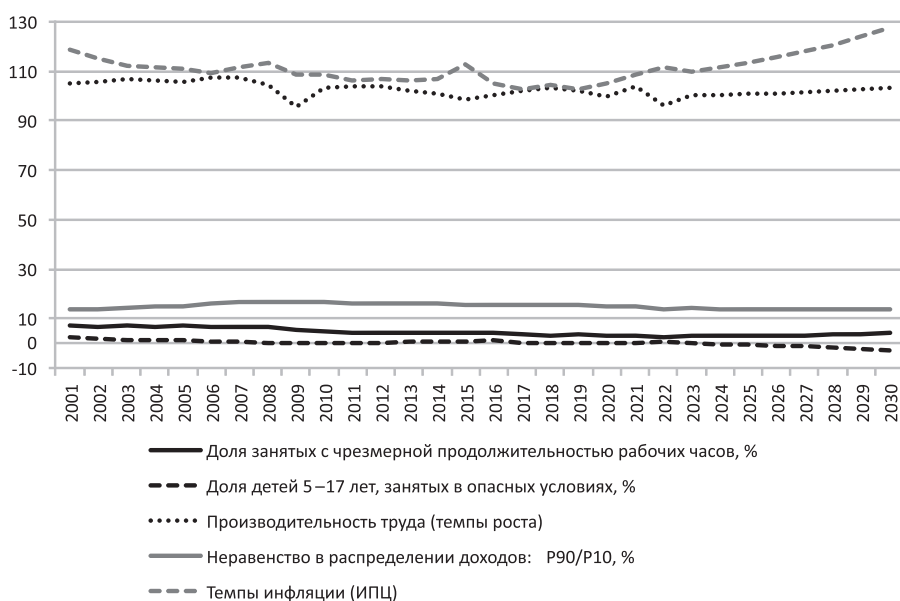


Рис. 26. Прогноз части индикаторов достойного труда в Российской Федерации на 2023–2030 годы, выполненные с использованием полиномиальной регрессии / Fig. 2b. Forecast of some decent work indicators in the Russian Federation for 2023–2030 formed using polynomial regression

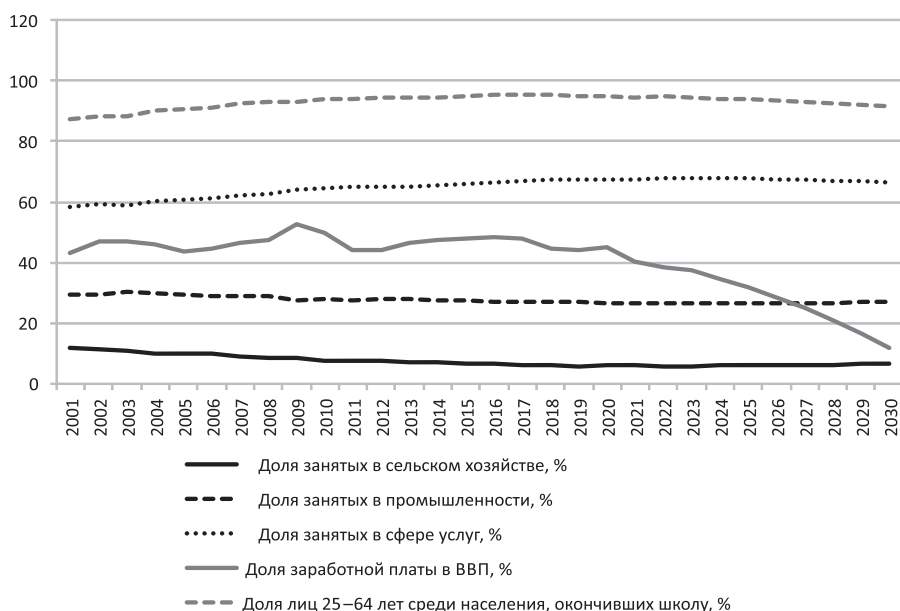


Рис. 2в. Прогноз части индикаторов достойного труда в Российской Федерации на 2023–2030 годы, выполненные с использованием полиномиальной регрессии / Fig. 2c. Forecast of some decent work indicators in the Russian Federation for 2023–2030 formed using polynomial regression

Источник: составлено авторами.

Прогноз индикаторов достойного труда в Российской Федерации на 2023–2030 годы, выполненный с использованием полиномиальной регрессии третьей степени, представляет собой более гибкий и точный инструмент по сравнению с линейной моделью. В отличие от простой линейной регрессии, предполагающей постоянный темп роста или снижения, полиномиальная модель способна учитывать изгибы, повороты и точки насыщения, которые часто наблюдаются в социальных и экономических данных. Полученные прогнозы показывают, что даже при общей положительной динамике по ряду показателей, существует риск замедления темпов улучшений и усиления структурных проблем в отдельных сферах (например, в неформальной занятости и производительности труда). Эти результаты подчеркивают необходимость регулярного мониторинга ситуации и адаптивного подхода к управлению рынком труда. Таким образом, использование полиномиальной модели обосновано при прогнозировании индикаторов достойного труда, так как она позволяет лучше учитывать нелинейные тенденции и строить более реалистичные сценарии для среднесрочного планирования.

На основе анализа данных, предоставленных в таблице 6, приведены результаты сравнения точности моделей линейной и полиномиальной регрессии для прогнозирования индикаторов достойного труда.

Таблица 6 / Table 6

Оценка точности моделей / Assessing the models accuracy

Индикаторы	Линейная MSE	Линейная R2	Полиномиальная MSE	Полиномиальная R2
Доля занятых лиц в общей численности населения, %	54,03	–207,55	9,16	–34,35
Уровень безработицы, %	0,42	–0,22	1,11	–2,24
Молодежь, которая не учится, не работает и не приобретает профессиональных навыков, %	0,21	–1,13	6,93	–69,76
Доля неформального сектора в общей занятости, %	5,99	–11,66	25,83	–53,62
Работающие бедные, %	12,16	–22,32	91,80	–174,99
Доля занятых с чрезмерной продолжительностью рабочего времени, %	0,04	0,37	7,64	–129,70
Доля детей, занятых в опасных условиях, среди лиц в возрасте 5–17 лет, %	0,26	–7,83	0,59	–18,84
Производительность труда (темпы роста), %	10,70	–0,46	60,62	–7,24

Индикаторы	Линейная MSE	Линейная R2	Полиноми- альная MSE	Полиноми- альная R2
Неравенство в распределе- нии доходов: P90/P10, %	3,20	-5,47	1,20	-1,42
Темпы инфляции (ИПЦ), %	29,14	-1,78	153,75	-13,67
Доля занятых в сельском хозяйстве, %	1,71	-358,18	0,13	-26,86
Доля занятых в промыш- ленности, %	0,13	-2,80	2,32	-65,62
Доля занятых в сфере услуг, %	2,89	-66,96	1,35	-30,83
Доля заработной платы в ВВП, %	42,18	-5,00	85,22	-11,12
Доля лиц среди населе- ния в возрасте 25–64 лет, окончивших среднюю школу, %	9,95	-339,65	0,11	-2,70

Исходя из данных, указанных в таблице 6, можно заключить следующее.

1. Точность моделей: полиномиальная модель (степень 3) часто показывает более низкие значения R2 по сравнению с линейной моделью, что указывает на недостаточную точность для большинства индикаторов.

2. Линейная модель: линейная регрессия также показывает низкие значения R2 и высокие значения MSE, особенно для сложных временных рядов.

Процесс анализа показал, что линейная модель и полиномиальная регрессия (степень 3) не обеспечивают достаточной точности, что указывает на сложность временных рядов и необходимость использования других методов прогнозирования. Выбор модели обоснован попыткой не только найти подходящую форму прогнозирования, но и выявить тенденции, отражающие развитие цифровых компетенций и экономических показателей рынка труда. Использование альтернативных методов, таких как ARIMA или нейронные сети, позволит получить более точные результаты, особенно для показателей с выраженными нелинейными зависимостями.

Для каждого из показателей, характеризующих индикаторы достойного труда в Российской Федерации за период 2000–2022 годов, были построены прогнозы на 2023–2030 годы, использование модели экспоненциального сглаживания Хольта-Винтерса позволило учесть тренды и сезонные компоненты данных. Данная методика будет полезна исследователям и аналитикам, работающим в области экономики труда и цифровой трансформации. Результаты исследования могут применяться в разработке стратегий адаптации трудовых ресурсов к цифровой экономике и оптимизации их компетенций. Методология может быть использована для построения прогнозов в других отраслях, где требуется учет сезонности и долгосрочных трендов. Также исследование будет интересно для государственных органов и образовательных учреждений, занимающихся подготовкой специалистов, способных адаптироваться к требованиям цифровой экономики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе рассчитанных прогнозов можно выделить несколько важных аспектов, влияющих на перспективы развития цифровых компетенций до 2030 года. К 2030 году ожидается умеренный рост доли занятых лиц в общей численности населения, а также дальнейшее снижение уровня безработицы, что может означать более высокий спрос на квалифицированных специалистов, включая тех, кто обладает цифровыми компетенциями. Это создает стимул для работников развивать свои цифровые навыки, чтобы оставаться конкурентоспособными на рынке труда. Доля неформального сектора в общей занятости останется стабильной с небольшим снижением в долгосрочной перспективе, также ожидается незначительное снижение доли работающих бедных и неактивной молодежи. Прогноз показывает снижение доли неформального сектора, в связи с чем необходимо продолжать усилия по формализации занятости и улучшению условий труда. К 2030 году ожидается уменьшение доли занятых с низким уровнем заработной платы и занятых с чрезмерной продолжительностью рабочих часов, а также доли детей, занятых в опасных условиях, следовательно, необходимы меры по увеличению заработных плат и поддержке низкооплачиваемых работников, а также соблюдению трудового законодательства.

В качестве положительных трендов можно отметить увеличение доли образованных людей, а также стабильный рост производительности труда при уменьшении доли занятых в сельском хозяйстве и в промышленности, видимо, при активном внедрении автоматизации и цифровизации процессов в этих отраслях, что требует от персонала овладения цифровыми компетенциями для работы с новыми технологиями и оборудованием. В то же время отметим устойчивый рост доли занятых в сфере услуг с 68 % в 2023 году до 69,4 % в 2030-м, что свидетельствует о повышении значимости сектора услуг, включая ИТ и цифровые технологии. Рост занятости в этой сфере требует от работников более высоких цифровых навыков и знаний. В связи с небольшим снижением доли заработной платы в ВВП важно обеспечить справедливое распределение доходов среди населения.

Снижение уровня безработицы и стабильные темпы роста производительности труда будут стимулировать работников к развитию своих цифровых компетенций. Умеренные темпы роста производительности труда и инфляции предполагают, что инвестиции в цифровизацию и обучение персонала цифровым навыкам будут оставаться приоритетом для бизнеса и государства, обеспечивая их устойчивое развитие. Увеличение доли населения, окончивших среднюю школу, до 76,4 % в 2030 году, указывает на улучшение общего уровня образования. Это создает хорошую основу для дальнейшего развития цифровых компетенций через специализированные программы обучения и профессиональной подготовки. До 2030 года развитие цифровых компетенций в России будет находиться под влиянием расширения сектора услуг и снижении занятости в традиционных отраслях, что будет способствовать увеличению спроса на цифровые навыки.

Список источников

Аникин В. А. Человеческий капитал: становление концепции и основные трактовки // Экономическая социология. 2017. Т. 18, № 4. С. 120–156. <https://doi.org/10.17323/1726-3247-2017-4-120-156>. EDN: NRBCPB.

Брольпито А. Цифровые навыки и компетенция, цифровое и онлайн обучение. Турин: Европ. фонд образования, 2018. 81 с.

Гладилина И. П., Кадыров Н. Н., Строганова Е. В. Цифровая грамотность и цифровые компетенции как фактор профессионального успеха // Инновации и инвестиции. 2019. № 5. С. 62–64. EDN: GFCVFC.

Глотова В. Г. Информационные технологии: техническое и технологическое перевооружение и цифровизация экономики // Актуальные вопросы современной экономики. 2022. № 3. С. 387–394. EDN: VRQWRQ.

Гусев А. А. Цифровизация трудовых отношений и ее влияние на производительность труда и стоимость компаний // Экономика. Налоги. Право. 2019. Т. 12, № 6. С. 39–47. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2019-12-6-39-47>. EDN: JUSMFU.

Ергунова О. Т., Лебедев А. В., Рахмеева И. И. Трансформация профессиональных компетенций для нужд цифровой экономики // Научные труды вольного экономического общества России. 2021. Т. 230, № 4. С. 502–507. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2021-230-4-502-507>. EDN: SIXOIF.

Кривоносова А. Г., Билык В. С. Цифровизация экономики как закономерный этап развития общества // Актуальные научные исследования в современном мире. 2021. № 11–15. С. 251–260. EDN: BVWOYY.

Пьянкова С. Г., Митрофанова И. В., Ергунова О. Т. Модель формирования цифровых компетенций кадрового потенциала региона в условиях индустрии 4.0 // Экономика: вчера, сегодня завтра. 2021. Т. 11, № 6–1. С. 39–51. <https://doi.org/10.34670/AR.2021.40.82.004>. EDN: BTQJOE.

Симарова И. С., Алексеевичева Ю. В., Жигин Д. В. Цифровые компетенции: понятие, виды, оценка и развитие // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12, № 2. С. 935–948. <https://doi.org/10.18334/vinec.12.2.114823>. EDN: RGNVUE.

Соколов Д. В. Цифровые компетенции в инновационной экономике // Управление наукой: теория и практика. 2021. Т. 3, № 4. С. 74–80. <https://doi.org/10.19181/smtpr.2021.3.4.9>. EDN: KZIIUV.

Bazarkina D. Yu., Pashentsev E. N. Malicious use of artificial intelligence // Russia in Global Affairs. 2020. Vol. 18, № 4. P. 154–177. <https://doi.org/10.31278/1810-6374-2020-18-4-154-177>.

Christiani D., Widuri R. A Bibliometric analysis on technology readiness // Journal of System and Management Sciences. 2024. Vol. 14, № 1. P. 436–451. <https://doi.org/10.33168/JSMS.2024.0125>.

Decker M., Fischer M., Ott I. Service robotics and human labor: A first technology assessment of substitution and cooperation // Robotics and Autonomous Systems. 2017. Vol. 87. P. 348–354. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2016.09.017>.

Eden R., Burton-Jones A., Casey V. et al. Digital transformation requires workforce transformation // MIS Quarterly Executives. 2019. Vol. 18, № 1. Art. № 4. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00005>.

Efimova E. G., Pyankova S. G., Vlasova N. Yu. Spatial organization and modernization of vocational education: On the way to digitalization // Proceedings of International scientific conference "Digitalization of education: History, trends and prospects" (DETP 2020) / Ed. by A. D. Nazarov. Yekaterinburg: Atlantis Press, 2020. P. 711–719. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200509.127>. EDN: IQZDMU.

Fareri S., Apreda R., Mulas V. et al. The worker profiler: Assessing the digital skill gaps for enhancing energy efficiency in manufacturing // Technological Forecasting and Social Change. 2023. Vol. 196. Art. № 122844. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122844>.

Ferreira M. J., Moreira F., Santos-Pereira C. M. et al. The digital transformation at organizations – The case of retail sector // Trends and innovations in information systems and technologies. WorldCIST 2020 / Ed. by Á. Rocha, H. Adeli, L. Reis et al. Cham: Springer, 2020. P. 560–567. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45688-7_56.

Frey C. B., Osborne M. A. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? // Technological Forecasting and Social Change. 2017. Vol. 114. P. 254–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>.

Gilster P. Digital literacy. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1997. 296 p.

He Q., Meadows M., Angwin D. et al. Strategic alliance research in the era of digital transformation: Perspectives on future research // British Journal of Management. 2020. Vol. 31, № 3. P. 589–617. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12406>.

Hermann M., Pentek T., Otto B. Design principles for Industrie 4.0 scenarios // Proceedings of the 49th International conference on system sciences (HICSS) / Ed. by T. X. Bui, R. H. Sprague, Jr. Koloa: IEEE, 2016. P. 3928–3937. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>.

Jarrahi M. H. Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making // Business Horizons. 2018. Vol. 61, № 4. P. 577–586. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.007>.

Li Y., He G., Wang D. et al. What is the impact of digital transformation? A bibliometric analysis // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 409. Art. № 05001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340905001>.

Monteiro A., Cepêda C., Silva A. Digital transformation in companies: A literature bibliometric analysis // Advances in Tourism, technology and systems / Ed. by A. Abreu, J. V. Carvalho, D. Liberato et al. Singapore: Springer, 2023. P. 257–267. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9960-4_23.

Nissan G., Simon T. The future of labor unions in the age of automation and at the dawn of AI // Technology in Society. 2021. Vol. 67. Art. № 101732. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101732>.

Orero-Blat M., de Juan Jordán H., Palacios-Marqués D. The measurement of digital skills and competences: A bibliometric analysis // International Journal of Intellectual Property Management. 2022. Vol. 12, № 2. P. 185–199. <https://doi.org/10.1504/IJIPM.2022.122297>.

Palacios-Nunez M. L., Toribio-Lopez A., Llaque P. et al. Innovation and digital competence: A bibliometric analysis // Proceedings of the 2022 IEEE 2nd International conference on advanced learning technologies on education & research (ICALTER). Lima: IEEE, 2022. P. 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICALTER57193.2022.9964633>.

Saba Ch. S., Ngepah N. The impact of artificial intelligence (AI) on employment and economic growth in BRICS: Does the moderating role of governance matter? // Research in Globalization. 2024. Vol. 8. Art. № 100213. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2024.100213>.

Uzule K., Verina N. Digital barriers in digital transition and digital transformation: Literature review // Economics and Culture. 2023. Vol. 20, № 1. P. 125–143. <https://doi.org/10.2478/jec-2023-0011>.

Verina N., Titko J. Digital transformation: Conceptual framework // Proceedings of 6th International scientific conference “Contemporary issues in business, management and economics engineering”. Vilnius: Vilnius Tech, 2019. P. 719–727. <https://doi.org/10.3846/cibmee.2019.073>.

Информация об авторах

С. Г. Пьянкова – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

SPIN-код (РИНЦ): 9238-3053

AuthorID (РИНЦ): 943752

Web of Science ResearcherID: H-5682-2018

Scopus Author ID: 57211885976

О. Т. Ергунова – кандидат экономических наук, доцент, доцент Высшей школы производственного менеджмента Института промышленного менеджмента, экономики и торговли ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29Б

SPIN-код (РИНЦ): 5254-7764

AuthorID (РИНЦ): 768185

Web of Science ResearcherID: E-8582-2017

Scopus Author ID: 57193734749

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 23.10.2024; одобрена после рецензирования 05.12.2024; принята к публикации 05.12.2024.

References

Anikin, V. A. (2017), “Human capital: Genesis of basic concepts and interpretations”, *Journal of Economic Sociology*, vol. 18, no. 4, pp. 120–156, <https://doi.org/10.17323/1726-3247-2017-4-120-156>, EDN: NRBCPB.

Brolpito, A. (2018), *Tsifrovyye navyki i kompetentsiya, tsifrovoe i onlain obuchenie* [Digital skills and competence, and digital and online learning], European Training Foundation, Turin, Italy.

Gladilina, I. P., Kadyrov, N. N. and Stroganova, E. V. (2019), "Digital literacy and digital competencies as a factor of professional achievement", *Innovation and Investment*, no. 5, pp. 62–64, EDN: GFCVFC.

Glotova, V. G. (2022) "Information technologies: Technical and technological re-equipment and digitalization of the economy", *Topical Issues of the Modern Economy*, no. 3, pp. 387–394, EDN: VRQWRQ.

Gusev, A. A. (2019) "Labour relations digitization and its impact on labour productivity and value of companies", *Economics. Taxes & Law*, vol. 12, no. 6, pp. 39–47, <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2019-12-6-39-47>, EDN: JUSMFU.

Ergunova, O. T., Lebedev, A. V. and Rakhmeeva, I. I. (2021), "Transformation of professional competencies for the needs of the digital economy", *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, vol. 230, no. 4, pp. 502–507, <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2021-230-4-502-507>, EDN: SIXOIF.

Krivososova, A. G. and Bilyk, V. S. (2021), "Digitalization of the economy as a natural stage in the development of society", *Actual Scientific Research in the Modern World*, no. 11–15, pp. 251–260, EDN: BVWOYY.

Pyankova, S. G., Mitrofanova, I. V. and Ergunova, O. T. (2021), "Model for forming digital competencies of human resources in region in the conditions of industry 4.0", *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, vol. 11, no. 6–1, pp. 39–51, <https://doi.org/10.34670/AR.2021.40.82.004>, EDN: BTQJOE.

Simarova, I. S., Alekseevicheva, Yu. V. and Zhigin, D. V. (2022), "Digital competencies: Concept, types, assessment and development", *Russian Journal of Innovation Economics*, vol. 12, no. 2, pp. 935–948, <https://doi.org/10.18334/vinec.12.2.114823>, EDN: RGNVUE.

Sokolov, D. V. (2021), "Towards specific of definition for concept of a "Digital Competencies", *Science Management: Theory and Practice*, vol. 3, no. 4, pp. 74–80, <https://doi.org/10.19181/smtpr.2021.3.4.9>, EDN: KZIIUV.

Bazarkina, D. Yu. and Pashentsev, E. N. (2020), "Malicious use of artificial intelligence", *Russia in Global Affairs*, vol. 18, no. 4, pp. 154–177, <https://doi.org/10.31278/1810-6374-2020-18-4-154-177>.

Christiani, D. and Widuri, R. (2024), "A bibliometric analysis on technology readiness", *Journal of System and Management Sciences*, vol. 14, no. 1, pp. 436–451, <https://doi.org/10.33168/JSMS.2024.0125>.

Decker, M., Fischer, M. and Ott, I. (2017), "Service robotics and human labor: A first technology assessment of substitution and cooperation", *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 87, pp. 348–354, <https://doi.org/10.1016/j.robot.2016.09.017>.

Eden, R., Burton-Jones, A., Casey, V. et al. (2019), "Digital transformation requires workforce transformation", *MIS Quarterly Executives*, vol. 18, no. 1, art. no. 4, <https://doi.org/10.17705/2msqe.00005>.

Efimova, E. G., Pyankova, S. G. and Vlasova, N. Yu. (2020), "Spatial organization and modernization of vocational education: On the way to digitalization", in Nazarov, A. D. (ed.), *Proceedings of International scientific conference "Digitalization*

- of education: History, trends and prospects*” (DETP 2020), Atlantis Press, Yekaterinburg, Russia, pp. 711–719, <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200509.127>, EDN: IQZDMU.
- Fareri, S., Apreada, R., Mulas, V. et al. (2023), “The worker profiler: Assessing the digital skill gaps for enhancing energy efficiency in manufacturing”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 196, art. no. 122844, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122844>.
- Ferreira, M. J., Moreira, F., Santos-Pereira, C. M. et al. (2020), “The digital transformation at organizations – The case of retail sector”, in Rocha, Á., Adeli, H., Reis, L. et al. (eds.), *Trends and innovations in information systems and technologies. WorldCIST 2020*, Springer, Cham, Switzerland, pp. 560–567, https://doi.org/10.1007/978-3-030-45688-7_56.
- Frey, C. B. and Osborne, M. A. (2017), “The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?”, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 114, pp. 254–280, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>.
- Gilster, P. (1997), *Digital literacy*, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, US.
- He, Q., Meadows, M., Angwin, D. et al. (2020), “Strategic alliance research in the era of digital transformation: Perspectives on future research”, *British Journal of Management*, vol. 31, no. 3, pp. 589–617, <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12406>.
- Hermann, M., Pentek, T. and Otto, B. (2016), “Design principles for Industrie 4.0 scenarios”, in Bui, T. X. and Sprague, Jr., R. H. (eds.), *Proceedings of the 49th International conference on system sciences (HICSS)*, IEEE, Koloa, HI, US, pp. 3928–3937, <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>.
- Jarrahi, M. H. (2018), “Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making”, *Business Horizons*, vol. 61, no. 4, pp. 577–586, <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.007>.
- Li, Y., He, G., Wang, D. et al. (2023), “What is the impact of digital transformation? A bibliometric analysis”, *E3S Web of Conferences*, vol. 409, art. no. 05001, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340905001>.
- Monteiro, A., Cepêda, C. and Silva, A. (2023), “Digital transformation in companies: A literature bibliometric analysis”, in Abreu, A., Carvalho, J. V., Liberato, D. et al. (eds.), *Advances in Tourism, Technology and Systems*, Springer, Singapore, pp. 257–267, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9960-4_23.
- Nissan, G. and Simon, T. (2021), “The future of labor unions in the age of automation and at the dawn of AI”, *Technology in Society*, vol. 67, art. no. 101732, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101732>.
- Orero-Blat, M., de Juan Jordán, H. and Palacios-Marqués, D. (2022), “The measurement of digital skills and competences: A bibliometric analysis”, *International Journal of Intellectual Property Management*, vol. 12, no. 2, pp. 185–199, <https://doi.org/10.1504/IJIPM.2022.122297>.
- Palacios-Nunez, M. L., Toribio-Lopez, A., Llaque, P. et al. (2022), “Innovation and digital competence: A bibliometric analysis”, in *Proceedings of the 2022 IEEE 2nd International conference on advanced learning technologies on education & research (ICALTER)*, IEEE, Lima, Peru, pp. 1–4, <https://doi.org/10.1109/ICALTER57193.2022.9964633>.
- Saba, C. S. and Ngepah, N. (2024), “The impact of artificial intelligence (AI) on employment and economic growth in BRICS: Does the moderating role

of governance matter?”, *Research in Globalization*, vol. 8, art. no. 100213, <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2024.100213>.

Uzule, K. and Verina, N. (2023), “Digital barriers in digital transition and digital transformation: Literature review”, *Economics and Culture*, vol. 20, no. 1, pp. 125–143, <https://doi.org/10.2478/jec-2023-0011>.

Verina, N. and Titko, J. (2019), “Digital transformation: Conceptual framework”, in *Proceedings of 6th International scientific conference “Contemporary issues in business, management and economics engineering”*, Vilnius Tech, Vilnius, Lithuania, pp. 719–727, <https://doi.org/10.3846/cibmee.2019.073>.

Information about the authors

S. G. Pyankova – Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Regional, Municipal Economics and Management, Ural State Economic University, 62/45 8 Marta/Narodnaya Volya Str., Yekaterinburg, 620144, Russia

SPIN code (RSCI): 9238-3053

AuthorID (RSCI): 943752

Web of Science ResearcherID: H-5682-2018

Scopus Author ID: 57211885976

O. T. Ergunova – Candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor at the Higher School of Production Management, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29B Politekhnikeskaya Str., St. Petersburg, 195251, Russia

SPIN code (RSCI): 5254-7764

AuthorID (RSCI): 768185

Web of Science ResearcherID: E 8582-2017

Scopus Author ID: 57193734749

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interest.

The article was submitted on 23.10.2024; approved after reviewing 05.12.2024; accepted for publication 05.12.2024.