

УДК 338.24.021.8

DOI: 10.34670/AR.2021.40.82.004

Модель формирования цифровых компетенций кадрового потенциала региона в условиях ИНДУСТРИИ 4.0

Пьянкова Светлана Григорьевна

Доктор экономических наук,
профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления,
Уральский государственный экономический университет,
620144, Российская Федерация, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45;
e-mail: silen_06@list.ru

Митрофанова Инна Васильевна

Доктор экономических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
лаборатория региональной экономики,
Федеральный исследовательский центр
Южный научный центр РАН;
344006, Российская Федерация, Ростов-на-Дону, просп. Чехова, 41;
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Ергунова Ольга Титовна

Кандидат экономических наук,
завкафедрой туристического бизнеса и гостеприимства,
Уральский государственный экономический университет,
620144, Российская Федерация, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45;
e-mail: ergunova-olga@yandex.ru

Аннотация

Наблюдаемые тренды цифровизации систем управления субъектами Российской Федерации в условиях неопределенности усиливают становление и развитие цифровых компетенций человеческого потенциала регионов и их активное влияние на формирование регионального «smart» пространства. В статье рассмотрены ключевые требования к цифровым компетенциям в условиях индустрии 4.0, а также предложена авторская модель формирования цифровых компетенций кадрового потенциала, применимая на мезо-уровне. Методологический базис исследования сформирован на основе форсайта и регрессионно-корреляционного анализа, характеризующих тенденции и структурные сдвиги формирования базисных компетенций человека в условиях цифровизационного и индустриализационного развития в среднесрочном прогнозе.

Исследованы тенденции и инструменты смещения базовых компетенций в условиях формирующейся цифровой экономики на региональном уровне. На основе основных

принципов теории эволюционной экономики и концепции смены технологических укладов разработаны рекомендации по повышению эффективности деятельности кадровой составляющей региональной экономики и активизации ее участия в решении общенациональных приоритетов развития. Сформирована модель компетенций кадрового потенциала региона, востребованных в информационном обществе, а также направленных на повышение эффективности управленческих процессов Индустрии 4.0.

Для цитирования в научных исследованиях

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. Том 11. № 6А. С. 39-51. DOI: 10.34670/AR.2021.40.82.004

Ключевые слова

Цифровизация, индустрия 4.0, модель компетенций персонала, инновация, модель компетенций, четвертая промышленная революция, цифровые компетенции, цифровая экономика, региональное управление, большие данные, интернет вещей, промышленный интернет вещей, умная региональная специализация.

Введение

В условиях цифровой трансформации и усиления влияния четвертой индустриальной революции на экономику на мезо - и макроуровнях растет необходимость расширения списка новых компетенций для жизни и профессионального становления в цифровом обществе. При этом переход на цифровую модель развития экономических процессов находит отражение и в сфере законотворчества, внедрения новейших технологий, больших данных, промышленного интернета вещей с учетом умной региональной специализации. Активное и поступательное развитие единого информационного пространства России становится определяющим трендом развития экономики. Поэтому исследование особенностей и тенденций протекания процессов цифровизации и индустриализации региональной экономики позволяет сформировать модель компетенций кадрового потенциала на мезо-уровне в целях решения вопросов формирования в регионах РФ пилотных площадок по разработке и внедрению высокотехнологичных решений. Эксперты of Jobs Reset Summit 2020 спрогнозировали, что профессии, связанные с ручным трудом и логикой, будут вытеснены или как минимум более эффективно замещены AI and robotics [Olszewski, Crompton, 2020; Tasaka, 2020]. Указанные основания определяют актуальность данного исследования.

Цифровые технологии коренным образом трансформируют производственные процессы и экономические отношения регионов, при этом основные формы трансформаций операций в экономическом процессе включают:

1. информатизацию (обеспечение работника данными и замена физических объектов цифровыми, например, переход с бумажного на электронный документооборот),
2. автоматизацию (обеспечение работника обработанными данными и выполнение стандартизированных, рутинных функций автоматически цифровыми средствами, например, системы автоматизации бухгалтерского учета позволяют автоматизировать ввод первичной документации и формирование отчетности для контролирующих органов),
3. роботизация (замена человеческого труда киберфизическими системами от простых физических процессов до принятия интеллектуальными роботами (искусственным

интеллектом) самостоятельных решений на основе данных с помощью цифровых технологий).

Цифровизацию характеризует работа с большим массивом данных в цифровом пространстве и вовлечение агентов во взаимодействие в единой экосистеме, а также стремление к исключению человеческого фактора из процессов. 61% мирового населения выразили озабоченность слишком быстрым технологическим развитием в 2019 г. [Edelman Trust Barometer, 2020].

Литературный обзор

Существует множество определений понятия «цифровая компетенция». Исследователи [Janakiraman, Watson, Watson, 2021; Daniel, Vázquez, Gisbert, 2015: 66] называют ее основными компонентами: способность к непрерывному образованию, критическое мышление, адаптивность к условиям неопределенности. Данные компоненты составляют каркас цифровой компетентности, позволяющей успешно использовать цифровые технологии в жизни. Множество терминов используются для обозначения данного понятия (например, компьютерная грамотность (компетентность), информационная компетентность, цифровая грамотность и др.) [Elhai, Rozgonjuk, 2020; Tahmasebi, 2015: 771]. J.A. Jeong, M. Kim, K.-H. Yoo под компетенцией понимает способность персонала решать определенные задачи для достижения результатов в соответствии с принятыми на корпоративном уровне стандартами [Jeong, Kim, Yoo, 2013].

Отечественные исследователи (в частности, Носкова Т., Днепровская Н. и др.) определяют цифровые компетенции как способности и навыки получения цифровых знаний на основе принципов непрерывного образования [Днепровская, Уринцов, Афанасьев, 2018; Носкова, 2016].

При этом компетенции кадрового потенциала региона формируются под влиянием ряда факторов, систематизация которых представляет для исследователей определенные сложности, которые заключаются в отсутствии единого подхода к классификации факторов. В ряде исследований [Гимпельсон, Копелюшников, Лукьянова, 2014: 72] выделяются демографические, научно-технические, экономические, социальные, образовательные и другие факторы влияния на развитие трудового потенциала. Однако в условиях возрастания роли технологического развития как один из наиболее значимых факторов формирования и развития кадрового потенциала регионов должен рассматриваться фактор цифровизации. Цифровизация охватывает все сферы деятельности и требует освоения навыков работы с цифровыми технологиями не только специалистов IT-сферы и инженеров, но и всех остальных направлений, от рабочих профессий до юристов и государственных служащих. Необходимость анализа формирования цифровых компетенций кадрового потенциала на мезоуровне обусловлена тем, что именно в границах определенной территории создаются условия для воспроизводства рабочей силы и ее подготовки в соответствии с приоритетными направлениями социально-экономической деятельности субъекта РФ и уровнем развития его производительных сил.

Целью исследования является оценка перспективы смещения базовых компетенций в условиях формирующейся цифровой экономики на уровне региона, что может быть достигнуто решением задач, представленных на рис. 1.

Авторы статьи работают в рамках эволюционной теории [Nelson, Winter, 1982] и концепций циклического развития экономики [Кондратьев, 1935], технологических укладов [Глазьев, 2009] и четвертой промышленной революции [Schwab, 2017].

В исследовании применен системно-структурный анализ и форсайт для выявления ключевых тенденций, связанных с переходом к цифровой экономике. Динамика отдельных характеристик установлена с помощью регрессионно-корреляционного анализа.

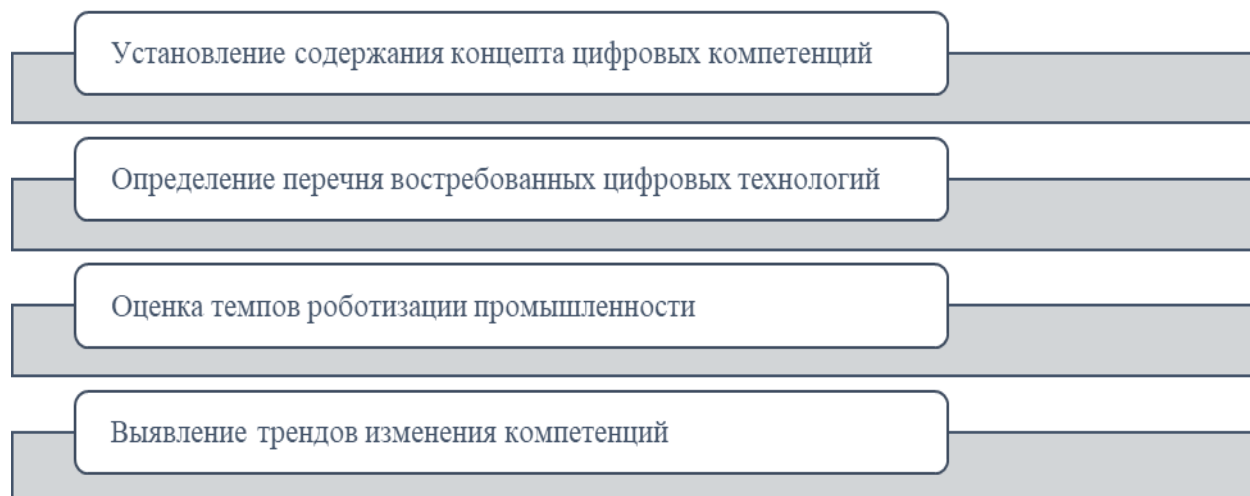


Рисунок 1 – Задачи оценки перспективы смещения базовых компетенций в условиях цифровизации экономики

Авторы опираются на следующий понятийный аппарат в данном исследовании. Цифровая компетентность является результатом сложной интеграции способностей, навыков и знаний, способствующей накоплению опыта, реализации профессиональных навыков и трудовых компетенций в условиях цифровой среды. Цифровые компетенции, или компетенции специалиста цифровой экономики, — это знание цифрового пространства определенной профессиональной деятельности, умения и навыки работы с цифровыми технологиями.

Результаты и обсуждение

Цифровая компетентность представляется в виде трех базовых компонентов (рис. 1). Базовые цифровые компетенции подразумевают типовые, наиболее распространенные и необходимые для широкого круга специальностей. Знания о цифровом пространстве определенной профессиональной деятельности включают представления о цифровых платформах и экосистемах взаимодействия различных сторон соответствующей сферы, об информации и базах данных, хранящихся на цифровых носителях, и о цифровых технологиях, применяемых в работе.

Авторами понятие цифровая компетентность рассматривается как способность личности применять цифровые технологии при условии непрерывного овладения ими.

Трансформации затрагивают разные профессии и их функциональное перераспределение осуществляется путем частичного замещения новыми профессиями или полным замещением с ликвидацией старых. Например, бухгалтер относится к профессиям устаревающим [Атлас новых профессий ..., 2015], где на замену его действующим трудовым функциям со временем придет альтернативный процесс замещения бионической моделью управления с поддержкой учетных процессов при помощи алгоритмов, типизации учетных операций, бухгалтерских документов, учетных политик, а также цифровой идентификации всех участников и

контрагентов. Технологическая сингулярность – это реальность ближайших столетий с учетом скорости открытия и внедрения инноваций. Они оттягиваются в современных реалиях рядом субъектно-объектных различий в специфике, условиях, ресурсных факторах и уровнях технологий государств. Адекватностью адаптации к процессу преобразований может стать лишь грамотный выбор и развитие цифровых компетенций, навыков, знаний, формирующих Т-компетенции у большинства сотрудников (soft-skills) и в меньшей степени ML – компетенции (machine learning) сотрудников. Рисунок 3 показывает кривую Аутора, построенную на базе статистики востребованности профессий в виде зависимости между занятостью и уровнем квалификации (сложностью компетенций) по данным промышленности США в период с 1980 по 2005 г.



Рисунок 2 – Компоненты цифровой компетентности

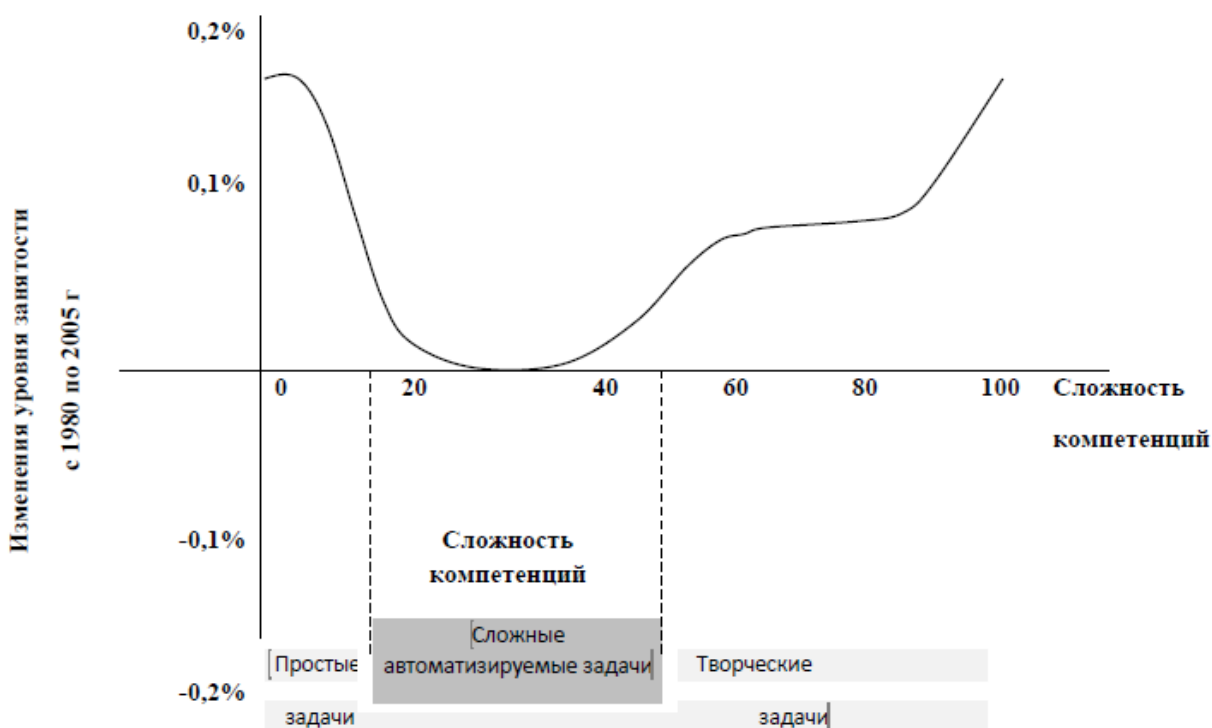


Рисунок 3 – Кривая Аутора

В представленной кривой Аутора можно выделить закономерность (в условиях развитых отраслей экономик государств), где под влиянием механизмов преобразований (автоматизации задач) зависимые переменные (занятость и компетенций) меняют свои позиции. В цифровой экономике можно выделить еще более сложный подход трансформационных колебаний (колебания обусловлены периодом формирования ядра шестого технологического уклада). Кроме процесса автоматизации добавляются еще направления hi-tech и формирования бионической модели:

1) Web 2.0, облачные технологии (Cloud,), мобильные технологии (Mobile), ERP, BRM, CRM системы, PDA-платформ;

2) Большие данные (Big Data), аналитика, визуализация, блокчейн (Blockchain);

3) Интернет вещей (IoT), умная машина (Smart Machine), машинное обучение (Machine learning), цифровые двойники (Digital Shadows);

4) Artificial intellect, Robotization (Искусственный интеллект, Роботизация).

Таким образом, динамизм скорости преобразований будет увеличиваться по мере развития данных направлений, их активного внедрения в процессы жизнедеятельности человека и цифровой технологической диффузией всех направлений с целью создания новых синергетических эффектов. Данные табл. 1 содержат анализ динамики темпа роста и структуры технологий на основе данных Мирового экономического форума [WEF, 2018] относительно базисного года (2020). Анализ подтверждает нашу гипотезу об ускорении технологий в условиях формирования ядра шестого технологического уклада.

Таблица 1 – Анализ индекса цифровых трансформаций в мире *

Направление технологии	Период			Прогнозный 2030г	Показатель				Прогнозный 2030г		Прирост, отклонение изменений темпа роста и структуры			
	Базис (2020г)	2000 г	2010 г		2000 г		2010г				2010 (до базиса)		2030 (после базиса)	
					Темп роста, %	Структура, %	Темп роста, %	Структура, %			Темп роста, %	Структура, %	Темп роста, %	Структура, %
Web 2.0, облачные технологии (Cloud), мобильные технологии (Mobile), ERP, BRM, CRM системы, PDA-платформ, %	82	12	58	98	14,63	66,7	70,73	55,2	119,51	28,8	-29,27	22,5	19,51	-3,8

Направление технологии	Период			Прогнозный 2030г	Показатель				Прогнозный 2030г		Прирост, отклонение изменений темпа роста и структуры			
	Базис (2020г)	2000 г	2010 г		2000 г		2010г		Прогнозный 2030г		2010 (до базиса)		2030 (после базиса)	
					Темп роста, %	Структура, %	Темп роста, %	Структура, %	Темп роста, %	Структура, %	Темп роста, %	Структура, %	Темп роста, %	Структура, %
2) Большие данные (Big Data), аналитика, визуализация, блокчейн (Blockchain), %	77	6	40	94	7,79	33,3	51,95	38,1	122,08	27,6	-48,05	7,5	22,08	-3,1
3) Интернет вещей (IoT), умная машина (Smart Machine), машинное обучение (Machine learning), цифровые двойники (Digital Shadows), %	77	0	7	98	0,00	0,0	9,09	6,7	127,27	28,8	-90,91	-24	27,27	-1,8
4) Artificial intellect, Robotization (Искусственный интеллект, Роботизация), %	15	0	0	50	0,00	0,0	0,00	0,0	333,33	14,7	0	-6	233,33	8,7
Итого	251	18	105	340	-	100	-	1	-	1	-168,2	0	302,19	0

*анализ проведен на основе данных DTI [WEF, 2018]

Расчет свидетельствует, что в мире цифровых технологий наблюдается серьезные перемены. Тема отдельных исследований – насколько они будут продуктивны и безопасны для человечества? Полученный результат за предыдущие 20 лет демонстрирует увеличение цифровой технологической диффузии почти в 1,7 раза. Интересно то, что рост за последующие 10 лет составляет 3 раза. Последнее направление занимает особое внимание в этом росте, потому что быстрее всего сможет заменить многие сложные автоматизированные задачи

профессиональной жизнедеятельности человека. Функциональное ядро технологического шестого уклада будет более стабильным и влиятельным там, где интенсивнее будет развиваться искусственный интеллект, нейронные сети искусственного сознания, роботизация.

Согласно Edelman Trust Barometer 2020, 83% работников в мире боятся потерять работу, самый большой страх вызывает развитие гиг-экономики и фриланса (gig-economy/freelance) – 61% опрошенных, 53% опасаются автоматизации (automation). Указанные причины вызывают опасения у 49% и 34% занятых в России, а наибольшую угрозу они видят в надвигающейся рецессии (looming recession) – 60% [Edelman, 2020: 67]. Это может указывать на отставание процессов цифровизации в России от мировых тенденций.

По данным Международной Федерации робототехники на рисунке 4 представлена информация относительно динамики и объема рынка робототехники в мире [International Federation of Robotics, 2019].

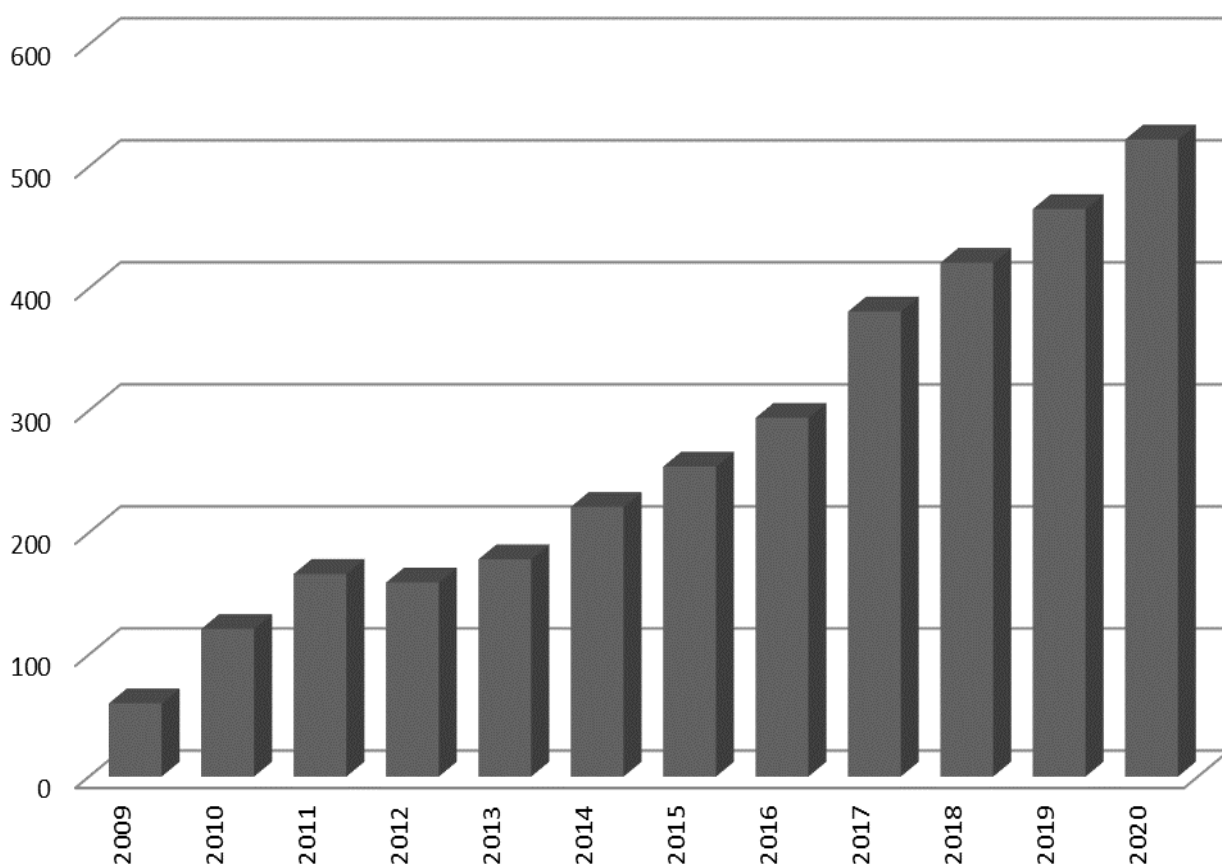


Рисунок 4 – Динамика установленных промышленных роботов в мире за 2009–2020 гг., тыс. ед.

Проведенный общий регрессионно-корреляционный анализ определил регрессионную зависимость и тесноту корреляционной связи (R-квадрат 0,96804) в линейной модели:

$$Y_i = -83959,3 + 41,81319X_i$$

где Y_i – целевой показатель функции соответствующий количества промышленных роботов;

X_i – период прогнозной оценки состояния в исследовании.

Данные рисунка 5 наглядно отражает прогноз динамики и объема рынка робототехники в мире.

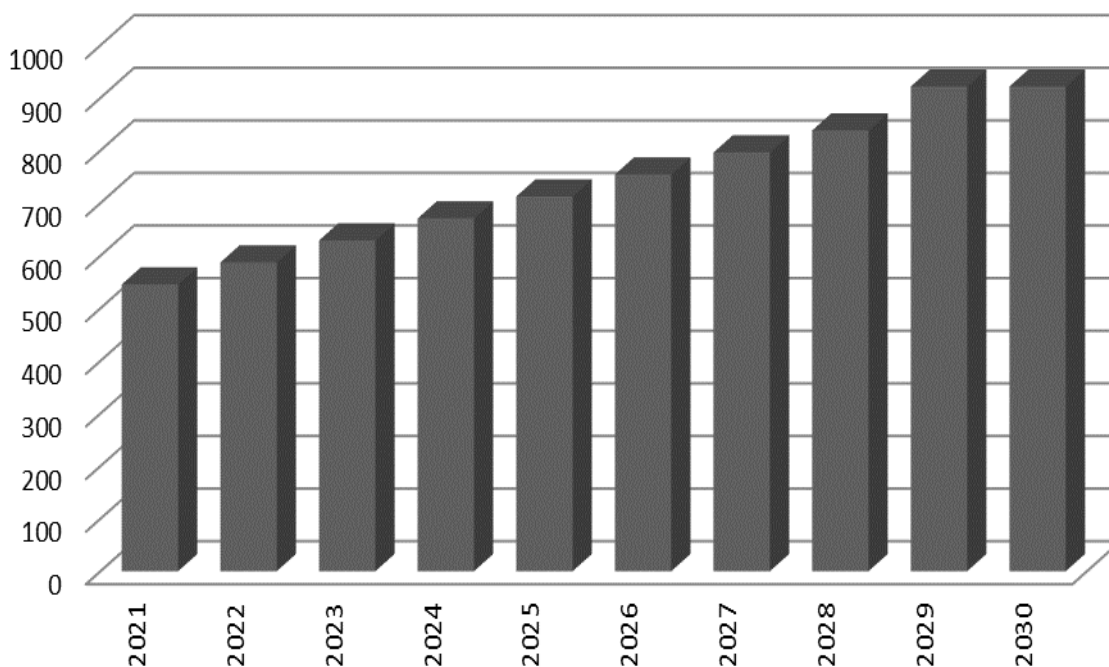


Рисунок 5 – Прогноз динамики и объема рынка робототехники в мире, тыс. ед.

Формула 1 очень обобщенно с высокой долей вероятности на погрешность отклонений позволила прийти к следующему выводу. Общая динамика наращивания количества промышленных роботов при существующем темпе роста цифровых технологий к 2025 году даст в мире 712,4 тыс. единиц, а к 2030 году – 921,5 тыс. единиц. Да, для более глубокого и объективного прогноза необходимо увеличить выборку факторов, влияющих на производство роботов, но при этом нужно отметить, что общий возрастающий тренд очевиден.

Выводы

Скорость цифровых технологических трансформаций будет увеличиваться по мере развития данных направлений, их активного внедрения в экономические процессы региона. Проведенное исследование динамики темпа роста и структуры технологий на основе данных подтвердило гипотезу авторов об ускорении технологий в условиях формирования ядра шестого технологического уклада. Полученный результат за предыдущие 20 лет демонстрирует увеличение цифровой технологической диффузии почти в 1,7 раза, при этом рост за последующие 10 лет увеличился в 3 раза. Функциональное ядро технологического шестого уклада будет более стабильным и влиятельным там, где интенсивнее будет развиваться искусственный интеллект, нейронные сети искусственного сознания, роботизация, что приведет к еще большему расслоению людей на основе знаний и доступа к информации [Dwivedi, Nripendra, Kuttimani, Ramakrishnan, 2020].

Вместе с тем, на мезоуровне по-прежнему наблюдается ориентация на освоение традиционных компетенций без включения элементов работы с цифровыми технологиями в

программы подготовки, при этом адаптация образовательных программ под нужды цифровой экономики региона сталкивается с проблемой определения перечня базовых цифровых компетенций. Результаты данного исследования могут стать основой для формирования модели новых компетенций кадрового потенциала отдельных регионов в условиях цифровой экономики.

Библиография

1. Атлас новых профессий. Ваш навигатор по рынку труда будущего. М.: Сколково. Агентство стратегических инициатив, 2015. 288 с. URL: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/4b954252-7c3d-4975-94e3-910612e77464/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas_2.0.pdf
2. Гимпельсон В. Е., Копелюшников Р. И., Лукьянова А. Л. Спрос на рабочую силу и квалификация между дефицитом и профицитом // *Экономический журнал*. 2014. № 2. С. 163–199.
3. Глазьев С. Ю. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов // *Вопросы экономики*. 2009. № 3. С. 26–38. DOI: 10.32609/0042-8736-2009-3-26-38.
4. Днепровская Н., Уринцов А., Афанасьев М. Исследование инновационной среды цифровой экономики // *Труды 15-й Международной конференции по интеллектуальному капиталу, управлению знаниями и организационному обучению*. 2018. № 1. С. 67–76.
5. Кондратьев Н. Д. Длинные волны в экономической жизни // *Обзор экономики и статистики*. 1935. № 6. С. 105–115.
6. Носкова Т. Современные требования к качеству образования и информационные технологии в деятельности преподавателей // *Международный журнал непрерывного инженерного образования и непрерывного обучения*. 2016. № 26 (4). С. 434–459. DOI: 10.1504 / IJCEELL.2016.10001922.
7. Daniel J., Vázquez Cano E., Gisbert M. The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model? // *Universities and Knowledge Society Journal*. 2015. No. 12 (1). P. 64–73.
8. Dwivedi Y. K., Nripendra P. P. Rana, Kuttimani T., Ramakrishnan R. A meta-analysis based modified unified theory of acceptance and use of technology (meta-UTAUT): a review of emerging literature // *Current Opinion in Psychology*. 2020. Vol. 36. P. 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2020.03.008>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352250X20300373>.
9. Edelman Trust Barometer 2020. URL: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/440941/Trust%20Barometer%202020/2020%20Edelman%20Trust%20Barometer%20Global%20Report.pdf?utm_campaign=Global:%20Trust%20Barometer%202020&utm_source=Website.
10. Elhai J. D., Rozgonjuk D. Editorial overview: Cyberpsychology: reviews of research on the intersection between computer technology use and human behavior // *Current Opinion in Psychology*. 2020. Vol. 36. P. 4–7. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2020.11.001>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352250X20302074>.
11. International Federation of Robotics. IFR World Robotics Presentation. URL: [https://ifr.org/downloads/press2018/IFR World Robotics Presentation - 18 Sept 2019.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/IFR%20World%20Robotics%20Presentation%20-%2018%20Sept%202019.pdf).
12. Janakiraman S. L., Watson W. R., Watson T. New by Learning, Effectiveness of digital games in producing environmentally friendly attitudes and behaviors: A mixed methods study // *Computers & Education*. 2021. Vol. 160. 104043. <https://doi.org/10.25394/PGS.13356692>.
13. Jeong J. A., Kim M., Yoo K.-H. Content Oriented Smart Education System based on Cloud Computing. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*. 2013. No. 8 (6). P. 313–328. <http://dx.doi.org/10.14257/ijmue.2013.8.6.31>.
14. Nelson R., Winter S. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982. 437 p.
15. Olszewski B., Crompton H. Educational technology conditions to support the development of digital age skills // *Computers & Education*. 2020. Vol. 150. 103849. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103849>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013152030049X>.
16. Tasaka H. These 6 skills cannot be replicated by artificial intelligence. Material of Jobs Reset Summit 2020. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/these-6-skills-cannot-be-replicated-by-artificial-intelligence/>.
17. Tahmasebi J. S. Gompertz-power Series Distributions. *Communications in Statistics – Theory and Methods*. 2015. No. 45 (13). P. 3761–3781.
18. Schwab K. *The Fourth Industrial Revolution*. New York: Crown Business, 2017. 192 p.
19. WEF. Digital Transformation Initiative. Unlocking \$100 Trillion for Business and Society from Digital Transformation. Executive summary, 2018. URL: <https://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf>.

Model for forming digital competencies of human resources in region in the conditions of INDUSTRY 4.0

Svetlana G. P'yankova

Doctor of Economic Sciences,
Professor of the Department of Regional,
Municipal Economics and Management,
Ural State University of Economics,
620144, 62/45, 8 March str. / Narodnaya Volya str., Yekaterinburg, Russian Federation;
e-mail: silen_06@list.ru

Inna V. Mitrofanova

Doctor of Economics, Professor,
Chief Researcher,
Laboratory of Regional Economics,
Federal Research Centre
Southern Scientific Centre of the Russian
Academy of Sciences (SSC RAS);
344006, 41, Chekhov str., Rostov-on-Don, Russian Federation;
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Ol'ga T. Ergunova

PhD in Economics,
Head of the Department of Tourism Business and Hospitality,
Ural State University of Economics,
620144, 62/45, 8 March str. / Narodnaya Volya str., Yekaterinburg, Russian Federation;
e-mail: ergunova-olga@yandex.ru

Abstract

The observed trends in the digitalization of management systems in the constituent entities of the Russian Federation in conditions of uncertainty enhance the formation and development of digital competencies of the human potential of the regions and their active influence on the formation of the regional "smart" space. The article discusses the key requirements for digital competencies in the context of Industry 4.0, and also proposes the author's model for the formation of digital competencies of human resources, applicable at the meso-level. The methodological basis of the study is formed on the basis of foresight and regression-correlation analysis, characterizing the trends and structural shifts in the formation of basic human competencies in the context of digitalization and industrialization development in the mid-term forecast.

Trends and tools for shifting basic competencies in the emerging digital economy at the regional level have been investigated. On the basis of the basic principles of the theory of evolutionary economics and the concept of changing technological structures, recommendations have been developed to improve the efficiency of the personnel component of the regional economy and to

intensify its participation in solving national development priorities. A model of competencies of the region's human resources, which are in demand in the information society, and also aimed at improving the efficiency of management processes in Industry 4.0, has been formed.

For citation

P'yankova S.G., Mitrofanova I.V., Ergunova O.T. (2021) Model' formirovaniya tsifrovyykh kompetentsiy kadrovogo potentsiala regiona v usloviyakh INDUSTRII 4.0 [Model for forming digital competencies of human resources potential in region in the conditions of INDUSTRY 4.0]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 11 (6A), pp. 39-51. DOI: 10.34670/AR.2021.40.82.004

Keywords

Digitalization, industry 4.0, personnel competency model, innovation, competency model, fourth industrial revolution, digital competencies, digital economy, regional governance, big data, internet of things, industrial internet of things, smart regional specialization.

References

1. *Atlas novykh professiy. Vash navigator po rynku truda budushchego* (2015) [Atlas of new professions. Your navigator for the labor market of the future]. Moscow, "Skolkovo. Agency for Strategic Initiatives" Publ., 288 p. URL: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/4b954252-7c3d-4975-94e3-910612e77464/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas_2.0.pdf.
2. Gimpelson V. E., Kopelyushnikov R. I., Lukyanova A. L. (2014) pros na rabochuyu silu i kvalifikatsiya mezhdru defitsitom i profitsitom [Demand for labor and qualifications between deficit and surplus]. *Ekonomicheskii zhurnal* [Economic Journal], no. 2, pp. 163–199.
3. Glazyev S. Yu. (2009) Mirovoy ekonomicheskii krizis kak protsess smeny tekhnologicheskikh ukladov [The global economic crisis as a process of changing technological structures]. *Voprosy ekonomiki* [Economic Issues], no. 3, pp. 26–38. DOI: 10.32609/0042-8736-2009-3-26-38.
4. Dneprovskaya N. A., Urintsov A., Afanasiev M. (2018) Issledovaniye innovatsionnoy sredy tsifrovoy ekonomiki [Study the Innovative Environment of the Digital Economy]. *Trudy 15-y Mezhdunarodnoy konferentsii po intellektual'nomu kapitalu, upravleniyu znaniyami i organizatsionnomu obucheniyu* [Proceedings of the 15th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management & Organisational Learning], no. 1, pp. 67–76.
5. Kondratiev N. D. (1935) Dlinnyye volny v ekonomicheskoy zhizni [The Long Waves in Economic Life]. *Obzor ekonomiki i statistiki* [The Review of Economics and Statistics], no. 6, pp. 105–115.
6. Noskova T. (2016) Sovremennyye trebovaniya k kachestvu obrazovaniya i informatsionnyye tekhnologii v deyatel'nosti prepodavateley [Modern education quality requirements and information technologies in academic teachers' activities]. *Mezhdunarodnyy zhurnal nepreryvnogo inzhenerenogo obrazovaniya i nepreryvnogo obucheniya* [International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning], no. 26 (4), pp. 434–459. DOI: 10.1504/IJCEELL.2016.10001922.
7. Daniel J., Vázquez Cano E., Gisbert M. (2015) The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model? *Universities and Knowledge Society Journal*, no. 12 (1), pp. 64–73.
8. Dwivedi Y. K., Nripendra P.P. Rana, Kuttimani T., Ramakrishnan R. (2020) A meta-analysis based modified unified theory of acceptance and use of technology (meta-UTAUT): a review of emerging literature. *Current Opinion in Psychology*, vol. 36, pp. 13–18, <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2020.03.008>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352250X20300373>.
9. Edelman Trust Barometer 2020 (2020) URL: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/440941/Trust%20Barometer%202020/2020%20Edelman%20Trust%20Barometer%20Global%20Report.pdf?utm_campaign=Global:%20Trust%20Barometer%202020&utm_source=Website.
10. Elhai J. D., Rozgonjuk D. (2020) Editorial overview: Cyberpsychology: reviews of research on the intersection between computer technology use and human behavior. *Current Opinion in Psychology*, vol., 36, pp. 4–7. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2020.11.001>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352250X20302074>.
11. International Federation of Robotics. IFR World Robotics Presentation (2019) URL:

-
- <https://ifr.org/downloads/press2018/IFR World Robotics Presentation - 18 Sept 2019.pdf>.
12. Janakiraman S. L. Watson W. R., Watson T. (2021) New by Learning, Effectiveness of digital games in producing environmentally friendly attitudes and behaviors: A mixed methods study. *Computers & Education*, Vol. 160, 104043. <https://doi.org/10.25394/PGS.13356692>.
 13. Jeong J. A., Kim M., Yoo K.-H. (2013) Content Oriented Smart Education System based on Cloud Computing. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, no. 8 (6), pp. 313–328. <http://dx.doi.org/10.14257/ijmue.2013.8.6.31>.
 14. Nelson R., Winter S. (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 437 p.
 15. Olszewski B., Crompton H. (2020) Educational technology conditions to support the development of digital age skills. *Computers & Education*, Vol. 150, 103849. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103849>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013152030049X>.
 16. Tasaka H. (2020) *These 6 skills cannot be replicated by artificial intelligence. Material of Jobs Reset Summit 2020*. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/these-6-skills-cannot-be-replicated-by-artificial-intelligence/>.
 17. Tahmasebi J. S. (2015) Gompertz-power Series Distributions. *Communications in Statistics – Theory and Methods*, no. 45 (13), pp. 3761–3781.
 18. Schwab K. (2017) *The Fourth Industrial Revolution*. New York: Crown Business, 192 p.
 19. WEF (2018) Digital Transformation Initiative. Unlocking \$100 Trillion for Business and Society from Digital Transformation. Executive summary, 2018. URL: <https://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf>.