

# Цифровизация в промышленности: варианты подходов к изучению и методология исследования

Афанасьев А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт экономики РАН, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ:

Прогнозы ученых прошлого столетия по поводу ослабления позиций материального производства не выдержали проверки временем. Масштабное развитие информационных технологий на практике оказалось неразрывно связанным с индустриальным вектором развития общества. Исследованием процессов цифровизации в промышленности занимается значительное число ученых и практиков, что подтверждается большим количеством статей и публикаций. В этой связи автор выделяет семь основных исследовательских векторов, уделив особое внимание методологии изучения рассматриваемых проблем. В контексте критического анализа имеющихся наработок предложено авторское видение методологии в единстве двух срезов – сущностного и прикладного. В рамках последнего выделяются три подхода: технологический, процессный и отраслевой, которые задают принципиальную структуру методики оценки исследуемых процессов. По результатам проделанной работы дается развернутое определение категории цифровой трансформации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** методология цифровизации, цифровизация, цифровая трансформация, цифровизация промышленности, технологический подход, процессный подход, отраслевой подход, методика оценки цифровизации, цифровая зрелость.

## Industrial digitalization: possible study approaches and research methodology

Afanasev A.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Economics, Russian Academy of Sciences (RAS), Russia

## Введение

С середины прошлого столетия ученые ведущих стран мира стали все чаще обращаться к проблемам формирования общества будущего, со становлением которого они увязывали перспективы развития человечества. В этой связи следует особо выделить труды Д. Белла [1] (Bell, 2004), Э. Тоффлера [2] (Toffler, 2002), Д.К. Гэлбрейта [3] (Gelbreyt, 2008) и др. В качестве основополагающей категории было использовано понятие «постиндустриальное общество», хотя ряд исследователей задействовали также термин «информационное общество».

В обобщенном плане можно выделить следующие ключевые постулаты этих концепций: *во-первых*, основным фактором экономического роста становятся знания; *во-вторых*, резко возрастает роль услуг

и нематериальной сферы по отношению к материальному производству; *в-третьих*, увеличивается в масштабах так называемый креативный класс, состоящий из представителей свободных профессий, сферы информационных технологий, маркетинга, связи с общественностью и т.д. Одновременно происходит сокращение численности рабочего класса и прочих категорий работников, занятых в материальном производстве; *в-четвертых*, характерной особенностью постиндустриального общества становится бурное развитие информационных технологий на основе революционных достижений в электронике, связи, компьютерной техники и т.д.; *в-пятых*, изменяются фундаментальные взаимосвязи в структуре жизнедеятельности общества. По мнению ряда исследователей, на смену экономическому детерминизму приходит относительно автономное сосуществование трех сфер: технико-экономической, политической и культурной. К примеру, Д. Белл в этой связи отмечал: «Разумеется, технико-экономическая система оказывает воздействие на другие сферы общества, но она не определяет их. Политика относительно автономна, а культура – исторична» [1] (Bell, 2004).

Вместе с тем в начале XXI века начал происходить принципиальный поворот в теоретическом обосновании магистрального вектора общественного развития. Суть новых подходов к исследованию глобальных проблем человечества можно кратко изложить так: *прогнозы по поводу ослабления позиций материального производства в*

#### ABSTRACT:

The predictions of scientists of the last century about the weakening of the position of material production did not stand the test of time. The large-scale development of information technology in practice turned out to be inextricably linked with the industrial vector of society's development. A significant number of scientists and practitioners are engaged in the study of digitalization processes in industry, which is confirmed by a large number of articles and publications. In this regard, the author identifies seven main research vectors, paying special attention to the methodology of studying the problems under consideration. In the context of a critical analysis of the available developments, the author's vision of the methodology is proposed. It is the unity of two sections: essential and applied. Within the latter, three approaches are distinguished: technological, process and industrial, which define the basic structure of the methodology for evaluating the processes under study. Based on the research results, a detailed definition of the category of digital transformation is given.

**KEYWORDS:** digitalization methodology, digitalization, digital transformation, industrial digitalization, technological approach, process approach, industry approach, digitalization assessment methodology, digital maturity

JEL Classification: L51, L52, O25, O31, O33

Received: 12.08.2023 / Published: 30.09.2023

© Author(s) / Publication: PRIMEC Publishers  
For correspondence: Afanasev A.A. (piran@bk.ru)

#### CITATION:

Afanasev A.A. [2023] Tsifrovizatsiya v promyshlennosti: varianty podkhodov k izucheniyu i metodologii issledovaniya [Industrial digitalization: possible study approaches and research methodology]. Voprosy innovatsionnoy ekonomiki. 13. (3). – 1395–1414. doi: 10.18334/vinec.13.3.118927

структуре современного общества не выдержали проверки временем. За последние 30 лет не прослеживалось однозначного снижения роли промышленности ни в развитых странах, ни тем более в развивающихся государствах [4, с. 25] (Bodrunov, Kolganov, 2016, p. 25).

Охарактеризованный выше теоретический поворот имеет под собой объективные основания, суть которых – в развитии производительных сил, доминирующих направлениях их воспроизводства. Третья промышленная революция, начало которой датируется серединой XX века, характеризуется масштабной автоматизацией, которая вышла на качественно новый уровень в результате соединения с применением электронной техники и ИКТ (т.е. цифровизацией). Именно с этим ряд исследователей связывают постепенное перерастание третьей промышленной революции в четвертую: так, известный немецкий экономист К. Шваб отмечает, что «распространяя технологию «умных заводов», четвертая промышленная революция создает мир, в котором виртуальные и физические системы производства гибко взаимодействуют между собой на глобальном уровне» [5, с. 12] (Shwab, 2016, p. 12).

Думается, что двадцатилетие с 2010-х по 2030-е годы может быть охарактеризовано как время широкого распространения технологий искусственного интеллекта, обработки больших данных, цифровых двойников, Интернета вещей и т.д. В результате формируются технически гибкие производства, способные к цифровому взаимодействию, т.е. *киберфизические производственные системы*. В этой связи следует признать правильность части прогнозов разработчиков концепции постиндустриального общества относительно потенциала и масштабов развития информационных технологий, но с той лишь поправкой, что это происходит в рамках индустриального вектора развития общества.

В контексте вышеизложенного **объектом исследования** данной статьи избрана цифровизация в промышленности России, а **предметом исследования** стали научные подходы к изучению соответствующих процессов. **Целью статьи** является обоснование авторской методологии анализа цифровизации в промышленности.

## Научные подходы к исследованию цифровизации

Как будет показано ниже, цифровизация вообще и в промышленности в частности представляет собой сложное и многогранное явление, познание которого пред-

---

### ОБ АВТОРЕ:

**Афанасьев Александр Анатольевич**, старший научный сотрудник Центра инновационной экономики и промышленной политики (piran@bk.ru)

### ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Афанасьев А.А. Цифровизация в промышленности: варианты подходов к изучению и методология исследования // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Том 13. – № 3. – С. 1395–1414. doi: 10.18334/vinec.13.3.118927

полагает исследования в различных ракурсах и аспектах. В свете изучения и обобщения зафиксированных в литературе подходов можно выделить следующие основные исследовательские векторы, в рамках которых проблемы цифровизации рассматриваются через призму: 1) особенностей цифровизации экономических систем различного уровня (глобального, национального, регионального); 2) отраслевых аспектов цифровизации; 3) воздействия различных цифровых технологий на процессы в экономике; 4) статистического анализа; 5) оценки степени готовности объектов к цифровизации, а также достигнутого уровня зрелости соответствующих процессов; 6) управления процессами цифровизации на различных уровнях (предприятия, отрасли, промышленности), соответствующих программ и стратегий; 7) методологии исследования процессов цифровизации.

В области исследований **специфики цифровизации экономических систем различного уровня** следует выделить труд научного коллектива из Института экономики РАН под руководством Е.Б. Ленчук. Авторы исходят из того, что цифровая экономика представляет собой новую парадигму экономического развития. При этом объектом исследования избраны процессы цифровизации как на глобальном, так и страновом уровне применительно к условиям современной России [6] (*Lenchuk, Vlaskin, Dorzhieva, Ivanov, Smotritskaya et al., 2020*). В работе В.Г. Варнавского рассматривается взаимосвязь между ростом мировой экономики и процессами цифровизации с раскрытием общемировых тенденций распространения цифровых технологий и их влияния на социально-экономические процессы [7] (*Varnavskiy, 2015*). В публикации В.Е. Дементьева анализируются угрозы и вызовы для России в контексте доминирования Китая и США в сфере цифровых технологий. В этой связи сопоставляются масштабы инвестиций на их разработку в упомянутых странах, а также делаются оценки возможностей обеспечения независимого развития России в цифровой сфере [8] (*Dementev, 2022*). Аналогичная проблема по достижению цифрового суверенитета и вывода отечественной экономики на траекторию независимого цифрового развития изучается в работе коллектива ученых из ИПР РАН [9] (*Dudin, Shkodinskiy, Usmanov, 2021*). Р.М. Нуреев в своей работе раскрывает основные этапы становления цифровой экономики через рассмотрение уровней развития последней и факторов, обуславливающих продвижение от уровня к уровню [10] (*Nureev, Karapayev, 2019*). Что касается работы В.В. Иванова и Г.Г. Малинецкого, то здесь предпринимается попытка определения исторического места цифровизации и раскрытия ее движущих сил, в том числе в современной России [11] (*Ivanov, Malinetskiy, 2017*). Т.В. Миролюбова концентрирует исследовательские усилия на раскрытии особенностей цифровизации на региональном уровне на основе анализа структурных параметров представленных цифровых технологий [12] (*Mirolyubova, Karlina, Nikolaev, 2020*). Процессы распространения цифровых технологий и соответствующих изменений параметров социально-экономического развития регионов исследуются в работе В.В. Акбердиной [13] (*Akberdina, Naumov, Krasnyh, 2023*). В.П. Вишневский рассматривает страновые особенности циф-

ровизации через исследование ее вклада в создание конечного продукта путем построения соответствующей производственной функции Кобба-Дугласа [14] (Vishnevskiy, 2019). Ю.В. Белоусов исследует особенности цифровизации в экономике, уделяя особое внимание факторам производства [15] (Belousov, 2021).

**Отраслевые аспекты цифровизации** в рамках данной статьи рассматриваются, прежде всего, на примере отечественной промышленности. В этой связи следует упомянуть доклад коллектива авторов из ВШЭ под названием «Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты», где развернуто раскрыта отраслевая специфика применения цифровых технологий [16] (Abdrakhmanova, Byhovskiy, Veselitskaya, Vishnevskiy, Gokhberg et al., 2021). В еще одном докладе ВШЭ «Цифровая трансформация: ожидания и реальность» особое внимание уделяется оценке цифровой зрелости отраслей экономики, а также анализу спроса в них на цифровые технологии [17, с. 30] (Abdrakhmanova et al., 2022, p. 30). В труде Г.В. Лепеша рассматривается специфика исследуемых процессов в машиностроительном комплексе России с акцентом на применении информационных систем [18] (Lepesh, 2022). Фундаментальные проблемы цифровизации в отечественной промышленности, а также ее перспективы изучаются в публикации В.А. Плотникова [19] (Plotnikov, 2018). Ключевая роль отечественного станкостроения в процессах цифровизации и оценка степени его готовности к развертыванию соответствующих процессов исследуется в работе Т.Н. Рыжиковой [20] (Ryzhikova, Borovskiy, Agalarov, 2021).

Как уже отмечалось, третьим исследовательским вектором стало изучение **особенностей воздействия различных цифровых технологий на процессы в экономике**. Так, Н.В. Городнова рассматривает специфику протекания производственных процессов в контексте использования технологий промышленного интернета вещей [21] (Gorodnova, 2022). Особенности применения технологий искусственного интеллекта в экономике посвящена работа В.В. Масленникова и Л.В. Шабалтиной [22] (Shabaltina, Maslennikov, 2023). Анализ процессов роботизации производств, проведение соответствующих межстрановых сравнений стали предметом исследования А.Е. Варшавского [23] (Varshavskiy, Dubinina, 2021). В.А. Плотников рассматривает особенности применения цифровых технологий на различных стадиях воспроизводственного цикла (производство, распределение, обмен, потребление) [24] (Plotnikov, 2020).

Следующий исследовательский вектор сопряжен с проведением **статистического анализа** в рассматриваемой сфере. На сегодняшний день здесь накоплен большой объем наработок, в котором следует особо выделить публикации сотрудников ВШЭ. В частности, следует упомянуть о фундаментальном сборнике «Индикаторы цифровой экономики: 2022» [25] (Abdrakhmanova, Vasilkovskiy, Vishnevskiy, Gokhberg et al., 2023), в котором отражены результаты многолетних наблюдений и обобщений.

Как уже указывалось выше, в качестве пятого исследовательского вектора выделены работы **по оценке как степени готовности объектов к цифровизации, так и достигнутого уровня зрелости соответствующих процессов**. Так, оценке цифро-

вой зрелости регионов страны посвящены разработки исследователей и практиков из Сколково, отраженные в «Методологии расчета индекса «Цифровая Россия» субъектов Российской Федерации» [26]. Также представляется необходимым упомянуть труд немецких специалистов по оценке готовности промышленных компаний к деятельности в парадигме Индустрии 4.0 [27] (*Gyunter Shu et al., 2018*). Принципиальные подходы к оценке уровня цифровой зрелости, реализованные в рамках модуля ГИСП «Цифровой паспорт промышленных предприятий», были представлены в бюллетене Минпромторга [28]. Работа Е.В. Шкарупеты посвящена применению методики проведения самооценки уровня цифровой зрелости промышленного предприятия, реализуемой Минпромторгом России в системе ГИСП при составлении цифрового паспорта промышленного предприятия [29] (*Shkarupeta, 2023*). Т.А. Гилева избрала предметом своей статьи оценку цифровой зрелости предприятий в современных российских реалиях [30] (*Gileva, 2019*). Методики расчета целевых показателей трансформации отраслей содержатся в соответствующем приказе Минцифры [31].

Шестой исследовательский вектор включает работы, посвященные проблемам **управления процессами цифровизации на различных уровнях**. Здесь следует упомянуть о разработках специалистов из Сколково, представивших «Руководство по цифровой трансформации производственных предприятий» [32]. Несомненный интерес представляют «Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием», разработанные Минцифры в 2020 году [33]. Выводы и рекомендации О.Е. Устиновой охватывают вопросы разработки стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия и управления соответствующими процессами [34] (*Ustinova, 2022*). В.В. Доржиева исследует актуальные вопросы управления процессами цифровизации в России, рассматривая эту проблематику на макроуровне [35] (*Dorzheva, 2023*). Что касается документов концептуально-стратегического плана, то можно выделить: национальный проект «Цифровая экономика Российской Федерации»; дорожные карты развития «сквозных» цифровых технологий; отраслевые стратегии цифровой трансформации, в том числе «Стратегию цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года» и т.д.

Седьмой исследовательский вектор представлен работами, посвященными **методологии исследования процессов цифровизации**. Данная проблематика в силу заявленной цели настоящего исследования представляет особый интерес и поэтому требует более тщательного и подробного раскрытия.

### Критический анализ методологических подходов к исследованию процессов цифровизации

Стоит повторить, что под методологией научного исследования, как правило, понимается совокупность способов анализа материала и формулирования результа-

тов, что в значительной мере определяет теоретическую и практическую значимость исследовательского проекта.

По результатам обобщения соответствующих публикаций представляется обоснованным вывод о том, что научные труды в данной области можно разделить на две группы: а) сущностного (политэкономического) плана; б) прикладной (практической) направленности.

Авторы, представляющие *первую группу*, выносят в название публикации и используют при их написании категории марксистской политической экономии. В качестве примера можно привести статью О.В. Дьяченко, озаглавленную «Производственные отношения в условиях перехода к цифровой экономике». В аннотации подчеркивается необходимость «описать природу производственных отношений в рамках цифровой экономики через призму политэкономического учения» [36, с. 7] (*Dyachenko, 2018, p. 7*). В этой связи отношения по поводу производства, распределения, обмена и потребления рассматриваются применительно к новым условиям цифровизации. Принципиально важно, что автор рассматривает ее в единстве двух плоскостей – производительных сил и производственных отношений. В первом ракурсе цифровая экономика представляет собой надстройку к материальному производству, обеспечивающую более эффективное его функционирование. Плоскость производственных отношений рассматривается на уровнях цифрового предприятия и цифровой платформы. Последней автор уделяет особое внимание, трактуя ее как «более прогрессивную форму кооперационных отношений между субъектами, участвующими в производстве продукта на его разных жизненных циклах, по сравнению с классическими» [36, с. 12] (*Dyachenko, 2018, p. 12*).

О.Л. Королев в статье «Эволюция экономической категории «производительные силы» в условиях цифровизации» предпринимает попытку рассмотреть вопросы трансформации исследуемого понятия в нынешних реалиях. Указанные процессы он сопрягает с научно-техническим прогрессом, характерной чертой которого в современных условиях становится быстрое развитие цифровых технологий. Именно с этим автор связывает изменения как в производительных силах в целом, так и в их отдельных элементах: средствах труда, предметах труда, рабочей силы. При этом особое внимание уделяется научным знаниям, превращающимся в основной ресурс современного производства [37, с. 52] (*Korolev, 2020, p. 52*).

К разработчикам политэкономического подхода представляется возможным отнести и коллектив авторов под руководством И.Д. Мацкуляка, опубликовавших статью под названием «Цифровая экономика: теория, практика и перспектива». В данной работе цифровизация рассмотрена как комплексный феномен в неразрывной связи с воспроизводственным циклом, а также с соответствующими технологиями и средствами ИКТ. При этом исследуемое явление рассматривается в следующих ракурсах: *во-первых*, через изменения в совокупности средств производства и рабочей силы;



во-вторых, через изменения различных форм производственно-экономических отношений («собственности», «обмена деятельностью», «организационно-технологических», «управленческих»); в-третьих, в контексте многообразия новых товаров и услуг [38, с. 108] (*Matskulyak, Kuligin, Matskulyak, Nagdaliev, 2020, p. 108*).

В ряду разработчиков методологии *прикладной (практической) направленности* необходимо, прежде всего, выделить В.В. Акбердину и С.Г. Пьянкову, опубликовавших статью под названием «Методологические аспекты цифровой трансформации промышленности». Указанные авторы, исходя из реалий смены технологической парадигмы, выделяют три основных методологических подхода к изучению цифровой трансформации промышленности: 1) *процессный*, в основе которого положены этапы создания ценности в промышленном производстве (от исследований, разработок, проектирования до производства, продажи и эксплуатации); 2) *технологический*, предполагающий исследование кластеров цифровых технологий, обеспечивающих качественную трансформацию промышленного комплекса; 3) *отраслевой*, основанный на выделении существующих и перспективных индустриальных рынков, вовлеченных в цифровую трансформацию. Представляется плодотворным выделение указанными авторами нескольких уровней цифровизации (от человека к предприятию, отрасли и экономике в целом) [39, с. 299] (*Akberdina, Pyankova, 2021, p. 299*).

Методология исследования цифровизации, предложенная Е.В. Пресняковой, также опирается на задействование трех вышеназванных приемов. При этом в рамках процессного подхода подробно исследуются информационные системы, направленные на организацию в цифровом формате цепочки выделенных процессов (конструирование изделия, проектирование технологических процессов, подготовка производства, изготовление изделия, обслуживание изделия). Применение отраслевого подхода автор обосновывает необходимостью рассмотрения промышленного производства (цифровая фабрика, умная фабрика) в единстве с цифровизацией иных отраслей экономики и сфер общественной жизни («цифровой город», «цифровые транспортные системы», «цифровая медицина», «цифровой карьер» и т.д.). Технологический ракурс нацелен на исследование направлений развития материальной основы цифровизации в промышленности (Интернет вещей и индустриальный интернет, цифровое проектирование и моделирование, квантовые технологии, технологии работы с большими данными, развитие микропроцессоров и средств ЭВМ, робототехника и т.д.) [40, с. 36] (*Presnyakova, 2020, p. 36*).

Методология исследования цифровизации, предложенная О.С. Сухаревым, базируется на трехвекторном представлении эволюции производств в результате внедрения цифровых технологий. Первый вектор связан с появлением более совершенных устройств и технологий, второй – с развитием процессов автоматизации, третий – со становлением новых технологий, основанных на ранее неизвестных физических принципах действия [41, с. 34] (*Sukharev, 2021, p. 34*).



## Обоснование авторской методологии исследования процессов цифровизации в промышленности

По результатам систематизации научной литературы и зафиксированных в ней подходов становится возможным сформулировать ряд положений, определяющих авторские методологические принципы исследования проблем цифровизации в промышленности.

**Положение 1.** Анализ процессов цифровизации предполагает его увязку с определенной областью общественной жизнедеятельности, главной из которых является сфера экономики [42] (Afanasev, 2023). Объяснением этому служит тот несомненный факт, что экономическая сфера является источником средств ИКТ и сопряженных технологий как для осуществления процессов собственной цифровизации, так и для создания соответствующей материально-технической базы во всех остальных ареалах жизнедеятельности общества. В свете вышесказанного очевидно, что в экономической сфере цифровые технологии и средства ИКТ выступают, с одной стороны, важнейшим фактором производства, а с другой – результатом экономической деятельности при их использовании в иных общественных сферах. Стоит повторить, что особое место в структуре экономики занимает промышленность, представленная на практике совокупностью различных комплексов, отраслей и т.д.

**Положение 2.** В порядке развития отмеченных выше позиций ряда авторов методология исследования цифровизации в промышленности предполагает два среза – сущностный и прикладной. При этом важной задачей становится обоснование генетической связи между ними. Как будет показано ниже, прикладной срез должен корреспондироваться с методическим обеспечением оценки развертывания исследуемых процессов.

**Положение 3.** Разделяя позиции ряда ученых, выделяющих различные стороны (границы) цифровизации в промышленности, автор рассматривает процессы цифровизации в двух главных ракурсах. При этом исходной становится плоскость производительных сил, поскольку цифровизация представляет собой *технико-экономическое явление*. Как представляется, его суть заключается в соединении практически каждого элемента производительных сил (в первую очередь орудий труда и средств управления) со средствами ИКТ и сопряженными технологиями. Что касается плоскости производственных отношений, то под воздействием мощных импульсов развития, исходящих от производительных сил, происходят существенные сдвиги в отношениях между людьми по поводу производства, распределения, обмена и потребления. Стало быть, следует говорить о *социально-экономических последствиях* цифровизации, а не о цифровизации производственных отношений. Не вызывает сомнений, что обозначенные последствия, в свою очередь, оказывают обратное влияние на сферу производительных сил.

**Положение 4.** Представляется возможным следующим образом очертить контуры сущностного среза к рассмотрению исследуемых процессов. *Во-первых*, следует выде-

лить ключевые элементы производительных сил, образующие материальную основу процессов цифровизации, а именно единство средств ИКТ и цифровых технологий. Стоит повторить, что они проникают во все элементы производительных сил, принципиально меняя характер их функционирования. *Во-вторых*, необходимо учитывать, что цифровизация развертывается на нескольких уровнях, исходным из которых выступает уровень *производства*, т.е. цикла взаимосвязанных операций по целенаправленному изменению предметов труда. Организационная совокупность, охватывающая несколько производств, позволяет выйти на *уровень предприятия* как новой целостности, в задачи которой входит обеспечение устойчивого функционирования вышеупомянутых производств на основе текущего и перспективного управления. В контексте разнообразных связей между родственными или близкими по производственному профилю предприятиями становится возможным выделить *уровень отрасли*. *В-третьих*, в свете вышесказанного представляется обоснованным двухмерный подход к сущностному анализу процессов цифровизации в промышленности: с одной стороны, они неразрывно связаны с элементами производительных сил, а с другой стороны – с определенными уровнями развертывания исследуемых процессов. Поле получаемой таким образом матрицы вбирает многообразие глубинных тенденций и направлений цифровизации как объекта научного исследования (табл. 1).

Таблица 1

**Сущностный срез анализа цифровизации (ЦФРВ) в единстве элементов производительных сил (ПС) и уровней развертывания соответствующих процессов**

Элементы ПС Уровни ЦФРВ	Средства производства	Производственно-технические технологии	Рабочая сила	Средства ИКТ	Цифровые технологии	Форма организации производства
Производство	Цифровизация средств производства	Цифровизация метода производства	Цифровизация трудовых функций	Автоматизация технологического процесса		Цифровое производство
Предприятие	Цифровизация средств производства предприятия	Цифровизация всей совокупности процессов на предприятии	Цифровизация управленческих и иных функций	Автоматизация управленческих и иных процессов на предприятии		Цифровое предприятие
Отрасль	Цифровизация средств производства отрасли	Цифровизация производственных и иных связей отрасли	Цифровизация внутриотраслевых и прочих связей	Автоматизация жизнедеятельности отрасли		Цифровая промышленная экосистема

Источник: разработано автором.

**Положение 5.** Как уже отмечалось, контуры прикладного среза анализа цифровизации, сопряженного с практикой ее реализации, должны быть генетически связаны с ее существенными характеристиками. В данном контексте представляется обоснованным первоочередное рассмотрение материальной основы цифровизации, представленной совокупностью цифровых технологий и средств ИКТ. Таким образом, на основе соответствующего столбца исходной матрицы формируется первый – **технологический подход** к рассмотрению прикладных проблем.

Через призму второго уровня матрицы можно раскрыть еще один – **процессный подход** к исследованию практических вопросов цифровизации. Логика здесь такова: все стадии цепочки создания добавленной стоимости (от НИР, производства до реализации и эксплуатации) могут быть представлены в виде бизнес-процессов. В таком случае цифровизация направлена на их автоматизацию на основе ИКТ, а оценка масштаба использования исследуемых технологий в этих бизнес-процессах составляет суть процессного подхода.

Генетическая связь третьего – **отраслевого подхода** с существенным срезом может быть обоснована следующим образом. Думается, что цифровизация влияет не только на внутренние процессы, но и на внешнюю среду предприятия, прежде всего на основе функционирования цифровых платформ [43] (*Afanasev, 2023*). Это имеет своим следствием формирование новых рыночных бизнес-моделей, способов отраслевой организации, межсубъектных коммуникаций и т.д., представляющих собой контуры современной промышленной экосистемы. Исследование этих проблем и составляет содержание отраслевого подхода.

**Положение 6.** Как уже было отмечено выше, прикладной срез анализа должен соотноситься с методиками оценки процессов цифровизации в промышленности. В этой связи целесообразно опереться на уже апробированный регламент Минпромторга России, применяемый для проведения самооценки уровня цифровой зрелости промышленного предприятия. Эти вопросы были всесторонне рассмотрены в работе Е.В. Шкарупеты, которая обобщила соответствующую практику, основанную на применении трех «колодцев», охватывающих 27 направлений оценки параметров цифровизации промышленных предприятий [29, с. 14] (*Shkarupeta, 2023, p. 14*). Стоит повторить, что к числу так называемых колодцев (т.е. укрупненных блоков показателей) в публикации отнесены: 1) уровень цифровизации бизнес-процессов в цепочке создания добавленной стоимости; 2) уровень цифровизации вспомогательных бизнес-процессов; 3) уровень технологического развития ИТ на предприятии.

Упомянутые наработки представляется необходимым адаптировать под уже охарактеризованные в данной статье подходы в рамках прикладного среза анализа, что обусловлено спецификой избранного объекта оценки (напомним, что у Е.В. Шкарупеты им является предприятие, а в данной статье – отрасли промышленности).

Представляется, что методической проекцией технологического подхода к исследованию процессов цифровизации должен стать укрупненный блок показателей,

отражающих технологические аспекты внедрения цифровых технологий в отраслях промышленности. Целесообразно отнести к этому блоку следующие показатели: применения технологий искусственного интеллекта; использования технологий цифровых двойников; задействования методов работы с большими данными и т.д.

Что касается процессного подхода, то его методическим отражением становится блок показателей, раскрывающих уровень цифровизации бизнес-процессов предприятий отраслей промышленности в цепочке создания добавленной стоимости (от НИР, производства до реализации и эксплуатации). В данном блоке можно выделить показатели уровня цифровизации: управления НИОКР; управления производством; управления сбытом и логистики и т.д.

Наконец, отраслевой подход в методическом плане представлен соответствующим блоком, характеризующим состояние формирования новых рыночных бизнес-моделей, способов отраслевой организации, межсубъектных коммуникаций и т.д. в контексте цифровизации. В числе показателей этого блока: участие предприятий отрасли в цифровом платформенном взаимодействии; степень интеграции отраслевых субъектов на основе ГИСП и т.д.

## Заключение

Резюмируя содержание данной статьи, представляется необходимым еще раз подчеркнуть, что предположения многих ученых XX века по поводу грядущего ослабления позиций материального производства не подтвердились. При этом следует добавить, что акцентированный ими в середине прошлого столетия тезис о масштабном развитии информационных технологий оказался верен с существенной корректировкой: данные процессы проявились в неразрывной связи с индустриальным вектором развития общества.

Сложность и масштабность процессов цифровизации обуславливают необходимость разработки соответствующего методологического аппарата, который, по мнению автора, вбирает в себя два среза – сущностный и прикладной. В рамках последнего можно выделить три подхода: технологический, процессный и отраслевой, что и задает принципиальную структуру методики оценки исследуемых процессов.

В этом контексте суть широко используемой категории *цифровой трансформации* видится как совокупность существенных сдвигов в элементах производительных сил в ходе цифровизации, имеющих своим результатом качественные изменения как в бизнес-процессах, так и способах осуществления экономической деятельности (т.е. в бизнес-моделях), приводящие к значительным социально-экономическим эффектам.

## ИСТОЧНИКИ:

1. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество: опыт социального прогнозирования. / Пер. с англ. – Москва: Academia, 2004.
2. Тоффлер Э. Третья волна. / – 2-е издание. – Москва: Издательство АСТ, 2002. – 781 с.

3. Гэлбрейт Д.К. Новое индустриальное общество. / Избранное. – Москва: Эксмо, 2008.
4. Бодрунов С.Д., Колганов А.И. Сфера услуг и материальное производство: проблемы соотношения в современной экономике // Экономическое возрождение России. – 2016. – № 1(47). – с. 9–30.
5. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2016.
6. Ленчук Е.Б., Власкин Г.А., Доржиева В.В., Иванов А.Е., Смотрицкая И.И. и др. Формирование цифровой экономики в России: вызовы, перспективы, риски. / Монография. – Санкт-Петербург: Издательство Алтейя, 2020. – 320 с.
7. Варнавский В.Г. Цифровые технологии и рост мировой экономики // Друкеровский вестник. – 2015. – № 3(7). – с. 73–80. – doi: 10.17213/2312–6469–2015–3–73–80.
8. Дементьев В.Е. Перспективы России при цифровом доминировании Китая и США // Проблемы прогнозирования. – 2022. – № 4(193). – с. 6–17. – doi: 10.47711/0868–6351–193–6–17.
9. Дудин М.Н., Шкодинский С.В., Усманов Д.И. Цифровой суверенитет России: барьеры и новые траектории развития // Проблемы рыночной экономики. – 2021. – № 2. – с. 30–49. – doi: 10.33051/2500–2325–2021–2–30–49.
10. Нуреев Р.М., Карапаев О.В. Три этапа становления цифровой экономики // Journal of Economic Regulation. – 2019. – № 2. – с. 6–27. – doi: 10.17835/2078–5429.2019.10.2.006–027.
11. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Стратегические приоритеты цифровой экономики // Стратегические приоритеты. – 2017. – № 3(15). – с. 54–95.
12. Миролюбова Т.В., Карлина Т.В., Николаев Р.С. Цифровая экономика: проблемы идентификации и измерений в региональной экономике // Экономика региона. – 2020. – № 2. – с. 377–390. – doi: 10.17059/2020–2–4.
13. Акбердина В.В., Наумов И.В., Красных С.С. Цифровое пространство регионов Российской Федерации: оценка факторов развития и взаимного влияния на социально-экономический рост // Journal of applied economic research. – 2023. – № 2. – с. 294–322. – doi: 10.15826/vestnik.2023.22.2.013.
14. Вишневский В.П. Цифровая экономика в условиях четвертой промышленной революции: возможности и ограничения // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2019. – № 4. – с. 606–627. – doi: 10.21638/spbu05.2019.406.
15. Белоусов Ю.В. Цифровая экономика: понятие и тенденции развития // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2021. – № 1. – с. 26–43. – doi: 10.24412/2073–6487–2021–1–26–43.
16. Абдрахманова Г.И., Быховский К.Б., Веселитская Н.Н., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты. / Монография. – Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2021. – 239 с.

17. Абдрахманова Г.И. и др. Цифровая трансформация: ожидания и реальность. / Доклад. – М.:Изд. дом ВШЭ, 2022. – 221 с.
18. Лепеш Г.В. Цифровая трансформация промышленного сектора экономики // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2022. – № 2(60). – с. 3–15.
19. Плотников В.А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4(112). – с. 16–24.
20. Рыжикова Т.Н., Боровский В.Г., Агаларов З.С. Оценка готовности станкостроительной отрасли к четвертой промышленной революции // Экономический анализ: теория и практика. – 2021. – № 5(512). – с. 886–904. – doi: 10.24891/ea.20.5.886.
21. Городнова Н.В. Индустриальный интернет вещей в России: сущность и перспективы // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – № 3. – с. 1503–1522. – doi: 10.18334/vines. 12.3.115150.
22. Шабалтина Л.В., Масленников В.В. Управление цифровой трансформацией организаций с применением искусственного интеллекта // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – № 2. – с. 771–784. – doi: 10.18334/vines. 13.2.118231.
23. Варшавский А.Е., Дубинина В.В. Сопоставительный анализ показателей и факторов роботизации в России и Польше // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2021. – № 10(403). – с. 1875–1902. – doi: 10.24891/ni.17.10.1875.
24. Плотников В.А. Цифровизация как закономерный этап эволюции экономической системы // Экономическое возрождение России. – 2020. – № 2(64). – с. 104–115. – doi: 10.37930/1990-9780-2020-2-64-104-115.
25. Абдрахманова Г.И., Васильковский С.А., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Индикаторы цифровой экономики: 2022. / Статистический сборник. – М.: НИУ ВШЭ, 2023. – 332 с.
26. Методология расчета индекса «Цифровая Россия» субъектов Российской Федерации. Сколково. [Электронный ресурс]. URL: [https://sk.skolkovo.ru/storage/file\\_storage/00436d13-c75c-46cf-9e78-89375a6b4918/SKOLKOVO\\_Digital\\_Russia\\_Methodology\\_2019-04\\_ru.pdf](https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/00436d13-c75c-46cf-9e78-89375a6b4918/SKOLKOVO_Digital_Russia_Methodology_2019-04_ru.pdf) (дата обращения: 30.07.2023).
27. Гюнтер Шу и др. Индекс зрелости Индустрии 4.0 – Управление цифровым преобразованием компаний. Acatech.de. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech\\_STUDIE\\_rus\\_Maturity\\_Index\\_WEB.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_rus_Maturity_Index_WEB.pdf) (дата обращения: 30.07.2023).
28. Основные принципы по оценке уровня цифровой зрелости, реализованные в рамках модуля ГИСП «Цифровой паспорт промышленных предприятий». Minprom.samregion.ru. [Электронный ресурс]. URL: <https://minprom.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/9/2021/09/czifrovoj-pasport-predpriyatiya-19.08.2021.pdf> (дата обращения: 30.07.2023).
29. Шкарупета Е.В. Практические аспекты оценки цифровой зрелости промышленных предприятий в условиях пилотирования инноваций в цифровых сервисах ГИСП //

- Информатизация в цифровой экономике. – 2023. – № 1. – с. 9–22. – doi: 10.18334/ide.4.1.117048.
30. Гилева Т.А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. – 2019. – № 1(27). – с. 38–52. – doi: 10.17122/2541–8904–2019–1–27–38–52.
31. Приказ Минцифры России от 18 ноября 2020 г. № 600 «Об утверждении методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации “Цифровая трансформация”
32. Руководство по цифровой трансформации производственных предприятий. Сколково. [Электронный ресурс]. URL: [https://assets.fea.ru/uploads/nticenter/112019/Rukovodstvo\\_po\\_cifrovizacii\\_proizvodstvennyh\\_predpriyatij.pdf](https://assets.fea.ru/uploads/nticenter/112019/Rukovodstvo_po_cifrovizacii_proizvodstvennyh_predpriyatij.pdf) (дата обращения: 30.07.2023).
33. Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием. Digital.gov.ru. [Электронный ресурс]. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/metodicheskie-rekomendatsii-po-tsifrovoj-transformatsii-gk.pdf> (дата обращения: 30.07.2023).
34. Устинова О.Е. Формирование стратегии цифровой трансформации промышленных предприятий // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – № 3. – с. 1427–1442. – doi: 10.18334/vines.12.3.115129.
35. Доржиева В.В. Цифровая трансформация промышленности и промышленная политика в условиях внешних ограничений // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – № 2. – с. 637–648. – doi: 10.18334/vines.13.2.117692.
36. Дьяченко О.В. Производственные отношения в условиях перехода к цифровой экономике // Вестник Челябинского государственного университета. – 2018. – № 12(422). – с. 7–18. – doi: 10.24411/1994–2796–2018–11201.
37. Королев О.Л. Эволюция экономической категории «производительные силы» в условиях цифровизации // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. – 2020. – № 4. – с. 48–53.
38. Мацкуляк И.Д., Кулигин В.Д., Мацкуляк Д.И., Нагдалиев Н.З.О. Цифровая экономика: теория, практика и перспектива // Вестник университета. – 2020. – № 9. – с. 106–112. – doi: 10.26425/1816–4277–2020–9–106–112.
39. Акбердина В.В., Пьянкова С.Г. Методологические аспекты цифровой трансформации промышленности // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – № 1. – с. 292–313. – doi: 10.38197/2072–2060–2021–227–1–292–313.
40. Преснякова Е.В. Концептуальные подходы к цифровизации промышленности в контексте реализации стратегических документов Республики Беларусь // Экономика. Бизнес. Финансы. – 2020. – № 5. – с. 35–40.
41. Сухарев О.С. Цифровизация и направления технологического обновления промышленности России // Journal of New Economy. – 2021. – № 1. – с. 26–52. – doi: 10.29141/2658–5081–2021–22–1–2.



42. Афанасьев А.А. Цифровизация промышленности: теоретические основы и методология исследования // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – № 8. – с. 2537–2556. – doi: 10.18334/epp.13.8.118634..
43. Афанасьев А.А. Индустрия 4.0: к вопросу о перспективах цифровой трансформации промышленности в России // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – № 3. – doi: 10.18334/vinec. 13.3.117880..

## REFERENCES:

- Abdrakhmanova G.I. i dr. (2022). *Tsifrovaya transformatsiya: ozhidaniya i realnost* [Digital transformation: Expectations and reality] M.: Izd. dom VShE. (in Russian).
- Abdrakhmanova G.I., Byhovskiy K.B., Veselitskaya N.N., Vishnevskiy K.O., Gokhberg L.M. i dr. (2021). *Tsifrovaya transformatsiya otrasley: startovye usloviya i priority* [Digital transformation of industries: starting conditions and priorities] Moscow: Natsionalnyy issledovatel'skiy universitet «Vysshaya shkola ekonomiki». (in Russian).
- Abdrakhmanova G.I., Vasilkovskiy S.A., Vishnevskiy K.O., Gokhberg L.M. i dr. (2023). *Indikatory tsifrovoy ekonomiki: 2022* [Digital Economy Indicators 2022] M.: NIU VShE. (in Russian).
- Afanasev A.A. (2023). *Industriya 4.0: k voprosu o perspektivakh tsifrovoy transformatsii promyshlennosti v Rossii* [Industry 4.0: on the prospects of digital transformation of industry in Russia]. *Russian Journal of Innovation Economics*. 13 (3). (in Russian). doi: 10.18334/vinec. 13.3.117880..
- Afanasev A.A. (2023). *Tsifrovizatsiya promyshlennosti: teoreticheskie osnovy i metodologiya issledovaniya* [Digitalization of industry: theoretical foundations and research methodology]. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 13 (8). 2537–2556. (in Russian). doi: 10.18334/epp.13.8.118634..
- Akberdina V.V., Naumov I.V., Krasnyh S.S. (2023). *Tsifrovoe prostranstvo regionov Rossiyskoy Federatsii: otsenka faktorov razvitiya i vzaimnogo vliyaniya na sotsialno-ekonomicheskiy rost* [Digital space of regions: assessment of development factors and influence on socio-economic growth]. *Journal of applied economic research*. 22 (2). 294–322. (in Russian). doi: 10.15826/vestnik.2023.22.2.013.
- Akberdina V.V., Pyankova S.G. (2021). *Metodologicheskie aspekty tsifrovoy transformatsii promyshlennosti* [Digital transformation of industry: methodological aspects]. *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. 227 (1). 292–313. (in Russian). doi: 10.38197/2072–2060–2021–227–1-292–313.
- Bell D. (2004). *Gryadushchee postindustrialnoe obshchestvo: opyt sotsialnogo prognozirovaniya* [The coming post-industrial society: the experience of social forecasting] Moscow: Academia. (in Russian).

- Belousov Yu.V. (2021). *Tsifrovaya ekonomika: ponyatie i tendentsii razvitiya* [Digital economy: concept and trends of development]. *Bulletin of the Institute of Economics of RAS*. (1). 26–43. (in Russian). doi: 10.24412/2073–6487–2021–1-26–43.
- Bodrunov S.D., Kolganov A.I. (2016). *Sfera uslug i materialnoe proizvodstvo: problemy sootnosheniya v sovremennoy ekonomike* [Service sector and material production: balance issues in modern economy]. *The Economic Revival of Russia*. (1(47)). 9–30. (in Russian).
- Dementev V.E. (2022). *Perspektivy Rossii pri tsifrovom dominirovanii Kitaya i SShA* [Prospects for Russia under the digital domination of China and the United States]. *Problems of forecasting*. (4(193)). 6–17. (in Russian). doi: 10.47711/0868–6351–193–6–17.
- Dorzheeva V.V. (2023). *Tsifrovaya transformatsiya promyshlennosti i promyshlennaya politika v usloviyakh vneshnikh ogranichey* [External constraints on digital industrial transformation and industrial policy]. *Russian Journal of Innovation Economics*. 13 (2). 637–648. (in Russian). doi: 10.18334/vinec. 13.2.117692.
- Dudin M.N., Shkodinskiy S.V., Usmanov D.I. (2021). *Tsifrovoy suverenitet Rossii: barery i novye traektorii razvitiya* [Digital sovereignty of Russia: barriers and new development tracks]. *Problemy rynochnoy ekonomiki*. (2). 30–49. (in Russian). doi: 10.33051/2500–2325–2021–2-30–49.
- Dyachenko O.V. (2018). *Proizvodstvennye otnosheniya v usloviyakh perekhoda k tsifrovoy ekonomike* [Industrial relations in the context of the transition to the digital economy]. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. (12(422)). 7–18. (in Russian). doi: 10.24411/1994–2796–2018–11201.
- Gelbreyt D.K. (2008). *Novoe industrialnoe obshchestvo* [The New Industrial Society] Moscow: Eksmo. (in Russian).
- Gileva T.A. (2019). *Tsifrovaya zrelost predpriyatiya: metody otsenki i upravleniya* [Digital maturity of the enterprise: methods of assessment and management]. *Bulletin USPTU. Science, education, economy. Series economy*. (1(27)). 38–52. (in Russian). doi: 10.17122/2541–8904–2019–1-27–38–52.
- Gorodnova N.V. (2022). *Industrialnyy internet veshchey v Rossii: sushchnost i perspektivy* [The industrial internet of things in Russia: nature and prospects]. *Russian Journal of Innovation Economics*. 12 (3). 1503–1522. (in Russian). doi: 10.18334/vinec. 12.3.115150.
- Ivanov V.V., Malinetskiy G.G. (2017). *Strategicheskie priority tsifrovoy ekonomiki* [Strategic priorities of the digital economy]. *Strategic Priorities*. (3(15)). 54–95. (in Russian).
- Korolev O.L. (2020). *Evolutsiya ekonomicheskoy kategorii «proizvoditelnye sily» v usloviyakh tsifrovizatsii* [Evolution of the economic category “productive forces” in the context of digitalization]. *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Ekonomika i upravlenie*. 6 (4). 48–53. (in Russian).

- Lenchuk E.B., Vlaskin G.A., Dorzhieva V.V., Ivanov A.E., Smotritskaya I.I. i dr. (2020). *Formirovanie tsifrovoy ekonomiki v Rossii: vyzovy, perspektivy, ris-ki* [Formation of the digital economy in Russia: challenges, prospects, and risks] Sankt-Peterburg: Izdatelstvo Alteyya. (in Russian).
- Lepesh G.V. (2022). *Tsifrovaya transformatsiya promyshlennogo sektora ekonomiki* [Digital transformation of the industrial sector of the economy]. *Technical and technological problems of service*. (2(60)). 3–15. (in Russian).
- Matskulyak I.D., Kuligin V.D., Matskulyak D.I., Nagdaliev N.Z.O. (2020). *Tsifrovaya ekonomika: teoriya, praktika i perspektiva* [Digital economy: theory, practice and perspective]. *Vestnik Universiteta*. (9). 106–112. (in Russian). doi: 10.26425/1816–4277–2020–9–106–112.
- Miroyubova T.V., Karlina T.V., Nikolaev R.S. (2020). *Tsifrovaya ekonomika: problemy identifikatsii i izmereniy v regionalnoy ekonomike* [Digital economy: identification and measurements problems in regional economy]. *Economy of the region*. 16 (2). 377–390. (in Russian). doi: 10.17059/2020–2–4.
- Nureev R.M., Karapaev O.V. (2019). *Tri etapy stanovleniya tsifrovoy ekonomiki* [Digital economy as an economic institute]. *Journal of economic regulation*. 10 (2). 6–27. (in Russian). doi: 10.17835/2078–5429.2019.10.2.006–027.
- Plotnikov V.A. (2018). *Tsifrovizatsiya proizvodstva: teoreticheskaya sushchnost i perspektivy razvitiya v rossiyskoy ekonomike* [Digitalization of production: the theoretical essence and development prospects in the Russian economy]. *Bulletin of the Saint Petersburg State University of Economics*. (4(112)). 16–24. (in Russian).
- Plotnikov V.A. (2020). *Tsifrovizatsiya kak zakonomernyy etap evolyutsii ekonomicheskoy sistemy* [Digitization as a logical stage in the evolution of an economic system]. *The Economic Revival of Russia*. (2(64)). 104–115. (in Russian). doi: 10.37930/1990–9780–2020–2–64–104–115.
- Presnyakova E.V. (2020). *Kontseptualnye podkhody k tsifrovizatsii promyshlennosti v kontekste realizatsii strategicheskikh dokumentov Respubliki Belarus* [Conceptual approaches to digitalization of industry in the context of the implementation of strategic documents of the Republic of Belarus]. *Ekonomika. Biznes. Finansy*. (5). 35–40. (in Russian).
- Ryzhikova T.N., Borovskiy V.G., Agalarov Z.S. (2021). *Otsenka gotovnosti stankostroitelnoy otrasli k chetvertoy promyshlennoy revolyutsii* [Assessing the readiness of the machine-building industry for the fourth industrial revolution]. *Economic analysis: theory and practice*. 20 (5(512)). 886–904. (in Russian). doi: 10.24891/ea.20.5.886.
- Shabaltina L.V., Maslennikov V.V. (2023). *Upravlenie tsifrovoy transformatsiey organizatsiy s primeneniem iskusstvennogo intellekta* [Managing the digital transformation of organizations with artificial intelligence]. *Russian Journal of Innovation Economics*. 13 (2). 771–784. (in Russian). doi: 10.18334/vinec. 13.2.118231.

- Shkarupeta E.V. (2023). *Prakticheskie aspekty otsenki tsifrovoy zrelosti promyshlennykh predpriyatiy v usloviyakh pilotirovaniya innovatsiy v tsifrovyykh servisakh GISP* [Practical aspects of assessing the digital maturity of industrial companies in the context of piloting innovation in digital services of the state industry information system]. *Informatizatsiya v tsifrovoy ekonomike*. 4 (1). 9–22. (in Russian). doi: 10.18334/ide.4.1.117048.
- Shvab K. (2016). *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [The Fourth Industrial Revolution] M.: Eksmo. (in Russian).
- Sukharev O.S. (2021). *Tsifrovizatsiya i napravleniya tekhnologicheskogo obnovleniya promyshlennosti Rossii* [Digitalisation and thrusts of the technological modernisation in the Russian industry]. *Journal of New Economy*. 22 (1). 26–52. (in Russian). doi: 10.29141/2658–5081–2021–22–1–2.
- Toffler E. (2002). *Tretia volna* [The third wave] Moscow: Izdatelstvo AST. (in Russian).
- Ustinova O.E. (2022). *Formirovanie strategii tsifrovoy transformatsii promyshlennykh predpriyatiy* [Digital transformation strategy for industrial enterprises]. *Russian Journal of Innovation Economics*. 12 (3). 1427–1442. (in Russian). doi: 10.18334/vinec.12.3.115129.
- Varnavskiy V.G. (2015). *Tsifrovye tekhnologii i rost mirovoy ekonomiki* [Digital technologies and the growing of world economy]. *Drukerovskiy vestnik*. (3(7)). 73–80. (in Russian). doi: 10.17213/2312–6469–2015–3–73–80.
- Varshavskiy A.E., Dubinina V.V. (2021). *Sopostavitelnyy analiz pokazateley i faktorov robotizatsii v Rossii i Polshe* [A comparative analysis of indicators and factors of robotization in Russia and Poland]. *National interests: priorities and security*. 17 (10(403)). 1875–1902. (in Russian). doi: 10.24891/ni.17.10.1875.
- Vishnevskiy V.P. (2019). *Tsifrovaya ekonomika v usloviyakh chetvertoy promyshlennoy revolyutsii: vozmozhnosti i ogranicheniya* [The digital economy in the context of the fourth industrial revolution: opportunities and limitations]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika*. 35 (4). 606–627. (in Russian). doi: 10.21638/spbu05.2019.406.

