

Цифровизация промышленности: теоретические основы и методология исследования

Афанасьев А.А. ¹

¹ Институт экономики РАН, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ:

Настоящая статья посвящена раскрытию сущности цифровизации, обоснованию методологии, изучению соответствующих процессов в промышленности с определением их исторического места. В этой связи подчеркивается, что цифровизация представляет собой форму научно-технического прогресса, в основе которой лежат постоянно развивающиеся методы работы с информацией. Дана характеристика особенностей хода цифровизации в различных сферах общественной жизни. Авторская методология исследования цифровизации промышленности сопрягается с технико-экономической стороной рассматриваемых процессов, в связи с чем обосновывается новый подход к структуре современных производительных сил. Историческое место цифровизации определяется в привязке к качественно новым этапам развития производительных сил, соответствующим промышленным революциям. Автор исходит из неразрывной взаимосвязи между цифровизацией и автоматизацией в рамках третьей промышленной революции. Перспективы цифровизации увязываются с постепенным переходом к четвертой промышленной революции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цифровизация, цифровая трансформация, цифровизация промышленности, производительные силы, научно-технический прогресс, третья промышленная революция, автоматизация, четвертая промышленная революция, индустрия 4.0.

Digitalization of industry: theoretical foundations and research methodology

Afanasev A.A. ¹

¹ Institute of Economics, Russian Academy of Sciences (RAS), Russia

Введение

Понятия «цифровизация», «цифровые технологии», «цифровая экономика», «цифровое государство», «цифровая культура» и т.д. активно используются не только в профессиональной, но и в повседневной жизни, что является отражением широкого распространения различных способов взаимодействия с информацией. Несомненно, последняя всегда играла важнейшую роль в жизнедеятельности общества. С развитием с середины XX века новых технических средств появились принципиально иные возможности работы с информацией

в формате цифрового кода (т.е. данных), что существенно расширяет спектр задействуемых подходов по сравнению с «аналоговым» видом. В результате в научный и деловой оборот прочно вошли термины «информационно-коммуникационные технологии» (ИКТ), «средства ИКТ», «цифровые технологии» и т.д. При этом под ИКТ принято понимать «процессы и методы взаимодействия с информацией, которые осуществляются с применением устройств вычислительной техники, а также средств телекоммуникации» [1, с. 2].

Необходимо подчеркнуть, что процессы цифровизации всех сфер общественной жизни, особенно экономики, характеризуются быстрыми темпами и значительными масштабами. В этой связи многие теоретико-методологические вопросы либо еще не получили должного освещения, либо нуждаются в актуализации. Именно поэтому представляется необходимым вернуться к рассмотрению ряда фундаментальных проблем, касающихся: сущности цифровизации; инструментария ее исследования; движущих сил; специфики этих процессов по сферам общественной жизни; их исторического места и т.д.

В свете вышеизложенного, а также с учетом научных интересов автора *объектом исследования* в данной статье избрана цифровизация промышленности в современ-

ABSTRACT:

This article is devoted to the disclosure of the essence of digitalization, substantiation of the methodology for the study of relevant processes in industry with the determination of their historical place. In this regard, it is emphasized that digitalization is a form of scientific and technological progress, which is based on constantly developing methods of working with information. The characteristics of the course of digitalization in various spheres of public life are given. The author's methodology for the study of digitalization of industry is interfaced with the technical and economic side of the processes under consideration, in connection with which a new approach to the structure of modern productive forces is justified. The historical place of digitalization is determined in relation to qualitatively new stages of the development of productive forces corresponding to industrial revolutions. The author proceeds from the inextricable relationship between digitalization and automation in the framework of the third industrial revolution. The prospects of digitalization are linked to the gradual transition to the fourth industrial revolution.

KEYWORDS: digitalization, digital transformation, digitalization of industry, productive forces, scientific and technological progress, the third industrial revolution, automation, the fourth industrial revolution, industry 4.0

JEL Classification: O33, O32, O31

Received: 19.06.2023 / **Published:** 31.08.2023

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

CITATION:

Afanasev A.A. [2023] Tsifrovizatsiya promyshlennosti: teoreticheskie osnovy i metodologiya issledovaniya [Digitalization of industry: theoretical foundations and research methodology]. Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo. 13. [8]. – 2537–2556. doi: [10.18334/epp.13.8.118634](https://doi.org/10.18334/epp.13.8.118634)

ных условиях, а предметом исследования стали методологические подходы к изучению соответствующих процессов и определению их исторического места.

Для решения заявленных научных задач было задействовано большое количество источников отечественных и зарубежных исследователей. В этом информационном массиве, прежде всего, следует выделить блок, охватывающий *общенаучный анализ вопросов* цифровизации, а именно работы, посвященные: появлению ЭВМ и общественным последствиям их внедрения; распространению персональных электронных устройств; становлению интернета; разработке способов обработки больших данных; началу использования технологий искусственного интеллекта и т.д. В этом ряду необходимо выделить труды: Д.К. Гэлбрейта [2] (*Gelbreyt, 2008*), Э. Тоффлера [3] (*Toffler, 2002*), Д. Белла [4] (*Bell, 2004*), С.Д. Бодрунова [5] (*Bodrunov, 2016*) и др.

Далее необходимо кратко охарактеризовать блок наработок по проблемам *цифровизации в отдельных сферах* жизнедеятельности общества: экономической, социальной, политической, духовно-культурной, экологической и т.д. Здесь следует обратить внимание на исследования А.Е. Конькова [6] (*Konkov, 2020*), И.В. Понкина [7] (*Ponkin, 2021*), Л.М. Гохберга [8] (*Abdrakhmanova, Vishnevskiy, Gokhberg et al., 2019*), Т.Я. Хабриевой [9] (*Khabrieva, Chernogor, 2018*) и др.

В рамках данной статьи первостепенный интерес представляет массив публикаций по вопросам цифровизации в экономической сфере. В свою очередь, он может быть структурирован по трем уровням: *во-первых*, это труды, посвященные *проблемам цифровизации экономики* в современном мире, анализу соответствующих глобальных трендов, противоречий и перспектив. В этом ряду следует особо отметить работы К. Шваба [10] (*Shvab, 2016*), В.Е. Дементьева [11] (*Dementev, 2019*), Е.Б. Ленчук [12] (*Lenchuk, Vlaskin, Dorzhieva, Ivanov et al., 2020*), В.Г. Варнавского [13] (*Varnavskiy, 2015*) и др.

Во-вторых, в современных условиях приобретает особую значимость блок, охватывающий труды по: *фундаментальным проблемам научно-технического прогресса* в СССР и постсоветской России; становлению технологических укладов; характеристике движущих сил экономического роста, предпосылок и объективных основ цифровизации отечественной экономики и т.д. В этой связи обращают на себя внимание наработки А.И. Анчишкина [14] (*Anchishkin, 1986*), Ю.В. Яременко [15] (*Yaremenko, 2000*), С.Ю. Глазьева [16] (*Glazev, 1993*) и др.

ОБ АВТОРЕ:

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

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Афанасьев А.А. Цифровизация промышленности: теоретические основы и методология исследования // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Том 13. – № 8. – С. 2537–2556. doi: 10.18334/epp.13.8.118634

В-третьих, необходимо упомянуть о блоке, вбирающем в себя публикации ученых и практиков по конкретным аспектам (отраслевым и региональным) цифровизации в промышленности России, новым форматам промышленной политики, оценкам современного состояния и перспектив цифровой трансформации российского индустриального комплекса, а именно труды В.В. Акбердиной [17] (Akberdina, 2018), О.С. Сухарева [18] (Sukharev, 2021), В.А. Плотникова [19] (Plotnikov, 2018) и др.

Цифровизация как важнейшая тенденция развития общества: сущность и материальная основа

Исходный тезис данного раздела статьи таков: сущность цифровизации может быть правильно объяснена только в ее неразрывном единстве с научно-техническим прогрессом (НТП), протекающим как эволюционно, так и в виде промышленных революций (в этой связи в литературе широко используется аббревиатура НТР применительно к современному этапу развития). В свете вышесказанного цифровизация выступает, с одной стороны, как форма НТП, а с другой – в качестве его движущей силы, определяющей основу современной НТР.

Следующее фундаментальное положение таково: цифровизация вообще представляет собой научную абстракцию, которая нуждается в конкретизации. В этой связи анализ исследуемых процессов должен быть увязан с определенной сферой жизнедеятельности общества, под которой понимается совокупность соответствующих отношений между людьми, профильных институтов, процессов и т.д. Представляется возможным выделить следующие шесть основополагающих сфер общественной жизни (рис. 1).



Рисунок 1. Основные сферы жизнедеятельности общества
Источник: разработка автора [20, с. 2384] (Afanasev, 2022, p. 2384).

Процессы цифровизации осуществляются в каждой из отмеченных сфер в единстве общих и специфических черт. Первые из них определяются природой цифровых технологий как таковых, а особенности обусловлены функциональным предназначением ИКТ в каждой конкретной сфере.

В **социальной сфере** (т.е. в здравоохранении, образовании, других отраслях воспроизводства человеческого потенциала) средства ИКТ и сопряженные технологии выступают как факторы нематериального производства, обеспечивающие рост качества жизни населения. В **духовно-культурной сфере** (т.е. областях деятельности по созданию и распространению произведений искусства, культуры, форматированию человеческого общения и т.д.) цифровые технологии служат средством коммуникации.

И в социальной, и в духовно-культурной сферах информация выступает в форме общественного блага, в связи с чем цифровизация становится фактором предоставления более совершенных форм социальных услуг и создания эффективного информационного пространства.

Во **внутриполитической сфере** цифровые технологии предстают как средство управления и основа более совершенных форм реализации отношений по поводу власти [7, с. 48] (*Ponkin, 2021, p. 48*). Во всем многообразии соответствующих вопросов целесообразно выделить три ракурса: *во-первых*, новые формы политического процесса (к примеру, «электронное голосование»); *во-вторых*, инновационные механизмы функционирования госаппарата (к примеру, «электронное правительство»); *в-третьих*, прогрессивные методы предоставления государственных услуг (к примеру, «цифровое государство») [21]. В данном контексте несомненно, что в рассматриваемой сфере цифровые технологии становятся эффективным средством совершенствования государственного управления.

В **геополитической сфере** исследуемые процессы выступают фактором: ускорения глобализации и трансграничного взаимодействия; инструментом совершенствования межгосударственных отношений; формирования ранее неизвестных способов защиты государственного суверенитета; создания инструментов «мягкой силы» и др.

В **экологической сфере** ИКТ становятся средством: развития управления природными ресурсами; повышения качества гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды; совершенствования управления сектором обращения с отходами.

В силу ряда аргументов, которые будут приведены ниже, **экономическая сфера** заслуживает более детального рассмотрения. Здесь же достаточно отметить, что она подразделяется на ряд комплексов (промышленность, строительство, АПК и др.), отраслей различного масштаба (обрабатывающая промышленность, добывающая промышленность и др.), а процессы широкого внедрения ИКТ по сути являются развитием факторов производства.

В структуре нормативно-правового обеспечения цифровой трансформации, сформированного за последние годы в нашей стране, четко просматривается блок

соответствующих отраслевых стратегий. В этом ряду, в частности, можно выделить: «Стратегию цифровой трансформации отрасли «Здравоохранение» до 2024 года и на плановый период до 2030 года»; «Стратегию цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования»; Федеральный проект «Цифровая культура»; «Стратегическое направление в области цифровой трансформации государственного управления до 2030 года»; «Стратегию цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования»; «Стратегию цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года» и т.д.

Необходимость более подробного рассмотрения в данной статье **экономической сферы** обусловлена двумя главными обстоятельствами: *во-первых*, решающей ролью материального производства в жизнедеятельности общества. Представляется несомненным, что «только за счет материальных продуктов человек может удовлетворять свои жизненные потребности в пище, одежде, жилье, передвижении, общении и т.д. Многочисленный контингент людей, занятых оказанием услуг, может существовать и заниматься своим делом только потому, что есть другие люди, обеспечивающие для них производство необходимых материальных продуктов» [5, с. 9] (Bodrunov, 2016, p. 9).

Во-вторых, именно 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 сферах жизнедеятельности общества.

Таким образом, цифровые технологии и средства ИКТ в экономической сфере выступают, с одной стороны, важнейшим фактором **производства**, а с другой – **результатом** экономической **деятельности** при их использовании в иных общественных сферах.

В данном контексте представляется важным тот факт, что в 2019 году Правительством Российской Федерации сформирована национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». При этом содержание этой программы выходит далеко за пределы собственно экономики, охватывая практически все ареалы общественных отношений. Думается, это еще один аргумент, подтверждающий решающую роль первой в создании материальной основы цифровизации всех остальных сфер жизнедеятельности общества.

Цифровизация промышленности: методологические основы исследования

Методология научного исследования, под которой понимается совокупность способов анализа материала и формулирования результатов, в решающей степени определяет его теоретическую и практическую значимость. В этой связи далее обобщаются основные авторские подходы к рассмотрению процессов цифровизации промышленности, суть которых отражают следующие позиции.

Позиция 1. Решающая роль процессов цифровизации промышленности как ядра экономической сферы. Выше уже было сказано о ключевом месте экономики в структуре сфер общественной жизнедеятельности. При этом в рамках экономики несомненно определяющее значение промышленности, в которой в соответствии с общепринятым статистическим подходом выделяются четыре большие группы отраслей: добыча полезных ископаемых; обрабатывающие производства; ресурсо- и энергоснабжение; водоснабжение и утилизация отходов. В свою очередь, в составе обрабатывающих производств насчитываются 24 комплексные отрасли, охватывающие нескольких сотен более мелких структур.

Следует подчеркнуть, что прогнозы многих экономистов XX века по поводу ослабления позиций материального производства в структуре постиндустриального общества не выдержали проверки временем. Представляется справедливым следующий тезис: в глобальном масштабе за последние 30 лет не прослеживалось однозначного снижения роли промышленности ни в развитых странах, ни тем более в развивающихся государствах [22, с. 25] (*Bodrunov, Kolganov, 2016, p. 25*).

В свете вышеизложенного вполне обосновано исходить из решающей роли процессов цифровизации промышленного комплекса в общем контексте исследуемых процессов.

Позиция 2. Две грани процессов цифровизации промышленности: плоскость производительных сил и плоскость производственных отношений. Для обоснования данного положения автор обращается к теоретическому наследию К. Маркса и Ф. Энгельса, обосновавших понятие «способ производства» как единства производительных сил (ПС) и производственных отношений (ПО). При этом первые охватывали материально-вещественные элементы производства, рабочую силу и формы организации производства, а вторые трактовались как совокупность отношений между людьми по поводу непосредственного производства, распределения, обмена и потребления материальных благ. Основоположники исторического материализма рассматривали прогресс производительных сил как материальную основу развития производственных отношений; при этом постоянно подчеркивалась активное обратное влияние последних, т.е. их диалектическая взаимосвязь с производительными силами.

Думается, что данный подход, зародившийся еще в эпоху становления индустриального общества, не потерял своей актуальности и в современных условиях. В частности, выдающийся отечественный экономист А.И. Анчишкин отмечал, что «исследование закономерностей развития производительных сил как единого целого и как одной из сторон способа производства есть одновременно единственно возможный путь к познанию закономерностей научно-технического прогресса» [14, с. 15] (*Anchishkin, 1986, p. 15*).

Отталкиваясь от приведенных методологических подходов, можно выделить в процессах цифровизации промышленности две грани: **техничко-экономическую** (т.е. связанную с плоскостью производительных сил) и **социально-экономическую**

(т.е. обусловленную проекцией НТП на совокупность производственных отношений). Необходимо подчеркнуть неразрывную связь и взаимное влияние отмеченных сторон исследуемых процессов. К примеру, ставшее возможным на базе новых информационных технологий территориальное распределение части производственных функций имеет своим социально-экономическим следствием новые формы удаленной занятости и продолжительности рабочего времени. Еще одной иллюстрацией может стать значительное повышение производительности труда на основе внедрения новых технологий, что дает возможность существенно изменить условия труда для большого числа работников. С другой стороны, позитивные изменения в сфере производственных отношений (к примеру, получение работником дополнительных выплат в виде интеллектуальной ренты за рационализацию) имеют своим результатом ускорение процессов научно-технического развития предприятия.

Таким образом, цифровизация представляет собой двуединый процесс, охватывающий как совершенствование производительных сил, так и развитие производственных отношений. При всей важности социально-экономического ракурса проблемы в данной статье основное внимание будет уделено рассмотрению *техничко-экономических аспектов* исследуемых процессов.

Позиция 3. Воспроизводственный подход к анализу технико-экономических проблем цифровизации промышленности. Итак, технико-экономическая грань цифровизации неразрывно связана с исследованием производительных сил. При этом последние рассматриваются в постоянной динамике, т.е. в процессе их **воспроизводства**. В литературе зафиксированы многочисленные определения воспроизводства производительных сил. Не вдаваясь в теоретические подробности, представляется возможным ограничиться трактовкой этого процесса как непрерывного возобновления всех элементов производительных сил, что предполагает краткое рассмотрение вопроса о структуре, т.е. наборе элементов ПС.

А.И. Анчишкин под производительными силами понимал единство трех блоков, или «совокупность материально-вещественных элементов производства, рабочей силы и форм организации производства» [14, с. 12] (*Anchishkin, 1986, p. 12*). При этом в первом блоке он выделял следующие материально-вещественные элементы производства: орудия труда и предметы труда, средства производства, обеспечивающие функции экономического оборота продукции (ее перемещение, хранение, доведение до потребителя и т.д.). Что касается человеческих ресурсов, или рабочей силы, то она характеризуется как в количественном, так и в качественном плане (состав, квалификация, знания). Наконец, третий блок, или формы организации производства, «отражают в соответствии со сложившимися уровнями кооперирования и разделения труда способы и систему концентрации, централизации и специализации производства, составляющие объективную основу форм собственности и соответствующих институциональных форм» [14, с. 12] (*Anchishkin, 1986, p. 12*).

Охарактеризованный выше подход к структуре производительных сил представляется принципиально верным. Вместе с тем за период конца XX – первой трети XXI века наблюдалось бурное развитие новых элементов ПС, что имело следствием изменение структуры последних и потребовало соответствующего научного осмысления. В данной статье главное внимание уделено: *во-первых*, особой роли науки и необходимости ее выделения в отдельный блок ПС с выделением группы технологий; *во-вторых*, вычленению в материально-техническом блоке группы средств автоматизации и управления.

Что касается роли и места науки в процессах общественного воспроизводства, то логика здесь такова: непрерывное возобновление элементов производительных сил, о котором было сказано выше, предполагает накопление опыта по их созданию и использованию, что в свою очередь ведет к развитию. Если на стадии становления человечества преобладали эмпирические методы совершенствования производительных сил, то с периода Нового времени главной движущей силой становится наука, а ее результаты, воплощенные в элементах производительных сил, представляют собой научно-технический прогресс. В свете вышесказанного представляется обоснованной концепция превращения науки уже с XIX века в непосредственную производительную силу [23]. Эту новую ступень господства общества над силами природы при помощи науки К. Маркс определял как «всеобщее общественное знание», «всеобщий интеллект». В данном контексте логично дополнить перечень элементов ПС, представленный в работах А.И. Анчишкина, еще одним – **научным** – блоком, обосновывая это тем, что: 1) имеет место качественно иной масштаб мероприятий в сфере научно-исследовательских и внедренческих работ, трансфера и коммерциализации полученных результатов; 2) НИР и внедрение новшеств превращаются не в дополнение, а в ключевую часть производственного процесса. Деятельность соответствующих служб напрямую определяет конкурентоспособность хозяйствующих субъектов, их устойчивое развитие на перспективу; 3) научная составляющая пронизывает все без исключения элементы производительных сил – и материально-вещественные, и человеческие, и организационно-производственные.

В результате этих фундаментальных изменений развитие производительных сил принимает форму научно-технического прогресса, а с середины XX века – форму научно-технической революции [23].

Вычленение технологий непосредственно связано с охарактеризованной выше особой ролью науки в современных условиях, реализующей свои созидательные функции главным образом через технологии – производственные, организационно-технические, информационно-коммуникационные и т.д. Таким образом, научные достижения в единстве с элементами производительных сил через технологии формируют прогрессивные траектории развития воспроизводственного процесса. Что касается выделения в блоке материально-вещественных элементов производительных средств автоматизации, то автор исходит из следующих обстоятельств.

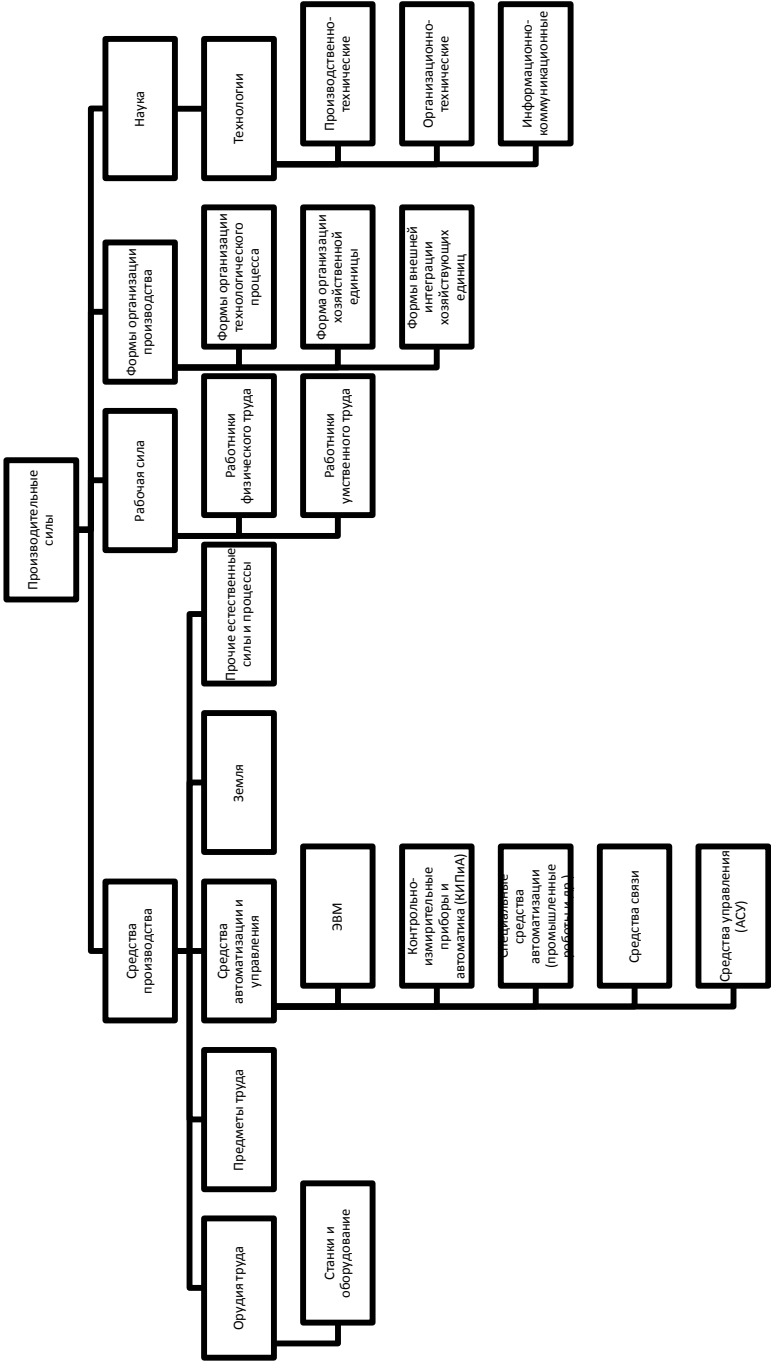


Рисунок 2. Структура современных производительных сил
в единстве основных блоков и групп элементов
Источник: составлено автором.

Эта группа элементов производительных сил получила бурное развитие с середины XX века в рамках процессов автоматизации как магистрального тренда третьей промышленной революции. Данная группа, представляющая собой единство: ЭВМ; контрольно-измерительных приборов и автоматики; специальных средств автоматизации, связи, управления и т.д., образует материальный базис как для выделенных выше совокупностей технологий, так и для процессов автоматизации.

Позиция автора относительно структуры и перечня элементов производительных сил отражена на *рисунке 2*.

Представляется, что визуализация основных блоков и групп элементов производительных сил позволяет более четко донести авторскую позицию относительно места цифровизации в процессе воспроизводства и развития современных производительных сил. В *общем плане* не вызывает сомнений, что в *экономико-теоретическом ракурсе цифровизация есть форма научно-технического прогресса, связанная с совершенствованием производительных сил посредством использования цифровых технологий и средств ИКТ*. Кроме этого, представляется возможным увидеть и охарактеризовать *конкретные взаимосвязи* цифровизации с отдельными элементами и группами производительных сил.

Историческое место цифровизации в процессах научно-технического развития промышленности

Научно обоснованное решение проблемы определения исторического места цифровизации предполагает характеристику: а) ее исходного пункта и факторов; б) временных этапов; в) перспектив. Все это подразумевает, *во-первых*, рассмотрение указанных вопросов в увязке с хронологической осью, в качестве которой целесообразно использовать исторический вектор развития производительных сил общества. *Во-вторых*, стоит повторить, что научно-технический прогресс протекает как эволюционно, так и в виде промышленных революций, особенно в современных условиях.

Следует согласиться с тезисом о том, что промышленные революции, начавшиеся во второй половине XVIII века, «стали вехами на пути от использования мышечной силы к механической энергии, который привел к сегодняшнему историческому моменту, когда в процессе четвертой промышленной революции производство развивается за счет познавательной деятельности человека» [10, с. 11] (*Shvab, 2016, p. 11*). Так, сутью *Первой промышленной революции* (1760-е – 1840-е гг.) явилось развитие механического производства вследствие масштабного строительства железных дорог и изобретения парового двигателя. В рамках *Второй промышленной революции* (конец XIX – начало XX века) возникло массовое производство благодаря распространению электричества и внедрению конвейера. Процессы *Третьей промышленной революции*, начавшейся в середине XX века, в исходном пункте были связаны с автоматизацией,

т.е. с применением технических средств, освобождающих человека (частично или полностью) от непосредственного участия в производственных процессах. В дальнейшем произошло соединение автоматизации с электронной техникой и ИКТ, что стало основанием для введения в научный оборот термина «цифровизация». Наконец, ряд исследователей указывает на постепенное перерастание третьей промышленной революции в *четвертую*. В этой связи 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» [10, с. 12] (*Shwab, 2016, p. 12*).

В обобщенном виде позиция автора относительно периодизации и основных характеристик промышленных революций представлена в *таблице 1*.

Таблица 1

Периодизация и основные характеристики промышленных революций

	1-я промышленная революция	2-я промышленная революция	3-я промышленная революция	4-я промышленная революция
Главный тренд в развитии производительных сил	механизация, распространение станков и машин	внедрение универсальных станков и конвейеров	превращение науки в производительную силу, комплексная механизация и автоматизация производства	формирование киберфизических производственных систем на основе цифровизации всех элементов производительных сил
Ключевой элемент в структуре производительных сил	станок	стандартизация производственных процессов, новые источники энергии	средства автоматизации, информационные системы, промышленные роботы	цифровые платформы, технологии искусственного интеллекта, обработки больших данных, цифровых двойников, интернет вещей и т.д.
Ведущая форма организации производства	фабрика	завод	гибкие роботизированные производства	промышленная экосистема на основе цифровых платформ, развитие сетевых форм организации производства
Изменения в содержании труда	замещение применяемого в процессе производства физического труда, трудом человека с использованием оборудования, машин и механизмов	стандартизация труда	процесс производства организован без непосредственного физического участия человека	замещение когнитивных функций человека в производственных и управленческих процессах

Источник: составлено автором.

Поскольку в данном разделе статьи была поставлена задача определения исторического места цифровизации, целесообразно более детально рассмотреть ход третьей промышленной революции и ее постепенное перерастание в четвертую. В рамках именно этого периода, как видно из *таблицы 1*, а также из последующего изложения, набирают силу процессы внедрения средств ИКТ и сопряженных технологий.

В данном контексте стоит подчеркнуть, что с середины XX века магистральным трендом в развитии производительных сил здесь становится автоматизация производства [23, 24] (Afanasev, 2023). В этой связи представляется необходимым еще раз зафиксировать неразрывную **взаимосвязь между автоматизацией как целью и цифровизацией как средством ее достижения**. В качестве аргумента можно сослаться на приведенный выше *рисунок 2*, где в группе средств автоматизации и управления указаны: ЭВМ; контрольно-измерительные приборы; специальные средства автоматизации, связи, управления и т.д. Перечисленные элементы производительных сил в их современном виде способны работать с информацией, представленной в цифровом формате, а их внедрение и представляет собой суть цифровизации. В силу вышеизложенного *логично увязать этапы цифровизации с развитием автоматизации*, что и позволит дать научно обоснованное определение исторического место первой.

Выше было дано краткое определение автоматизации как масштабного внедрения технических средств, освобождающих работника от непосредственного участия в производственных процессах. Принципиально важным представляется то, что «автоматизация производства вырастает из его механизации, становится на определенном этапе ее естественным продолжением; в этом логика развития самих машин» [14, с. 187] (Anchishkin, 1986, р. 187). Данный процесс, набравший силу в 60-х годах XX века, был сопряжен с широким использованием станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и средств ЭВМ, представленных в то время преимущественно большими машинами для обработки данных [25] (Afanasev, 2023). В этой связи автор данной статьи считает правомерным выделить исторический отрезок с 60-х по 80-е годы прошлого века в качестве *первого этапа третьей промышленной революции*, в рамках которого уже начинается применение цифровых технологий.

С 80-х годов XX века расширяются масштабы использования гибких автоматизированных производств, сопряженных с автоматизацией бизнес-процессов. Материальной основой этого стало внедрение персональных ЭВМ, информационных систем управления, задействование промышленных роботов, а затем – интернета и облачных технологий. *Второй этап третьей промышленной революции* представляется возможным датировать как период с 1980-х по 2010-е годы, а его сутью считать важнейшую роль процессов цифровизации в развитии производительных сил общества.

Что касается современного периода, то его можно классифицировать как *третий этап третьей промышленной революции*. Думается, что исторический характер двадцатилетия с 2010-х по 2030-е годы определяют формирующиеся технологии искус-

ственного интеллекта, обработки больших данных, цифровых двойников, интернета вещей и т.д. Следствием этого становится создание технически гибких производств,

Таблица 2

Историческое место цифровизации в контексте третьей и четвертой промышленных революций, а также переходного периода между ними

Промышленные революции	3-я промышленная революция		Переходный период от 3-й к 4-й промышленной революции	4-я промышленная революция
Этапы	автоматизация производства	комплексная автоматизация предприятия	когнитивная автоматизация	платформенная автоматизация
Временной период	1960–1980	1980–2010	2010–2030	2030 –
Главный тренд в развитии производительных сил	комплексная механизация и автоматизация производства	гибкие автоматизированные производства, автоматизация бизнес-процессов	киберфизические производственные системы	киберфизические производственные системы, интегрированные на базе цифровых платформ
Ключевой элемент в структуре производительных сил	ЧПУ, Большие ЭВМ	персональные ЭВМ, информационные системы управления, специальные средства автоматизации (промышленные роботы и др.), интернет, облачные технологии	технологии искусственного интеллекта, обработки больших данных, цифровых двойников, интернет вещей и т.д.	цифровые платформы
Принципиальные сдвиги в формах организации производства	автоматизированный технологический процесс	автоматизированное предприятие	киберфизические производственные системы	промышленная экосистема на основе цифровых платформ
Изменение в содержании труда	замещение монотонного физического труда	автоматизация интеллектуального труда (процесс производства и управления им организован без непосредственного участия в нем человека)	автоматизация когнитивных элементов труда человека	развитие сетевых форм организации производства

Источник: составлено автором.

готовых к цифровому взаимодействию, т.е. *киберфизических производственных систем*.

Упомянутые выше процессы постепенно набирают силу, но в полной мере их потенциал будет раскрыт в рамках четвертой промышленной революции, о наступлении которой все чаще говорят ученые, практики, политики. Именно поэтому представляется возможным сформулировать тезис о *переходном характере* рассматриваемого этапа, поскольку с одной стороны здесь имеет место дальнейшее развитие производительных сил в парадигме третьей промышленной революции, а с другой – возникают предпосылки к началу новой – четвертой – промышленной революции. Последнее обстоятельство также сопряжено с постепенным выходом киберфизических производственных систем за пределы отдельно взятого предприятия на траекторию сетевого взаимодействия. В этой связи автор данной статьи считает плодотворным подход в соответствии с которым объективно обусловленный переход от простой цифровизации (третья промышленная революция) к гибридным, конвергентным технологиям (четвертая промышленная революция) будет иметь своим результатом «полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть вещей и услуг» [17, с. 84] (Akberdina, 2018, p. 84).

Историческое место цифровизации в контексте третьей и четвертой промышленных революций, а также переходного периода между ними отражено в *таблице 2*.

В заключение следует коротко раскрыть соотношение категорий «цифровизация» и «цифровая трансформация». Как следует из вышеизложенного, в общем плане под **цифровизацией** следует понимать конкретную форму научно-технического прогресса, связанную с совершенствованием производительных сил посредством использования цифровых технологий и средств ИКТ. Что касается **цифровой трансформации**, то она может трактоваться 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), приводящих к значительным социально-экономическим эффектам [26, с. 13] (Abdrakhmanova, Byhovskiy, Veselitskaya, Vishnevskiy, Gokhberg et al., 2021, p. 13).

ИСТОЧНИКИ:

1. ГОСТ Р 52653–2006, Национальный стандарт РФ, Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2018.
2. Гэлбрейт Д.К. Новое индустриальное общество. / Избранное, пер. с англ. – Москва: Эксмо, 2008.
3. Тоффлер Э. Третья волна. / 2-е издание. – Москва : Издательство АСТ, 2002. – 781 с.
4. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество: опыт социального прогнозирования. / Пер. с англ. – Москва: Academia, 2004. – 783 с.

5. Бодрунов С.Д. Грядущее. Новое индустриальное общество: перезагрузка. / Монография, 2-е издание, исправленное и дополненное. – Санкт-Петербург: Ассоциация «Некоммерческое партнерство по содействию в проведении научных исследований «Институт нового индустриального развития им. С.Ю. Витте», 2016. – 328 с.
6. Коньков А.Е. Цифровизация политики vs политика цифровизации // Вестник Санкт-Петербургского университета. Международные отношения. – 2020. – № 1. – с. 47–68. – doi: 10.21638/spbu06.2020.104.
7. Понкин И.В. Концепт цифрового государства: понятие, природа, структура и онтология // Государственная служба. – 2021. – № 5(133). – с. 47–52. – doi: 10.22394/2070–8378–2021–23–5–47–52.
8. Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение. / Доклад к XX Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. – Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2019. – 82 с.
9. Хабриева Т.Я., Черногор Н.Н. Право в условиях цифровой реальности // Журнал российского права. – 2018. – № 1(253). – с. 85–102. – doi: 10.12737/art_2018_1_7.
10. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – Москва: Эксмо, 2016.
11. Дементьев В.Е. Промышленные революции и смена технологических укладов // Друкеровский вестник. – 2019. – № 1(27). – с. 5–17. – doi: 10.17213/2312–6469–2019–1–5–17.
12. Ленчук Е.Б., Власкин Г.А., Доржиева В.В., Иванов А.Е. и др. Формирование цифровой экономики в России: вызовы, перспективы, риски. / Монография. – Санкт-Петербург: Издательство Алтейя, 2020. – 320 с.
13. 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.
14. Анчишкин А.И. Наука – техника – экономика. / 2-е издание. – Москва: Издательство «Экономика», 1986. – 383 с.
15. Яременко Ю.В. Теория и методология исследования многоуровневой экономики. / Авторский сборник. – Москва: Издательство «Наука», 2000. – 400 с.
16. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. / Монография. – Москва: ВлаДар, 1993. – 310 с.
17. Акбердина В.В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – № 3. – с. 82–99. – doi: 10.29141/2073–1019–2018–19–3–8.
18. 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.

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. Афанасьев А.А. «Технологический суверенитет» как научная категория в системе современного знания // Экономика, предпринимательство и право. – 2022. – № 9. – с. 2377–2394. – doi: 10.18334/epp.12.9.116243.
21. Описание Федерального проекта «Цифровое государственное управление». Интернет-ресурс. [Электронный ресурс]. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/882/> (дата обращения: 27.05.2023).
22. 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.
23. Большая советская энциклопедия. / В 30 т. «Производительные силы» Ю.А. Васильчук. – М.: Сов. энцикл., 1969.
24. Афанасьев А.А. Индустрия 4.0: к вопросу о перспективах цифровой трансформации промышленности в России // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – № 3. – doi: 10.18334/vines. 13.3.117880.
25. Афанасьев А.А. Сравнительный анализ значения отечественного станкостроения в модернизации производств СССР, постсоветского периода и на современном этапе развития России // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – № 7. – doi: 10.18334/epp.13.7.117948.
26. Абдрахманова Г.И., Быховский К.Б., Веселитская Н.Н., Вишневецкий К.О., Гохберг Л.М. и др. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты. / Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. – Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2021. – 239 с.

REFERENCES:

- Bolshaya sovetskaya entsiklopediya* [The Great Soviet Encyclopedia] (1969). M.: Sov. entsikl. (in Russian).
- GOST R 52653–2006, *Natsionalnyy standart RF, Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii v obrazovanii. Terminy i opredeleniya* [GOST R 52653–2006, the National Standard of the Russian Federation, Information and communication technologies in education. Terms and definitions] (2018). M.: Standartinform. (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., Vishnevskiy K.O., Gokhberg L.M. i dr. (2019). *Chto takoe tsifrovaya ekonomika? Trendy, kompetentsii, izmerenie* [What is the digital economy? Trends, competencies, measurement] Moscow: Natsionalnyy issledovatel'skiy universitet «Vysshaya shkola ekonomiki». (in Russian).
- Afanasev A.A. (2022). «*Tekhnologicheskiy suverenitet*» kak nauchnaya kategoriya v sisteme sovremennogo znaniya [Technological sovereignty as a scientific category in the contemporary knowledge system]. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 12 (9). 2377–2394. (in Russian). doi: 10.18334/epp.12.9.116243.
- Afanasev A.A. (2023). *Industriya 4.0: k voprosu o perspektivakh tsifrovoy transformatsii promyshlennosti v Rossii* [Industry 4.0: prospects for digitalizing and transforming Russian industry]. *Russian Journal of Innovation Economics*. 13 (3). (in Russian). doi: 10.18334/vinec. 13.3.117880.
- Afanasev A.A. (2023). *Sravnitel'nyy analiz znacheniya otechestvennogo stankostroeniya v modernizatsii proizvodstv SSSR, postsovet'skogo perioda i na sovremennom etape razvitiya Rossii* [Comparative analysis of the importance of domestic machine-tool construction in the modernization of production facilities of the USSR, the post-Soviet period and at the present stage of development of Russia]. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 13 (7). (in Russian). doi: 10.18334/epp.13.7.117948.
- Akberdina V.V. (2018). *Transformatsiya promyshlennogo kompleksa Rossii v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki* [The transformation of the Russian industrial complex under digitalisation]. *Journal of the Ural State University of Economics*. 19 (3). 82–99. (in Russian). doi: 10.29141/2073–1019–2018–19–3–8.
- Anchishkin A.I. (1986). *Nauka – tekhnika – ekonomika* [Science – Technology – Economics] Moscow: Izdatel'stvo «Ekonomika». (in Russian).
- Bell D. (2004). *Gryadushchee postindustrialnoe obshchestvo: opyt sotsial'nogo prognozirovaniya* [The coming post-industrial society: the experience of social forecasting] Moscow: Academia. (in Russian).
- Bodrunov S.D. (2016). *Gryadushchee. Novoe industrialnoe obshchestvo: peregruzka* [The future. The New Industrial Society: a Reboot] Saint Petersburg: Assotsiatsiya «Nekommercheskoe partnerstvo po sodeystviyu v provedenii nauchnykh issledovaniy “Institute of New Industrial Development named after S.Y. Witte”». (in Russian).
- 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. (2019). *Promyshlennyye revolyutsii i smena tekhnologicheskikh ukладov* [Issledovanie vozmozhnostey dolgosrochnogo nauchno-tekhnicheskogo razvitiya ekonomiki v usloviyakh globalnykh tekhnologicheskikh sdvigo v i krizisov]. *Drukerovskiy vestnik*. (1(27)). 5–17. (in Russian). doi: 10.17213/2312–6469–2019–1–5–17.

- Gelbreyt D.K. (2008). *Novoe industrialnoe obshchestvo* [The New Industrial Society] Moscow: Eksmo. (in Russian).
- Glazev S.Yu. (1993). *Teoriya dolgosrochnogo tekhniko-ekonomicheskogo razvitiya* [Theory of long-term technical and economic development] Moscow: VlaDar. (in Russian).
- Khabrieva T.Ya., Chernogor N.N. (2018). *Pravo v usloviyakh tsifrovoy realnosti* [The law in the conditions of digital reality]. *Journal of Russian Law*. (1(253)). 85–102. (in Russian). doi: 10.12737/art_2018_1_7.
- Konkov A.E. (2020). *Tsifrovizatsiya politiki vs politika tsifrovizatsii* [Digital politics vs political digitalization]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Mezhdunarodnye otnosheniya*. 13 (1). 47–68. (in Russian). doi: 10.21638/spbu06.2020.104.
- Lenchuk E.B., Vlaskin G.A., Dorzhieva V.V., Ivanov A.E. i dr. (2020). *Formirovanie tsifrovoy ekonomiki v Rossii: vyzovy, perspektivy, riski* [Formation of the digital economy in Russia: challenges, prospects, risks] Moscow: Izdatelstvo Alteyya. (in Russian).
- 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).
- Ponkin I.V. (2021). *Kontsept tsifrovogo gosudarstva: ponyatie, priroda, struktura i ontologiya* [The concept of the digital state: definition, nature, structure, and ontology]. *Public service*. 23 (5(133)). 47–52. (in Russian). doi: 10.22394/2070–8378–2021–23–5–47–52.
- Shvab K. (2016). *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [The Fourth Industrial Revolution] Moskva : Eksmo. (in Russian).
- Sukharev O.S. (2021). *Tsifrovizatsiya i napravleniya tekhnologicheskogo obnoveniya 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).
- Varnavskiy V.G. (2015). *Tsifrovye tekhnologii i rost mirovoy ekonomiki* [Digital technologies and the growing of world economy]. *Drukerovskij vestnik*. (3(7)). 73–80. (in Russian). doi: 10.17213/2312–6469–2015–3–73–80.
- Yaremenko Yu.V. (2000). *Teoriya i metodologiya issledovaniya mnogourovnevnoy ekonomiki* [Theory and methodology of multilevel economics research] Moscow: Izdatelstvo «Nauka». (in Russian).

