

Управленческая модель трансформации современной организации как ответ на вызовы цифровизации

Ирина Игоревна Поняева

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия,
ponyayeva_i@spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1681-0775>

Аннотация

Цель. Определить характеристики современного этапа цифровизации и на этой основе сформировать управленческий подход к осуществлению цифровой трансформации организации, включающий в себя управленческую модель и рекомендации по ее применению современными организациями.

Задачи. Аргументировать ключевую роль цифровизации в изменении характера процессов, протекающих в организации, а также в экономике и обществе в целом; охарактеризовать предпосылки цифровой трансформации и сгруппировать их; систематизировать вызовы, сопровождающие осуществление цифровой трансформации в современных организациях; представить управленческую модель цифровой трансформации организации; обосновать необходимость проведения технологического аудита в рамках применения данной модели.

Методология. Методологической основой исследования стали концептуальные представления об инновационном развитии и теоретические основы цифровизации, что позволило использовать систему общенаучных методов и подходов к исследованию, включая анализ и синтез, экспертные оценки, методы факторного анализа, визуализацию и обобщения. Материалом для анализа на этапе подготовки статьи послужили обзоры и аналитические отчеты крупных консалтинговых и исследовательских компаний, а также информация, размещенная на официальных интернет-ресурсах.

Результаты. С помощью авторских предложений обоснована возрастающая роль цифровой трансформации как необходимого элемента информационного общества, изменяющего направленность и характер управленческих и бизнес-процессов современной организации. Охарактеризованы предпосылки цифровой трансформации, и представлена их группировка, базирующаяся на текущем сценарии цифрового развития, обусловленном стремительным ростом инноваций, которые оказывают непосредственное влияние на деятельность всех организаций. Систематизированы вызовы, с которыми организациям приходится сталкиваться в процессе осуществления цифровой трансформации, а также задачи по их минимизации и преодолению, основанные на постановке проблемных вопросов в рамках оценки цифровой зрелости предприятия. Предложена циклическая управленческая модель цифровой трансформации организации, предполагающая четкую последовательность действий с проработкой комплекса управленческих мер стратегической направленности по совершенствованию реализуемых бизнес-процессов. Аргументирована необходимость проведения технологического аудита в рамках применения модели цифровой трансформации, и даны рекомендации по его организации с учетом направленности, масштаба, а также приоритизации осуществляемых действий.

Выводы. На основании анализа публикаций и исследования отличительных характеристик современного этапа управления организацией сделан вывод о том, что проведение цифровой трансформации — сегодня один из важнейших трендов и одновременно вызов для менеджмента организации. Реализация предложенного автором управленческого подхода должна обеспечить ускоренную интеграцию организации в цифровое пространство и повышение ее стратегической конкурентоспособности.

Ключевые слова: организация, цифровая трансформация, инновации, управление инновациями, стратегия развития, технологический аудит

Для цитирования: Поняева И. И. Управленческая модель трансформации современной организации как ответ на вызовы цифровизации // *Экономика и управление*. 2023. Т. 29. № 5. С. 593–604. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-5-593-604>

© Поняева И. И., 2023

The managerial model of transformation of a modern organization as a response to the challenges of digitalization

Irina I. Ponyaeva

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,
ponyaeva_i@spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1681-0775>

Abstract

Aim. To determine the characteristics of the current stage of digitalization and on this basis to form a management approach to the implementation of the digital transformation of the organization, including a management model and recommendations for its use by modern organizations.

Tasks. To argue the key role of digitalization in changing the nature of processes occurring in the organization, as well as in the economy and society as a whole; to characterize the prerequisites of digital transformation and group them; to systematize the challenges that accompany the implementation of digital transformation in modern organizations; to present a management model of digital transformation of the organization; to justify the need for a technology audit in the application of this model.

Methods. The methodological basis of the research was the conceptual ideas about innovative development and the theoretical foundations of digitalization, which allowed to use a system of general scientific methods and approaches to the study, including analysis and synthesis, expert assessments, methods of factor analysis, visualization and generalization. The material for analysis at the stage of preparing the article was reviews and analytical reports of major consulting and research companies, as well as information posted on official Internet resources.

Results. The increasing role of digital transformation as a necessary element of the information society, which changes the focus and nature of management and business processes of modern organizations, was substantiated with the help of the author's proposals. The prerequisites of digital transformation are characterized, and their grouping is presented, based on the current scenario of digital development, due to the rapid growth of innovation, which has a direct impact on the activities of all organizations. The challenges that organizations have to face in the implementation of digital transformation, as well as the tasks to minimize and overcome them, based on the statement of problematic issues in the assessment of the digital maturity of the enterprise are systematized. A cyclic management model of digital transformation of the organization, which implies a clear sequence of actions with the elaboration of a set of management measures of strategic orientation to improve the implemented business processes, was proposed. The need for a technology audit as part of the application of the digital transformation model is argued, and recommendations for its organization are given, taking into account the focus, scope, and prioritization of the actions taken.

Conclusions. Based on the analysis of publications and the study of the distinctive characteristics of the current stage of organizational management, it is concluded that the digital transformation is one of the most important trends and challenges for organizational management today. The implementation of the management approach proposed by the author should ensure the accelerated integration of the organization into the digital space and increase its strategic competitiveness.

Keywords: organization, digital transformation, innovation, innovation management, development strategy, technology audit

For citation: Ponyaeva I.I. The managerial model of transformation of a modern organization as a response to the challenges of digitalization. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2023;29(5):593-604. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-5-593-604>

Трансформация организационных и управленческих процессов, обусловленная широким распространением цифровых технологий, в целях улучшения конкурентных позиций предприятий и повышения их экономической эффективности — неизбежная реальность настоящего времени. Цифровые

технологии выступают одним из ключевых трендов устойчивого и инновационного развития, способных оказать сильное и зачастую разрушительное влияние на принятые бизнес-стратегии [1].

Цифровая трансформация затрагивает как традиционные, так и инновационные

отрасли, широко воздействуя на секторы с наиболее высокой степенью ориентации на технологические инновации. Феномен цифровой трансформации сегодня исследуют по разным направлениям. Среди них — используемые стратегии внедрения наукоемких передовых технологий, инновационное взаимодействие, развитие экосистем, политика содействия инновациям [2, с. 169–171] и др. К решению вопроса об управлении стратегией в инновационных системах нередко подходят, основываясь на методах многокритериального анализа, в рамках группового принятия решений с участием множества разнородных агентов [3].

Распространение новых технологических инноваций происходит в рамках экосистемы, объединяющей различные организации, учреждения и сетевые структуры [4, с. 138–140; 5]. Модели инновационных систем существенно различаются. Некоторые из них базируются на макроэкономических аспектах функционирования инновационных систем высокой агрегации, действуя на национальном и наднациональном уровне [3; 6, р. 17471–17472]. Вместе с тем ряд моделей отражают мезоэкономические аспекты инновационных систем. В частности, речь идет о модели тройной инновационной спирали, определяющей роли различных агентов, включая университеты, выступающих в качестве движущих сил инноваций [7], особенно в наукоемких отраслях [8]. В ряде современных исследований [9, с. 7–14] представления о подобных моделях расширяются, и они дополняются моделями четырехкратной и пятикратной инновационной спирали, относящимися к источникам инноваций гражданское общество и окружающую среду.

Отдельно выделим направление, связанное с изучением влияния политической поддержки на развитие рынков новых технологий [10, с. 72–73]. Так, в разрабатываемых на государственном уровне инновационных стратегиях фигурирует определенный тип новых технологий, ориентированных на достижение общественного социально-экономического блага. К примеру, рассматривается актуальность поддержки национальных рынков в глобальном пространстве в целях развития мировой ветроэнергетики [11, р. 364–366]. Ряд авторов изучают роль технологических стандартов в разработке инноваций, как дополняющих, в рамках жизненного цикла, так и радикальных,

выходящих за пределы этого цикла [12]. Вопрос о необходимости содействия технологическим инновациям сегодня не только широко обсуждают в научных кругах, но и данный вопрос влияет на разработку политики устойчивого развития [13; 14].

Сочетание системного подхода с приоритетами эволюционного развития в процессе разработки государственной политики обеспечивает решение проблем в области функционирования национальной инновационной системы [15, с. 154–157; 16, с. 69]. Именно системный подход позволяет разработчикам, как теоретикам, так и практикам управления, сконцентрироваться на организации — сложной иерархической системе, тесно взаимодействующей с окружением. Аналитические основы системного подхода к исследованиям в области технологических изменений широко рассматриваются и в научных публикациях последних лет, в основном сочетающих такие приоритеты в развитии бизнеса и инновационных стратегий, как улучшение конкурентных позиций и наращивание ресурсного потенциала [3; 5; 17].

Вместе с тем значимое место в развитии технологических систем сегодня принадлежит влиянию контекстуальных факторов (экономических, исторических, организационных и институциональных) [18, с. 143–147]. Современные исследователи раскрывают вопросы, относящиеся к распространению знаний, применению технологических режимов и долгосрочной динамике эволюционных процессов инновационной направленности [19, с. 266–272]. Некоторые авторы исходят из важности рассмотрения технологических инноваций, определяя факторы, оказывающие влияние на способность технологии к преобразованиям. Речь идет о контексте, взаимодополняемости и конкуренции [20, с. 210–215].

Изложенное выше свидетельствует в пользу тезиса, согласно которому, в отличие от предыдущих этапов технологического развития, текущий сценарий характеризуется быстрым ростом инноваций, оказывающих ключевое воздействие на деятельность организации [21, с. 490–492; 22]. В данном контексте на первый план выходит цифровизация всех процессов, протекающих в организации, а также в экономике и обществе в целом. Как показывает проведенный нами анализ, исследователи предлагают разнообразные определения цифровизации и сис-

темы ее оценочных показателей. Вместе с тем всех участников российского рынка и регуляторов объединяет один подход к выделению пяти главных принципов концепции цифровой трансформации. К ним относятся:

- 1) организация взаимодействия различных бизнес-структур и производственных подразделений в рамках цифровой архитектуры кластерно-сетевых цепочек;
- 2) высокая эффективность использования ресурсов и бережливое производство;
- 3) повышение уровня автоматизации управления производственными процессами;
- 4) применение «умных» практик проектирования и моделирования;
- 5) непрерывное профессиональное образование сотрудников с целью их адаптации к изменениям.

Феномен цифровой трансформации обусловлен множеством предпосылок. Их можно сгруппировать, выделяя две категории: ключевые факторы изменений и технологические инновации, которые прогрессируют с развитием информационного общества, как видно на рисунке 1.

По прогнозам *Gartner*, к 2025 г. 60 % предприятий в мире будут одновременно использовать пять или более беспроводных технологий. Согласно оценке специалистов Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), в России «доля организаций, использующих те или иные цифровые технологии, по состоянию на 2022 г. находится в диапазоне от 6 до 18 % (в рамках соответствующих подотраслей)». Базируясь на амбициозном, стратегически ориентированном видении, с учетом текущих условий можно прогнозировать достижение к 2030 г. уровня показателя 75–90 % относительно доли организаций, использующих цифровые технологии [24].

Несмотря на имеющиеся колоссальные преимущества цифровой трансформации, существуют многочисленные свидетельства о трудностях, с которыми сталкиваются организации при цифровизации [25, с. 43–45; 26, с. 101–102]. Как показывает практика, главный фактор результативности цифровой трансформации организации — это не столько современные технологии, сколько люди и общее понимание ими целей трансформации. В этой связи можно утверждать, что для организаций, основанных до наступления цифровой эпохи, фун-

даментальной проблемой стали перемены, которые требовалось осуществлять внутри них: в организационной структуре, культуре, процессах. Для этого следует в первую очередь определить потребность в изменениях и оценить текущие ресурсы, которые выступают главным фактором и вместе с тем ограничителем процесса трансформации, в целях адекватного реагирования собственников организации, ее менеджмента и персонала на наступление новой реальности.

В процессе проведенного анализа систематизированы проблемы, с которыми сегодня сталкиваются организации, приступающие к осуществлению цифровой трансформации. В укрупненном виде к ним можно отнести:

- негативное влияние макроэкономических факторов, включая геополитические риски и действие экономических санкций по отношению к нашей стране;
- структурные ограничения рыночного и отраслевого характера;
- отсутствие адекватных моделей для эффективной обработки данных для оптимизации размещения продуктов, анализа рынка, разработки индивидуальных продуктовых систем, управления рисками и т. д.;
- непонимание сущности цифровой трансформации и сопротивление со стороны работников и руководителей структурных подразделений, выраженное в отсутствии поддержки своевременных бизнес-решений.

В целях устранения перечисленных и иных сопутствующих проблем нами систематизированы задачи цифровой трансформации, как показано в таблице 1. Представленная систематизация базируется на использовании качественного подхода к оценке цифровой зрелости, включая модель «Цифровое пианино» (*Digitization Piano*) Глобального центра трансформации цифрового бизнеса (ее модификацию под названием «Цифровой оркестр») и гибридную модель «Счастливый атом» (под названием «7S» *McKinsey*). Указанные модели включают в себя оценку по критериям, каждый из которых может быть преобразован в цифровой среде.

Представленные в таблице 1 бизнес-элементы ориентированы на преодоление трудностей и вызовов, наиболее характерных для большинства организаций, встающих на путь цифровой трансформации. К наиболее распространенным вызовам сегодня можно отнести:

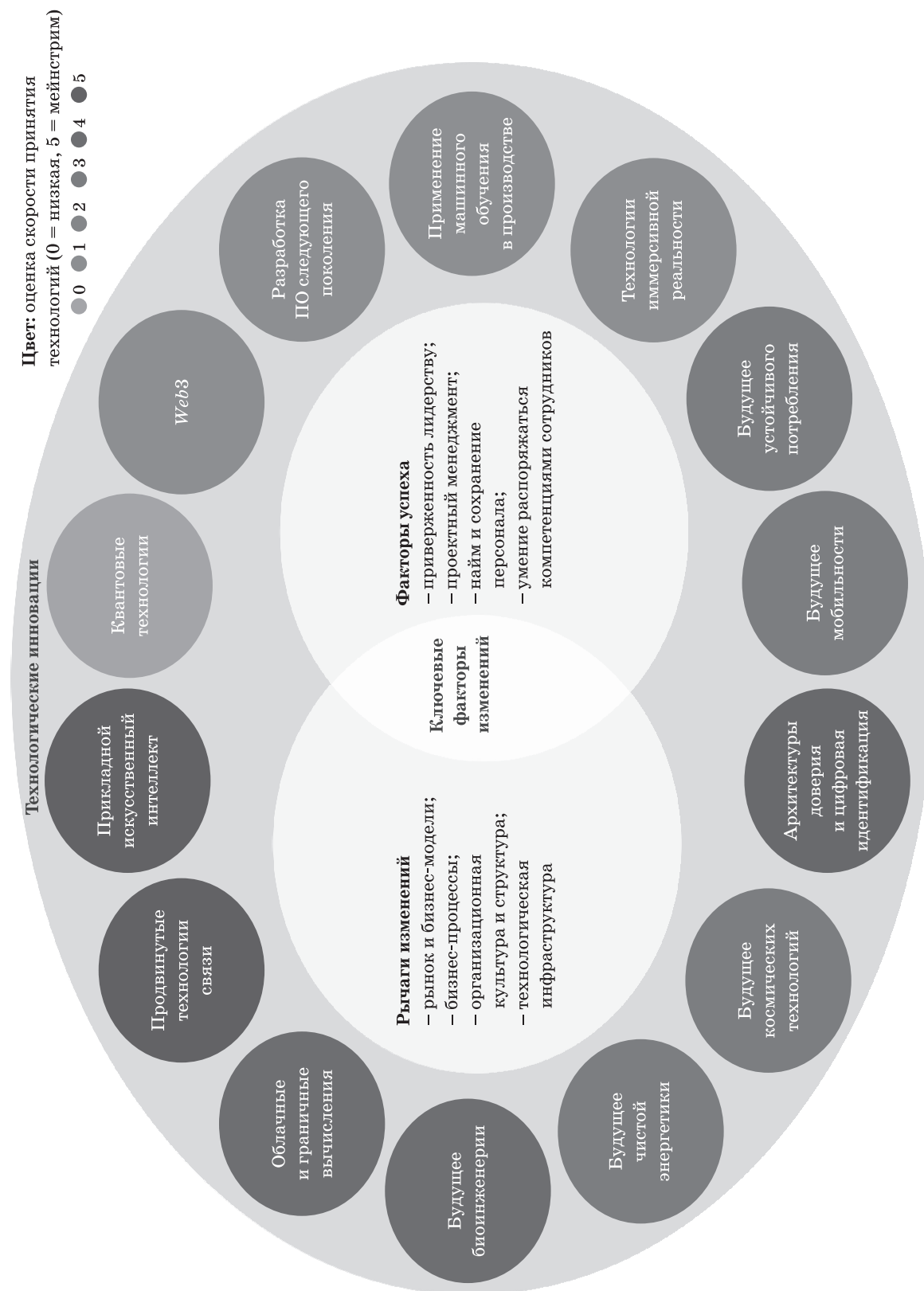


Рис. 1. Предпосылки цифровой трансформации

Fig. 1. Prerequisites for digital transformation

Источники: составлено автором с учетом глобальных технологических трендов, выделенных *McKinsey Technology Council* [23].

Систематизация задач цифровой трансформации бизнеса в рамках существующих моделей оценки цифровой зрелости

Table 1. Systematization of digital business transformation tasks within existing models for assessing digital maturity

№	Модель оценки			Примеры постановки проблемных вопросов, отражающих задачи цифровой трансформации
	Счастливый атом	Цифровое пианино [27, р. 89]	Цифровой оркестр [28]	
1	Стратегия	Бизнес-модель Предложения Модели взаимодействия	Каналы выхода на рынок Цифровизация предлагаемых продуктов и услуг Клиенты Партнеры	Чем стратегия сбыта цифровых продуктов и услуг будет отличаться от стратегии традиционных продуктов и услуг? Чем Вы отличаетесь от своих конкурентов? Являются ли предложения цифровыми, или они сочетают в себе физические и цифровые элементы? Как Вы будете взаимодействовать с клиентами с помощью цифровых технологий?
2	Совокупность навыков (ядро модели)	Люди	Рабочая сила Стимулы	Как Вы будете привлекать работников к использованию опыта, накопленного в компании, когда ее организационная модель изменится? Насколько компетентны в цифровых технологиях Ваши руководители? Какие новые возможности требуются? Как Вы будете поощрять сотрудничество и обмен данными, необходимые для использования новых возможностей?
3	Штат			
4	Стиль управления			
5	Совместные ценности		Культура	Как Вы измените поведение, мотивы и восприятие Вашей рабочей силы, чтобы поощрять работников принять изменения?
6	Структура	Внутренняя структура	Организационная структура	Где различные цифровые ресурсы и сервисы размещены в Вашей организации? Потребуется ли Вам создавать отдельные бизнес-подразделения для разработки и поддержки прорывных цифровых бизнес-моделей?
7	Системы, процедуры	Процессы Возможности информационно-коммуникационных технологий (ИКТ)	Бизнес-процессы Возможности ИКТ	Насколько Ваши бизнес-процессы автоматизированы и оцифрованы? Получаете ли Вы пользу от применения цифровых данных? Какие новые технологические возможности Вам нужны, чтобы обеспечить полный жизненный цикл цифровых процессов?

- появление новых интеллектуальных автоматизированных систем и усиливающееся влияние прогрессивного развития ИТ-сектора на производительность других секторов;
- трансформацию организационных структур управления под воздействием фактора цифровизации;
- необходимость разработки четко определенных процессов, процедур, а также создания вычислительных модулей для обработки больших объемов данных, обеспечивающих поддержку цифровой коммуникации и работу в цифровой среде;
- необходимость развития «цифровых» компетенций, прежде всего у ключевого управленческого персонала. Именно это

выступает основой общества, базирующегося на знаниях;

- потребность в особом организационном климате, поддерживающем творчество и инновации;
- несовершенство существующих подходов к взаимодействию с различными стейкхолдерами, что требует их коренного переосмысления и перестройки.

В целом цифровая трансформация, осуществляемая в рамках современной компании, необходима для поддержки участников процесса организационных изменений и адаптации компании к работе в специфической среде, обусловленной динамичным развитием технологий, усиливающейся межотраслевой конкуренцией, а также из-

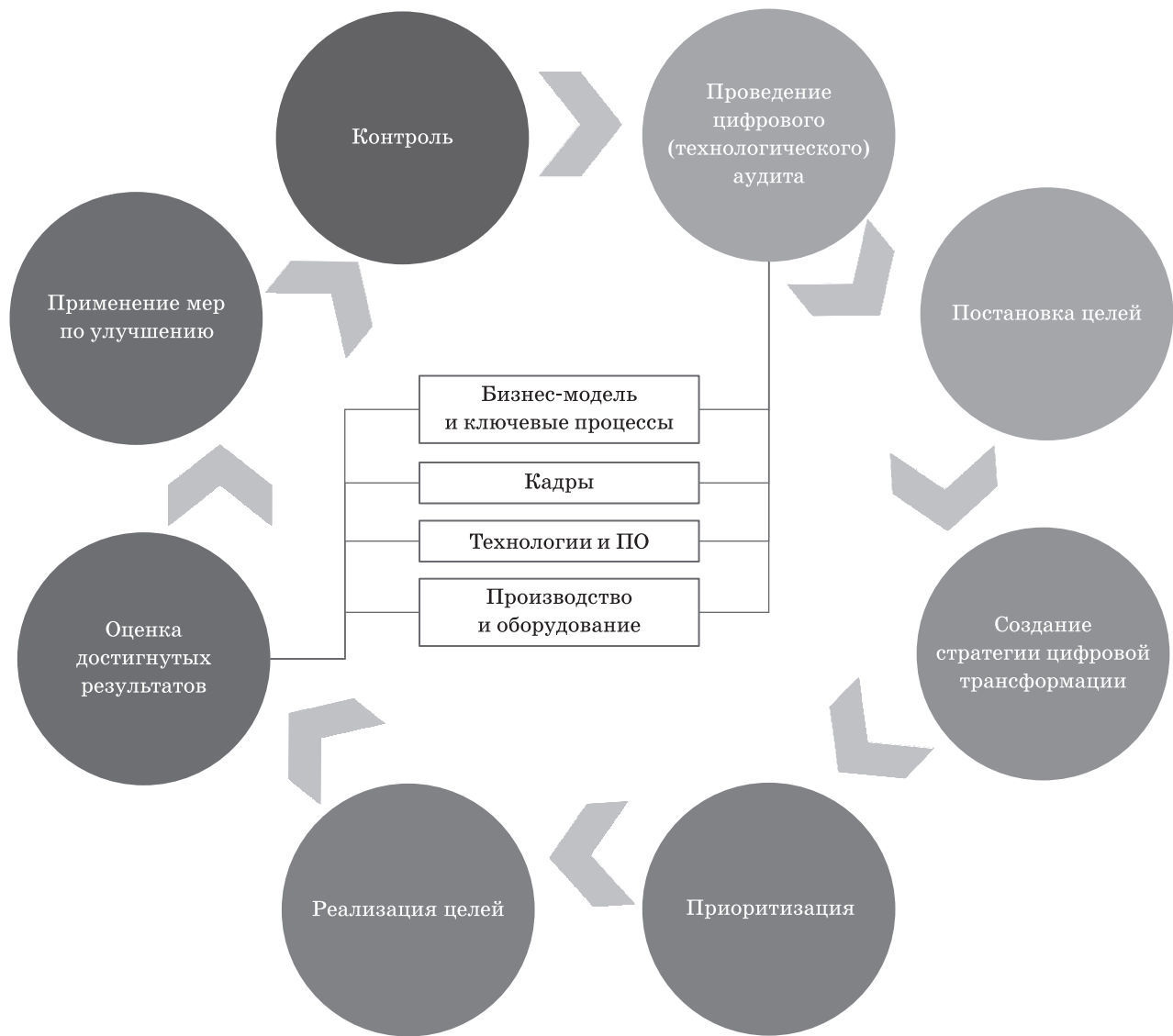


Рис. 2. Управленческая модель цифровой трансформации организации
Fig. 2. Management model of digital transformation of the organization

Источник: разработано автором.

менением потребностей и поведения потребителей.

Для понимания основ цифровой трансформации организации может быть предложена управленческая модель, представленная на рисунке 2. Осмысление вопросов, относящихся к разработке управленческой модели и составу ее элементов, позволяет идентифицировать процесс цифровой трансформации как отличный от простой автоматизации, что проявляется на всех этапах его реализации: от постановки целей до оценки эффекта внедрения, с концентрацией на проведении цифрового технологического аудита. Логическая последовательность мероприятий, осуществляемых в рамках цифровой трансформации организации, гармонизирует управленческий процесс ввиду

имеющейся аналогии с циклом Деминга, который, как известно, находится в основе Всеобщего управления качеством.

Это объясняется тем, что трансформация рассматривается не как разовое действие, а как цикл повторяющихся шагов, обеспечивающих адаптацию организации к изменениям окружающей среды на фоне стремления к непрерывному совершенствованию. Представленная управленческая модель предполагает некое прогнозное видение технологических инноваций, внедрение которых окажет наиболее существенное положительное влияние на организацию с учетом специфики ее внутренней среды и действующей системы менеджмента, учитывая тот факт, что большая часть технологий рассматривается в рамках краткосроч-

ных трендов и характеризуется временным эффектом.

По нашему мнению, первоочередной задачей при разработке программы модернизации производства, технического перевооружения и формирования инновационной стратегии, осуществляемой в рамках цифровой трансформации, служит проведение цифрового технологического аудита. Проведение аудита не только напрямую влияет на экспертизу и разработку рекомендаций по реализации комплекса организационно-технических мероприятий для повышения конкурентоспособности организации; это повышает и вероятность получения финансовой поддержки мероприятий из различных источников. Учитывая данное обстоятельство, необходимо выстроить четкую систему проведения технологического аудита, основываясь на определении текущего состояния бизнес-процессов, а также средств измерений и ИТ-инфраструктуры.

Прежде чем приступить к осуществлению действий на начальных этапах аудита, необходимо выбрать контрольную точку, определяющую направленность аудита и масштаб его проведения с учетом решаемых задач и степени вовлеченности работников компании [29]. Внедрение новых технологий предполагает и фундаментальное переосмысление процесса предоставления услуг аудита под влиянием возросших темпов технологических изменений в ИТ-индустрии и распространения корпоративных бизнес-процессов, основанных на цифровых технологиях [30]. Это отражается и на ключевых элементах аудита, позволяющих перейти от его старой парадигмы к новой, включая действующие лица, процессы, пространства, обучение и развитие навыков, а также услуги [31, р. 8].

Аудит текущего уровня инновационности организации создает основу для разработки более качественных и прогрессивных инновационных товаров и услуг, на выпуске которых фирма может сосредоточиться. Следующий шаг — приоритизация для формирования очередности внедрения технологических инноваций, поскольку процесс цифровой трансформации предполагает, как правило, постепенное внедрение технологий в различные функциональные области организации. Приоритизация выстраивается в зависимости от того, какие текущие и перспективные задачи актуальны для организации в ближайшем будущем, и основана на принятой (зачастую на выс-

шем иерархическом уровне) бизнес-стратегии. Такими задачами могут выступать повышение конкурентоспособности, захват ниши на новом рынке, жизнеобеспечение, адекватное специфике отрасли, получение экономического эффекта и др. [32].

От реализации принятых стратегических решений зависят дальнейшие шаги по оценке результатов и применению мер по улучшению цифровых бизнес-процессов, а также осуществлению мониторинга изменений для запуска нового цикла цифровой трансформации.

Подводя итог, можно заключить, что феномен цифровой трансформации для современных экономических систем выступает в роли:

- движущей силы роста, позволяющей выстраивать современные бизнес-модели для сохранения и повышения уровня конкурентоспособности организации;
- ключевого инструмента повышения эффективности на базе оптимизации всех бизнес-процессов;
- основы для создания и коммерциализации технологических инноваций за счет формирования инновационного поля.

Осуществление цифровой трансформации — один из главенствующих вызовов, с которыми приходится сталкиваться менеджменту каждой современной организации, преодолевая существующие многочисленные барьеры. Это актуализирует требования, предъявляемые к высшему управленческому звену компаний, исходя из важности планирования и прогнозирования всех действий для достижения заданных результатов стратегического характера. В этой связи к разработке стратегии устойчивого инновационного развития следует подходить вариативно: концентрируясь на управлении стратегическими нишами — при раннем технологическом развитии, управлении технологическим переходом — при внедрении системных инноваций, на политике временных действий — при усилении влияния политических факторов на технологическую конкуренцию.

При условии реализации предложенного подхода, предполагающего применение циклической модели цифровой трансформации и обоснованную приоритизацию проектных задач, наиболее ожидаемым и реалистичным результатом цифровой трансформации должна стать ускоренная интеграция организации в цифровое пространство и повышение ее стратегической конкурентоспособности.

Список источников

1. Borovkov A., Rozhdestvenskiy O., Pavlova E., Glazunov A., Savichev K. Key barriers of digital transformation of the high-technology manufacturing: An evaluation method // Sustainability. 2021. Vol. 13. No. 20. Article 11153. DOI: 10.3390/su132011153
2. Харламова Т. Л., Доссу И. Л. Государственная политика стимулирования инновационной активности и ее адаптация в современных условиях // Ученые записки Международного банковского института. 2021. № 2 (36). С. 164–173.
3. Paredes-Frigolett H., Pyka A., Leoneti A. B. On the performance and strategy of innovation systems: A multicriteria group decision analysis approach // Technology in Society. 2021. Vol. 67. Article 101632. DOI: 10.1016/j.techsoc.2021.101632
4. Поняева И. Исследование факторов, влияющих на устойчивость инновационной экосистемы высокотехнологичных предприятий // Цифровая трансформация социальных и экономических систем: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. И. А. Королькова. М.: Московский университет имени С. Ю. Витте, 2023. С. 137–143.
5. Gruenhagen J. H., Parker R., Cox S. Technology diffusion and firm agency from a technological innovation systems perspective: A case study of fatigue monitoring in the mining industry // Journal of Engineering and Technology Management. 2021. Vol. 62. Article 101655. DOI: 10.1016/j.jengtecman.2021.101655
6. Nagy K., Hajrizi E., Palkovics L. Responsible innovation in support of society 5.0 — aspects of audit and control // IFAC-PapersOnLine. 2020. Vol. 53. No. 2. P. 17469–17474. DOI: 10.1016/j.ifacol.2020.12.2123
7. Surana K., Dobliger C., Anadon L. Collaboration between start-ups and federal agencies: A surprising solution for energy innovation // Information Technology and Innovation Foundation (ITIF). 2020. August 24. URL: <https://itif.org/publications/2020/08/24/collaboration-between-start-ups-and-federal-agencies-surprising-solution/> (дата обращения: 04.04.2023).
8. Song Y., Sahut J.-M., Zhang Z., Tian Y., Hikkerova L. The effects of government subsidies on the sustainable innovation of university-industry collaboration // Technological Forecasting and Social Change. 2022. Vol. 174. Article 121233. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121233
9. Carayannis E. G., Goletsis Y., Grigoroudis E. Composite innovation metrics: MCDA and the Quadruple Innovation Helix framework // Technological Forecasting and Social Change. 2018. Vol. 131. P. 4–17. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.03.008
10. Харламов А. В., Харламова Т. Л., Поняева И. Государственное управление инновационным развитием с использованием возможностей импортозамещения // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2022. № 4 (136). С. 69–75.
11. O'Sullivan M. Industrial life cycle: Relevance of national markets in the development of new industries for energy technologies — the case of wind energy // Journal of Evolutionary Economics. 2020. Vol. 30. No. 4. P. 1063–1107. DOI: 10.1007/s00191-020-00677-5
12. Foucart R., Li Q. C. The role of technology standards in product innovation: Theory and evidence from UK manufacturing firms // Research Policy. 2021. Vol. 50. No. 2. Article 104157. DOI: 10.1016/j.respol.2020.104157
13. Satalkina L., Steiner G. Digital entrepreneurship and its role in innovation systems: A systematic literature review as a basis for future research avenues for sustainable transitions // Sustainability. 2020. Vol. 12. No. 7. Article 2764. DOI: 10.3390/su12072764
14. Kuzma E., Padilha L. S., Sehnem S., Julkovski D. J., Roman D. J. The relationship between innovation and sustainability: A meta-analytic study // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 259. Article 120745. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120745
15. Boon W. P. C., Edler J., Robinson D. K. R. Conceptualizing market formation for transformative policy // Environmental Innovation and Societal Transitions. 2022. Vol. 42. P. 152–169. DOI: 10.1016/j.eist.2021.12.010
16. Поняева И. И. Системные аспекты цифровизации предприятий энергетического сектора // Современные тенденции в развитии экономики энергетики: сборник материалов III Междунар. науч.-практ. конф. Мн.: Белорусский национальный технический университет, 2023. С. 69–71.
17. Onufrey K., Bergek A. Transformation in a mature industry: the role of business and innovation strategies: Innovation and production management in the process industries // Technovation. 2021. Vol. 105. Article 102190. DOI: 10.1016/j.technovation.2020.102190
18. Weidner K., Nakata C., Zhu Z. Sustainable innovation and the triple bottom-line: A market-based capabilities and stakeholder perspective // Journal of Marketing Theory and Practice. 2021. Vol. 29. No. 2. С. 141–161. DOI: 10.1080/10696679.2020.1798253
19. Cattani G., Malerba F. Evolutionary approaches to innovation, the firm, and the dynamics of industries // Strategy Science. 2021. Vol. 6. No. 4. P. 265–289. DOI: 10.1287/stsc.2021.0141

20. *Fontes M., Bento N., Andersen A. D.* Unleashing the industrial transformative capacity of innovations // *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2021. Vol. 40. P. 207–221. DOI: 10.1016/j.eist.2021.07.004
21. *Caputo A., Pizzi S., Pellegrini M. M., Dabić M.* Digitalization and business models: Where are we going? A science map of the field // *Journal of Business Research*. 2021. Vol. 123. P. 489–501. DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.09.053
22. *Pizzi S., Venturelli A., Variale M., Macario G. P.* Assessing the impacts of digital transformation on internal auditing: A bibliometric analysis // *Technology in Society*. 2021. Vol. 67. Article 101738. DOI: 10.1016/j.techsoc.2021.101738
23. McKinsey technology trends outlook 2022. Washington, DC: McKinsey and Company, 2022. 184 p. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/the%20top%20trends%20in%20tech%202022/mckinsey-tech-trends-outlook-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 05.04.2023).
24. Цифровая трансформация: ожидания и реальность: доклад НИУ ВШЭ к XXIII Ясинской (Апрельской) Междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества / рук. авт. кол. П. Б. Рудник. М.: ИД Высшей школы экономики, 2022. 221 с.
25. *Долженко Р. А., Малышев Д. С.* Проблемы на пути цифровой трансформации на российских промышленных предприятиях // *Вестник НГУЭУ*. 2022. № 1. С. 31–51. DOI: 10.34020/2073-6495-2022-1-031-051
26. *Батракова Л. Г.* Выявление и оценка факторов, влияющих на цифровую зрелость регионов // *Теоретическая экономика*. 2022. № 3. С. 97–110. DOI: 10.52957/22213260_2022_3_97
27. *Nwaiwu F.* Review and comparison of conceptual frameworks on digital business transformation // *Journal of Competitiveness*. 2018. Vol. 10. No. 3. P. 86–100. DOI: 10.7441/joc.2018.03.06
28. *Wade M. R., Noronha A., Macaulay J., Barbier J.* Orchestrating digital business transformation: Working in concert to achieve digital excellence. Lausanne: International Institute for Management Development (IMD), 2017. 20 p. URL: <https://www.imd.org/research-knowledge/reports/digital-orchestra/> (дата обращения: 08.04.2023).
29. *Castka P., Searcy C., Mohr J.* Technology-enhanced auditing: Improving veracity and timeliness in social and environmental audits of supply chains // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 258. Article 120773. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120773
30. *Huh B. G., Lee S., Kim W.* The impact of the input level of information system audit on the audit quality: Korean evidence // *International Journal of Accounting Information Systems*. 2021. Vol. 43. Article 100533. DOI: 10.1016/j.accinf.2021.100533
31. *Castka P., Searcy C.* Audits and COVID-19: A paradigm shift in the making // *Business Horizons*. 2023. Vol. 66. No. 1. P. 5–11. DOI: 10.1016/j.bushor.2021.11.003
32. *Боровков А., Бирбраер Р., Биленко П. и др.* Руководство по цифровой трансформации производственных предприятий. М.: Autodesk, Inc., 2019. 172 с. URL: http://integrika.ru/assets/templates/site/img/about__standart/%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84.pdf?ysclid=lgxleazqmf800963324 (дата обращения: 08.04.2023).

References

1. *Borovkov A., Rozhdestvenskiy O., Pavlova E., Glazunov A., Savichev K.* Key barriers of digital transformation of the high-technology manufacturing: An evaluation method. *Sustainability*. 2021;13(20):11153. DOI: 10.3390/su132011153
2. *Kharlamova T.L., Dossou I.L.* State policy of innovative activity stimulation and its adaptation in modern conditions. *Uchenye zapiski Mezhdunarodnogo bankovskogo instituta = Scientific Notes. International Banking Institute*. 2021;(2):164-173. (In Russ.).
3. *Paredes-Frigolett H., Pyka A., Leoneti A.B.* On the performance and strategy of innovation systems: A multicriteria group decision analysis approach. *Technology in Society*. 2021;67:101632. DOI: 10.1016/j.techsoc.2021.101632
4. *Ponyaeva I.* Study of factors affecting the sustainability of the innovation ecosystem of high-tech enterprises. In: *Digital transformation of social and economic systems*. Proc. Int. sci.-pract. conf. Moscow: Moscow Witte University; 2023:137-143. (In Russ.).
5. *Gruenhagen J.H., Parker R., Cox S.* Technology diffusion and firm agency from a technological innovation systems perspective: A case study of fatigue monitoring in the mining industry. *Journal of Engineering and Technology Management*. 2021;62:101655. DOI: 10.1016/j.jengtecman.2021.101655
6. *Nagy K., Hajrizi E., Palkovics L.* Responsible innovation in support of society 5.0 — aspects of audit and control. *IFAC-PapersOnLine*. 2020;53(2):17469-17474. DOI: 10.1016/j.ifacol.2020.12.2123
7. *Surana K., Doblinger C., Anadon L.* Collaboration between start-ups and federal agencies: A surprising solution for energy innovation. *Information Technology and Innovation*

- Foundation (ITIF). Aug. 24, 2020. URL: <https://itif.org/publications/2020/08/24/collaboration-between-start-ups-and-federal-agencies-surprising-solution/> (accessed on 04.04.2023).
8. Song Y., Sahut J.-M., Zhang Z., Tian Y., Hikkerova L. The effects of government subsidies on the sustainable innovation of university-industry collaboration. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022;174:121233. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121233
9. Carayannis E.G., Goletsis Y., Grigoroudis E. Composite innovation metrics: MCDA and the Quadruple Innovation Helix framework. *Technological Forecasting and Social Change*. 2018;131:4-17. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.03.008
10. Kharlamov A.V., Kharlamova T.L., Ponyaeva I. State administration of innovative development using import substitution opportunities. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 2022;(4):69-75. (In Russ.).
11. O'Sullivan M. Industrial life cycle: Relevance of national markets in the development of new industries for energy technologies — the case of wind energy. *Journal of Evolutionary Economics*. 2020;30(4):1063-1107. DOI: 10.1007/s00191-020-00677-5
12. Foucart R., Li Q.C. The role of technology standards in product innovation: Theory and evidence from UK manufacturing firms. *Research Policy*. 2021;50(2):104157. DOI: 10.1016/j.respol.2020.104157
13. Satalkina L., Steiner G. Digital entrepreneurship and its role in innovation systems: A systematic literature review as a basis for future research avenues for sustainable transitions. *Sustainability*. 2020;12(7):2764. DOI: 10.3390/su12072764
14. Kuzma E., Padilha L.S., Sehnem S., Julkovski D.J., Roman D.J. The relationship between innovation and sustainability: A meta-analytic study. *Journal of Cleaner Production*. 2020;259:120745. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120745
15. Boon W.P.C., Edler J., Robinson D.K.R. Conceptualizing market formation for transformative policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2022;42:152-169. DOI: 10.1016/j.eist.2021.12.010
16. Ponyaeva I.I. System aspects of digitalization of enterprises in the energy sector. In: Modern trends in the development of the energy economy. Proc. 3rd Int. sci.-pract. conf. Minsk: Belarusian National Technical University; 2023:69-71. (In Russ.).
17. Onufrey K., Bergek A. Transformation in a mature industry: the role of business and innovation strategies: Innovation and production management in the process industries. *Technovation*. 2021;105:102190. DOI: 10.1016/j.technovation.2020.102190
18. Weidner K., Nakata C., Zhu Z. Sustainable innovation and the triple bottom-line: A market-based capabilities and stakeholder perspective. *Journal of Marketing Theory and Practice*. 2021;29(2):141-161. DOI: 10.1080/10696679.2020.1798253
19. Cattani G., Malerba F. Evolutionary approaches to innovation, the firm, and the dynamics of industries. *Strategy Science*. 2021;6(4):265-289. DOI: 10.1287/stsc.2021.0141
20. Fontes M., Bento N., Andersen A.D. Unleashing the industrial transformative capacity of innovations. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2021;40:207-221. DOI: 10.1016/j.eist.2021.07.004
21. Caputo A., Pizzi S., Pellegrini M.M., Dabić M. Digitalization and business models: Where are we going? A science map of the field. *Journal of Business Research*. 2021;123:489-501. DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.09.053
22. Pizzi S., Venturelli A., Variale M., Macario G.P. Assessing the impacts of digital transformation on internal auditing: A bibliometric analysis. *Technology in Society*. 2021;67:101738. DOI: 10.1016/j.techsoc.2021.101738
23. McKinsey technology trends outlook 2022. Washington, DC: McKinsey and Company; 2022. 184 p. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/the%20top%20trends%20in%20tech%202022/mckinsey-tech-trends-outlook-2022-full-report.pdf> (accessed on 05.04.2023).
24. Rudnik P.B. Digital transformation: Expectations and reality. Report of the National Research University Higher School of Economics for 23rd Yasinsk (April) Int. sci. conf. on problems of economic and social development. Moscow: HSE Publ.; 2022. 221 p. (In Russ.).
25. Dolzhenko R.A., Malyshev D.S. Problems on the way of digital transformation at Russian industrial enterprises. *Vestnik NGUEU = Vestnik NSUEM*. 2022;(1):31-51. (In Russ.). DOI: 10.34020/2073-6495-2022-1-031-051
26. Batrakova L.G. Identification and assessment of factors affecting the digital maturity of regions. *Teoreticheskaya ekonomika = The Theoretical Economy*. 2022;(3):97-110. (In Russ.). DOI: 10.52957/22213260_2022_3_97
27. Nwaiwu F. Review and comparison of conceptual frameworks on digital business transformation. *Journal of Competitiveness*. 2018;10(3):86-100. DOI: 10.7441/joc.2018.03.06
28. Wade M.R., Noronha A., Macaulay J., Barbier J. Orchestrating digital business transformation: Working in concert to achieve digital excellence. Lausanne: International Institute for Management Development (IMD); 2017. 20 p. URL: <https://www.imd.org/research-knowledge/reports/digital-orchestra/> (accessed on 08.04.2023).

29. Castka P., Searcy C., Mohr J. Technology-enhanced auditing: Improving veracity and timeliness in social and environmental audits of supply chains. *Journal of Cleaner Production*. 2020;258:120773. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120773
30. Huh B.G., Lee S., Kim W. The impact of the input level of information system audit on the audit quality: Korean evidence. *International Journal of Accounting Information Systems*. 2021;43:100533. DOI: 10.1016/j.accinf.2021.100533
31. Castka P., Searcy C. Audits and COVID-19: A paradigm shift in the making. *Business Horizons*. 2023;66(1):5-11. DOI: 10.1016/j.bushor.2021.11.003
32. Borovkov A., Birbraer R., Bilenko P. et al. A guide to the digital transformation of manufacturing enterprises. Moscow: Autodesk, Inc.; 2019. 172 p. URL: http://integrika.ru/assets/templates/site/img/about__standart/%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84.pdf?ysclid=lgxleazqmf800963324 (accessed on 08.04.2023). (In Russ.).

Сведения об авторе

Ирина Игоревна Поняева
аспирант Высшей школы производственного менеджмента
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29

Поступила в редакцию 11.04.2023
Прошла рецензирование 11.05.2023
Подписана в печать 22.05.2023

Information about Author

Irina I. Ponyaeva
postgraduate student of the Graduate School of Production Management
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29 Politekhnicheskaya st., St. Petersburg 195251, Russia

Received 11.04.2023
Revised 11.05.2023
Accepted 22.05.2023

Конфликт интересов: автор декларирует отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.
Conflict of interest: the author declares no conflict of interest related to the publication of this article.