

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-4-1229>

Акселерация процессов цифровой трансформации предприятия на основе двухуровневой модели оценки его цифровой зрелости

Е.В. Орлова  

Уфимский университет науки и технологий,
450076, Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32, Российская Федерация

 ekorl@mail.ru

Аннотация. В современных условиях основными факторами прорывного развития являются конкуренция по бизнес-моделям и по скорости принятия управленческих решений. Более эффективным является предприятие, у которого бизнес-модель, адекватная современному уровню развития передовых производственных технологий. Целью работы является формирование модифицированной модели оценки цифровой зрелости промышленного предприятия, обеспечивающей ускорение его цифровой трансформации. Предложена двухуровневая модель оценки цифровой зрелости промышленных предприятий, имеющая модульную архитектуру, объединяющая модуль верхнего уровня для оценки зрелости предприятия и его системы управления и модуль нижнего уровня для идентификации уровня цифровой зрелости основных, вспомогательных бизнес-процессов и технологических решений предприятия. Модель основана на применении методов качественного анализа и позволяет выявить сильные и слабые стороны предприятия, определить возможности для реализации цифровых инновационных решений. Разработанная модель может быть использована как базис для проектирования инструментов самооценки промышленного предприятия в процессе разработки и адаптации его стратегии цифровой трансформации. Преимуществом модели является системный анализ разнородной информации об уровне зрелости предприятия и его системы управления, характеризующей степень достижения поставленных целей, а также информации об уровне цифровой готовности отдельных бизнес-процессов и технологий предприятия, оценка которых позволит обосновать внедрение дифференцированных инструментов цифровизации. Апробация модели проводилась на крупном машиностроительном предприятии Республики Башкортостан.

Ключевые слова: промышленное предприятие, цифровая трансформация, цифровая модель функционирования предприятия, бизнес-модель, оценка цифровой зрелости

Для цитирования: Орлова Е.В. Акселерация процессов цифровой трансформации предприятия на основе двухуровневой модели оценки его цифровой зрелости. *Экономика промышленности*. 2023;16(4):456–467. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-4-1229>

Acceleration of enterprise digital transformation processes based on the two-level digital maturity assessment model

E.V. Orlova  

Ufa University of Science and Technology,
32 Zaki Validi Str., Ufa 450076, Russian Federation

 ekorl@mail.ru

Abstract. In modern conditions, the main factors of breakthrough development are competition by business models and the speed of decision-making. An enterprise is more efficient if it has a business model that is more adequate to the current level of development of advanced production technologies. The aim of the work is to form a modified model for assessing the digital maturity of an industrial enterprise, ensuring the acceleration of its digital transformation. A two-level model for assessing the digital maturity of industrial enterprises is proposed, which has a modular architecture and combines a top-level module for assessing the maturity of an enterprise and its management system and a lower-level module for identifying the level of digital maturity of

the main, auxiliary business processes and technological solutions of the enterprise. The model is based on the use of qualitative analysis methods and allows to identify the strengths and weaknesses of an enterprise and identify opportunities for implementing digital innovative solutions. The developed model could be used as a basis for designing self-assessment tools for an industrial enterprise in the process of developing and adapting its digital transformation strategy. The advantage of the model is a systematic analysis of heterogeneous information about the level of maturity of the enterprise and its management system, characterizing the degree of achievement of its goals, as well as information about the level of digital readiness of individual business processes and technologies of the enterprise, the assessment of which will justify the implementation of differentiated digitalization tools. The model was tested at a large machine-building enterprise in the Republic of Bashkortostan.

Keywords: industrial enterprise, digital transformation, digital model of enterprise, business model, digital maturity assessment

For citation: Orlova E.V. Acceleration of enterprise digital transformation processes based on the two-level digital maturity assessment model. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2023;16(4):456–467. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-4-1229>

基于评估企业数字化成熟度的两级模型加速企业数字化转型进程

E.V. 奥尔洛娃  

乌法科技大学

邮编450076, 俄罗斯联邦乌法市扎基·瓦利迪大街32号

 ekorl@mail.ru

摘要: 在现代条件下, 突破性发展的关键因素是商业模式和管理决策速度的竞争。拥有与当前先进生产技术水平相适应的商业模式的企业效率更高。本文旨在形成一个评估工业企业数字化成熟度的修改后的模型, 确保加快企业的数字化转型。我们提出了一个评估工业企业数字化成熟度的两级模型, 该模型采用模块化架构, 上层模块用于评估企业及其管理系统的成熟度, 下层模块用于确定企业主要业务流程、辅助业务流程和技术解决方案的数字化成熟度水平。该模型基于定性分析方法的应用, 可以识别企业的优势和劣势, 确定实施数字化创新解决方案的机遇。所开发的模型可作为工业企业在制定和调整数字化转型战略过程中设计自我评估工具的基础。该模型的优势在于系统分析有关企业及其管理系统成熟度的各种信息, 这些信息反映了既定目标的实现程度, 以及有关企业业务流程和技术的数字化准备程度的信息, 对这些信息的评估将有助于证明引入的差异化数字化工具是合理的。该模型在巴什科尔托斯坦共和国的一家大型机械制造企业进行了测试。

关键词: 工业企业、数字化转型、企业运作的数字化模型、商业模式、数字化成熟度评估

Введение

В производственно-экономических системах в период предыдущего технологического этапа развития ключевыми факторами конкурентоспособности и эффективности были конкуренция по качеству продукции и конкуренция по издержкам. В настоящее время основными факторами прорывного развития становятся конкуренция по бизнес-моделям и по скорости принятия управленческих решений. Более эффективным является то предприятие, у которого более жизнеспособная и адекватная современному уровню развития передовых производственных технологий бизнес-модель, а его функционирование в неопределенной внешней среде основано на цифровых моделях поддержки принятия решений, обеспе-

чивающих высокую скорость обработки возрастающих потоков данных. Это достигается за счет цифровой трансформации бизнес-процессов предприятий. Целью работы является формирование модифицированной модели оценки цифровой зрелости промышленного предприятия. Для реализации поставленной цели решены следующие задачи: 1) критически обобщены подходы к разработке стратегии цифровой трансформации промышленных предприятий, выявлены их сильных и слабых сторон; 2) разработана модель оценки цифровой зрелости с учетом зрелости процессов управления предприятия и цифровой готовности производственных бизнес-процессов; 3) предложенная модель апробирована на базе промышленного предприятия.

Обзор литературы

В соответствии с Указом Президента России В.В. Путина¹ стратегическими задачами в рамках достижения национальных целей развития до 2024 г. определены задачи, связанные с обеспечением процессов преобразования предприятий промышленности с помощью внедрения цифровых технологий и созданием системы финансирования таких проектов. Позже цифровая трансформация объявлена национальной целью развития до 2030 г.^{2,3,4} Структура, содержание программы цифровой трансформации, а также перечень ключевых показателей ее эффективности должны соответствовать методическим рекомендациям по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием⁵. Под цифровой трансформацией предприятий и организаций понимается «комплексное преобразование бизнес-модели, продуктов и услуг или бизнес-процессов компании, направленное на рост конкурентоспособности и достижение стратегических целей и отвечающее критерию экономической эффективности на основе реализации портфеля инициатив по внедрению цифровых технологий, использованию данных, развитию кадров, компетенций и культуры для цифровой трансформации, современных подходов к управлению внедрением цифровых решений и финансированию внедрения цифровых решений»⁶.

¹ Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». URL: <https://base.garant.ru/71937200/> (дата обращения: 29.10.2023).

² Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <https://rg.ru/documents/2020/07/22/ukaz-dok.html> (дата обращения: 29.10.2023).

³ Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О стратегии развития информационного общества Российской Федерации на 2017–2030 годы». URL: <https://base.garant.ru/71670570/> (дата обращения: 29.10.2023).

⁴ Национальная программа «Цифровая экономика РФ», утвержденная протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обращения: 29.10.2023).

⁵ Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием. 31 августа 2022. URL: https://digital.gov.ru/ru/documents/7342?utm_referrer (дата обращения: 29.10.2023).

⁶ Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием. 31 августа 2022. 47 с. URL: https://digital.gov.ru/ru/documents/7342?utm_referrer (дата обращения: 29.10.2023).

Для производственно-экономических систем промышленных предприятий стратегия цифровой трансформации должна объединять внедрение передовых производственных (цифровых) технологий, а также новую организацию бизнес-процессов. Конечной целью является обновленная система управления основными и вспомогательными процессами предприятия, базирующаяся на цифровых технологиях анализа, моделирования и прогнозирования инновационной деятельности. Задачи цифровой трансформации предприятия включают: 1) адаптацию к новым вызовам и целям; 2) улучшение качества продукции, выполняемых работ и услуг; 3) повышение эффективности производственно-экономической, финансовой, инвестиционной и инновационной деятельности; 4) расширение доступности продукции и услуг; 5) развитие человеческого капитала, в том числе расширение цифровых компетенций работников; 6) расширение ассортимента выпускаемой продукции и поиск новых рынков.

Принципы цифровой трансформации должны обеспечить для предприятия:

- формирование новой бизнес-модели в рамках его стратегии развития;
- разработку, производство и реализацию инновационных продуктов и услуг;
- рациональное использование ресурсов при создании инновационных проектов и продуктов;
- обеспечение непрерывного и связанного функционирования различных информационно-коммуникационных систем;
- переход на новую платформу цифровой экономики как комплекс аппаратных систем и информационных технологий.

В научных работах, посвященных вопросам цифровой трансформации бюджетные расходы на науку и технологии, уровень развития цифровой экономики, уровень охвата цифровыми финансовыми услугами, промышленную агломерацию [1]. Эти факторы позволяют понять движущие силы промышленной цифровизации и цифровой индустриализации, улучшить реализацию промышленной политики и сократить цифровой разрыв между различными регионами и предприятиями.

Вместе с тем отмечается, что цифровая трансформация является серьезной организационной проблемой для производственных предприятий из-за крайне низкого уровня успеха таких преобразований [2]. Концепция цифровой зрелости предполагает, что предприятиям необходимо постепенно развивать возможности цифровой трансформации, сосредоточив внимание на «немногих жизненно важных» приоритетах своего развития.

Цифровая трансформация оказывает значительное влияние на развитие предприятий на международных рынках и способствует интернационализации их продукции [3]. Существующие теории, методы, концепции, связанные с цифровой трансформацией и интернационализацией, а также пробелы в этих теориях обсуждаются в многочисленных исследованиях [4–8]. Предложены операционные модели, обеспечивающие рост уровня цифровой зрелости промышленных предприятий [9].

Необходимо отметить, что в практической литературе отсутствуют эмпирические исследования, подтверждающие существующие модели зрелости возможностей (*Capability Maturity Model*, CMM) для цифровой трансформации, несмотря на их важность. Более того, не хватает методов оценки, которые определяют направления, обеспечивающие улучшение деятельности предприятия, а также приоритезацию этих направлений. В данной работе делается попытка устранить этот недостаток на основе системного количественного и качественного анализа цифровых возможностей предприятия и разработке новой модели оценки его цифровой зрелости в интересах стратегии цифровой трансформации.

Методология исследования

В рамках государственной информационной системы промышленности Министерством промышленности и торговли РФ в 2023 г. запущен

сервис по оценке уровня цифровизации предприятий⁷. Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ разработаны основные принципы по оценке цифровой зрелости⁸. В соответствии с этими принципами и методическими рекомендациями стратегия цифровой трансформации предприятий и организаций должна быть реализована по этапам (рис. 1).

Перспективы цифровой трансформации определяются на этапе оценки текущего состояния предприятия с использованием действующих стандартов [2; 12]. Для того чтобы определить позицию предприятия и степень его готовности к трансформации бизнес-процессов, используется модель оценки цифровой зрелости. Модель отражает сильные и слабые стороны предприятия, «узкие» места с позиции готовности к внедрению сквозных цифровых технологий, таких как цифровое моделирование и проектирование, цифровой двойник, системы аналитики больших данных, моделей принятия решений на основе методов искусственного интеллекта и др. Сравнительная оценка полученной целевой модели циф-

⁷ Государственная информационная система промышленности. URL: <https://gisp.gov.ru/reguser/register> (дата обращения: 29.10.2023).

⁸ Минпромторг России. Основные принципы по оценке уровня цифровой зрелости, реализованные в рамках модуля ГИСП «Цифровой паспорт промышленных предприятий». 17 с. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/371da805d6a083111877a2ac0f9f9b29/Minpromtorg.pdf> (дата обращения: 29.10.2023).

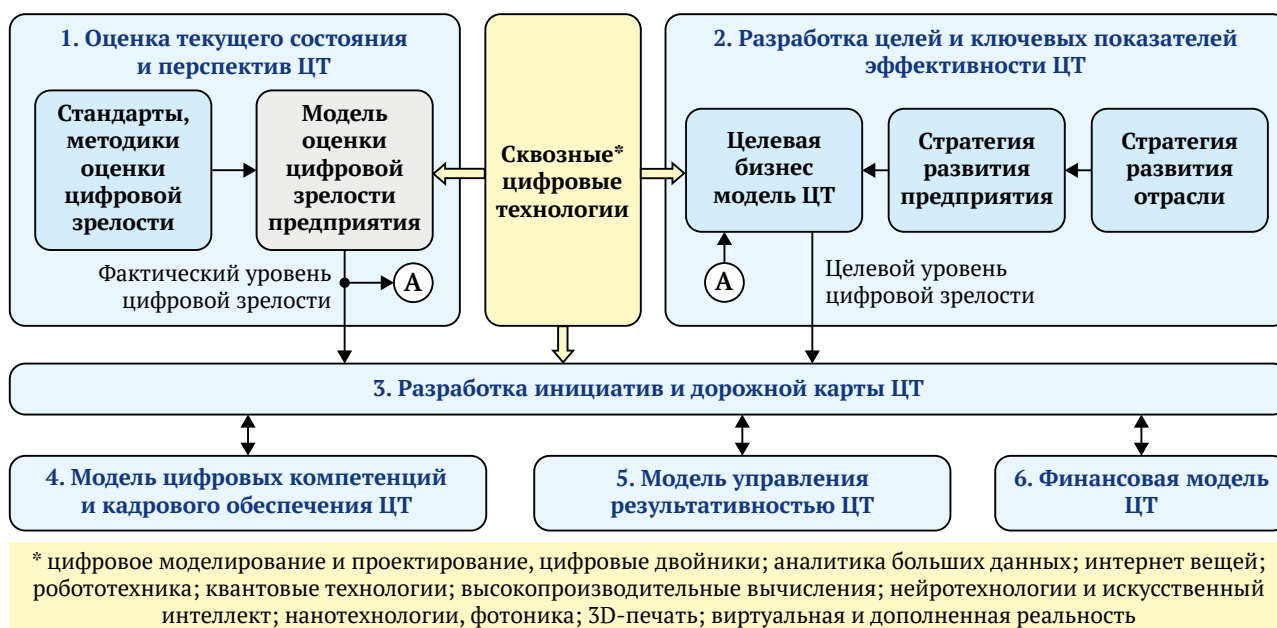


Рис. 1. Этапы реализации проекта цифровой трансформации предприятия

Fig. 1. Stages of the enterprise digital transformation project implementation

ровой трансформации определяет разрывы между действительными и планируемыми характеристиками, что создает основу для формирования инициатив, обеспечивающих цифровую трансформацию, и дорожной карты их реализации.

В настоящее время разработаны и применяются на практике разнообразные методы и модели оценки цифровой зрелости предприятий, отличающихся составом анализируемых подсистем, набором факторов внутренней и внешней среды, инструментарием оценивания (эмпирическое оценивание, теоретическое познание, логические методы, квалитетрическое оценивание, методы сравнения и др.). В мире и России наибольшее распространение получили модель оценки цифровой зрелости, предложенная Национальной академией наук и техники Германии (Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina), модель трансформации бизнеса компании Deloitte, модель агентства Arthur D. Little, модели компаний KPMG, KMDA, BCG [10–14].

Существующие подходы и модели не в полной мере учитывают специфику промышленных предприятий и не обеспечивают системную оценку его готовности и цифровой зрелости, что отрицательно влияет на формирование стратегического плана и дальнейшую реализацию инициатив цифровой трансформации. Комплексный подход к выработке стратегии цифровой трансформации позволит учесть разнородные, динамические и стохастические характеристики внутренней и внешней среды предприятия, согласовать в процессе разработки противоречивые интересы заинтересованных сторон. А модель цифровой зрелости как составная часть стратегии позволит предприятию идентифицировать свое позиционирование в отрасли, обоснованно выбирать цифровые технологии, обеспечивая свое инновационное развитие.

Для того чтобы начать работу по цифровой трансформации, предприятию необходимо определить свою степень готовности к реализации мероприятий и трансформационных инициатив. Для этого требуется определить не только уровень цифровой готовности (зрелости), но и готовности предприятия в целом с точки зрения его способности достигать поставленных стратегических целей и добиваться успеха в сложной, динамичной среде. Эта задача может быть решена на основе использования комплексного (системного) подхода на основе двухуровневой модели оценки цифровой зрелости предприятия (рис. 2).

Двухуровневая модульная оценка цифровой зрелости имеет вложенную архитектуру и состоит из модуля верхнего уровня оценки зрелости предприятия, сформированного в соответствии

с ГОСТ Р ИСО 9004-2019⁹. Модуль 1 верхнего уровня «Оценка зрелости предприятия» (см. рис. 2) реализует оценку уровня зрелости предприятия, объединяющей оценку руководства, стратегии, системы менеджмента ресурсов и менеджмента процессов предприятия в целях выявления сильных и слабых сторон, а также возможностей для реализации инновационных решений, в том числе цифровой трансформации. По результатам этой оценки можно судить о рисках и возможностях системы управления предприятием, степени достижимости поставленных целей [15–17].

Объективная и оперативная оценки цифровой зрелости позволяет предприятию в дальнейшем за счет правильного выбора цифровых технологий и организации своих бизнес-процессов обеспечить рост конкурентоспособности. Это может быть обеспечено за счет следующих факторов:

- потребности заинтересованных сторон (заказчиков, поставщиков, кредиторов) отслеживаются и удовлетворяются в максимально короткие сроки;
- разработка и внедрение инновационных решений будет осуществляться с учетом динамики факторов внешней и внутренней среды;
- формирование адаптивной системы мотивации и вовлеченности работников.

Показатели зрелости характеризуют практически всю деятельность предприятия в отношении системы управления на основе принципов менеджмента качества: планирования процессов и управления процессами на предприятии; взаимодействия заинтересованных сторон (поставщиков, работников, инвесторов, акционеров, потребителей, общества), их потребностей и ожиданий; выработки стратегии и политики предприятия; организации процесса обучения, анализа и оценки результатов деятельности [18; 19].

Модуль 2 нижнего уровня «Оценка цифровой зрелости бизнес-процессов» (см. рис. 2) идентифицирует уровень цифровой зрелости отдельных бизнес-процессов предприятия, которые можно разбить на 3 группы [11]:

- основные бизнес-процессы – опытно-конструкторские работы, материально-техническое оснащение и закупки, подготовка и реализация производственных процессов, логистические и маркетинговые процессы;

⁹ ГОСТ Р ИСО 9004-2019. Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации. Введ.: 01.10.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200167117?ysclid=loxzz5lqjs105617989> (дата обращения: 29.10.2023).

– вспомогательные бизнес-процессы, включающие процессы стратегического управления, управление финансами, документооборотом и информационными процессами, управление кадрами и безопасностью;

– технологические решения – единое информационное пространство, применение сквозных цифровых технологий, средства защиты информации.

В результате оценки на основе модели верхнего уровня формируется набор локальных оценок, показывающих уровень зрелости предприятия в целом. Модель нижнего уровня дает фокусные (конкретные) оценки того, по каким производственным бизнес-процессам нужно прилагать особые усилия для повышения степени их готовности к цифровизации. Например, цифровая зрелость разных бизнес-процессов (основных, вспомогательных) предприятия может

характеризоваться различными значениями, что должно учитываться при разработке конкретных инициатив цифровой трансформации и обеспечивать внедрение дифференцированных инструментов цифровизации.

Оценку степени готовности к цифровой трансформации необходимо проводить на основе совместного использования количественных и качественных методов. Количественные методы используются для проведения технико-экономического и финансового анализа деятельности предприятия. Для формирования оценок по блокам оценки зрелости предприятия и оценки цифровой зрелости бизнес-процессов используется самообследование на основе специально разработанных анкет.

Качественная оценка, как правило, осуществляется на основе пятибалльной шкалы оценки (табл. 1).

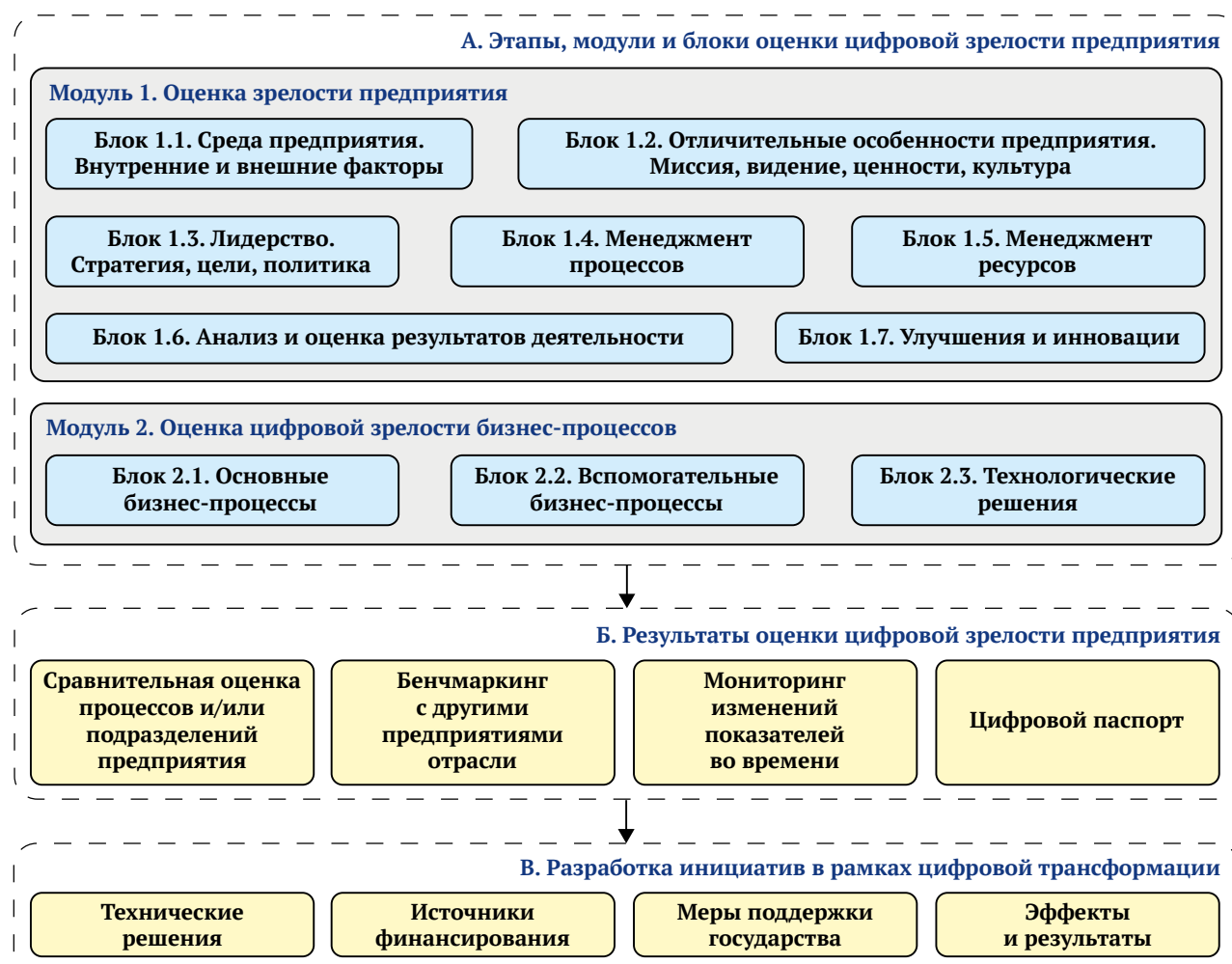


Рис. 2. Структура модели двухуровневой модульной оценки цифровой зрелости предприятия

Fig. 2. The structure of the model of a two-level modular assessment of the digital maturity of an enterprise

Таким образом, комплексная оценка цифровой зрелости на основе предлагаемой двухуровневой модели позволит анализировать ключевые направления деятельности предприятия, оценивать комплекс корпоративных условий для проведения цифровой трансформации, отразить степень приспособленности цифровой инфраструктуры к внедрению цифровых технологий, выявить уровень цифровых компетенций сотрудников предприятия, а также обеспечить базис для отраслевых и кросс-отраслевых сопоставлений предприятия и его конкурентов.

Эмпирический анализ и результаты

Эксперименты по оценке цифровой зрелости проводились на крупном машиностроительном предприятии ПАО «ОДК-УМПО». Использовалась разработанная двухуровневая модель оценки цифровой зрелости. На первом этапе оценивался уровень зрелости предприятия, затем, на втором этапе, идентифицировался уровень цифровой зрелости бизнес-процессов.

Этап 1. Для анализа были выделены компоненты (блоки оценки), отражающие среду организации, лидерство, менеджмент процессов, менеджмент ресурсов; анализ и оценка результатов деятельности организации, улучшение, извлечение уроков и инновации. Для оценки комплексной готовности предприятия к цифровой трансформации необходимо определить соответствие компонента конкретному уровню зрелости. Для этого сформирована группа экспертов, состоящая из ведущих сотрудников предприятия, Обобщенная оценка по каждому компоненту определялась как средневзвешенное всех экспертных оценок, результаты обобщенной экспертной оценки уровня зрелости по каждому компоненту (блоку) представлены на **рис. 3**.

Итоговый уровень зрелости менеджмента предприятия составил 3,87 (**рис. 4**), что свидетельствует о движении к продвинутому уровню готовности, наличии постоянного улучшения процессов и высокой готовности к ускорению процессов цифровизации.

Таблица 1 / Table 1

Уровни цифровой трансформации и их качественное описание [20]

Levels of digital transformation and their qualitative description [20]

Уровень	Действие	Качественное описание	Результат
1 – начальный (нерегулярный)	Предприятие противодействует цифровой трансформации	Бизнес-процессы, подлежащие трансформации, определены фрагментарно, не системно. Стратегия цифровой трансформации не сформирована. Цифровая трансформация по отдельным мероприятиям реализуется по мере необходимости. Бизнес- и IT-стратегия предприятия не связаны и не ориентированы на запросы потребителей	Предприятие отстает, не успевает за требованиями потребителей, использует цифровые технологии только для борьбы с рисками и угрозами
2 – ситуативный (несистемный)	Предприятие делает попытку осуществить цифровую трансформацию	Цифровые решения реализуются на основе пилотных проектов и не носят трансформационного характера. Результаты не являются предсказуемыми и воспроизводимыми	Качество продуктов и обслуживания клиентов на основе цифровых решений не является стабильным и постоянным
3 – стандартный (систематичный)	Предприятие осуществляет цифровую трансформацию	Мероприятия по цифровой трансформации систематичные, но не в полной мере формализованы. Цели бизнес- и IT-стратегий связаны корпоративной стратегией и состоят в разработке продуктов, услуг и обеспечения высокого качества обслуживания потребителей на основе цифровых решений	Предприятие добилось того, что качество продуктов, услуг и обслуживания потребителей стало стабильным и постоянным
4 – продвинутый (стратегический)	Предприятие успешно осуществило цифровую трансформацию	Стратегия цифровой трансформации формализована. Мероприятия хорошо управляемы. Благодаря синергетическим эффектам объединения бизнес-из и IT-стратегий создаются продукты и услуги на основе цифровых решений	Предприятие является лидером на отраслевых рынках, обеспечивает качество продуктов, услуг и обслуживания потребителей на мировом уровне
5 – прорывной (на основе данных, data-driven)	Предприятие постоянно осуществляет цифровую трансформацию	Решения принимаются на основе продвинутой аналитики данных. Мероприятия по цифровой трансформации непрерывно изменяются и улучшаются. Используются бизнес-модели, изменяющие рынки. Учитываются особенности взаимодействия с экосистемой предприятия	Предприятие изменяет существующие рынки и формирует новые. Оно является лидером, на которого ориентируются конкуренты

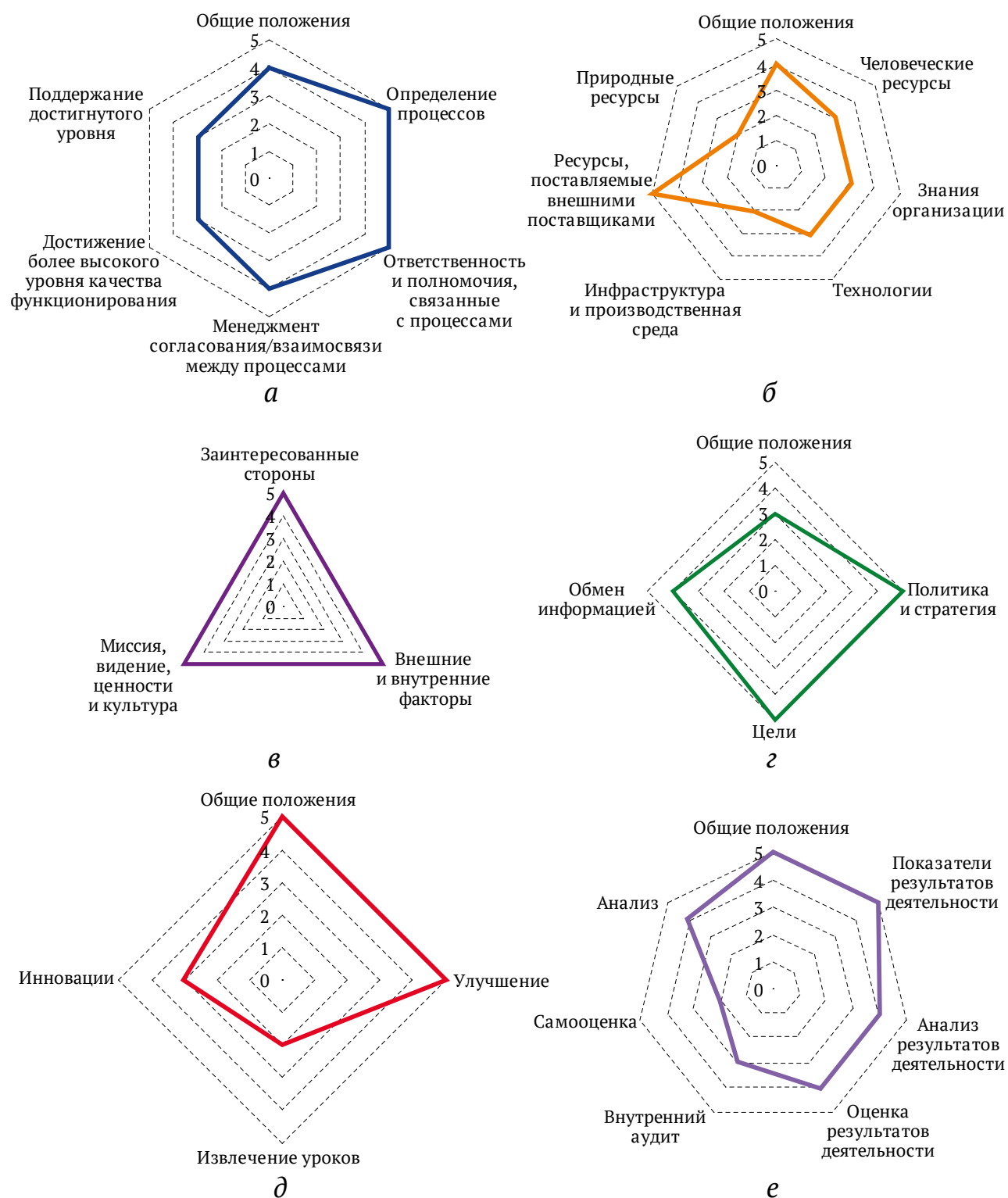


Рис. 3. Оценка уровня зрелости предприятия по отдельным компонентам (блокам оценки):

а – менеджмент процессов; *б* – менеджмент ресурсов; *в* – среда организации и ее отличительные особенности; *г* – лидерство; *д* – улучшения, извлечение уроков и инновации; *е* – анализ и оценка результатов деятельности организации

Fig. 3. Evaluation of the maturity level of the enterprise according to different components: (*a*) process management; (*b*) resource management; (*v*) the environment of the organization and its distinctive features; (*z*) leadership; (*d*) improvements and innovation; (*e*) evaluation of the results of the organization's activities

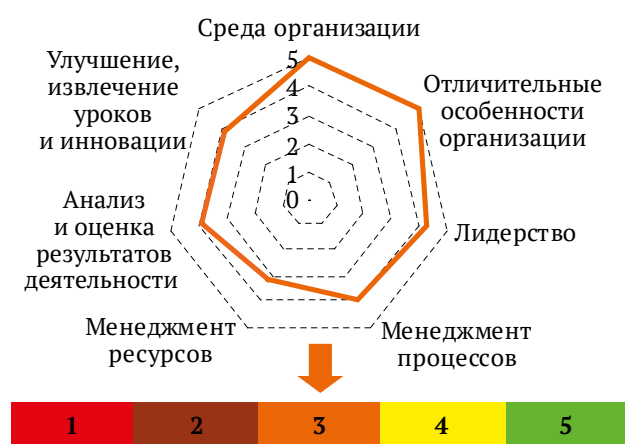


Рис. 4. Итоговый результат оценки уровня зрелости предприятия, цветом выделены уровни цифровой трансформации

Fig. 4. The final result of assessing the maturity level of the enterprise, levels of digital transformation are highlighted in color

Этап 2. Оценив общий уровень зрелости предприятия, необходимо перейти к оценке уровня цифровой зрелости его основных бизнес-процессов. В данном случае представлена оценка цифровой зрелости технологических процессов предприятия в части подсистемы конструкторско-технологической подготовки производства (КТТП). Используемая модель включает несколько уровней развития определенных функций: начальный уровень – функция отсутствует; уровень 1 – функция организована и имеются навыки у специалистов для ее поддержания; уровень 2 – функция организована и стандартизирована, используются информационные системы; уровень 3 – функция стандартизирована и организована с использованием информационной си-

стемы; уровень 4 – функция стандартизирована, а управление основано на аналитике данных.

Для измерения и оценки цифровой зрелости процесса КТТП его функции распределены по следующим блокам. В первом блоке (процессы инжиниринга) осуществляется диагностика систем для поддержки цифровой трансформации на стадиях КТТП, использование на этой стадии систем автоматизированного проектирования. Во втором блоке оцениваются процессы КТТП и обеспечивается их планирование, стандартизация, нормирование и контроль. В третьем блоке оцениваются обеспечивающие процессы, связанные с поиском, хранением и доступом к конструкторско-технологической и нормативно-справочной информации.

Оценка проводилась экспертной группой, индивидуальные оценки экспертов были обработаны и распределены в совокупности на основе средневзвешенных оценок. Результаты обобщенной экспертной оценки уровня цифровой зрелости процессов по каждому из пяти блоков функций процессов КТТП показаны в **табл. 2**.

Итоговый уровень цифровой зрелости процессов КТТП был получен на основе среднеарифметической свертки оценок по всем блокам оценки и составил 2,7 балла (**рис. 5**). Значение данного показателя близко к 3 баллам (3-й уровень зрелости), что соответствует высокому уровню стандартизации и организации процессов. Повышение уровня цифровой зрелости процессов до 3-го уровня достигается путем работы специалистов в интегрированной информационной среде, увеличения устойчивости и взаимосвязанности данных, а также применения цифровой аналитике данных, развития стратегических партнерств с поставщиками технологий и нормативно-справочной информации.

Таблица 2 / Table 2

Уровень развития функций процесса конструкторско-технологической подготовки производства, баллы
The level of development of the functions of the process of design and technological preparation of production, points

Функции процесса	Оценка цифровой зрелости
Блок 1. Технологическая подготовка производства	
Функции анализа технологичности	3
Функции разработки технологических процессов и отдельных операций изготовления изделия с использованием станков с ЧПУ	3
Функции разработки и согласования технологических процессов	3
Функции нормирования технологических операций	3
Функции расчета экономической эффективности технологических процессов, включая оценку технологической себестоимости и цены изделия	3
Функция управления обеспечения производства технологическим оборудованием	3

Окончание табл. 2 / End Table 2

Функции процесса	Оценка цифровой зрелости
Функция управления обеспечения технологического процесса инструментом и оснасткой	2
Блок 2. Организация и управление конструкторско-технологической подготовкой производства	
Функции регламентации разработки и использования электронной конструкторской документации	2
Функции нормирования разработки электронных конструкторских документов	3
Функции нормирования разработки электронных технологических документов	3
Функции планирования работ по конструкторскому проектированию оснастки	3
Функции планирования работ по технологической подготовке производства	3
Функции организации параллельного инжиниринга	3
Блок 3. Хранение, поиск и доступ к конструкторско-технологической документации	
Функции хранения и передачи распорядительной документации	3
Функции обеспечения разграниченного доступа, обработки конструкторской и технологической документации	2
Функции передачи спецификаций, технологической документации в производство	2
Функции хранения и передачи цифровых моделей и программ в производство	2
Функции изменений в конструкторско-технологическую документацию	3
Функции хранения методик виртуальных испытаний, результатов тестовых экспериментов	2
Блок 4. Учет, хранение и доступ к нормативно-справочной информации	
Функции учета, хранения и обновления информации	3
Функции извлечения, преобразования данных	2
Функции загрузки в хранилище данных	2
Блок 5. Использование информационных систем и систем автоматизированного проектирования	
Функции CAD-системы	3
Уровень автоматизации разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ, функции CAM-системы	3
Уровень использования CAE-систем для инженерного анализа	3
Уровень использования организационно-технической системы управления информацией о производимой продукции	4
Уровень использования информационных систем для управления проектами	3
Уровень развития платформы сетевой коммуникации проектных команд	2

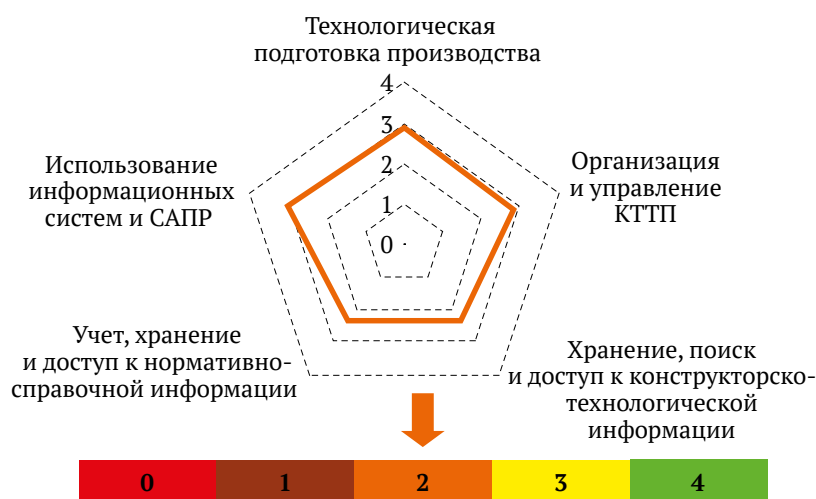


Рис. 5. Итоговый результат оценки уровня цифровой зрелости технологических процессов в рамках конструкторско-технологической подготовки производства

Fig. 5. The final result of the assessment of the level of digital maturity of technological processes within the framework of design and technological preparation of production

На основании высокого уровня общей готовности и цифровой зрелости предприятия можно переходить к формированию и обоснованию инициатив цифровой трансформации, которые обеспечат в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции, качественное планирование ресурсов, повысят эффективность контроля качества продукции.

Заключение

В условиях цифровой модернизации экономики, обеспечения технологического и цифрового суверенитета промышленным предприятиям требуется прорыв. Промышленные предприятия должны выйти на мировой уровень не только с позиции производства наукоемкой и высокотехнологичной продукции, но и обеспечить организационные инновации на базе цифровых технологий. Достижение экономических эффектов цифровой трансформации должно быть основано на непрерывном мониторинге ключевых показателей деятельности, результативности бизнес-процессов и повышении уровня их цифровой зрелости.

Представленная двухуровневая модель оценки цифровой зрелости процессов промышленного предприятия обеспечивает старт цифровой

трансформации. Существенным преимуществом и новизной предложенной модели является системный анализ разнородной информации об уровне зрелости предприятия и его системы управления, характеризующей степень достижения поставленных целей предприятия, а также информации об уровне цифровой зрелости отдельных бизнес-процессов и технологий, оценка которых позволит предприятию в дальнейшем обоснованно осуществлять разработку и внедрение дифференцированных инструментов цифровизации.

Опираясь на концепции этой модели, можно сконструировать инструмент самооценки предприятия, который с системных позиций сформирует сведения о существующих ресурсах предприятия, заинтересованных сторонах (стейкхолдерах), инфраструктуре, производственной среде, технологиях, бизнес-процессах, корпоративной культуре и менеджменте. Предложенная автором модель позволит осуществлять скоординированную оценку цифровой готовности как основных (производственно-экономических), так и вспомогательных (организационно-управленческих) процессов, выявлять и выстраивать приоритетность процессов, требующих трансформации, а также обосновывать выбор технологий для развития цифровых возможностей предприятия.

Список литературы / References

1. Jin X., Pan X. Government attention, market competition and firm digital transformation. *Sustainability*. 2023;15(11):9057. <https://doi.org/10.3390/su15119057>
2. Hortovanyi L., Szabo R.Zs., Vuksanović I., Mocan M., Hanak R., Romanová A., Horvath D., Morgan R., Djuričin D. Assessment of digital maturity: the role of resources and capabilities in digital transformation in B2B firms. *International Journal of Production Research*. 2023;61(1):8043–8061. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2164087>
3. Feliciano-Cestero M.M., Ameen N., Kotabe M., Paul J., Signoret M. Is digital transformation threatened? A systematic literature review of the factors influencing firms' digital transformation and internationalization. *Journal of Business Research*. 2023;157:113546. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113546>
4. Suhendra A.A. Increasing business performance in the digital era through improving business models. *Journal of Business and Economics Review*. 2017;2(2):9–16. [https://doi.org/10.35609/jber.2017.2.2\(2\)](https://doi.org/10.35609/jber.2017.2.2(2))
5. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2019;28(2):118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
6. Alcácer V., Cruz-Machado V. Scanning the Industry 4.0: A literature review on technologies for manufacturing systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. 2019;22(3):899–919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
7. Salvi A., Vitolla F., Rubino M., Giakoumelou A., Raimo N. Online information on digitalisation processes and its impact on firm value. *Journal of Business Research*. 2021;124(3):437–444. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.025>
8. Mostaghel R., Oghazi P., Parida V., Sohrabpour V. Digitalization driven retail business model innovation: Evaluation of past and avenues for future research trends. *Journal of Business Research*. 2022;146(2):134–145.
9. Квинт В.Л., Бабкин А.В., Шкарупета Е.В. Стратегирование формирования платформенной операционной модели для повышения уровня цифровой зрелости промышленных систем. *Экономика промышленности*. 2022;15(3):249–261. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-249-261>
Kvint V.L., Babkin A.V., Shkarupeta E.V. Strategizing of forming a platform operating model to increase the level of digital maturity of industrial systems. *Russian Journal of Industrial Eco-*

- nomics*. 2022;15(3):249–261. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-249-261>
10. Димитрова Л.А. *Метод оценки уровня зрелости организации на основе использования интеллектуальных информационных систем*. Дисс. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону; 2022. 208 с.
 11. Балахонова И.В. *Оценка цифровой зрелости как первый шаг цифровой трансформации процессов промышленного предприятия*. Пенза: Издательство ПГУ; 2021. 276 с.
 12. Кафиятуллина Ю.Н., Курочкин Д.А., Сердечный Д.В. Принципы цифровой трансформации бизнеса в современных условиях. Часть II. *Вестник университета*. 2022;(1(7)):46–53. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2022-7-46-53>
Kafiyatullina Yu.N., Kurochkin D.A., Serdechnyy D.V. Digital business transformation in current conditions. Part II. *Vestnik Universiteta*. 2022;(1(7)):46–53. (In Russ.). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2022-7-46-53>
 13. Рахлис Т.П., Исаева М.М. Оценка цифровой зрелости промышленного предприятия: методологический аспект. В: *Сб. докл. XVI Междунар. конф. «Российские регионы в фокусе перемен»*. Екатеринбург, 18–20 ноября 2021 г. В 2-х т. Екатеринбург: УрФУ; 2022. Т. 1. С. 480–484.
 14. Гилева Т.А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления. *Вестник УНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика*. 2019;(1(27)):38–52.
Gileva T.A. Digital maturity of the enterprise: methods of assessment and management. *Bulletin*
 15. Orlova E.V. Decision-making techniques for credit resource management using machine learning and optimization. *Information*. 2020;11(3):144. <https://doi.org/10.3390/info11030144>
 16. Орлова Е.В. *Модели и механизмы согласованного управления производственно-экономической системой*. Дисс. ... д-ра техн. наук. Уфа; 2018. 340 с.
 17. Орлова Е.В. Инженерия системного синтеза эффективности инновационных проектов. *Программная инженерия*. 2019;10(11-12):430–439. <https://doi.org/10.17587/prin.10.430-439>
Orlova E.V. Engineering of system synthesis for innovative projects efficiency. *Software Engineering*. 2019;10(11-12):430–439. (In Russ.). <https://doi.org/10.17587/prin.10.430-439>
 18. Orlova E.V. Design technology and AI-based decision making model for digital twin engineering. *Future Internet*. 2022;14(9):248. <https://doi.org/10.3390/fi14090248>
 19. Orlova E.V. Methodology and models for individuals' creditworthiness management using digital footprint data and machine learning methods. *Mathematics*. 2021;9(15):1820. <https://doi.org/10.3390/math9151820>
 20. Мишин С.А. *Уровень зрелости организации*. URL: https://quality.eup.ru/MATERIALY14/uroven_zrelosti.htm (дата обращения: 29.05.2023).

Информация об авторе

Екатерина Владимировна Орлова – д-р техн. наук, профессор кафедры экономики предпринимательства, Уфимский университет науки и технологий, 450076, Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6535-6727>; e-mail: ekorl@mail.ru

Information about author

Ekaterina V. Orlova – Dr.Sci.(Eng.), Professor Department of Economics of Entrepreneurship, Ufa University of Science and Technology, 32 Zaki Validi Str., Ufa 450076, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6535-6727>; e-mail: ekorl@mail.ru

Поступила в редакцию 14.09.2023; поступила после доработки 12.10.2023; принята к публикации 14.11.2023

Received 14.09.2023; Revised 12.10.2023; Accepted 14.11.2023