

УДК 338.24

EDN: PARXRV

DOI: 10.65891/2949-1983-2026-22-3-25-29



©2026 Контент доступен по лицензии CC BY-NC 4.0
This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license
(https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

ЦИФРОВАЯ ЗРЕЛОСТЬ КАК УСЛОВИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

БЕРНЯЕВ Артур Владимирович, аспирант
Поволжский государственный университет сервиса
445017, Россия, Тольятти, artur31030@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается цифровая зрелость как условие инновационного развития предприятий электронной промышленности. Актуальность исследования обусловлена реализацией государственной политики технологического суверенитета, необходимостью ускоренного развития отечественных высокотехнологичных отраслей и спецификой электронной промышленности, продукция которой определяет технологический уровень большинства наукоемких секторов экономики. Автором показано, что активное внедрение отдельных цифровых решений не обеспечивает достижения цифровой зрелости: компании зачастую используют разрозненные инструменты, не создавая единой интегрированной среды. На основе анализа научной литературы, существующих моделей оценки цифровой зрелости и отраслевой специфики предприятий электронной промышленности предложена авторская система критериев, сгруппированных по функциональному признаку: стратегическая осознанность и системность цифрового развития; цифровая управляемость и интеграция производственных процессов; цифровая поддержка обеспечения качества и надёжности электронной продукции; интеграция цифровых решений в управление жизненным циклом электронных изделий; кадровая и организационная готовность к цифровым преобразованиям. Подчёркивается, что цифровая зрелость представляет собой комплексную характеристику, отражающую способность предприятия системно использовать цифровые технологии для повышения эффективности управления, оптимизации производственных процессов и обеспечения устойчивого инновационного развития. Особое внимание уделено отраслевым особенностям: высокой технологической сложности продукции, длительным циклам разработки, многостадийности производства и повышенным требованиям к качеству и надёжности. Обосновано, что ключевым фактором цифровой зрелости выступает не наличие отдельных цифровых инструментов, а их согласованное применение в рамках единой системы управления. Полученные результаты могут быть использованы при разработке методических подходов к оценке уровня цифровой зрелости предприятий электронной промышленности и формировании стратегий их цифрового развития.

Ключевые слова: цифровая зрелость, электронная промышленность, цифровая трансформация, инновационное развитие, критерии оценки, цифровая управляемость, жизненный цикл изделия, качество и надёжность продукции, кадровая готовность, технологический суверенитет.

© Берняев А.В., 2026

DIGITAL MATURITY AS A CONDITION FOR INNOVATIVE DEVELOPMENT OF ELECTRONIC INDUSTRY ENTERPRISES

BERNYAEV Artur Vladimirovich, Postgraduate Student
Volga State University of Service
445017, Russia, Togliatti, artur31030@mail.ru

Abstract. The article examines digital maturity as a condition for the innovative development of enterprises in the electronics industry. The relevance of the study is due to the implementation of the state policy of technological sovereignty, the need for accelerated development of domestic high-tech industries, and the specific nature of the electronics industry, whose products determine the technological level of most knowledge-intensive sectors of the economy. The author shows that the active implementation of individual digital solutions does not ensure the achievement of digital maturity: companies often use disparate tools without creating a unified integrated environment. Based on an analysis of scientific literature, existing models for assessing digital maturity, and the specific features of the electronic industry, the authors propose a system of criteria grouped by functional characteristics: strategic awareness and systematic approach to digital development; digital manageability and integration of production processes; digital support for ensuring the quality and reliability of electronic products; integration of digital solutions into the management of the life cycle of electronic products; and personnel and organizational readiness for digital transformations. It is emphasized that digital maturity is a comprehensive characteristic that reflects a company's ability to systematically use digital technologies to improve management efficiency, optimize production processes, and ensure sustainable innovative development. Special attention is paid to sector-specific features: the high technological complexity of products, long development cycles, multi-stage production processes, and increased requirements for quality and reliability. It is substantiated that the key factor in digital maturity is not the presence of individual digital tools, but their coordinated use within a unified management system. The obtained results can be used in developing methodological approaches to assessing the level of digital maturity of enterprises in the electronics industry and in forming strategies for their digital development.

Keywords: digital maturity, electronics industry, digital transformation, innovative development, evaluation criteria, digital manageability, product life cycle, product quality and reliability, workforce readiness, technological sovereignty.

© Bernyaev A.V., 2026

ВВЕДЕНИЕ

В условиях ускоряющейся цифровой трансформации экономики вопросы внедрения и эффективного использования цифровых технологий приобретают ключевое значение для развития промышленности. Современные производственные системы всё в большей степени опираются на использование больших данных, искусственного интеллекта, промышленных интернет-систем, цифровых платформ и интегрированных информацион-

ных решений, позволяющих повышать эффективность управления производственными и инновационными процессами.

Актуальность исследования обусловлена несколькими факторами. В условиях реализации государственной политики технологического суверенитета и необходимости ускоренного развития отечественных высокотехнологичных отраслей цифровая зрелость предприятий становится важным условием их устойчивого функци-

онирования и конкурентоспособности. Электронная промышленность занимает особое место в структуре национальной экономики, поскольку ее продукция определяет технологический уровень развития большинства наукоемких и высокотехнологичных отраслей, включая приборостроение, телекоммуникации, оборонно-промышленный комплекс и информационные технологии.

Распространение цифровых технологий в экономике подтверждается статистическими данными. Согласно данным Росстата, более 80 % организаций применяют базовые цифровые технологии, включая персональные компьютеры и доступ в интернет. Соответственно, это указывает на активное внедрение цифровых решений в предприятия различных секторов экономики страны [1].

Наряду с внедрением цифровых решений, наблюдается стабильный подъём инвестиций, которые направлены на развитие и продвижение цифровой экономики России. Опираясь на исследование «Высшей школы экономики», можно сделать вывод, что процент промышленных компаний, активно внедряющих проекты по цифровой трансформации, вырос с менее чем 20 % до более чем 30 %. Вышеупомянутый показатель наглядно демонстрирует вовлеченность бизнеса в процессы цифровизации [2].

Несмотря на активное внедрение цифровых технологий, регулярное их использование на предприятиях имеет ряд нюансов. Компании, внедряющие цифровые решения используют их несколько разрозненно, не создавая при этом единой интегрированной среды, где подобные решения могли бы принести куда больше пользы. Как итог, наличие отдельных цифровых инструментов, зачастую не приводит к достижению цифровой зрелости предприятий [3].

В связи с этим, необходимо установить, по каким именно признакам можно судить о так называемой цифровой зрелости компании, особенно, если речь идёт о продвинутых, высокотехнологичных секторах, в частности, об электронной промышленности. Электронная промышленность, в свою очередь, требует тщательного подхода к оценке уровня цифровизации, ввиду достаточно сложной, с технической точки зрения продукции, долгими, зачастую непрерывным циклами разработки, многоступенчатым производством, а также достаточно строгими требованиями к качеству.

МЕТОДОЛОГИЯ

Целью данного исследования является выявление ключевых критериев для оценки цифровой зрелости предприятий непосредственно электронной промышленности, а также в их анализе с целью формирования условий устойчивого инновационного развития.

В ходе исследования, для достижения поставленных целей были применены следующие подходы: тщательный обзор и анализ литературы по соответствующей тематике, а именно материала, связанного с цифровой трансформацией предприятий; анализ уже существующих методик для оценки уровня цифровой зрелости организаций, с целью их сопоставления с ранее упомянутыми критериями цифровой зрелости.

В свою очередь, термин «электронная промышленность» активно используется в отраслевой и нормативной практике для обозначения видов деятельности, связанной с разработкой, производством электронной компонентной базы, радиоэлектронных устройств, а также приборов. В литературе отсутствует как таковое единое, строго закреплённое определение вышеупомянутого термина, что и обуславливает необходимость его уточнения в рамках конкретного исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Понятие «цифровая зрелость» активно применяется в научных и прикладных работах, посвящённых цифровой трансформации предприятий [3], однако также не имеет унифицированной трактовки и интерпретируется различными авторами по-разному.

В рамках данной статьи цифровая зрелость рассма-

тривается как степень готовности и способности предприятия системно использовать цифровые технологии для повышения эффективности управления, оптимизации производственных процессов и обеспечения устойчивого инновационного развития.

В целях конкретизации предложенного подхода к пониманию цифровой зрелости предприятий электронной промышленности в рамках исследования была сформирована система критериев, отражающих ключевые аспекты цифрового развития предприятий данной отрасли (рисунок 1).

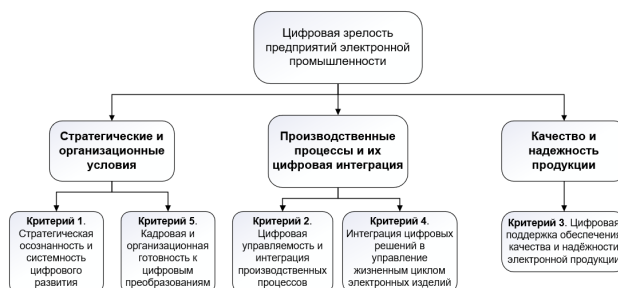


Рисунок 1. Система критериев
Figure 1. System of criteria

Представленные критерии сгруппированы по функциональному признаку и отражают ключевые аспекты цифровой зрелости предприятий электронной промышленности. Первая группа описывает фундаментальные аспекты, связанные с формированием стратегии и организационной структуры для цифровой трансформации. Вторая группа фокусируется на степени внедрения цифровых технологий в производственные операции. Третья группа анализирует воздействие цифровых инструментов на повышение стандартов качества и надежности выпускаемой продукции.

Стоит отметить уникальность нашего подхода к оценке цифровой зрелости компаний в электронной промышленности. Несмотря на обилие существующих моделей цифровой зрелости в научной литературе – как универсальных, так и отраслевых, различающихся по параметрам и методам измерения [3] (например, широко используемая модель Deloitte, фокусирующаяся на общих аспектах цифровой трансформации, таких как стратегия, технологии, операционные процессы и организационная структура) – наш метод является авторским.

В отличие от ранее упомянутых методологий, настоящее исследование представляет собой разработанную систему критериев. Эта система всесторонне учитывает уникальные особенности промышленного сектора, в частности, высокую технологическую сложность производимой продукции, критическую важность обеспечения её качества и надёжности, а также необходимость интеграции всех производственных процессов на протяжении всего жизненного цикла изделий. Авторский подход заключается не только в уточнении состава критериев, но и в их структурировании и рассмотрении как взаимосвязанной системы, отражающей особенности цифрового развития предприятий отрасли.

Критерий 1. Стратегическая осознанность и системность цифрового развития

Цифровая зрелость предприятий электронной промышленности не сводится к внедрению информационных систем или автоматизации отдельных участков производства. Одним из ключевых условий цифровой зрелости является наличие грамотного, стратегического подхода к цифровому развитию. Это предполагает согласование цифровых инициатив со стратегическими целями конкретного предприятия.

Ввиду специфики промышленности, которая связана с длительными циклами разработки продукции, требует системный, стратегически выверенный подход к цифровому развитию. При отсутствии такового, цифровые

решения непроизвольно будут внедряться изолированно друг от друга, что приведет к разобщенности информационных потоков, а также дополнительным издержкам, связанными с дублированием функций и усложнением процессов управления. В свою очередь, для предприятия зрелого с цифровой точки зрения характерна интеграция цифровых преобразований в систему стратегического планирования, а также их ориентация на реализацию долгосрочных целей.

Стратегическая осознанность также проявляется в формировании единой архитектуры цифровых решений и определении приоритетов цифрового развития. То есть цифровая зрелость, по своей сути, характеризуется системностью, согласованностью, а также управляемостью цифровых преобразований.

Критерий 2. Цифровая управляемость и интеграция производственных процессов

Одним из ключевых критериев для оценки цифровой зрелости предприятий является уровень цифровой управляемости и интеграции производственных процессов. Вышеупомянутый показатель основан на интеграции оборудования, информационных систем в единое цифровое пространство. Специфика промышленности, а именно – сложность выпускаемой продукции с технической точки зрения, многостадийность производства, высокие требования к точности и качеству выпускаемой продукции – обуславливают необходимость перейти от традиционной для предприятий фрагментарной автоматизации отдельных операций к системному управлению производственных процессов, основанному на цифровых технологиях.

В исследовании, посвященном цифровой трансформации в смежной промышленности, а именно обрабатывающей, автор подчеркивает, что усложнение промышленных систем приводит к снижению эффективности традиционных подходов к управлению, которые основаны непосредственно на локальном контроле и разрозненных информационных потоках [15]. То есть, в подобных условиях цифровые технологии рассматриваются не как вспомогательный инструмент, а скорее как основа, обеспечивающая управляемость производством. В частности, концепция киберфизических производственных систем предполагает тесную интеграцию физических производственных объектов с цифровыми моделями, средствами мониторинга и аналитики, что позволяет осуществлять управление процессами в режиме, близком к реальному времени.

Для предприятий электронной промышленности цифровая управляемость приобретает особое значение, поскольку производственные процессы характеризуются высокой чувствительностью к отклонениям параметров, а дефекты на ранних стадиях могут приводить к значительным потерям на последующих этапах. Интеграция цифровых технологий позволяет обеспечить сквозной контроль технологических параметров, оперативное выявление отклонений и поддержку управленческих решений на основе данных, а не интуитивных оценок.

Классический процессный подход к управлению качеством, разработанный в рамках теории управления производственными системами, исходит из того, что стабильность и надежность продукции являются результатом управляемости процессов, а не итогового контроля. В условиях цифровизации данная логика получает развитие за счет внедрения цифровых инструментов сбора, обработки и анализа данных, которые позволяют перенести акцент с постфактум-оценки качества на превентивное управление технологическими процессами. Способность предприятия встраивать цифровые технологии непосредственно в свои производственные контуры управления является показателем его цифровой зрелости. Исследования по Индустрии 4.0 [7] подчеркивают, что такая интеграция цифровых решений в производственные и управленческие процессы улучшает прозрачность, согласованность и адаптивность систем. Тем

не менее, для электронной промышленности критически важна не просто интеграция выше упомянутых решений, а их специфическая ориентация на поддержку сложных технологических процессов, характерных для этой сферы. Это подразумевает наличие унифицированных цифровых платформ, обеспечивающих бесперебойное взаимодействие между оборудованием, инженерными системами, отделами качества и управленческим звеном.

Следовательно, цифровая управляемость и интеграция производственных процессов могут считаться одним из основополагающих критериев цифровой зрелости предприятий электронной промышленности. Зрелое с цифровой точки зрения предприятие характеризуется не наличием отдельных цифровых решений, а способностью использовать их для системного управления производством, снижения технологических рисков и повышения устойчивости результатов деятельности.

Критерий 3. Цифровая поддержка обеспечения качества и надёжности электронной продукции

В электронной промышленности качество и надежность продукции формируются не на завершающем этапе производства, а в процессе принятия решений на всех стадиях изготовления изделий. Вследствие этого дефекты, возникающие на ранних этапах, часто выявляются лишь при испытаниях или эксплуатации, что существенно ограничивает возможность корректировки и приводит к росту издержек. Практика показывает, что выявление дефектов на поздних стадиях жизненного цикла продукции сопровождается значительными экономическими потерями, связанными с необходимостью отзыва продукции, доработки и репутационными издержками. Так, например, в результате выявления дефектов аккумуляторов компания Samsung понесла многомиллиардные убытки при отзыве устройств Galaxy Note 7 [4]. В таких условиях эффективность управления качеством во многом определяется доступностью и полнотой информации о состоянии технологических процессов и факторах, влияющих на формирование характеристик продукции.

В условиях цифровой трансформации обеспечение качества и надежности электронной продукции всё в большей степени опирается на интеграцию управленческих решений с цифровыми технологиями обработки и анализа данных. Основой для раннего выявления отклонений, которые, в свою очередь, способны негативно повлиять на качество и надежность выпускаемой продукции, являются цифровые технологии, в том числе системы сбора и анализа производственных данных, цифровые модели процессов, а также инструменты прогнозной аналитики. С точки зрения управления предприятием, это означает, что появляется возможность выявлять потенциальные риски снижения надежности продукции до их фактической реализации и принимать корректирующие решения уже на ранних этапах производства.

Обеспечение полной трассируемости изделий и компонентов является ключевым элементом в электронной промышленности, в том числе в контексте цифровой поддержки качества. Вышеупомянутый подход, то есть использование цифровых инструментов с целью улучшения качества продукции, позволяет связать данные, которые были получены на этапах проектирования, в единую информационную систему, что способствует более глубокому анализу причин дефектов, а также выявлению устойчивых причинно-следственных связей в производственных процессах. Это снижает издержки, которые связаны с браком и доработкой продукции.

Интеграция данных на всех стадиях жизненного цикла создает основу для управления надежностью выпускаемой продукции на этапе эксплуатации. Анализ данных, связанный с функционированием изделий в эксплуатации, позволяет уточнять либо пересмотреть требования к качеству, при необходимости скорректировать технологические процессы и соответственно принимать наиболее обоснованные решения в рамках производственного цикла изделий.

Опираясь на все вышесказанное, цифровая поддержка и обеспечения качества и надежности электронной продукции может рассматриваться как один из индикаторов уровня цифровой зрелости предприятий электронной промышленности. Значение данного критерия заключается в способности предприятия использовать цифровые технологии и прочие инструменты не столько для автоматизации каких-либо отдельных операций, сколько для формирования системного подхода к управлению качеством, основанного на полученных данных и ориентированного на долгосрочную устойчивость выпускаемой продукции.

Критерий 4. Интеграция цифровых решений в управление жизненным циклом электронных изделий

Одним из наиболее значимых критериев цифровой зрелости для предприятий электронной промышленности является интеграция цифровых решений в управление жизненным циклом электронных изделий. Для вышеупомянутой отрасли характерна высокая зависимость показателей качества и надежности продукции от решений, которые принимаются на более ранних стадиях разработки, ввиду высокой стоимости ошибок проектирования и подготовки продукции к производству. Именно поэтому степень интеграции цифровых решений в управление жизненным циклом электронных изделий является одной из наиболее значимых характеристик цифровой зрелости, так как цифровизация, реализуемая на уровне отдельных стадий жизненного цикла, не обеспечивает требуемой согласованности процессов и управления параметрами продукции.

В контексте данного критерия, цифровая зрелость проявляется в способности предприятия рассмотрения жизненного цикла отдельного изделия, как единую систему, которая охватывает этапы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также проектирования, производства, испытаний и эксплуатации. Использование цифровых инструментов в производстве позволяет обеспечить согласованность решений между внутренними подразделениями, сократить информационные разрывы и соответственно, повысить точность выпускаемой продукции. С точки зрения управления процессами внутри предприятия, подобные действия создают основу для принятия наиболее обоснованных решений, которые учитывают влияние изменений на весь жизненный цикл изделия.

Для предприятий сферы электроники цифровая трансформация процессов проектирования, а также подготовки производства может стать ключевым фактором успеха ввиду того, что ошибки на ранней стадии продукции могут обернуться серьёзными финансовыми потерями. Подобное может негативно сказаться на надежности выпускаемой продукции. В свою очередь, внедрение цифровых двойников изделий, технологических цепочек и данных о тестировании позволит вовремя выявить потенциальные дефекты, предотвращая их появление в серийном производстве и тем самым снижая риски.

Для обеспечения цифровой зрелости предприятия необходимо обеспечить полную прослеживаемость данных на всех этапах жизненного цикла электронных изделий. Для обеспечения цифровой зрелости предприятия особое значение имеет полная прослеживаемость данных на всех этапах жизненного цикла электронных изделий. Объединение информации из проектной документации, производственных параметров, результатов контроля качества и эксплуатационных данных формирует замкнутую систему обратной связи, что позволяет применять сведения, полученные на завершающих этапах жизненного цикла, для совершенствования проектных и производственных решений, тем самым повышая устойчивость и гибкость компании.

Внедрение цифровых решений в управление жизненным циклом изделий расширяет возможности предприятий электронной промышленности по повышению качества, надежности и конкурентоспособности выпускаемой

продукции. Однако цифровая зрелость в данном аспекте определяется не столько наличием отдельных цифровых инструментов, сколько их согласованным использованием в рамках единой системы управления жизненным циклом [16]. Зрелое предприятие способно использовать цифровые технологии для координации решений на всех этапах жизненного цикла электронных изделий и для обеспечения долгосрочного развития в условиях высокой технологической и рыночной неопределенности.

Критерий 5. Кадровая и организационная готовность к цифровым преобразованиям

Даже при наличии современных цифровых решений предприятие не может считаться зрелым, если его организационная структура и кадровый потенциал не обеспечивают эффективное использование этих инструментов. Для электронной промышленности, где производственные процессы отличаются высокой точностью и технологической сложностью, уровень компетенций персонала напрямую влияет на результативность цифровизации. Это подтверждается и результатами исследований: по данным отраслевых опросов, до 67 % компаний рассматривают дефицит квалифицированных специалистов как основной барьер внедрения цифровых технологий [6; 17].

Цифровая зрелость предполагает наличие специалистов, способных работать с данными, интерпретировать результаты аналитики и интегрировать цифровые инструменты в производственные процессы. Важную роль играет также межфункциональное взаимодействие подразделений, поскольку цифровые решения затрагивают проектирование, производство, контроль качества и управление поставками.

Организационная готовность выражается в способности предприятий адаптировать процессы и иные механизмы к новым условиям. В ином случае, цифровые технологии остаются скорее изолированными инструментами, которые не оказывают существенного влияния на инновационный потенциал предприятия.

ВЫВОДЫ

В условиях стремительной цифровой трансформации промышленности оценка и обеспечение цифровой зрелости предприятий становятся одним из наиболее актуальных вопросов, особенно для высокотехнологичных отраслей, включая электронную промышленность. Специфика отрасли, обусловленная высокой технологической сложностью продукции, продолжительными циклами разработки, а также повышенными требованиями к её качеству и надёжности, требует более глубокого анализа факторов, влияющих на результативность цифровых преобразований.

Проведенное исследование показало, что цифровая зрелость предприятий электронной промышленности не может оцениваться исключительно через призму внедрения отдельных цифровых технологий. Она представляет собой комплексную характеристику, отражающую способность предприятия интегрировать цифровые решения в управленческие, производственные и инновационные процессы.

На основании анализа научной литературы и специфики деятельности предприятий были определены основные критерии цифровой зрелости, к коим относятся стратегическая осознанность и системность цифрового развития, цифровая управляемость и интеграция производственных процессов, цифровая поддержка обеспечения качества и надёжности электронной продукции, интеграция цифровых решений в управление жизненным циклом электронных изделий, кадровая и организационная готовность к цифровым преобразованиям.

Проведённое исследование показало, что совокупность рассмотренных критериев создаёт основу для результативного применения цифровых технологий и развития инновационного потенциала предприятий. При этом ключевым фактором является способность организаций применять цифровые решения не изолированно, а

в составе единой системы управления, направленной на повышение качества, надёжности и устойчивости производственной деятельности.

Полученные результаты исследования могут быть применены при разработке методических подходов к оценке уровня цифровой зрелости предприятий электронной промышленности, а также при формировании стратегий их цифрового развития в условиях растущей технологической и рыночной неопределённости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Удельный вес организаций, использовавших цифровые технологии // Федеральная служба государственной статистики URL: [https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Удельный%20вес%20организаций,%20использовавших%20цифровые%20технологии\(1\).htm](https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Удельный%20вес%20организаций,%20использовавших%20цифровые%20технологии(1).htm) (дата обращения: 31.03.2026).

2. Динамика затрат на развитие цифровой экономики // Институт статистических исследований и экономики знаний URL: <https://issek.hse.ru/news/1132489247.html> (дата обращения: 31.03.2026).

3. Краковская, И., Корокошко, Ю., & Слушкина, Ю. (2024). Цифровая зрелость промышленных предприятий: опыт оценки. Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика, 40(3), 433–459. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2024.305>

4. Samsung says Note 7 recalls will cost at least \$5.3B // CBC URL: <https://www.cbc.ca/news/business/samsung-galaxy-note-7-losses-1.3804550> (дата обращения: 31.03.2026).

5. Why Samsung's Note 7 Crisis Won't Hurt Its Brand Long Term // Harvard Business Review URL: <https://hbr.org/2016/10/why-samsungs-note-7-crisis-wont-hurt-its-brand-long-term> (дата обращения: 31.03.2026).

6. Comindware: 75% российских компаний не могут преодолеть барьеры цифровой трансформации // CNews: Интернет-издание о высоких технологиях URL: https://www.cnews.ru/news/line/2024-12-26_comindware_75_rossijskih_kompanij (дата обращения: 31.03.2026).

7. Тарасов, И. В. Индустрия 4.0: Трансформация производственных фабрик / И. В. Тарасов, Н. А. Попов // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 3(106). – С. 38–53. – EDN SIKOJF.

8. Плотников, В. А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике / В. А. Плотников // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4(112). – С. 16–24. – EDN UUURVF.

9. Мусина, Д. Р. Цифровая зрелость отрасли и предприятия: понятие и методы оценки / Д. Р. Мусина, М. Р. Ганиева // Human Progress. – 2024. – Т. 10, № 4. – DOI <https://doi.org/10.46320/2073-4506-2024-4a-22>. – EDN RPISUP.

10. Печаткин В.В., Ялалова А.И. Цифровая зрелость промышленных предприятий: понятийный аппарат и методические подходы к оценке // Креативная экономика. – 2025. – Том 19. – № 7. – С. 1869–1890. doi: <https://doi.org/10.18334/ce.19.7.123492>

11. Николаева, Н. А. Цифровизация как основа экономического роста / Н. А. Николаева // Школа университетской науки: парадигма развития. – 2020. – № 1(35). – С. 54–56. – EDN MLXDXG.

12. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication [Электронный ресурс]. – Dassault Systèmes, 2014. – URL: <https://www.3ds.com/fileadmin/PRODUCTS-SERVICES/DELMIA/PDF/Whitepaper/DELMIA-APRISO-Digital-Twin-Whitepaper.pdf> (дата обращения: 31.03.2026).

13. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation [Электронный ресурс]. – Boston: Harvard Business Review Press, 2014. – URL: <https://repo.darmajaya.ac.id/4452/1/Leading%20Digital%20Turning%20Technology%20into%20Business%20Transformation%20%28%20PDFDrive%20%29.pdf> (дата обращения: 31.03.2026).

14. Plattform Industrie 4.0; DIN e.V. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry [Электронный ресурс]. – Berlin: DIN, 2013. – URL: <https://www.din.de/resource/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf> (дата обращения: 31.03.2026).

15. Wu, C.-H., Chou, C.-W., Chien, C.-F., & Lin, Y.-S. (2024). Digital transformation in manufacturing industries: Effects of firm size, product innovation, and production type. Technological Forecasting and Social Change, 207, 123624. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123624>

16. Николаева, Н. А. Цифровая экосистема экономики регионов РФ: проблемы формирования, факторы развития / Н. А. Николаева // Журнал монетарной экономики и менеджмента. – 2026. – № 3. – С. 156–163. – DOI 10.26118/2782-4586.2026.54.81.022. – EDN RQIAXB.

17. Наумова, О. Н. Экономика знаний как фактор формирования человеческого капитала и развития цифровой, информационной, инновационной, наукоемкой экономики и экономики данных в инновационной экосистеме России / О. Н. Наумова // Развитие инновационной экосистемы российской федерации на основе процессов импортозамещения в технологических инновациях для отраслей экономики : Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Тольятти, 17 апреля 2025 года. – Тольятти: ЗАО «Университетская книга», 2025. – С. 367–377. – EDN MYYDKH.

REFERENCES

1. The share of organizations that used digital technologies // Federal State Statistics Service URL: <https://27.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/>

Удельный%20вес%20организаций,%20использовавших%20цифровые%20технологии(1).htm (accessed: 03/31/2026).

2. Dynamics of digital economy development costs // Institute for Statistical Research and Economics of Knowledge URL: <https://issek.hse.ru/news/1132489247.html> (accessed: 31.03.2026).

3. Krakovskaya, I., Korokoshko, Yu., & Shushkina, Yu. (2024). Digital Maturity of Industrial Enterprises: An Assessment Experience. Vestnik Sankt-Petersburgskogo Universiteta. Economics, 40(3), 433–459. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2024.305>

4. Samsung says Note 7 recalls will cost at least \$5.3B // CBC URL: <https://www.cbc.ca/news/business/samsung-galaxy-note-7-losses-1.3804550> (accessed: 03/31/2026).

5. Why Samsung's Note 7 Crisis Won't Hurt Its Brand Long Term // Harvard Business Review URL: <https://hbr.org/2016/10/why-samsungs-note-7-crisis-wont-hurt-its-brand-long-term> (date of access: 03/31/2026).

6. Comindware: 75% of Russian companies cannot overcome the barriers of digital transformation // CNews: An online publication about high technologies URL: https://www.cnews.ru/news/line/2024-12-26_comindware_75_rossijskih_kompanij (date of reference: 03/31/2026).

7. Tarasov I. V., Popov N. A. Industriya 4.0: transformation of production factories // Strategic Decisions and Risk Management. 2018. №3 (108). – EDN SIKOJF.

8. Plotnikov Vladimir Aleksandrovich Digitalization of production: the theoretical essence and prospects of development in the Russian economy // Proceedings of Saint Petersburg State University of Economics. 2018. No. 4 (112). Pp. 16–24. – EDN UUURVF.

9. Musina D.R., Ganieva M.R. Digital maturity of an industry and an enterprise: concept and assessment methods // Human Progress. 2024. Volume 10, Issue 4. – DOI <https://doi.org/10.46320/2073-4506-2024-4a-22>. – EDN RPISUP.

10. Pechatkin V.V., Yalalova A.I. Digital Maturity of Industrial Enterprises: Conceptual Framework and Methodological Approaches to Assessment // Creative Economy. – 2025. – Volume 19. – No. 7. – Pp. 1869–1890. doi: <https://doi.org/10.18334/ce.19.7.123492>

11. Nikolaeva, N. A. Digitalization as the Basis for Economic Growth / N. A. Nikolaeva // School of University Science: Development Paradigm. – 2020. – No. 1(35). – Pp. 54–56. – EDN MLXDXG.

12. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication [Electronic resource]. – Dassault Systèmes, 2014. – URL: <https://www.3ds.com/fileadmin/PRODUCTS-SERVICES/DELMIA/PDF/Whitepaper/DELMIA-APRISO-Digital-Twin-Whitepaper.pdf> (accessed: 31.03.2026).

13. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation [Electronic resource]. – Boston: Harvard Business Review Press, 2014. – URL: <https://repo.darmajaya.ac.id/4452/1/Leading%20Digital%20Turning%20Technology%20into%20Business%20Transformation%20%28%20PDFDrive%20%29.pdf> (accessed: 03/31/2026).

14. Plattform Industrie 4.0; DIN e.V. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of the German Manufacturing Industry [Electronic resource]. – Berlin: DIN, 2013. – URL: <https://www.din.de/resource/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf> (accessed: 03/31/2026).

15. Wu, C.-H., Chou, C.-W., Chien, C.-F., & Lin, Y.-S. (2024). Digital transformation in manufacturing industries: Effects of firm size, product innovation, and production type. Technological Forecasting and Social Change, 207, 123624. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123624>

16. Nikolaeva, N. A. Digital ecosystem of the economy of the regions of the Russian Federation: problems of formation, factors of development / N. A. Nikolaeva // Journal of Monetary Economics and Management. – 2026. – No. 3. – Pp. 156–163. – DOI 10.26118/2782-4586.2026.54.81.022. – EDN RQIAXB.

17. Naumova, O. N. The knowledge economy as a factor in the formation of human capital and the development of the digital, information, innovative, knowledge-intensive economy and the data economy in Russia's innovation ecosystem / O. N. Naumova // Development of the innovation ecosystem of the Russian Federation based on import substitution processes in technological innovations for economic sectors: Collection of scientific articles of the International Scientific and Practical Conference, Tolyatti, April 17, 2025. – Tolyatti: CJSC "Universitetskaya Kniga", 2025. – Pp. 367–377. – EDN MYYDKH.

Received date: 01.09.2026

Approved date: 22.09.2026

Accepted date: 29.09.2026