

**С. А. Головихин, Е. А. Неживенко,
А. Н. Васюков, М. А. Зазнобин**

Архитектура цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия

EDN: KUJTRA

Аннотация. Статья посвящена исследованию архитектуры цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия с целью формирования научного представления о сущности и специфике создания структуры производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия, адаптированной к актуальным условиям его цифровой трансформации. В основу исследования заложены структурный и комплексный подходы к построению производственно-хозяйственной деятельности предприятия, его бизнес-модели с интегрированной в нее цифровой инфраструктурой, а также принципы вертикальной и горизонтальной интеграции создания архитектуры цифровой трансформации. Вводится авторская трактовка понятия архитектуры цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия. Формулируются принципы, на основе которых должна формироваться архитектура цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия. Выделяются вертикальная и горизонтальная проекции архитектуры цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности предприятия. В качестве инфраструктурных элементов вертикальной проекции архитектуры цифровой трансформации определяются собственно цифровые компоненты в виде программного обеспечения, интерфейсов, каналов связи, сетевых устройств. В качестве горизонтальных проекций архитектуры цифровой трансформации выделяются послонные планы, раскрывающие структуру каждого из поэтажных уровней архитектурной конструкции цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Сформированы следующие контуры архитектурных уровней цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия: «Трансформация контекста предприятия и целеполагание его цифровой трансформации», «Трансформация хозяйственной и производственной деятельности / перестройка бизнес-модели», «Трансформация данных», «Программное обеспечение: прикладные IT-приложения для автоматизации деятельности предприятия и обработки потоков информации». Описывается состав элементов сформированных контуров архитектурных уровней цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности, характеризуются изменения, происходящие в бизнес-процессах на соответствующем уровне цифровой трансформации.

Ключевые слова: цифровая трансформация, архитектура цифровой трансформации, производственно-хозяйственная деятельность, промышленное предприятие.

Понимание природы происхождения и особенностей воздействия факторов цифровой трансформации¹ производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий помогает выявлять возможности и барьеры цифровой трансформации², вскрывать причины, движущие силы и условия, оказывающие влияние на результаты такой трансформации, учитывать их при разработке дорожной карты цифровой трансформации предприятия, разрабатывать более точные стратегии и определять тактику цифровой трансформации с учетом поставленных целей и имеющихся условий.

Вместе с тем для обеспечения успешности цифровой трансформации необходимо сформировать научное представление о сущности и специфике создания структуры производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия, адаптированной к актуальным условиям его цифровой перестройки, об архитектуре и стадиях такой трансформации, что является **целью** настоящего исследования.

Формирование научного представления об архитектуре цифровой трансформации промышленного предприятия базируется на **методах** структурного и комплексного подходов к построению производственно-хозяйственной деятельности предприятия, его бизнес-модели с интегрированной в нее цифровой инфраструктурой.

Этимология слова «архитектура» связана со строительством зданий и сооружений³. При этом под архитектурой понимается искусство про-

¹ Неживенко Е. А., Головихин С. А., Васюков А. Н. Прогноз кадровой потребности в условиях цифрового развития региона // Вестник Челябинского государственного университета. 2022. № 12 (470). С. 68–78; Плетнев Д. А. Цифровизация и производительность труда // Вестник Челябинского государственного университета. 2023. № 12 (482). С. 5–7; Соловьева И. П., Курянинова М. В., Евдокимова Е. Н., Симикова И. П. Проблемы и перспективы цифровой трансформации промышленного производства // Экономика и предпринимательство. 2021. № 7. С. 1036–1039; Цифровые трансформации в корпоративных финансах: монография / под общ. ред. Л. И. Черниковой. М., 2025; Ayala N.F., Da Silva Ja. Rodrigues, Cannarozzo Tinoco M.A. [et al.] Artificial Intelligence capabilities in Digital Servitization: Identifying digital opportunities for different service types. *International Journal of Production Economics*. 2025, vol. 284, p. 109604; Chernova O.A., Nikitaeva A.Y., Dolgova O.I. Developing a Research Ontology of the Digital Servitization of Industry Within the Sustainable Economic Development Context. *Sustainability*. 2025, vol. 17, no. 22, p. 10207; Mitake Yu., Kishita Yu., Umeda Ya. Exploring Smart Circular Systems: Intersection of Servitization, Digitalization, and Circularity. *Procedia CIRP*. 2025, vol. 135, pp. 738–743; Tagscherer F., Carbon C. Ch. The role of transformational leadership in navigating digital servitization. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*. 2025, vol. 4, no. 2, p. 100098; Zhou Zh., Yuan Zh., He Ch. Can digital transformation promote firms' sustainable development? Evidence based on ESG performance. *International Review of Financial Analysis*. 2025, vol. 105, p. 104434.

² Что такое цифровая трансформация? // SAP. 2023. 27 декабря. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/insights/what-is-digital-transformation.html> (дата обращения: 16.06.2026).

³ Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. 520 с.

ектирования и строения зданий, сооружений, их гармонического сочетания с ландшафтом и архитектурными комплексами; искусство создания материально организованной среды, необходимой для осуществления деятельности в соответствии с ее назначением, современными техническими возможностями и воззрениями⁴.

При опоре на традиционную трактовку понятия архитектуры определено авторское понятие архитектуры цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия. Под такой архитектурой в исследовании предлагается понимать строение экономической системы промышленного предприятия, создающее порядок и организующую среду производственно-хозяйственной деятельности, функционирующей в условиях изменений, вызванных освоением цифровых технологий. Такая архитектура дает упорядоченное представление о видах и уровнях цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности предприятия, определяя содержание и направления деятельности по ее осуществлению.

Архитектура воплощается в ее структурных элементах, предусматривает взаимосвязь этих элементов, их прямые и обратные связи с внешней средой.

Построение архитектуры производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия⁵ в рамках его цифровой трансформации предполагает процесс превращения представления об оптимальном бизнесе и о бизнес-стратегии в эффективно функционирующую на основе цифровых технологий производственно-хозяйственную деятельность⁶. Этот процесс предполагает разработку ключевых требований, принципов и моделей, описывающих будущее состояние предприятия в результате осуществления цифровой трансформации.

Архитектура цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности проектируется и строится на основании миссии, стратегии развития, долгосрочных бизнес-целей предприятия⁷ и становится основой для:

⁴ Павлов А. И. Информационные модели и информационные единицы // Перспективы науки и образования. 2015. № 6 (18). С. 12–17.

⁵ Архитектура предприятия, TOGAF 10 и адаптивность организационной структуры // Хабр Карьера. 2023. 26 августа.

⁶ Григорьев Л. Ю., Арзуманян М. Ю., Кудрявцев Д. В., Прокопеня К. А. Подходы к реализации проектов преобразований организаций в методологии архитектурного бизнес-инжиниринга (АБИ) компании БИГ в сравнении с ADM TOGAF // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ — 2014): XVII научно-практическая конференция, Москва, 24–25 апреля 2014 года. М.: МЭСИ, 2014. С. 88–96.

⁷ Баурина С. Б., Елина О. А. Менеджмент наукоемкого производства: ключевые направления развития и технологии выбора решений // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. 2025. Т. 22. № 3 (141). С. 161–176; Белов Л. Б.,

- построения функциональной модели предприятия;
- построения организационной структуры предприятия;
- выработки решений о построении комплекса программного обеспечения с ее структурными элементами, интерфейсами и их соединением в систему;
- разработки архитектуры данных, то есть определения видов собираемых данных, способов их сбора, хранения, размещения, интеграции и использования в производственно-хозяйственной деятельности.

Архитектура цифровой трансформации создается в соответствии с принципами вертикальной и горизонтальной интеграции. Вертикальная интеграция предусматривает интеграцию цифровых технологий по всем видам и этапам производственно-хозяйственной деятельности во внутренней среде предприятия от разработки продуктов и закупок до производства продукции, логистики и послепродажного обслуживания. Горизонтальная интеграция распространяется на внешнюю среду предприятия и охватывает поставщиков, потребителей и иных контрагентов по всей цепочке создания стоимости. Основой вертикальной и горизонтальной интеграций в рамках цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности является цифровая платформа предприятия. Цифровая платформа представляет собой совокупность цифровых данных, моделей (логики, алгоритмов) и инструментов (методов, средств), информационно и технологически интегрированных в единую автоматизированную функциональную систему, предназначенную для эффективного управления целевой предметной областью с организацией взаимодействия заинтересованных субъектов.

В наиболее широком смысле архитектура цифровой трансформации должна формироваться на основе соблюдения ряда принципов:

- цель трансформации должна быть адекватна ресурсам предприятия, используемым для производства продукции (услуг);

Григорьев Л. Ю. Применение архитектурного подхода к моделированию логистической системы компании // *Логистика и управление цепями поставок*. 2019. № 2 (91). С. 46–52; Ciano M. P., Peron M., Panza L., Pozzi R. Industry 4.0 technologies in support of circular Economy: A 10R-based integration framework. *Computers & Industrial Engineering*. 2025, vol. 201, p. 110867; Li G., Du K., Liu Lu., Su F. Digital transformation and organizational resilience: Unveiling the path to sustainable performance in adversity and crisis. *International Journal of Information Management*. 2025, vol. 84, p. 102934; Soellner S., Helm R., Klee P., Endres H. Industrial service innovation: Exploring the transformation process to digital servitization in industrial goods companies. *Industrial Marketing Management*. 2024, vol. 117, p. 288–303; Telnov Yu. F., Kazakov V. A., Danilov A. V. A Multiagent Technology for Organizing Manufacturing and Business Processes of Digital Enterprises. *Pattern Recognition and Image Analysis. Advances in Mathematical Theory and Applications*. 2024, vol. 34, no. 3, p. 549–555; Telnov Yu., Kazakov V., Danilov A., Fiodorov I. Network enterprise architecture based on multiagent technology. *Journal of Management & Technology*. 2024, vol. 24, no. Special. p. 1–15.

- продукция должна отражать потребности (ценности) потребителя (покупателя);
- потребители (покупатели) должны иметь возможность взаимодействия с предприятием (производителем) через предпочтительные для них каналы;
- каналы взаимодействия потребителей с производителями, а также взаимодействия участников производственно-хозяйственной деятельности предприятия должны поддерживаться процессами;
- процессы должны обеспечиваться информационно-технологическими системами связи, то есть компьютерными системами, эксплуатируемыми определенными пользователями;
- информационно-технологические системы должны иметь необходимую для выполнения своих функций инфраструктуру, элементами которой выступают оборудование, программное обеспечение, сети и сетевые устройства, серверы, системы хранения данных, базы данных, операционные системы и другие программные приложения;
- информационно-технологические системы связи проникают в автоматизированную систему управления технологическими процессами производства за счет внедрения IoT-устройств (сенсоров, датчиков и пр.).

Итогом формирования архитектуры цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности предприятия, выстроенной в соответствии с такими принципами, должно стать придание бизнесу свойства адаптивности производственно-хозяйственной деятельности предприятия к меняющимся обстоятельствам и изменениям в целеполагании.

Архитектура цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности предприятия может быть представлена вертикальной и горизонтальной проекциями.

Вертикальная проекция дает представление о многоуровневой (много-слойной) конструкции такой архитектуры. «Несущими» и инфраструктурными элементами такого строения выступают собственно цифровые компоненты в виде программного обеспечения, интерфейсов, каналов связи, сетевых устройств и пр. (рис. 1).

Плоскости «поэтажной» горизонтальной проекции архитектуры цифровой трансформации отражают совокупность объектов, связанных между собой определенными целями, задачами и процессами, а также интеграционными связями с другими уровнями (слоями) вертикальной архитектурной проекции, что создает целостность как слоев, так и всей конструкции цифровой трансформации.

Таким образом, горизонтальные проекции представляют собой послойные планы, раскрывающие структуру каждого из поэтажных уров-

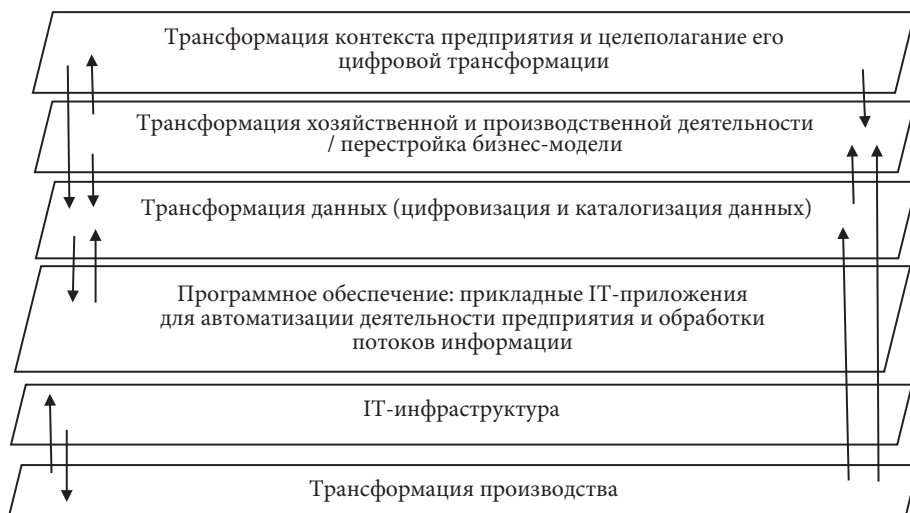


Рисунок 1. Вертикальная проекция архитектуры цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия

FIGURE 1. Vertical projection of the architecture of digital transformation of production and economic activities of an industrial enterprise

Источник: рисунок авторов.

ней архитектурной конструкции цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

Структуру каждого уровня, включающую такие разнородные элементы, как объекты (субъекты), процессы, информация, подразделения, решения и пр., целесообразно, на наш взгляд, представлять с учетом сведений этих элементов в соответствующие контуры: контур объектов (субъектов), контур решений, контур процессов (действий), контур информации и т. д. (рис. 2–5). При этом необходимо отметить, что за более подробной детализацией контуров последует появление самостоятельной сложной «строительной» конструкции каждого из архитектурных уровней, в том числе с собственными иерархиями внутри каждого уровня.

Согласно ISO 9000:2015 «контекст организации — это сочетание внутренних и внешних факторов (вопросов, проблем, обстоятельств и обязательств), которые могут оказать влияние на подход организации к разработке и достижению своих целей»⁸. Данная трактовка легла в основу формирования архитектурного уровня «Трансформация контекста

⁸ Денисов Д. С. О разработке организационно-правовых принципов функционирования экосистемы городских сервисов в Санкт-Петербурге // Региональная информатика: Материалы Юбилейной XVIII Санкт-Петербургской международной конференции, Санкт-Петербург, 26–28 октября 2022 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления, 2022. С. 16–17.

предприятия и целеполагание его цифровой трансформации». Контур объектов и субъектов включает в себя совокупность субъектов, оказывающих влияние на готовность к цифровой трансформации и на решения, связанные с ее осуществлением, а также объекты, состояние которых определяет целесообразность и масштабы цифровой трансформации.

Компонентами контура решений являются принятые к реализации намерения о содержании и формах осуществления цифровой трансформации, закрепленные распорядительным документом. Контур процессов охватывает бизнес-процессы в цепочке создания добавленной стоимости и вспомогательные бизнес-процессы.

Элементы контуров, вплетаясь в общую систему трансформации контекста предприятия и целеполагания его цифровой трансформации, проявляя свои индивидуальные свойства, создают вместе с другими элементами синергетический эффект, что дает возможность системе, сформированной на данном архитектурном слое, проявить свои эмерджентные свойства⁹ (рис. 2).

В ходе цифровой трансформации в данном уровне происходят изменения, связанные с:

- пониманием новых возможностей расширения размеров бизнеса и освоением новых рыночных ниш;
- осознанием необходимости и возможностей обретения новых партнеров, заинтересованных в бизнесе;
- обоснованием ресурсных потребностей и возможностей;
- появлением нового видения конкурентов;
- появлением возможности осознанной актуализации и постановки новых бизнес-целей;
- уточнением и формированием адекватных новым потребностям бизнеса ключевых показателей эффективности, отражающих степень достижения поставленных целей;
- обновлением номенклатуры и ассортимента продукции;
- необходимостью применения новых цифровых технологий;
- принятием факта о том, что информация и данные являются фактором производства;
- признанием необходимости и полезности включения партнеров и клиентов в качестве равноправных участников цепочки создания стоимости.

⁹ Гаврилова Т. А., Кубельский М. В., Кудрявцев Д. В., Гринберг Э. Я. Типологизация и систематизация подходов к разработке стратегии компании: модели и методы из смежных наук // Прикладная информатика. 2020. Т. 15. № 3 (87). С. 99–118; Господинов С. Г. Теория сложных систем. Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2023.; Он же. Эмерджентность и эволюция систем // Образовательные ресурсы и технологии. 2022. № 1 (38). С. 91–97.



Рисунок 2. Контур архитектуры уровня «Трансформация контекста предприятия и целеполагание его цифровой трансформации»

FIGURE 2. Outlines of the architectural level „Transformation of the enterprise context and goal-setting for its digital transformation“

Источник: рисунок авторов.

Следующий архитектурный уровень цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия «Трансформация хозяйственной и производственной деятельности / перестройка бизнес-модели» формирует представление об изменениях в планах работы промышленного предприятия в ходе и результате цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности, изменениях в производимой продукции и оказываемых услугах, взаимодействии с клиентами. В связи с этим в детализированной версии горизонтальной проекции данного архитектурного уровня можно предусмотреть контуры процессов, информации, сервисов, продуктов, подразделений и каналов взаимодействия с окружающей средой. В укрупненной версии — ключевые элементы, формирующие контуры деятельности подразделений и людей (организационной структуры и ее элементов, продуктов и услуг подразделений), процессов, информации,

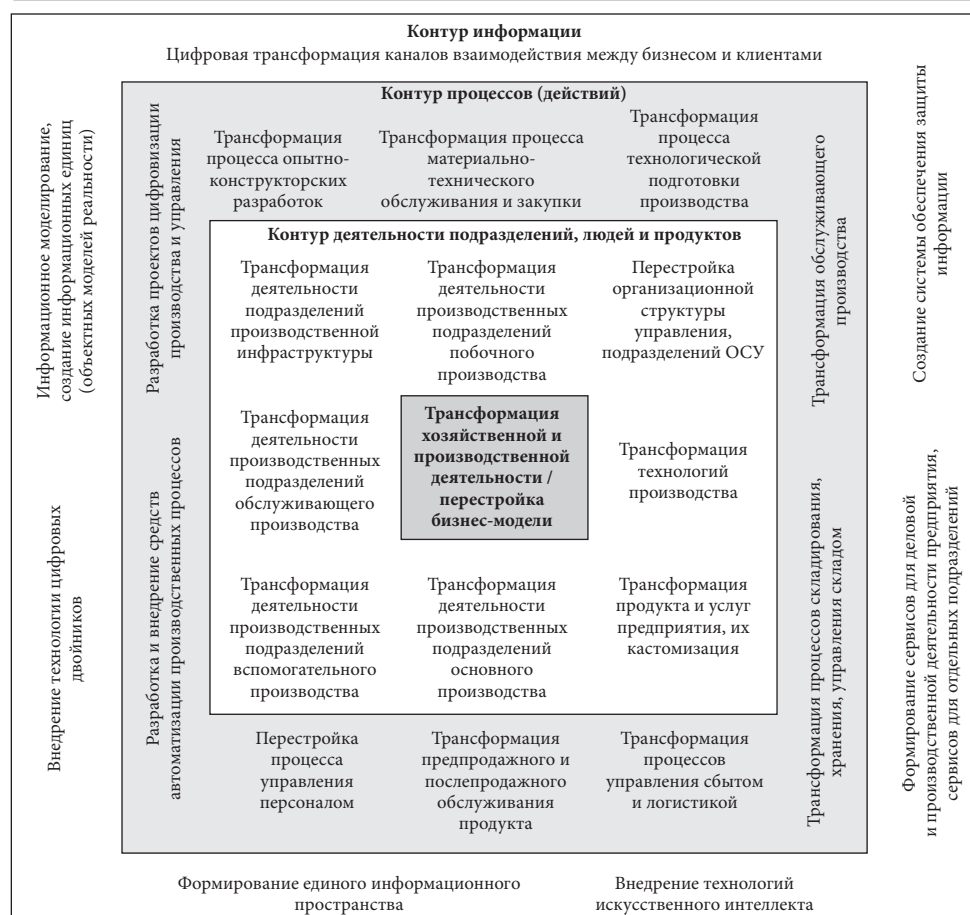


Рисунок 3. Контур архитектуры уровня «Трансформация хозяйственной и производственной деятельности / перестройка бизнес-модели»

FIGURE 3. Outlines of the architectural level „Transformation of economic and production activities / business model restructuring“

Источник: рисунок авторов.

являющиеся отражением операционной модели предприятия. Именно этот уровень дает представление о бизнес-модели предприятия, о самой сути предприятия: «кто, что, каким образом, с помощью чего» делает для достижения общей цели предприятия (рис. 3).

В процессе цифровой трансформации в этом архитектурном уровне происходит:

- переход к новой бизнес-модели, связанной с перестройкой операционной модели, деловых и производственных процессов;
- масштабная замена ручных операций, выполнявшихся людьми

в производстве и управлении, программируемыми компонентами, в том числе роботами, веб-сервисами, небольшими моделируемыми приложениями микросервисов, завязанными на каналы связи интернета, операциями, выполняемыми с помощью технологий искусственного интеллекта, в том числе машинного зрения, виртуальной и дополненной реальности, и пр.;

- кардинальное изменение приоритетов во взаимодействии предприятия с клиентами и партнерами, при котором последние обретают самую высокую значимость, их постоянно меняющиеся потребности становятся основой функционирования операционной модели предприятия. Причем при выстраивании отношений с контрагентами во главу угла ставится не только продукт, производимый на предприятии, но и цифровая система взаимодействия с клиентами и партнерами, получающая практически равную с продуктом значимость. Кроме того, клиенты и партнеры встраиваются в инновационный процесс на предприятии;
- выработка адаптивных свойств предприятия в условиях перманентных изменений, требующих обновления корпоративной культуры, методов организации труда и производства, изменения требований к персоналу и пр.

Третьим архитектурным уровнем цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия является «Трансформация данных», вмещающий в себя информацию, которой оперирует предприятие, оцифрованную и систематизированную в ходе цифровой трансформации. Данные выделяются здесь в структурные единицы, являющиеся предметными областями (доменами), каталогизируются и увязываются между собой «внутри» доменов. Беспрецедентное возрастание значимости данных в управлении предприятием при тысячекратном увеличении их объемов вызвало появление острой потребности в их упорядочении, выборе средств и форм представления и обработки данных, в том числе неструктурированных. При этом прогрессирующая сложность данных порождает необходимость многократного проектирования методов обработки сырых массивов данных для их использования в решении разных задач, в том числе аналитических (рис. 4, с. 185).

На данном уровне цифровая трансформация производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия обеспечивается созданием структурированных цифровых каталогов данных с их увязкой в единую цифровую систему данных предприятия.

В зависимости от специфики предприятия каталоги могут иметь количественное пополнение, дифференциацию и детализацию, дополнение

специализированными разделами или объединять данные нескольких каталогов и пр. Кроме того, позиции некоторых каталогов во избежание брака и пересортицы, для точного соблюдения технических условий, стандартов предприятия, например, должны снабжаться штрих-кодами (в частности, в каталогах контура производственных данных). Некоторые каталоги, находящиеся в разных контурах уровня «Трансформация данных», имеют «перекрестное» применение на нескольких контурах.

Цифровая трансформация в контексте каталогизации оцифрованных данных позволяет:

- получить, по сути, цифровые двойники реальных объектов;
- получить возможность использования различных данных для решения конкретных задач, связанных с управлением бизнес-процессами и аналитикой в меняющейся действительности;
- управлять качеством и происхождением данных;
- автоматизировать отчетность;
- формировать базу данных для конкретных аналитических задач.

Горизонтальная проекция четвертого архитектурного уровня цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия «Программное обеспечение: прикладные IT-приложения для автоматизации деятельности предприятия и обработки потоков информации» отражает совокупность приложений, использование которых позволяет автоматизировать деятельность предприятия на втором и третьем уровнях архитектуры цифровой трансформации (слои «Трансформация деловой и производственной деятельности / перестройка бизнес-модели» и «Трансформация данных»).

Цифровая трансформация производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия охватывает бизнес-процессы в его внутренней и внешней среде. Для каждого бизнес-процесса, протекающего либо во внутренней, либо во внешней среде, существуют специализированные IT-решения с соответствующими приложениями и сервисами. В связи с этим для построения проекции этого уровня предлагается сформировать контуры прикладных IT-приложений и сервисов для бизнес-процессов разработки и производства продукции, управления ресурсами предприятия, управления взаимоотношениями с клиентами. Кроме того, предлагается дополнить их контуром управления кибербезопасностью (рис. 5, с. 187).

Данному архитектурному уровню присуще наличие процессов интеграции между IT-приложениями и сервисами, принадлежащими разным контурам внешней и внутренней среды предприятия, то есть процессов соединения различных систем и программного обеспечения внутри организации для бесшовного обмена данными и оптимизации бизнес-

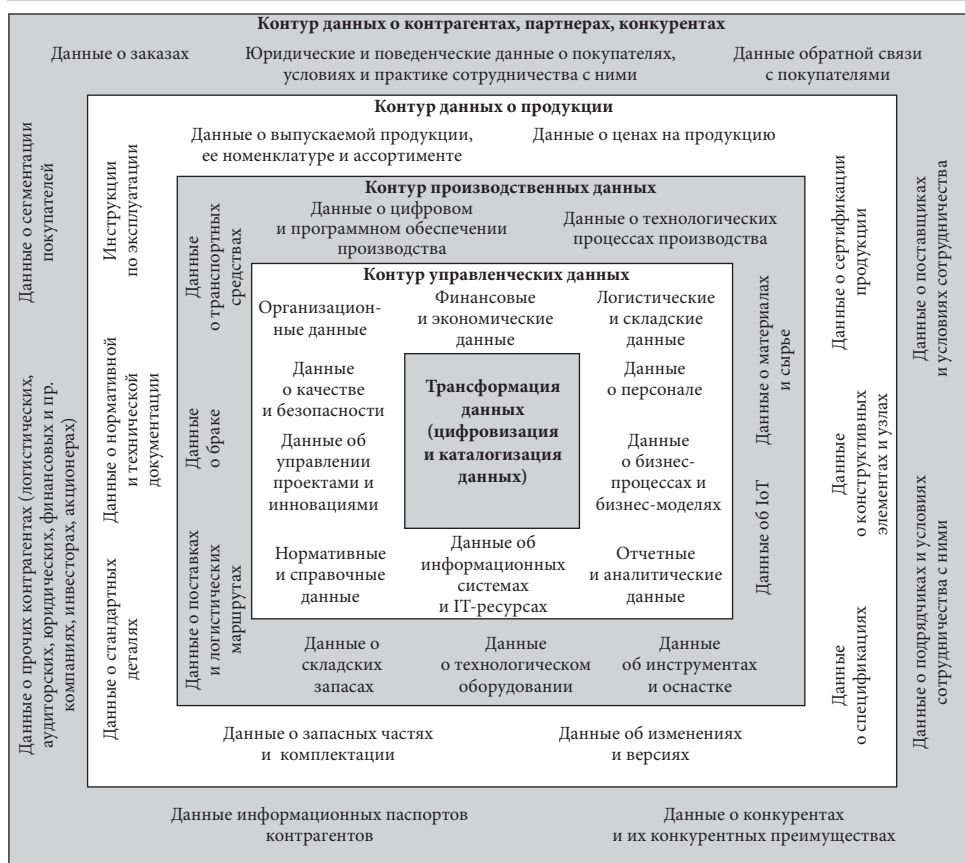


Рисунок 4. Контурные архитектурного уровня «Трансформация данных»

FIGURE 4. Outlines of the architectural level „Data transformation“

Источник: рисунок авторов.

процессов. Так разные модули ERP (например, бухгалтерия, склад, продажи, производство) могут работать в единой системе, а также взаимодействовать с внешними системами: ERP и CRM (автоматический перенос заказов из CRM (например, из Salesforce) в ERP (SAP, Oracle)); ERP и HRM (синхронизация данных о сотрудниках между SAP, ERP и Workday); ERP и WMS (склад) (автоматическая актуализация остатков товаров); ERP и BI (анализ данных и построение отчетности на основе данных ERP). Способы интеграции включают: интерфейсы API (*Application Programming Interface*), ESB (*Enterprise Service Bus*) для централизации, интеграцию множества приложений, ETL (*Extract, Transform, Load*) для импорта и экспорта данных, шлюзы и коннекторы для переноса данных между системами при отсутствии API.

Цифровая трансформация, осуществляемая в рамках данного архитектурного уровня, позволяет получить такие позитивные результаты, как:

- группировка данных в устойчивые агломерации, представляющие собой цифровые двойники бизнес-процессов;
- отход от жесткого структурирования данных в пользу структурирования данных под разные бизнес-потребности в режиме реального времени;
- обеспечение информационной открытости, минимизация ошибок при передаче данных, повышение оперативности принятия решений за счет интеграционных возможностей;
- подключение платформы цифрового бизнеса к практике работы предприятия.

Пятый архитектурный уровень цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия «ИТ-инфраструктура» воплощает в себе совокупность всех аппаратных и программных средств, сетевых ресурсов, сервисов и персонала, необходимых для функционирования и управления информационными технологиями на предприятии. На данном уровне присутствуют такие компоненты как:

- оборудование (аппаратное обеспечение, *Hardware*), в том числе серверы, компьютеры, сетевые устройства, системы хранения данных;
- программное обеспечение (*Software*) — операционные системы, базы данных, офисные приложения, специализированные программы;
- сетевые ресурсы — интернет, локальные сети, VPN, облачные сервисы;
- системы защиты данных (антивирусы, фаерволы);
- физические площадки, где размещены серверы и системы хранения информации;
- ИТ-специалисты, занимающиеся администрированием, поддержкой, развитием и безопасностью инфраструктуры.

ИТ-инфраструктура может быть традиционной (локальные серверы и сети), облачной (облачные вычисления и виртуализация) или гибридной (сочетание обоих подходов).

Шестой архитектурный уровень цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия «Трансформация производства» отражает материальную сторону производства (машины и оборудование, инструменты, приспособления, сооружения, передаточные устройства, внутризаводской транспорт, материалы, производственные площадки и пр.), трансформацию производственных процессов, связанных с автоматизацией, роботизацией оборудования, все

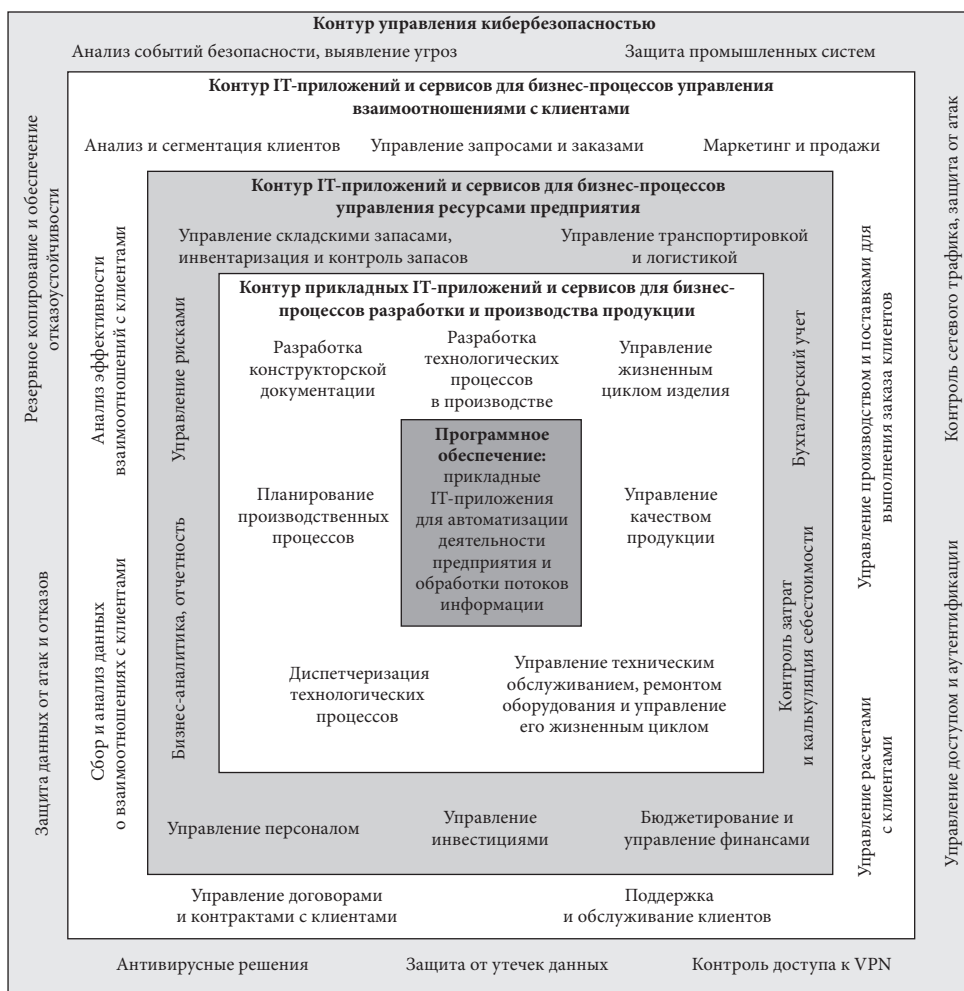


Рисунок 5. Контуры архитектурного уровня «Программное обеспечение: прикладные IT-приложения для автоматизации деятельности предприятия и обработки потоков информации»

FIGURE 5. Outlines of the architectural level „Software: applied IT applications for automation of enterprise activities and processing of information flows“

Источник: рисунок авторов.

большим проникновением программной компоненты и искусственного интеллекта в производство. Оборудование все в большей степени становится наделенным «интеллектом» и обретает способность взаимодействовать между собой и с облачными системами в рамках сочетания технологий IoT и 5G в режиме реального времени. В результате цифровой трансформации производства формируется система управления автономными роботами, суть которой заключается в беспроводном управле-

нии производственными машинами и дронами. Становится возможным удаленный контроль и проведение техобслуживания с использованием дополненной реальности, создаются цифровые двойники оборудования для мониторинга его состояния в реальном времени.

Эффект цифровой трансформации на данном архитектурном уровне выражается в:

- сокращении затрат на обслуживание оборудования;
- увеличении производительности в результате автоматизации;
- минимизации простоев и аварийных сбоев работы оборудования в результате прогнозного анализа, ставшего возможным благодаря сочетанию IoT и 5G;
- создании гибких производственных линий, адаптирующихся к изменениям.

Осуществление трансформационных процессов на разных архитектурных уровнях требует взвешенных предварительных решений относительно масштабов, порядка, направлений, сроков, способов и форм цифровых преобразований производственно-хозяйственной деятельности предприятия на основе отобранных критериев с учетом особенностей его среды и воздействующих факторов.

Результаты исследования архитектуры цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия вносят существенный вклад в решение важной научной проблемы развития цифровой экономики в промышленности. В теоретическом плане сформулированные положения расширяют концептуальные подходы к функциональному наполнению трансформационных процессов производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия в условиях развития цифровой экономики. В практическом плане исследование обеспечивает руководство промышленных предприятий актуальной информацией о содержательной стороне цифровой трансформации бизнес-процессов, новых целевых установках планирования и осуществления цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности.

Список литературы

1. Баурина С.Б., Елина О.А. Менеджмент наукоемкого производства: ключевые направления развития и технологии выбора решений // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2025. Т. 22. № 3 (141). С. 161–176.
2. Белов Л.Б., Григорьев Л.Ю. Применение архитектурного подхода к моделированию логистической системы компании // Логистика и управление цепями поставок. 2019. № 2 (91). С. 46–52.

3. Гаврилова Т.А., Кубельский М.В., Кудрявцев Д.В., Гринберг Э.Я. Типологизация и систематизация подходов к разработке стратегии компании: модели и методы из смежных наук // Прикладная информатика. 2020. Т. 15. № 3 (87). С. 99–118.
4. Господинов С.Г. Теория сложных систем. Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2023. 217 с.
5. Господинов С.Г. Эмерджентность и эволюция систем // Образовательные ресурсы и технологии. 2022. № 1 (38). С. 91–97.
6. Неживенко Е.А., Головихин С.А., Васюков А.Н. Прогноз кадровой потребности в условиях цифрового развития региона // Вестник Челябинского государственного университета. 2022. № 12 (470). С. 68–78.
7. Павлов А.И. Информационные модели и информационные единицы // Перспективы науки и образования. 2015. № 6 (18). С. 12–17.
8. Плетнев Д.А. Цифровизация и производительность труда // Вестник Челябинского государственного университета. 2023. № 12 (482). С. 5–7.
9. Соловьева И.П., Куприянова М.В., Евдокимова Е.Н., Симикина И.П. Проблемы и перспективы цифровой трансформации промышленного производства // Экономика и предпринимательство. 2021. № 7. С. 1036–1039.
10. Цифровые трансформации в корпоративных финансах: монография / под общ. ред. Л.И. Черниковой. М.: КноРус, 2025. 256 с.
11. Ayala N.F., Da Silva Ja. Rodrigues, Cannarozzo Tinoco M.A. [et al.] Artificial Intelligence capabilities in Digital Servitization: Identifying digital opportunities for different service types. *International Journal of Production Economics*. 2025, vol. 284, p. 109604.
12. Chernova O.A., Nikitaeva A.Y., Dolgova O.I. Developing a Research Ontology of the Digital Servitization of Industry Within the Sustainable Economic Development Context. *Sustainability*. 2025, vol. 17, no. 22, p. 10207.
13. Ciano M.P., Peron M., Panza L., Pozzi R. Industry 4.0 technologies in support of circular Economy: A 10R-based integration framework. *Computers & Industrial Engineering*. 2025, vol. 201, p. 110867.
14. Li G., Du K., Liu Lu., Su F. Digital transformation and organizational resilience: Unveiling the path to sustainable performance in adversity and crisis. *International Journal of Information Management*. 2025, vol. 84, p. 102934.
15. Mitake Yu., Kishita Yu., Umeda Ya. Exploring Smart Circular Systems: Intersection of Servitization, Digitalization, and Circularity. *Procedia CIRP*. 2025, vol. 135, pp. 738–743.
16. Soellner S., Helm R., Klee P., Endres H. Industrial service innovation: Exploring the transformation process to digital servitization in industrial goods companies. *Industrial Marketing Management*. 2024, vol. 117, pp. 288–303.
17. Tagscherer F., Carbon C. Ch. The role of transformational leadership in navigating digital servitization. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*. 2026, no. 2, p. 100098.
18. Telnov Yu. F., Kazakov V.A., Danilov A.V. A Multiagent Technology for Organizing Manufacturing and Business Processes of Digital Enterprises. *Pattern Recognition and Image Analysis. Advances in Mathematical Theory and Applications*. 2024, vol. 34, no. 3, pp. 549–555.
19. Telnov Yu., Kazakov V., Danilov A., Fiodorov I. Network enterprise architecture based on multiagent technology. *Journal of Management & Technology*. 2024, vol. 24, no. Special, pp. 1–15.
20. Zhou Zh., Yuan Zh., He Ch. Can digital transformation promote firms' sustainable development? Evidence based on ESG performance. *International Review of Financial Analysis*. 2025, vol. 105, p. 104434.

References

1. Ayala N.F., Da Silva Ja. Rodrigues, Cannarozzo Tinoco M.A. [et al.] Artificial Intelligence capabilities in Digital Servitization: Identifying digital opportunities for different service types. *International Journal of Production Economics*. 2025, vol. 284, p. 109604.
2. Baurina S.B., Elina O.A. Management of knowledge-intensive production: key directions of development and technologies for choosing solutions. *Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2025, no. 3 (141), pp. 161–176. (In Russ.)
3. Belov L.B., Grigoriev L. Yu. Application of an architectural approach to modeling a company's logistics system. *Logistics and Supply Chain Management*. 2019, no. 2 (91), pp. 46–52. (In Russ.)
4. Chernikova L.I., Khotinskaya G.I., Pashtova L.G. Digital transformations in corporate finance. Moscow: KnoRus Publ., 2025. (In Russ.)
5. Chernova O.A., Nikitaeva A.Y., Dolgova O.I. Developing a Research Ontology of the Digital Servitization of Industry Within the Sustainable Economic Development Context. *Sustainability*. 2025, vol. 17, no. 22, p. 10207.
6. Ciano M. P., Peron M., Panza L., Pozzi R. Industry 4.0 technologies in support of circular Economy: A 10R-based integration framework. *Computers & Industrial Engineering*. 2025, vol. 201, p. 110867.
7. Gavrilova T.A., Kubelsky M.V., Kudryavtsev D.V., Grinberg E. Ya. Typology and systematization of approaches to developing a company strategy: models and methods from related sciences. *Applied Informatics*. 2020, no. 3 (87), pp. 99–118. (In Russ.)
8. Gospodinov S.G. Emergence and evolution of systems. *Educational Resources and Technologies*. 2022, no. 1 (38), pp. 91–97. (In Russ.)
9. Gospodinov S.G. Theory of complex systems. Saarbrücken: LAP LAMBERT Publ., 2023. (In Russ.)
10. Li G., Du K., Liu Lu., Su F. Digital transformation and organizational resilience: Unveiling the path to sustainable performance in adversity and crisis. *International Journal of Information Management*. 2025, vol. 84, p. 102934.
11. Mitake Yu., Kishita Yu., Umeda Ya. Exploring Smart Circular Systems: Intersection of Servitization, Digitalization, and Circularity. *Procedia CIRP*. 2025, vol. 135, pp. 738–743.
12. Nezhipenko E.A., Golovikhin S.A., Vasyukov A.N. Forecast of personnel needs in the context of digital development of the region. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2022, no. 12 (470), pp. 68–78. (In Russ.)
13. Pavlov A.I. Information models and information units. *Prospects of Science and Education*. 2015, no. 6 (18), pp. 12–17. (In Russ.)
14. Pletnev D.A. Digitalization and labor productivity. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2023, no. 12 (482), pp. 5–7. (In Russ.)
15. Soellner S., Helm R., Klee P., Endres H. Industrial service innovation: Exploring the transformation process to digital servitization in industrial goods companies. *Industrial Marketing Management*. 2024, vol. 117, pp. 288–303.
16. Solovieva I.P., Kupriyanova M.V., Evdokimova E.N., Simikova I.P. Problems and prospects of digital transformation of industrial production. *Economy and Entrepreneurship*. 2021, no. 7, pp. 1036–1039. (In Russ.)
17. Tagscherer F., Carbon C. Ch. The role of transformational leadership in navigating digital servitization. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*. 2025, vol. 4, no. 2, p. 100098.
18. Telnov Yu. F., Kazakov V.A., Danilov A.V. A Multiagent Technology for Organizing Manufacturing and Business Processes of Digital Enterprises. *Pattern Recognition*

- and Image Analysis. Advances in Mathematical Theory and Applications*. 2024, vol. 34, no. 3, pp. 549–555.
19. Telnov Yu., Kazakov V., Danilov A., Fiodorov I. Network enterprise architecture based on multiagent technology. *Journal of Management & Technology*. 2024, vol. 24, no. Special, pp. 1–15.
20. Zhou Zh., Yuan Zh., He Ch. Can digital transformation promote firms' sustainable development? Evidence based on ESG performance. *International Review of Financial Analysis*. 2025, vol. 105, p. 104434.

Сведения об авторах

Головихин Сергей Александрович

доктор экономических наук, декан факультета экономики и права
Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Челябинский филиал (г. Челябинск)
Российская Федерация, 454077, г. Челябинск, ул. Комарова, д. 26
E-mail: golovikhin-sa@ranepa.ru
ORCID: 0000-0001-9590-056X

Неживенко Елена Алексеевна

доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории и регионального развития
Челябинский государственный университет (г. Челябинск)
Российская Федерация, 454001, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, д. 129
E-mail: mrcpk@list.ru
ORCID: 0000-0002-4677-6512

Васюков Андрей Николаевич

технический директор
ЗАО «Ламинарные системы» (г. Миасс)
Российская Федерация, 456313, г. Миасс, Тургорское шоссе, строение 2/4
E-mail: 544755@mail.ru
ORCID: 0009-0006-7507-5463

Зазнобин Михаил Александрович

ведущий конструктор
ЗАО «Ламинарные системы» (г. Миасс)
Российская Федерация, 456313, г. Миасс, Тургорское шоссе, строение 2/4
E-mail: zaznobin_ma@mail.ru
ORCID: 0009-0003-6965-7502

Для цитирования

Головихин С.А., Неживенко Е.А., Васюков А.Н., Зазнобин М.А. Архитектура цифровой трансформации производственно-хозяйственной деятельности промышленного предприятия // Социум и власть. 2026. Т. 23. № 2. С. 174–192.

**Golovikhin Sergey A., Nezhivenko Elena A.,
Vasyukov Andrey N., Zaznobin Mikhail A.**

Architecture of Digital Transformation of Production and Economic Activity of an Industrial Enterprise

Abstract. The article is devoted to the study of the architecture of digital transformation of production and economic activities of an industrial enterprise with the aim of forming a scholarly understanding of the essence and specifics of creating a structure of production and economic activities of an industrial enterprise adapted to the current conditions of its digital transformation. This study is based on a structural and integrated approach to building

an enterprise's production and economic activities, its business model with an integrated digital infrastructure and the principles of vertical and horizontal integration of digital transformation architecture. An original interpretation of the concept of the architecture of digital transformation of the production and economic activities of an industrial enterprise is introduced. The principles that should underlie the development of the digital transformation architecture of industrial enterprise production and economic activities are formulated. Vertical and horizontal projections of the digital transformation architecture of the enterprise's production and economic activities are distinguished. Digital components such as software, interfaces, communication channels and network devices are defined as infrastructural elements of the vertical projection of the digital transformation architecture. Layered plans revealing the structure of each floor level of the architectural structure of the digital transformation of the enterprise's production and economic activities are defined as horizontal projections of the digital transformation architecture. The following architectural levels for the digital transformation of industrial enterprise production and economic activities have been developed: „Transformation of the enterprise context and goal setting for its digital transformation“, „Transformation of economic and production activities / restructuring of the business model“, „Data transformation“ and „Software: applied IT applications for automating enterprise operations and processing information flows“. The composition of the elements of the developed architectural levels for the digital transformation of industrial and economic activities is described and the changes occurring in business processes at the corresponding level of digital transformation are characterized.

Keywords: digital transformation, digital transformation architecture, production and business activities, industrial enterprise.

Information about the authors

Golovikhin Sergey A.

Doctor of Economic Sciences, Dean of the Faculty of Economics and Law
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Chelyabinsk Branch
(Chelyabinsk, Russian Federation)
26 Komarova Street, Chelyabinsk, 454077, Russian Federation
E-mail: golovikhin-sa@ranepa.ru
ORCID: 0000–0001–9590–056X

Nezhivenko Elena A.

Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economic Theory and Regional Development
Chelyabinsk State University (Chelyabinsk, Russian Federation)
129 Brat'yev Kashirinykh Street, Chelyabinsk, 454001, Russian Federation
E-mail: mrcpk@list.ru
ORCID: 0000–0002–4677–6512

Vasyukov Andrey N.

Technical director
LAMSYSTEMS CJSC (Miass, Russian Federation)
building 2/4, Turgoyakskoye Highway, Miass, 456313, Russian Federation
E-mail: 544755@mail.ru
ORCID: 0009–0006–7507–5463

Zaznobin Mikhail A.

Lead Design Engineer
LAMSYSTEMS CJSC (Miass, Russian Federation)
building 2/4, Turgoyakskoye Highway, Miass, 456313, Russian Federation
E-mail: zaznobin_ma@mail.ru
ORCID: 0009–0003–6965–7502

For citation

Golovikhin S. A., Nezhivenko E. A., Vasyukov A. N., Zaznobin M. A. Architecture of Digital Transformation of Production and Economic Activity of an Industrial Enterprise. *Society and Power*. 2026, vol. 23, no. 2, pp. 174–192. (In Russ.)