

Цифровая трансформация промышленных предприятий Республики Беларусь: экономическое содержание, виды и цели

И. А. Зубрицкая, старший преподаватель кафедры «Маркетинг»
E-mail: zubritskaya@tut.by

Белорусский национальный технический университет,
пр. Независимости, 65, 220100, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Статья посвящена комплексному исследованию вопросов цифровой трансформации промышленности. Автор раскрывает экономическое содержание этого понятия как совокупности процессов цифрового преобразования управления производством путем внедрения технико-технологических средств глобальных мегатрендов, характерных для четвертой промышленной революции, а также рассматривает экономические аспекты цифровой трансформации промышленности, оказывающие влияние на экономический рост страны в целом. На основании результатов проведенных ранее научных исследований, автором систематизированы основные цели цифровой трансформации промышленных предприятий, раскрыты перспективы внедрения технико-технологических средств глобальных мегатрендов, характерных для четвертой промышленной революции, а также проанализировано влияние институциональной среды на интенсивность цифровой трансформации промышленности, приведены характерные особенности этапов цифровой трансформации промышленного производства. В статье проанализированы существующие модели цифровой трансформации промышленности, как возможные стандарты цифрового преобразования промышленного предприятия и предложена интеграционная модель сквозной цифровой трансформации промышленности на основании матричной и отраслевой моделей которая позволит построить в условиях цифровой экономики интеграционную межотраслевую цифровую сеть. В соответствии с принятыми цифровыми повестками Республики Беларусь и ЕЭК, предлагаемая модель основана на сквозном взаимодействии между всеми участниками цепочек создания добавленной стоимости промышленного продукта, которые в равной степени вовлечены в производственно-хозяйственное планирование, управление, контроль создания и реализацию промышленного высокотехнологичного продукта.

Ключевые слова: цифровая трансформация промышленности; цепочка создания добавленной стоимости; модели цифровой трансформации промышленности

Для цитирования: Зубрицкая, И. А. Цифровая трансформация промышленных предприятий Республики Беларусь: экономическое содержание, виды и цели / И. А. Зубрицкая // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2 (3). – С. 5–13.



© Цифровая трансформация, 2018

Digital Transformation of Industrial Enterprises of the Republic of Belarus: Economic Content, Types and Goals

I. A. Zubritskaya, Senior Lecturer, Department of Marketing
E-mail: zubritskaya@tut.by

Belarusian National Technical University, 65 Independence Ave.,
220100 Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The article is devoted to a complex research of the topical issues affecting scope of digital transformation of the industry. The reveals the economic content of digital transformation of the industry as the processes of digital transformation of production management by introducing technical and technological means of global megatrends, characteristic for the fourth industrial revolution, and the author also examines the economic aspects of digital transformation of the industry that affect the economic growth of the country as a whole. Based on the results of previous research, the author systematizes the main goals of digital transformation of industrial enterprises, reveals the prospects for the introduction of technical and technological means of global megatrends, characteristic of the fourth industrial revolution, as well as the influence of the institutional environment on the intensity of digital transformation of industry, transformation of industrial production. The article analyzes the existing models of digital transformation of industry as possible standards for digital transformation of an industrial enterprise and suggests an integration model of end-to-end digital transformation of industry based on matrix and industry models that will allow to build an inter-industry digital network in a digital economy. In accordance with the adopted digital agendas of the Republic of Belarus and the EEC,

the proposed model is based on the end-to-end interaction between all participants in the value chains of industrial products, which are equally involved in production and economic planning, management, control of the creation and implementation of industrial high-tech products.

Key words: digital transformation of industry; value chain; models of digital transformation of industry

For citation: Zubritskaya I. A. Digital Transformation of Industrial Enterprises of the Republic of Belarus: Economic Content, Types and Goals. *Cifrovaja transformacija* [Digital transformation], 2018, 2 (3), pp. 5–13 (in Russian).

© Digital Transformation, 2018

Введение. С одной стороны, в условиях глобализации, происходящей в современном обществе, формируются новые возможности для усиления конкурентоспособных позиций Республики Беларусь на внешнем промышленном рынке, привлечения прямых инвестиций и освоения новых цифровых технологий, приводящие к сдвигам в экономических, общественно-политических, социальных и культурных отношениях в обществе, а с другой стороны, стремительные изменения во всех сферах деятельности человека могут привести к макроэкономической нестабильности [1], трудностям на отраслевом и корпоративном уровнях хозяйствующих субъектов, к потенциальным и реальным киберугрозам.

Современный этап развития цифровой экономики [2] Республики Беларусь характеризуется переходом к экономике знаний посредством масштабного, полноформатного внедрения цифровых технологий, образующих технико-технологическое ядро будущей белорусской интеллектуальной экономики. В связи с этим теоретическое осмысление и изучение цифровой трансформации различных отраслей экономики и общественной деятельности, в том числе цифровой трансформации промышленных предприятий, является относительно новой и сложной научной проблемой, требующей системного исследования. Также возрастает актуальность научного исследования целей цифровых преобразований производственных и управленческих процессов, инструментов и механизмов цифровой трансформации промышленности, направленных на предупреждение потенциальных угроз в достижении устойчивого экономического результата.

Основная часть. Экономические аспекты цифровой трансформации промышленных предприятий Республики Беларусь неразрывно связаны с институциональной средой, которая может как способствовать, так и препятствовать цифровым преобразованиям всех процессов производственной деятельности предприятий: от проектирования промышленной продукции с применением международных цифровых стандартов до цифровой системы производственных

процессов, связанных с обеспечением снижения издержек за счет внедрения технико-технологических средств глобальных мегатрендов четвертой промышленной революции [3], внедрением механизмов прогнозирования и контроля экономических состояний предприятий с целью обеспечения конкурентоспособности и экономической надежности последнего. Результаты научных исследований мирового опыта цифровой трансформации промышленности, как пример современных сдвигов производственной парадигмы, позволяют сделать вывод, что концепция четвертой промышленной революции [4] предусматривает сквозную цифровую трансформацию всех производственных активов и их интеграцию в цифровую киберфизическую экосистему стандартов, объединяющую институциональную среду, сквозную отраслевую цифровую инфраструктуру, связывающую отдельные промышленные предприятия в интеграционную цифровую систему с другими участниками цепочки создания добавленной стоимости промышленного продукта, способствуя при этом росту совокупной факторной производительности [2].

Вопросы инновационного развития традиционных отраслей промышленности Республики Беларусь, в том числе цифровой трансформации промышленных предприятий, как основообразующей платформы экономики белорусского государства, отражены законодательными нормативными государственными актами, в которых закладываются основы для реализации трансформационных процессов трансформации, в том числе процесса цифровой трансформации [5–8].

Это фактически подтверждает глубокое понимание государственными регулятивными институтами появившихся в настоящее время для промышленности как возможностей экономического роста, так и глобальных угроз социальной и информационной безопасности, а также актуальности технологических инноваций. Концептуальным ядром, объединяющим действующие нормативные документы, является признание государством важности цифровой трансформации именно традиционных отраслей национальной экономики,

а также фактическое признание недостаточности инвестирования в техническое переоснащение производства и развитие инновационных технологий для действующего промышленного комплекса в течение последних нескольких лет.

Основой для разработки алгоритма и стратегических целей цифровой трансформации отдельно взятого промышленного предприятия должен стать результат анализа финансово-экономического состояния его текущей деятельности. Постановка конкретных целей — ключевой момент преобразования, поэтому всесторонняя оценка ситуации и анализ являются первым этапом цифровой трансформации промышленного предприятия.

На основании результатов SWOT-, PEST- и стратегического анализа необходимо определить конкретные количественные и качественные цели, которые станут базисом для формирования концепции организационно-экономического механизма цифровой трансформации промышленного предприятия.

Помимо основной цели — повышения конкурентоспособности и обеспечения условий для существенного повышения экономической эффективности производственной деятельности — цифровая трансформация направлена и на получение непосредственного экономического эффекта от проводимых мероприятий. Эта цель

является вспомогательной по отношению к основной, однако требует обязательного мониторинга полученных в ходе преобразований результатов.

Систематизация целей цифровой трансформации промышленного предприятия может быть определена следующим образом:

- выйти на новый уровень конкурентоспособности;
- оперативность выполнения индивидуального промышленного заказа в рамках поточного производства, адаптивность производства;
- стимулировать инвестиционную привлекательность;
- повысить гибкость и прозрачность системы управления, которые гарантируют экономическую эффективность деятельности предприятия и т. д.

Как показал опыт ведущих транснациональных производственных компаний, таких как: Siemens, Bosch, Festo, Rittal, Thyssen Krupp и др., применение технико-технологических средств концепции «Индустрия 4.0» позволяет получить положительную динамику экономических показателей производственной деятельности промышленного предприятия, например, снизить операционные затраты, издержки на хранение и транспортировку продукции, а также осуществлять коммуникацию в реальном времени с увеличением цифровой составляющей добавленной стоимости промышленного продукта. Так, на основе результатов

Динамика уровня технологичности обрабатывающей промышленности Республики Беларусь

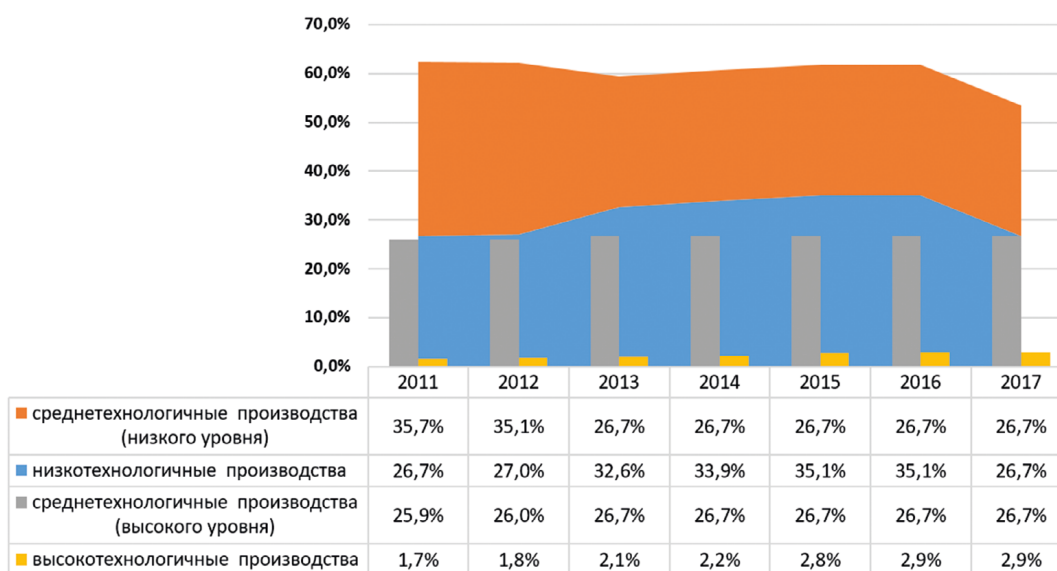


Рис. 1. Динамика структуры объема промышленного производства по уровню технологичности в Республике Беларусь.

Примечание. Разработано автором на основании источника [10].

Fig. 1. The dynamics of the structure of the volume of industrial production in terms of technology in the Republic of Belarus.

Note. Developed by the author on the basis of the source [10].

исследования компании McKinsey [9] можно сделать вывод, что внедрение технико-технологических средств Индустрии 4.0 в промышленное производство способствует положительной динамике производительности труда (45–55 %), сокращению расходов на обслуживание производственного оборудования на 10–40 % и времени простоя техники на 30–50 %, а также способствует повышению показателей качества на 10–20 % и уменьшению складских расходов на 20–50 %. Замечено, что период коммерциализации инноваций сокращается на 20–50 %, а точность прогнозирования продаж повышается более чем на 85 %.

Анализ структуры объема промышленного производства Республики Беларусь по уровню технологичности за семь лет позволил установить, что в структуре обрабатывающей промышленности Республики Беларусь преобладают и увеличиваются в доле низкотехнологичные производства, а высокотехнологичные находятся на стабильно низком уровне (рис. 1).

При этом, одним из важных экономических показателей, отражающим эффективность технико-технологического развития промышленности [11], является валовая добавленная стоимость.

Как представлено на рис. 2, технологическая структура добавленной стоимости Республики Беларусь при имеющемся высоком национальном уровне научно-технического потенциала имеет отрицательную тенденцию в формировании портфеля высокотехнологичной и наукоемкой продукции.

В целом, на основании результатов анализа влияния цифровой трансформации промышленности на экономические показатели деятельности ведущих транснациональных производственных компаний [9], а также результатов анализа технологического развития промышленных предприятий Республики Беларусь с учетом технико-технологических средств глобальных мегатрендов четвертой промышленной революции можно утверждать, что наблюдается корреляция между показателями уровня технологичности производства и структурой добавленной стоимости (рис. 1 и рис. 2).

В связи с вышеизложенным статистическим анализом, можно сделать вывод, что объемы производства высокотехнологичной продукции Республики Беларусь ограничены технико-технологическим уровнем производственных мощностей и запаздыванием национальных

Динамика структуры добавленной стоимости по уровню технологичности

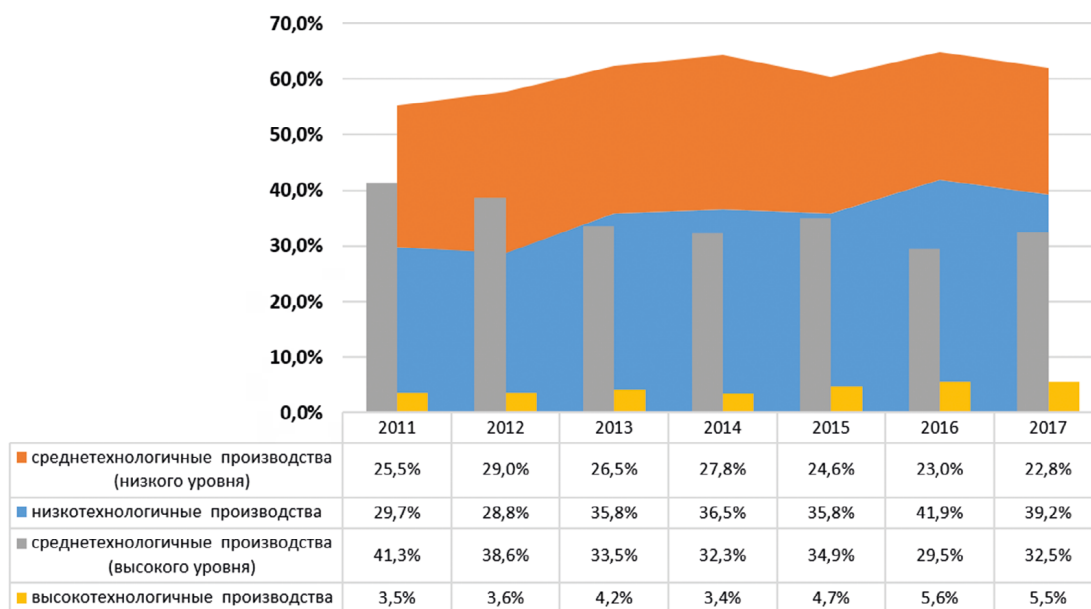


Рис. 2. Динамика структуры валовой добавленной стоимости обрабатывающей промышленности Республики Беларусь по уровню технологичности за 2011–2017 гг.

Примечание. Разработано автором на основе источника [10].

Fig. 2. The dynamics of the structure of gross value added of the manufacturing industry of the Republic of Belarus in terms of technology for 2011–2017.

Note. Developed by the author on the basis of the source [10].

промышленных предприятий в освоении и применении цифровых технологий в производстве. Следовательно, актуальной задачей сегодня является увеличение доли высокотехнологичных производств с помощью технико-технологических средств цифровой трансформации промышленности.

С целью конкретизации технико-технологических средств, внедряемых в производство в условиях цифровизации промышленного предприятия, на основании отчета ЕАЭК [3] можно выделить следующие основные технологические мегатренды цифровой трансформации промышленности, которые могут служить инструментарием достижения целей такой трансформации:

- массовое внедрение интеллектуальных датчиков в производственные помещения, оборудование и поточные линии;
- массовое внедрение киберфизических систем, замещающих человеческий труд;
- хранение, обработка и управление информацией на «облачных» ресурсах;
- применение сквозной автоматизации, горизонтальной и вертикальной интеграции производственных и управленческих процессов в единую информационную систему;
- использование структурированной и неструктурированной информации для формирования аналитики с целью принятия управленческих решений;
- использование общих цифровых стандартов для технической документации и электронного документооборота;
- внедрение цифрового проектирования и моделирования технологических процессов, объектов, изделий, тотальный контроль на всем жизненном цикле промышленного продукта от генерирования идеи до эксплуатации, далее сервисного обслуживания, ремонта и утилизации;
- применение аддитивных технологий (послойного наложения материалов) взамен штамповки и литья;
- применение глобальных цифровых платформ для автоматического заказа сырья, расходных и комплектующих материалов для промышленного производства продукции;
- применение беспилотных технологий в транспортных системах, в т. ч. для доставки промышленных товаров;
- применение мобильных технологий для мониторинга, контроля и управления производственными процессами, промышленными потоками;
- переход на реализацию промышленных

товаров через цифровые платформы для автоматической поставки готовой продукции потребителю, минуя цепочки посредников.

Исходя из сформированных технико-технологических мегатрендов, базовыми технологиями для цифровой трансформации промышленности становятся: Интернет вещей; индустриальный Интернет вещей; искусственный интеллект; большие данные; роботизация; туманные вычисления вместо «облачных» [12]; безбумажные технологии; математическое моделирование; киберфизические системы; аддитивные, беспилотные, мобильные, биометрические, квантовые; суперкомпьютерные, сквозные технологии; технологии идентификации; технологии блокчейн; технологии открытого производства [3].

Цифровая трансформация промышленности не только изменяет систему производства, но и приводит к изменениям экономических параметров: к росту производительности труда, экономии производственных ресурсов и др. Также происходит трансформация структуры добавленной стоимости путем внедрения высокотехнологичной цифровой и интеллектуальной составляющей в цепочку создания добавленной стоимости промышленного продукта, происходят активные взаимодействия цифровых технологий с другими производственными факторами, в том числе с трудовыми ресурсами, формируя абсолютно новые организационно-экономические системы киберфизического промышленного производства [13] и новые технологические платформы для экономического роста и развития общества.

Так, процесс трансформации добавленной стоимости основывается, прежде всего, на оптимизации всех производственных процессов создания промышленного продукта на базе сплошных цифровых и интеллектуальных информационных моделей. Это, в свою очередь, подразумевает возможность всех участников сети получать доступ к сплошной, совместимой и достоверной производственной информации и открывает уникальную возможность оперативного управления всеми звеньями цепочки создания добавленной производственной стоимости, а также осуществлением тотального контроля за произведенной, проданной, требующей сервисного обслуживания, ремонта или утилизации промышленной продукцией.

Цифровая трансформация промышленных предприятий в киберфизические экосистемы в рамках концепции «Индустрия 4.0» [13],

выступающая средством повышения конкурентоспособности промышленной отрасли страны, детально анализируется и изучается белорусскими экономистами, промышленными экспертами, юристами, социологами в связи с ее выявленной актуальностью [14]. Анализ принятых за последнее десятилетие мировой общественностью цифровых стратегий и инициатив, показывает, что технологические тренды в сфере цифровой трансформации промышленности, характеризующие смену производственных парадигм в рамках Четвертой промышленной революции можно сгруппировать в следующем порядке:

- 1) создание сквозной автоматизации и интеграции производственных и управленческих процессов в единую информационную систему;
- 2) массовое внедрение интеллектуальных датчиков в физические элементы и объекты производственных линий;
- 3) применение облачных технологий для хранения информации и проведение вычислений;
- 4) внедрение роботизированных технологий;
- 5) формирования аналитики с использованием технологии «больших» данных.

При обобщении основных подходов к цифровой трансформации промышленности, которые базируются на вышеперечисленных технологических трендах, можно определить следующие виды моделей цифровой трансформации промышленности: процессная, отраслевая технологическая (ролевая), матричная.

Рассмотрим цели и экономическое содержание моделей цифровой трансформации промышленности. Так, процессная модель цифровой трансформации промышленности (процессный подход), выстраивает в последовательный ряд цифровизированные элементы цепочки создания стоимости. Например, сначала цифровой центр научно-исследовательской разработки, затем цифровая фабрика, цифровой склад и цифровой транспорт, электронная торговля и т. д. Объекты цепи взаимодействуют последовательно, при этом промышленность (непосредственное производство) занимает позицию равноправного объекта в цепочке создания стоимости. Под цифровой фабрикой понимают интегрированный комплекс цифровых моделей, методов и инструментов, взаимосвязанных между собой на основе унифицированных систем управления данными. Ключевой задачей цифровой фабрики является интегрированное планирование, оценка и непрерывное улучшение всех основных структур, процессов и ресурсов пред-

приятия. При децентрализации и виртуализации ресурсов отпадает необходимость строить специализированные линии для производства отдельных категорий продукции. Как отмечается в Информационно-аналитическом отчете ЕАЭК при использовании этой модели для начала реализации цифровой трансформации промышленного предприятия: «Первыми инструментами цифровой трансформации промышленности могут стать создание Евразийской сети трансфера технологий и Евразийской сети промышленной кооперации и субконтрактации» [3].

Отраслевая модель цифровой трансформации промышленности основана на отраслевом подходе и связях промышленности с другими отраслями экономики народного хозяйства. В ней предполагается сквозная цифровизация всех отраслей народного хозяйства (создание цифровой инфраструктуры) и организация функциональных взаимодействий между ними: цифровая система производства, доставка продуктов питания и воды, умные системы добычи энергоресурсов, умные фабрики, распределенные энергетические системы, беспилотные автомобильные системы, беспилотные летательные аппараты, цифровая железная дорога, телемедицина, цифровая медицина, умные дома, умные дороги, цифровые финансовые технологии, цифровые системы безопасности, электронная торговля, е-образование, цифровая культура взаимодействуют друг с другом по функциональным связям и взаимным запросам. В данной модели направление TechNet выделяется как наиболее важное [3].

Построение технологической модели базируется на приоритетном использовании некоторых технико-технологических средств глобальных мегатрендов в цифровой трансформации промышленности. Данный подход основывается на наборе технологий, которые формируют цифровую повестку в промышленности. Стремительный рост значимости в промышленном производстве таких инновационных технологий, как цифровое проектирование и моделирование технологических процессов и объектов, анализ больших данных, технологии машинного обучения и искусственного интеллекта, приводит к формированию технологической модели цифровой трансформации промышленности, в которой управление производством осуществляется путем внедрения определенного набора технологий цифровой трансформации промышленных предприятий. Также рост значимости перечисленных технологий адаптирует производственную систему предприятия для индивидуального

изготовления и обслуживания промышленных изделий на протяжении всего их жизненного цикла. А переход на цифровую торговлю промышленными изделиями с применением цифровых платформ для размещения промышленных заказов, расходных материалов, сырья и оборудования для производства продукции, а также поставки готовой продукции потребителю к нужному времени, минуя посреднические цепочки, приводит к экономии ресурсов и увеличению дохода предприятия.

Таким образом, с экономической точки зрения технологическая модель, обладает следующими преимуществами: внедрение определенного набора технико-технологических средств, таких как промышленный Интернет, Интернет вещей, цифровые платформы реализации и приобретения промышленных товаров, позволят расширить товарный рынок промышленного продукта, оптимизировать затраты на приобретение сырья, комплектующих для производства, а также реализации промышленной продукции заказчиком.

Матричная модель цифровой трансформации промышленности представляет собой систему матриц «цели-средства», которая позволяет выявить избыточность и дублирование или, напротив, недостаточность технологических разработок и научных исследований в объектах модели. Она объединяет объекты по целям и задачам, например, матрица «Технологии–исследования», матрица «Задачи–продукты», матрица «Продукты–технологии» и т. д. Садовский Г. Л. описывает модель следующим образом: «Система матриц транслируется в цифровое производство на основе облачных технологий. Стандарты и классификаторы являются «каркасом» для взаимодействия центров цифрового производства по стадиям жизненного цикла продукции» [13].

Заключение. В результате проведенного научного исследования моделей цифровой трансформации промышленности, описанных выше, предлагается интеграционная модель сквозной цифровой трансформации промышленности на основании матричной и отраслевой моделей которая позволит построить в условиях цифровой экономики интеграционную межотраслевую цифровую сеть, в которой все ресурсы доступны

глобально и дистанционно, а промышленные предприятия представляют собой центры цифрового производства по технологическим группам, которые создаются и взаимодействуют на основе принципов открытости, обеспеченных гармоничной программной поддержкой и доступом в рамках интеграционного пространства. Предполагая, что если все участники цепочки создания добавленной стоимости промышленного продукта в равной степени будут вовлечены в производственно-хозяйственное планирование, управление, контроль создания и реализацию промышленного высокотехнологичного продукта, то с помощью технико-технологических средств глобальных мегатрендов может быть обеспечена высокая технологичность, интеллектуальная компонента и надежность цепочки создания добавленной стоимости на всех этапах жизненного цикла. Существенную роль в данном контексте играет также безопасность киберфизических систем в цепочке создания добавленной стоимости промышленного продукта.

В заключении необходимо отметить, что, цифровая трансформация промышленности помимо внедрения технико-технологических средств глобальных мегатрендов, которые заменяют технологии производства, приводит к изменению всех производственных компонент, технологических параметров, связей экономической системы промышленного предприятия, качественных и количественных составляющих добавленной стоимости промышленного продукта. Накапливаясь, эти изменения в симбиозе переводят производственную систему в новое качественное состояние.

Благодаря цифровой трансформации производственная система выходит на иной, более высокотехнологичный уровень производства и высокий уровень управляемости и функционирования, меняя при этом прежнюю систему управления на более гибкую. Сущностная составляющая процесса цифровой трансформации промышленных предприятий Республики Беларусь проявляется в реструктуризации производственных объектов, изменении целей и задач их деятельности, формировании нового подхода к способам производства и управления промышленными предприятиями.

Список литературы

1. Мясникович, М. В. Актуальная повестка развития Белорусской экономики в условиях интеграции / М. В. Мясникович. – Минск: Белорусская наука, 2017. – 278 с.
2. Ковалев, М. М. Цифровая экономика — шанс для Беларуси / М. М. Ковалев, Г. Г. Головенчик. – Минск, БГУ, 2018. – 299 с.

3. Анализ мирового опыта развития промышленности и подходов к цифровой трансформации промышленности государств-членов Евразийского экономического союза. Информационно-аналитический отчет [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. Департамент промышленной политики. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_prom/SiteAssets/%2013.02.2017.pdf. – Дата доступа: 10.09.2018.
4. Шваб, К. М. Четвертая промышленная революция / К. М. Шваб. – Москва: Э, 2016. – 317 с.
5. Указ Президента Республики Беларусь от 15 декабря 2016 г. № 466 «Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31600466>. – Дата доступа: 15.09.2018.
6. Указ Президента Республики Беларусь от 31 января 2017 г. № 31 «О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gknt.gov.by/orenscms/orenscms/ru/innovation/inn2/>. – Дата доступа: 22.02.2017
7. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 5 июля 2012 г. № 622 «Об утверждении Программы развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belta.by/economics/view/v-belarusi-prinjata-programma-razvitija-promyshlennogo-kompleksa-na-period-do-2020-goda-86770-2012>. – Дата доступа: 12.09.2017.
8. Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://new.economy.gov.by/ru/gr_digit-ru. – Дата доступа: 08.09.2018.
9. Цифровая трансформация промышленности с помощью технологий «Индустрии 4.0» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Digital%20Russia/Digital-Russia-report.ashx>. – Дата доступа: 08.09.2018.
10. Статистический сборник 2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 24.09.2018.
11. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 5 июля 2012 г. № 622 «Об утверждении Программы развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belta.by/economics/view/v-belarusi-prinjata-programma-razvitija-promyshlennogo-kompleksa-na-period-do-2020-goda-86770-2012>. – Дата доступа: 24.09.2018.
12. «Туманные» вычисления вместо «облачных»: новая концепция распределения данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.computerra.ru/183007/tumannyye-vyichisleniya-vmesto-oblachnyih-novaya-kontseptsiya-raspredeleniya-dannyih/>. – Дата доступа: 24.09.2018.
13. Зубрицкая, И. А. Киберфизические системы и искусственный интеллект в управлении промышленными предприятиями Республики Беларусь в рамках четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) / И. А. Зубрицкая // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы: сб. науч. ст. в 4 ч. / НАН РБ, Институт экономики НАН Беларуси; редкол.: В. И. Бельский [и др.]. – Минск, 2017. – Ч. 4. – С. 45.
14. Зубрицкая, И. А. Концепция «Индустрия 4.0» и предпосылки ее применения в отечественной промышленности / И. А. Зубрицкая // Наука и инновации. – 2018, №7. – С. 38.
15. Садовский, Г. Л. Анализ современных тенденций цифровой трансформации промышленности / Г. Л. Садовский // Молодой ученый. – 2017. – №14. – С. 427–430.

References

1. Myasnikovich M. V. Aktual'naya povestka razvitiya Belorusskoj ehkonomiki v usloviyah integracii [Actual agenda for the development of the Belarusian economy in the context of integration]. Minsk, Belorusskaya nauka, 2017. 278 p. (in Russian).
2. Kovalev M. M., Golovenchik G. G. Cifrovaya ehkonomika — shans dlya Belarusi [Digital economy is a chance for Belarus]. Minsk, Belarusian State University, 2018. 299 p. (in Russian).
3. Analiz mirovogo opyta razvitija promyshlennosti i podhodov k cifrovoj transformacii promyshlennosti gosudarstvchlenov Evrazijskogo jekonomicheskogo sojuza. Informacionno-analiticheskij otchet [Analysis of the world experience of industrial development and approaches to digital transformation of the industry of the member states of the Eurasian Economic Union. Information-analytical report]. Available at: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_prom/SiteAssets/%2013.02.2017.pdf (accessed: 10.09.2018) (in Russian).
4. Shvab K. M. Chetvertaya promyshlennaya revolyuciya [The Fourth Industrial Revolution]. Moscow, Je, 2016. 317 p. (in Russian).
5. Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus' ot 15 dekabrja 2016 g. № 466 «Ob utverzhenii Programmy social'no-jekonomicheskogo razvitija Respubliki Belarus' na 2016–2020 gody» [Decree of the President of the Republic of Belarus of December 15, 2016 No. 466 "On the Approval of the Program of Social and Economic Development of the Republic of Belarus for 2016-2020"]. Available at: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31600466> (accessed: 15.09.2018) (in Russian).
6. Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus' ot 31 janvarja 2017 g. № 31 «O Gosudarstvennoj programme innovacionnogo

razvitija Respubliki Belarus' na 2016–2020 gody» [Decree of the President of the Republic of Belarus of 31 January 2017 No. 31 "On the State Program of Innovative Development of the Republic of Belarus for 2016–2020"]. Available at: <http://www.gknt.gov.by/opencms/opencms/ru/innovation/inn2/> (accessed: 22.02.2017) (in Russian).

7. Postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 5 ijulja 2012 g. № 622 «Ob utverzhdenii Programmy razvitija promyshlennogo kompleksa Respubliki Belarus' na period do 2020 goda» [Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus of July 5, 2012 No. 622 "On approval of the Program for the Development of the Industrial Complex of the Republic of Belarus for the Period to 2020"]. Available at: <http://www.belta.by/economics/view/v-belarusi-prinjata-programma-razvitija-promyshlennogo-kompleksa-na-period-do-2020-goda-86770-2012> (accessed: 12.09.2017) (in Russian).

8. Gosudarstvennaja programma razvitija cifrovoj jekonomiki i informacionnogo obshhestva na 2016–2020 gody [The State Program for the Development of the Digital Economy and the Information Society for 2016–2020]. Available at: http://new.economy.gov.by/ru/gp_digit-ru (accessed: 08.09.2018) (in Russian).

9. Cifrovaja transformacija promyshlennosti s pomoshh'ju tehnologij «Industrii 4.0» [Digital transformation of the industry with the help of technologies "Industry 4.0"]. Available at: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Digital%20Russia/Digital-Russia-report.ashx> (accessed: 08.09.2018) (in Russian).

10. Statisticheskij sbornik 2017 g. [Statistical compendium of 2017]. Available at: <http://belstat.gov.by> (accessed: 24.09.2018) (in Russian).

11. Postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 5 ijulja 2012 g. № 622 «Ob utverzhdenii Programmy razvitija promyshlennogo kompleksa Respubliki Belarus' na period do 2020 goda» [Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus of July 5, 2012, No. 622 "On Approval of the Program for the Development of the Industrial Complex of the Republic of Belarus for the Period to 2020"]. Available at: <http://www.belta.by/economics/view/v-belarusi-prinjata-programma-razvitija-promyshlennogo-kompleksa-na-period-do-2020-goda-86770-2012> (accessed: 24.09.2018) (in Russian).

12. Tumannye» vychisleniya vmesto «oblachnyh»: novaya koncepcija raspredeleniya dannyh ["Misty" calculations instead of "cloudy": a new concept of data distribution]. Available at: <https://www.computerra.ru/183007/tumannyie-vychisleniya-vmesto-oblachnyih-novaya-kontseptsiya-raspredeleniya-dannyih/> (accessed: 24.09.2018) (in Russian).

13. Zubrickaya I. A. Cyberphysical Systems and Artificial Intelligence in the Management of Industrial Enterprises of the Republic of Belarus in the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0). Strategiya razvitiya ehkonomiki Belarusi: vyzovy, instrumenty realizacii i perspektivy: sb. nauch. st. v 4 ch. [Strategy of the Belarusian economy development: challenges, implementation tools and perspectives: a collection of scientific articles in 4 volumes], 2017, v. 4, p. 45 (in Russian).

14. Zubrickaya, I. A. The concept "Industry 4.0" and the prerequisites for its application in the domestic industry. Nauka i innovacii [Science and Innovation], 2018, № 7, p. 38 (in Russian).

15. Sadovskij G. L. Analysis of current trends in the digital transformation of industry. Molodoj uchenyj [Young scientist], 2017, № 14, pp. 427–430 (in Russian).

Received: 25.09.2018

Поступила: 25.09.2018