

УДК 330.47:338.45

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ И МОДЕЛИ**

**Л.П. Володько, О.В. Володько**

Полесский государственный университет, [lyudvik@tut.by](mailto:lyudvik@tut.by), [olga\\_volodko@mail.ru](mailto:olga_volodko@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются технологические тренды цифровой трансформации промышленности и их значение для развития национальной экономики, виды моделей цифровой трансформации промышленности.

**Ключевые слова:** цифровизация экономики, цифровая трансформация, цифровая трансформация промышленности, индустрия 4.0, технологические тренды, базовые технологии.

Современный этап развития экономики Республики Беларусь характеризуется масштабным и полноформатным внедрением цифровых технологий в различных секторах и отраслях народного хозяйства, включая промышленность.

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 выделяются следующие основные технологические мегатренды цифровой трансформации промышленности, которые могут служить инструментарием достижения целей такой трансформации [1]:

- 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.

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.

Базовыми технологиями для цифровой трансформации промышленности становятся: Интернет вещей; индустриальный Интернет вещей; искусственный интеллект; большие данные; роботизация; туманные вычисления вместо «облачных»; безбумажные технологии; математическое моделирование; киберфизические системы; аддитивные, беспилотные, мобильные, биометрические, квантовые; супер-компьютерные, сквозные технологии; технологии идентификации; технологии блокчейн; технологии открытого производства

Как показал опыт ведущих транснациональных производственных компаний, таких как: Simens, 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.

На основе результатов исследования компании McKinsey сделан вывод, что внедрение технико-технологических средств Индустрии 4.0 в промышленное производство способствует положительной динамике производительности труда (рост на 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 %.

Цифровая трансформация промышленности не только изменяет систему производства, но и приводит к качественным изменениям экономических параметров: росту производительности труда, экономии производственных ресурсов и другое. Благодаря, цифровизации, изменяется структура добавленной стоимости за счет 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 и новые технологические платформы [2, с. 21].

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

Таблица – Модели цифровой трансформации промышленности

Модели	Характеристика
Процессная модель	выстраивает в последовательный ряд цифровизированные элементы цепочки создания стоимости (процессный подход). 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.
Отраслевая модель	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, 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. В данной модели направление TechNet выделяется как наиболее важное.
Технологическая модель	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. Технологическая модель, обладает следующими преимуществами: внедрение определенного набора технико-технологических средств, таких как промышленный Интернет, Интернет вещей, цифровые платформы реализации и приобретения промышленного продукта, оптимизировать затраты на приобретение сырья, комплектующих для производства, а также реализации промышленной продукции заказчиком.
Матричная модель	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. «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».

Отметим, что 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 [3]. 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.

Таким образом, 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. Эти изменения переводят производственную систему в новое качественное состояние.

### **Список использованных источников**

1. Цифровая трансформация промышленности Республики Беларусь: стартовые условия и приоритеты / О. Е. Макарук // Брестский государственный технический университет [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/25324/115-120.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Дата обращения: 03.10.2023).
2. Цифровая трансформация организаций промышленности Республики Беларусь: актуальные проблемы и перспективы / Г.А. Хацкевич, Д.В. Муха // Вести Института предпринимательской деятельности № 1 (22) 2020 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/354695710\\_Cifrova\\_a\\_transformacia\\_organizacij\\_promyslennosti\\_Respubliki\\_Belarus\\_aktualnye\\_problemy\\_i\\_perspektivy\\_DIGITAL\\_TRANSFORMATION\\_OF\\_INDUSTRIAL\\_ORGANIZATIONS\\_IN\\_BELARUS\\_CURRENT\\_PROBLEMS\\_AND\\_PROSPECTS](https://www.researchgate.net/publication/354695710_Cifrova_a_transformacia_organizacij_promyslennosti_Respubliki_Belarus_aktualnye_problemy_i_perspektivy_DIGITAL_TRANSFORMATION_OF_INDUSTRIAL_ORGANIZATIONS_IN_BELARUS_CURRENT_PROBLEMS_AND_PROSPECTS) (Дата обращения: 18.11.2023).
3. Проблемы цифровой трансформации предприятий: управленческий аспект / С.Ю. Озорнин, Н.Г. Терлыга // Евразийский Союз Учёных (ЕСУ) #4(73), 2020 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-tsifrovoy-transformatsii-predpriyatij-upravlencheskiy-aspekt/viewer> (Дата обращения: 04.12.2023).