

Развитие производственно-логистических систем: возможности, угрозы и препятствия цифровой трансформации

*Development of production and logistics systems:
opportunities, threats and obstacles to digital transformation*

Мясникова Ольга Вячеславовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры логистики Института бизнеса Белорусского государственного университета

Miasnikova Olga, PhD in Economic sciences, Associate Professor, associate professor at the Department of Logistics, Institute of Business of Belarusian State University

e-mail: miasnikovaov1@gmail.com

Аннотация

Работа посвящена проблеме влияния цифровой трансформации на достижение целей развития производственно-логистических систем. Выделены состав и взаимосвязи элементов производственно-логистических систем. Применительно к производственно-логистическим системам сформулированы целевые характеристики и определяющие их факторы. Показано влияние цифровой трансформации на обеспечение устойчивости, адаптивности, гибкости и эффективности системы. Описаны угрозы цифровой трансформации и препятствия на пути ее осуществления.

Ключевые слова: производственные системы, цифровая трансформация, развитие, инновации, адаптивность, устойчивость, гибкость, эффективность, умное производство, технологии.

Abstract

The paper is devoted to the problem of the digital transformation impact on the achievement of the objectives of production and logistics systems development. The composition and interrelationships of elements of production and logistics systems are highlighted. With reference to production and logistics systems, the target characteristics and their determining factors are formulated. The digital transformation influence on sustainability, adaptability, flexibility and efficiency of the system is shown. The effect of digital transformation on stability, flexibility and efficiency of the system is shown. The threats of digital transformation and obstacles to its implementation are described.

Keywords: production systems, digital transformation, development, innovations, adaptability, sustainability, flexibility, efficiency, smart manufacturing, technologies.

Поступила в редакцию / Received: 04.04.2019

Web: <http://elibrary.miu.by/journals/item.eui/issue.1/article.6.html>

Введение

Цифровая экономика предполагает принципиальное изменение основного источника добавленной стоимости и структуры экономики за счет формирования более эффективных экономических процессов, обеспеченных цифровыми инфраструктурами. Требования современных глобальных рынков связаны с сокращением времени принятия решений, выполнения/реализации проектов и вывода продукции на рынок, что подталкивает бизнес внедрять цифровые технологии. В обстановке всеобщего цифрового ажиотажа шанс принятия успешных непроработанных решений возрастает. Ожидание, что автоматизация, роботизация, информатизация решат проблемы бизнеса, зачастую подменяет решение стратегических вопросов комплексной цифровой трансформации (ЦТ). В условиях ограниченных ресурсов необходимы глубокий анализ, оценка, сопоставление каждого проекта в рамках ЦТ со стратегическими целями развития системы.

Проблемам внедрения цифровых технологий в производство посвящены работы [1–5]. В развитии собственных исследований в области проектирования систем [6–8] в данной статье решается сле-

дующая задача: установить влияние ЦТ на достижение целей развития производственно-логистических систем (ПЛС). Выдвинута гипотеза, что ЦТ обеспечит функциональные преобразования состава и взаимосвязей элементов ПЛС, что создаст возможности устойчивого генерирования добавленной стоимости. Однако преобразование системы несет определенные угрозы и сталкивается с рядом препятствий на пути его осуществления, которые также следует учитывать. Систематизация возможностей, угроз и препятствий ЦТ для развития ПЛС будет полезной в ходе управления проектами комплексной цифровой трансформации бизнеса.

1. Целевые ориентиры развития производственно-логистических систем

Производственно-логистическая система – это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих подразделений промышленного предприятия, обеспечивающих управление материальными и сопутствующими потоками в пределах цикла производства. Она включает в себя оборудование, средства, материалы, компьютерные программы, техническую

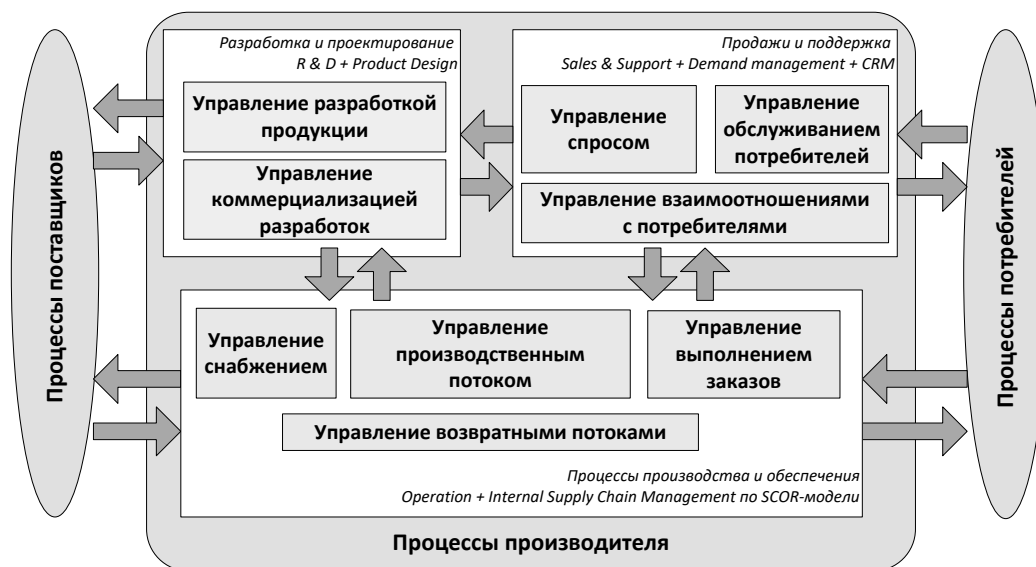


Рисунок 1 – Процессы управления как элементы производственно-логистической системы

Источник: собственная разработка автора.

документацию, услуги и персонал, необходимые для проведения операций, и поддержку в степени, необходимой для самостоятельного использования в предполагаемой среде.

ПЛС как единое целое взаимодействующих элементов обладает характеристиками, которые обязательны в решении задачи оптимизации потоков для обеспечения выпуска необходимой продукции заданного объема и уровня качества в минимальные сроки и с минимальными затратами и рисками. Исходя из процессного подхода, выделим и покажем взаимосвязи процессов управления как структурных элементов ПЛС (рисунок 1).

В общефилософском смысле развитие – необратимое направленное закономерное изменение объекта, в результате которого возникает его новое качественное состояние.

Развитие ПЛС представляет собой освоение нововведений, повышающих степень, в которой ПЛС определена, управляема, измерима, контролируема и результативна, то есть достигается требуемый уровень эффективности преобразования входящих потоков в конечный результат. Построение современного умного производства заключается в придании устойчивости, адаптивности, гибкости и эффективности ПЛС (рисунок 2).

Развитие ПЛС – совокупность действий, обеспечивающих необратимое целенаправленное закономерное изменение свойств (формы), связей (структуры) и внутренней упорядоченности (организации) ПЛС путем выбора и построения того варианта ее архитектуры, который обеспечит наименьший разрыв между желаемым и реальным уровнями характеристик.

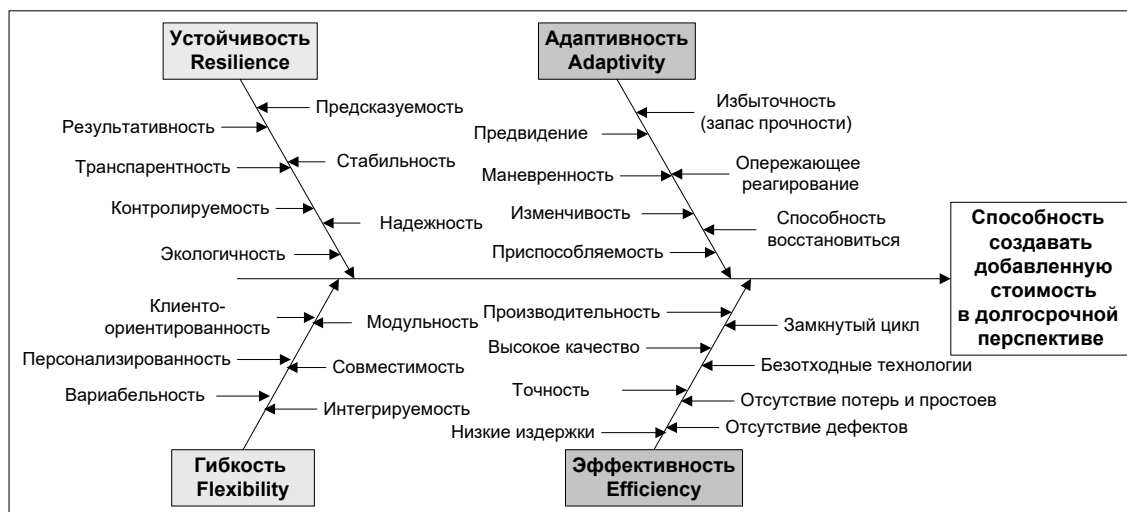


Рисунок 2 – Целевые характеристики ПЛС и факторы, их определяющие

Источник: собственная разработка автора.

2. Цифровая трансформация в решении задач развития производственно-логистических систем

ЦТ какой-либо системы – это постоянная ее перестройка в цифровую, то есть где бизнес-модели, жизненные циклы и бизнес-процессы системы построены на первичности цифрового представления ее основных продуктов и услуг. Ее элементы имеют цифровое представление – формальное, явное, машиночитаемое и машинно-исполняемое описание, которое позволяет компьютеру понять объект, – и связаны цифровым образом. Цифровой объект – совокупность информации в цифровой форме о физическом или виртуальном объекте, процессе, субъекте, физическом лице. Это многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсных ограничений объекта реального. Она играет роль цифрового двойника (digital twin) и с высокой степенью адекватности отражает поведение реального физического объекта. Создание «цифрового двойника» происходит на всех этапах жизненного цикла цепи добавленной стоимости. Совокупность таких моделей образует цифровые активы – комплекс цифровых продуктов и инфраструктур, процесс использования и изменения которых приводит к формированию добавленной стоимости и новой ценности, в том числе выраженной в денежной форме. Взаимодействие между «цифровым двойником» и физическим миром происходит посредством технологий «Интернета вещей» по всей цепочке создания продукта.

Технологии ЦТ находятся на разных уровнях развития и принятия. WEF сформировал технологический радар и определил пять широко распространенных перекрестных подрывных технологий [1]: 1) «Интернет вещей»; 2) расширенная аналитика и искусственный интеллект (AI); 3) дополненная и виртуальная реальность, специализированные носимые устройства (wearables); 4) продвинутая робототехника; 5) 3D-печать. Технологии трансформируют то, что, где и как продукты спроектированы, изготовлены, собраны, распределены, потребляются, обслуживаются после покупки и повторно используются. Они влияют и изменяют все сквозные производственные процессы и, как результат, преобразовывают предприятия в «Умные фабрики» [4].

Анализ [1–4] и других источников позволил выделить возможности цифровых технологий для развития процессов, осуществляемых ПЛС, и систематизировать их в разрезе целевых характеристик ПЛС. Результаты разработки представлены в таблицах 1–3.

3. Угрозы и препятствия, с которыми сталкивается цифровая трансформация производственно-логистических систем

Одной из особо опасных угроз ЦТ является кибербезопасность (кибертерроризм, кибершпионаж, кибервойны и киберпреступность). Утечки информации, мошенничество, кража личных данных, реальных денег и токенов или биткоинов из электронного кошелька, хакерские атаки, создание поддельных доме-

нов известных фирм и брендов, фальшивых платежных систем, терминалов – далеко не полный перечень реальных угроз.

В социальной сфере ПЛС отметим дисбаланс кадрового обеспечения: быстрый рост числа внештатных сотрудников-фрилансеров, появление новых «цифровых» профессий, разрыв в цифровых знаниях между различными поколениями. Угрозой становится и деградация естественного интеллекта: распространение клипового мышления, вытесняющего мыслительные практики, восходящие к логике и традиционной грамотности; рост интеллектуально-психической зависимости от электронных устройств (аутсорсинг функции памяти гаджетам); стирание граней между действительностью и иллюзиями. Возможность анализа больших данных (Big Data) в цифровую эпоху к традиционному вещественному хордингу («порочная страсть собирать все подряд» от англ. hoard – «запас») добавляет цифровой (Digital Hoarding) – им могут страдать как отдельные личности, так и целые предприятия и организации.

Основными препятствиями ЦТ являются унаследованные ключевые технологии, на базе которых построена ИТ-инфраструктура ПЛС. Возникают риск прерывания главных бизнес-процессов при любом изменении унаследованной системы и большие расходы на ее изменение, в том числе из-за нехватки обученного персонала и отсутствия четкого плана миграции бизнес-критичных приложений.

Препятствием является отсутствие системности во внедрении технологий. Так, принципиально важными являются интеграция и совместное использование системы управления жизненным циклом изделия (PLM – Product Lifecycle Management), системы управления проектами и АСУП/ERP-системы, что дает синергетический эффект [8]. PLM-система должна решать задачи как создания инженерных данных (средствами систем: PDM – управление данными об изделии; CAD – проектирование изделий; CAE – инженерные расчеты; CAPP – разработка техпроцессов; CAM – разработка управляющих программ для станков с ЧПУ; MPM – моделирование и анализ производства изделия), так и управления ими (средствами PDM-системы).

При формировании команд по цифровой трансформации в организациях препятствием становятся отсутствие кадров, неправильное определение целей в команде, отсутствие поддержки руководства и отсутствие понимания реализуемых процессов, а также излишний оптимизм и непонимание эффекта отторжения нововведений.

Отторжение инноваций связано с неготовностью предприятий к внедрению и адаптации из-за недостаточной компетентности, а также уязвимостью от импортных поставок техники технологии, размещением информации на облачных серверах, что грозит риском утраты «цифрового суверенитета» и «цифровой колонизации».

Перечень угроз и препятствий не является исчерпывающим и служит предметом дальнейшего обсуждения.

Таблица 1 – Возможности цифровых технологий для развития процессов блока «Разработка и проектирование»

Технологии, преобразующие		Результаты применения технологий, позволяющие обеспечить повышение			
состав элементов	связи элементов	устойчивости	адаптивности	гибкости	эффективности
Облачные сервисы SaaS «Виртуальное конструкторское бюро»	Доступ к инженерному ПО: САПР, PDM, PLM	Сокращение времени принятия конструкторских решений	Отсутствие дублирования данных, параллельный доступ к ним	Совместная работа над проектом, доступ к сервису по необходимости	Снижение затрат на производство классических макетов
3D-сканеры и 3D-принтеры	«Интернет вещей» (IoT)	Оптимизация дизайна изделий, тиражирование решений	Модельные испытания, высокая надежность конструкции	Персонализированная продукция, быстрое прототипирование	Экономия на моделях, снижение материалоемкости
VR-комнаты, «кадволлы», панорамные системы, носимые устройства (wearables): смартфоны, экраны, шлемы, очки, VR-костюм	IoT + дополненная (AR) + виртуальная реальность (VR) = смешанная / объединенная реальность (MR, Mixed / merged reality)	Виртуальная проверка проектирования изделия, его сборки и взаимной стыкуемости элементов; создание полноразмерных прототипов крупных объектов	Фотореалистичная визуализация, натуральное поведение виртуальных прототипов, отработка эргономики изделия и процессов	Подтверждение реализуемости решений и соответствия требованиям, одновременная совместная работа	Бесчертежное проектирование, моделирование поведения изделия в режиме реального времени с учетом реальных размеров, снижение затрат на доработки
Облачные сервисы, платформы	Технология Big Data, расширенная аналитика, машинное обучение	Принятие решений на основе данных	Интерактивное исследование пространства проектных решений	Анализ параметров «а что, если»	Уменьшение повторяемого цикла моделирования при помощи технологии

Таблица 2 – Возможности цифровых технологий для развития процессов блока «Производство и обеспечение»

Технологии, преобразующие		Результаты применения технологий, позволяющие обеспечить повышение			
состав элементов	связи элементов	устойчивости	адаптивности	гибкости	эффективности
RFID-метки, индикаторы, сенсоры, сети, мобильная и спутниковая связь	Промышленный «Интернет вещей» (IIoT)	Превентивный контроль оборудования, дистанционная диагностика, контроль операций	Перераспределение работ на свободные мощности в распределенном производстве	Контроль загрузки оборудования, работа модели SaaS для промышленных объектов	Низкие издержки, редкие простои, скорость переналадки, предиктивный ремонт
Аддитивное производство (3D-Printing)	Системы автоматизированного проектирования, конструирования и производства (CAD / CAE / CAM)	Изготовление деталей, близких к заданной форме	Быстрое изготовление инструментальной оснастки, производство пресс-форм	Высокие эксплуатационные характеристики изделий	Изготовление деталей без инструментальной оснастки с минимальной последующей обработкой
Промышленные ноутбуки, тачпады, проекторы; wearables, интеллектуальная спецодежда; перчатки, шлемы, очки, часы	IoT + дополненная (AR) + виртуальная реальность (VR) = смешанная реальность (MR)	Надежность и точность действий, так как инструкции / данные проецируются поверх предмета	Дистанционное управление оборудованием, беспилотниками, дронами	Обучение персонала на виртуальных тренажерах	Контроль движения работника, снижения брака, простоев
Продвинутые роботы	IIoT, MES и ERP	Исключение человеческого фактора, стабильность повторяемости позиционирования	Система обратной связи и самообучения, гибридный подход, выполнение всего цикла аппаратными комплексами	Быстрая переналадка, выполнение опасных и тяжелых операций, сочетание нескольких видов обработки	Экономия на персонале, высокая производительность, точность, бездефектность, скорость переналадки

Окончание таблицы 2

Технологии, преобразующие		Результаты применения технологий, позволяющие обеспечить повышение			
состав элементов	связи элементов	устойчивости	адаптивности	гибкости	эффективности
Координатно-измерительные машины, лазерные 3D-сканеры	IoT, технологии машинного обучения и искусственного интеллекта	Возможность автоматизировать измерения, высокая точность и скорость измерений	Прогнозирование выходов из строя оборудования	Прогноз результатов исходя из анализа и оптимизации режимов всей технологической цепочки	Экономия, так как из процесса контроля качества исключен человеческий фактор

Таблица 3 – Возможности цифровых технологий для развития процессов блока «Продажи и поддержка»

Технологии, преобразующие		Результаты применения технологий, позволяющие обеспечить повышение			
состав элементов	связи элементов	устойчивости	адаптивности	гибкости	эффективности
Дроны, сенсоры и датчики	IoT	Оперативный мониторинг движения товаров и услуг	Опережающее реагирование на потребности в ремонтах и ТО	Персонализация потребления, эффективность работы, степень удовлетворенности клиентов	Улучшение клиентского опыта, предсказуемость эксплуатации
Носимые устройства (wearables): очки, VR-шлем	IoT + дополненная (AR) + виртуальная реальность (VR)	Точный подбор товара (размеры, цвета)	Виртуальный проект / прототип, 3D-визуализация	Эффект личного присутствия при удаленном осмотре	Демонстрация отсутствующего товара, экономия торговых и складских площадей
Облачные сервисы, платформы e-SCM, e-commerce	Искусственный интеллект, машинная аналитика (нейронные алгоритмы прогнозирования)	Устранение сбоев в управлении цепочками поставок	Обработка и анализ больших массивов неструктурированных данных	Распознавание образов, узнавание клиента, персональные рекомендации, дистанционный заказ и оплата	Предиктивное предложение, точность удовлетворения спроса

Заключение

Достижение целей развития ПЛС возможно за счет комплекса цифровых технологий по всей цепочке создания продукта. Функциональные преобразования затрагивают состав и взаимосвязи элементов ПЛС, что создает возможности устойчиво генерировать добавленную стоимость, адаптироваться и гибко реагировать на спрос. Систематизированы возможности, угрозы и препятствия цифровой трансформации для развития ПЛС, что должно учитываться в стратегии комплексной цифровой трансформации бизнеса.

Литература / References

- [1] Technology and Innovation for the Future of Production: Accelerating Value Creation In collaboration with A.T. Kearney [Electronic resource] // WEF. – Mode of access: http://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Technology_Innovation_Future_of_Production_2017.pdf. – Date of access: 30.10.2018.
- [2] 10th annual Tech Trends report [Electronic resource] // Deloitte Insights. – Mode of access: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/TechTrends-2019/DI_TechTrends2019.pdf. – Date of access: 30.04.2019.
- [3] Tan, W.K. The future of production: IoT, AI, robotics, wearables and 3D-printing [Electronic resource] / W.K. Tan. – Mode of access: <https://www.enterpriseinnovation.net/article/future-production-iot-ai-robotics-wearables-and-3d-printing-51643031>. – Date of access: 30.10.2018.
- [4] The smart factory: Responsive, adaptive, connected manufacturing [Electronic resource] / R. Burke [et al.]. – Mode of access: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/smart-factory-connected-manufacturing.html>. – Date of access: 30.10.2017.
- [5] Цифровое производство: методы, экосистемы, технологии. Рабочий доклад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2018/04_april/12/cifrovoe-proizvodstvo-032018.pdf. – Дата доступа: 20.12.2018.
- Tsifrovoye proizvodstvo: metody, ekosistemy, tekhnologii. Rabochiy doklad [Electronic resource]. – Mode of access: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2018/04_april/12/cifrovoe-proizvodstvo-032018.pdf. – Date of access: 20.12.2018.
- [6] Мясникова, О.В. Трансформация цепей поставок как ответ на вызовы четвертой промышленной революции / О.В. Мясникова // Экономика. Управление. Инновации. – 2018. – № 1 (3). – С. 50–54.
- Miasnikova, O.V. Transformatsiya tsepey postavok kak otvet na vyzovy chetvertoy promyshlennoy revolyutsii / O.V. Miasnikova // Ekonomika. Upravleniye. Innovatsii. – 2018. – № 1 (3). – P. 50–54.
- [7] Мясникова, О.В. Цифровая трансформация логистических систем дистрибуции при переходе на модели экономики замкнутого цикла / О.В. Мясникова // Экономика. Управление. Инновации. – 2018. – № 2 (4). – С. 3–10.
- Miasnikova, O.V. Tsifrovaya transformatsiya logisticheskikh sistem distributsii pri perekhode na modeli ekonomiki zamknutogo tsikla / O.V. Miasnikova // Ekonomika. Upravleniye. Innovatsii. – 2018. – № 2 (4). – P. 3–10.
- [8] Мясникова, О.В. Lean innovation: Design Thinking approach to logistics services design process / О.В. Мясникова // Бизнес. Инновации. Экономика: сб. науч. ст. / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т, Ин-т бизнеса БГУ. – 2018. – Вып. 2. – С. 213–218.
- Miasnikova, O.V. Lean innovation: Design Thinking approach to logistics services design process / O.V. Miasnikova // Biznes. Innovatsii. Ekonomika: sb. nauch. st. / M-vo obrazovaniya Resp. Belarus, Belorus. gos. un-t, In-t biznesa BGU. – 2018. – Issue. 2. – P. 213–218.