

Трансформация цепей поставок как ответ на вызовы четвертой промышленной революции

Supply chains transformation as response to the industry 4.0 challenges

Мясникова Ольга Вячеславовна, кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры логистики ГУО «Институт бизнеса Белорусского государственного университета»

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

e-mail: miasnikovaov1@gmail.com

Аннотация

Работа посвящена проблеме формирования умных цепей поставок и логистики в Индустрии 4.0. Определена цель преобразования цепи поставок в адаптивную умную сеть поставок. Показано, что формирование умной сети поставок связано с увеличением структурной гибкости за счет цифровых сетей, а также с внедрением алгоритмов быстрого реагирования. Описана структура умной сети поставок и комплекс цифровых технологий, обеспечивающих возможности умных цепей поставок. Исследованы сценарии цифровизации для обеспечения трансформации цепей поставок.

Ключевые слова: цепи поставок, организационная структура, цифровая экономика, Индустрия 4.0, адаптивные системы, цифровизация, трансформация.

Abstract

Work is devoted to a problem of forming of smart supply chain and logistics in Industry 4.0. The goal for the Supply Chain transforming into an adaptive Smart Supply Network has determined. It is shown that the Smart Supply Network formation is due to increase structural flexibility by digital networks as well as the introduction of rapid response algorithms. The structure of Smart Supply Network and complex of digital technologies enabling smart supply chains capabilities is described. The digitization scenarios to enable supply chains transformation are investigated.

Keywords: supply chain, organizational structure, digital economy, Industry 4.0, adaptive systems, digitalization, transformation.

Поступила в редакцию / Received: 28.05.2018

Web: <http://elibrary.miu.by/journals/item.eui/issue.1/article.9.html>

Введение

Цепь поставок обеспечивает движение материальных, финансовых и информационных потоков от источников исходного сырья до конечного потребителя вдоль всей цепи создания стоимости продукта. В условиях Четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) для создания конкурентных преимуществ на динамично меняющихся рынках на основе кастомизации сервиса, минимизации издержек и повышения надежности, гибкости и устойчивости требуется изменение цепей поставок. Ставится задача сделать цепь поставок гибкой, быстро реагирующей на изменения рынка, устойчивой к влиянию факторов неопределенности, эффективной и конкурентоспособной. Актуальным является выявление сценариев и возможностей цифровых технологий для трансформации цепей в адаптивную цифровую сеть поставок.

1. Цели трансформации цепей поставок

Цепь поставок (Supply Chain, SC) – это совокупность потоков и соответствующих им кооперационных и координационных процессов между различными участ-

никами цепи создания стоимости для удовлетворения требований потребителей в товарах и услугах. SC традиционно линейны по своей природе. Процессы выполняются дискретно последовательно и с учетом обратной связи (рисунок 1).

Производители, торговые, транспортные, складские организации, провайдеры логистических услуг как звенья SC используют различные алгоритмы функционирования, исходя из выполняемых функций и осуществляемых процессов. Алгоритмы охватывают весь жизненный цикл товара, включая процессы проектирования новых изделий, обеспечения мощностями и материальными ресурсами, их преобразования в продукцию, ее реализацию, осуществление послепродажного обслуживания и утилизацию. Координация и синхронизация работ звеньев SC требует использования современных методов управления. Огромное количество необходимой для управления информации образуется и частично фиксируется и используется через Интернет вещей (IoT), датчики различных систем контроля производства и элементы инфраструктуры, мобильные телефоны, GPS. Непосредственной задачей управления цепями поставок стал поиск способа отслеживания, хранения, анализа и эффективного использования этих данных.



Рисунок 1 – Цепь поставок: традиционный подход

Примечание: разработка автора на основе [1]

Целью трансформации цепи является ее преобразование в динамичную **умную сеть поставок** (Smart Supply Network, SSN) [1]. SSN должна работать как адаптивная система, т.е. автоматически изменять данные алгоритма своего функционирования и/или свою структуру с целью сохранения или достижения оптимального состояния при изменении внешних условий [2]. SSN формируется так, чтобы в режиме реального времени учитывать индивидуальные требования заказчиков, изменение объемов поставок или при необходимости вносить оперативные изменения в ход выполнения уже запущенных заказов. SSN осуществляет кастомизированные поставки и управляет непосредственным производством исходя из интегрированной из различных источников информации. Это позволит обеспечить гибкость, способность изменять конфигурацию под индивидуальные требования клиентов, ускорить выход новых продуктов на рынок, устойчиво функционировать даже в случае технологических или информационных сбоев и отклонений, сглаживать негативные последствия колебаний спроса.

2. Цифровизация бизнес-процессов для создания умной сети поставок

Формирование SSN становится невозможным без цифровой трансформации бизнес-процессов всех звеньев системы. Цифровая трансформация – это переход взаимодействия всех участников сети на модель, основанную на переносе большинства бизнес-процессов в онлайн, использовании современных электронных каналов связи и способов учета и хранения информации, электронного документооборота, электронной коммерции.

Следует согласиться с мнением [3], что диджитализация – это не только вопрос о передовой автоматизации, но также потребность охватить три производственных измерения:

- вертикальная интеграция, гибкие и реконфигурируемые производственные системы внутри предприятий («умные фабрики»);
- горизонтальная интеграция внутригрупповых цепей добавленной стоимости («умные цепи поставок»);
- интеграция жизненных циклов продуктов и цифровой инженерной деятельности по всей цепочке создания стоимости продукта и связанной с ней системой производства.

Трансформация цепи поставок в адаптивную SSN может идти по двум направлениям [2]:

- повышение структурной гибкости с возможностью формирования новых структур – цифровых сетей;
- внедрение алгоритмов быстрого реагирования на внешние воздействия в действующих структурах.

На рисунке 2 схематично представлена структура SSN и цифровые технологии, обеспечивающие ее функционирование.

Все больше находят применение в распределении товаров, транспортировке, управлении запасами цифровые технологии: искусственный интеллект, дополненная и смешанная реальность, аналитика больших данных (Big Data), Интернет вещей (IoT), Blockchain, Облачные сервисы, аддитивные технологии. Для ритейлеров и магазинов цифровой бизнес ведется в двух направлениях: персонализация обслуживания и управление запасами на основе IoT. Кастомизация продуктов для каждого запроса клиента базируется на использовании смешанной реальности (mixed reality), позволяющей клиентам при помощи устройств манипулировать с виртуальным объектом, 3D-сканом реального объекта либо приносить голографическое изображение другого человека в свой виртуальный мир. Пилотный проект фирмы Lowe's для создания индивидуальных дизайн проектов кухонь инструментами смешанной реальности и технологией HoloLens был запущен в двух в демонстрационных залах [6].



Рисунок 2 – Цифровые технологии в умной сети поставок

Примечание: разработка автора на основе [1, 4, 5]

Виртуальное производство (Virtual Factory) реализует идею управления цепочками поставок и создания добавленной стоимости через интеграцию продуктов и услуг, глобальное сетевое производство. Оно подразумевает объединение Цифровых и «Умных» фабрик в распределенную сеть и управление ею на уровне глобальных цепочек поставок (поставки – производство – дистрибуция и логистика – сбыт – сервис) при помощи единой виртуальной модели всех процессов [7]. Цифровая фабрика (Digital Factory) реализует переход к персонализированному производству и смещает акценты в область проектирования новых изделий. Ее ядром является триада «цифровое проектирование и моделирование – новые материалы – аддитивные технологии» [7]. А драйвером выступает новая парадигма цифрового проектирования и моделирования – Smart Digital Twin [(Simulation & Optimization) – Based Smart Big Data]-Driven Advanced (Design and Manufacturing) [7, 8]. Применение таких методов, как цифровое моделирование и оптимизация, виртуальное прототипирование, численный виртуальный эксперимент, анализ методом конечных элементов, создание цифровых двойников выпускаемого продукта и производственных процессов обеспечивает получение глобального конкурентоспособного продукта.

Цифровой Двойник (Digital Twin), как программный аналог физического устройства продукции / производства, позволяет осуществлять виртуальное его моделирование и оптимизацию [8]. Объединение цифрового двойника объекта/продукта и цифрового двойника производства в рамках единой цифровой модели на основе выполнения десятков тысяч виртуальных испытаний в процессе «цифровой сертифи-

кации» ведет к формированию «умного» цифрового двойника первого уровня. Уровень адекватности цифрового двойника повышает «умная» цифровая тень объекта, создаваемая за счет оперативной информации о функционировании конкретного объекта/продукта при помощи промышленного интернета вещей (IIoT) и диагностики (Health Monitoring System, HMS) [8].

Гибкое производство и автоматизации строятся на основе промышленного интернета вещей (IIoT). Объединение в сети оборудования с датчиками с высоким интеллектом и частичной автономностью, а также вынесенные на высокопроизводительные серверы или в облака MES и ERP системы дают визуализацию технологического процесса в режиме реального времени. Обработка огромного неупорядоченного объема разрозненной информации при помощи технологии больших данных (Big Data) позволит смоделировать оптимальное протекание процессов, определив наилучшие значения технологических параметров, полностью автоматизируют и оптимизируют производство, исключив человеческий фактор [9]. Метод машинного обучения позволяет решать задачи в режиме реального времени. При этом алгоритм решения при условии достаточного количества данных для обучения постоянно совершенствуется и устраняет ошибки прошлого, сопоставляя ретроспективные данные с полученным результатом, извлекая ценный опыт.

Управление запасами на основе IoT основано на получении и дальнейшей обработке информации с датчиков, камер, RFID-меток, специальных считывателей и датчиков для контроля, что позволяет в режиме реального времени спрогнозировать покупательский

спрос, обеспечить должный уровень доступности товаров на прилавках и в складских запасах, организовать автоматическое пополнение [5, 6, 9].

Цифровой реверс-инжиниринг, аддитивное производство для модельных испытаний и быстрого прототипирования методом 3D-печати, продвижение и продажи через виртуальную реальность и сервис с помощью дополненной реальности – вот далеко не полный перечень апробированных ведущими предприятиями цифровых технологий, которые лягут в основу виртуальной фабрики [4, 5, 6, 7].

3. Проблемы формирования умных сетей поставок

Выстраивание SSN связывается со сценариями проникновения цифровых технологий в проектирование как сети поставок (Digital Supply Network Design), так и самих предприятий (Digital Factory Design) [3, 10]. Концепции создания расширенных цепей поставок (Extended Supply Chain) и управления жизненным циклом продуктов (Product Lifecycle Management) требуют формирования интегрированного распределенного бизнес-процесса. Адаптивность SSN может быть обеспечена на базе непрерывного информационного обмена актуальными данными, мониторинга оперативных изменений и поддержки принятия решений в случае отклонений в цепи поставок, путем внедрения алгоритмов быстрого реагирования. Сценарии цифровизации включают в себя возможности автоматизированного поиска поставщиков продукции и сервисов, электронных закупок (Automated e-Sourcing), умных омниканальных решений фулфилмента для электронной коммерции (Omni-channel Smart Fulfillment Solution), планирования работы предприятия в режиме реального времени (Real-time Factory Scheduling), гибкой автоматизации производства (Flexible Factory Automation), цифровых производственных процессов (Digital Production Processes), цифрового качества продукции (Digital Product Quality) [3, 10].

Формирование адаптивной структуры SSN возможно на основе разделения процессов на фиксированную и гибкую части [2]. Часть процессов выполняется заранее определенными звеньями, а другая часть передается звеньям, выбранным по определенным критериям из ряда альтернатив. Для снижения неопределенности и установления тесных связей формируются долгосрочные стратегические альянсы с первой группой звеньев. Наличие структурно-функционального резерва звеньев SSN делает возможным оперативное реагирование на колебания спроса, изменение требований к продуктам, сбои в процессе исполнения заказов. Снизить риски неопределенности может также определенная избыточность (страховые запасы, резервы мощностей) в организационной, функциональной, информационной и технологической структурах, но она связана с дополнительными издержками, которые необходимо сопоставлять с эффектом от повышения уровня сервиса.

Координацию звеньев SSN должна обеспечить общая информационная архитектура (ядро), которая выполнит стыковку различных IT-технологий для достижения максимального уровня актуальности дан-

ных, для быстрого эффективного клиентоориентированного реагирования. Это требует наличия сквозного документирования бизнес-процессов (например, на основе SCOR, ISO и CALS-стандартов), унификации данных в рамках электронных каталогов, интеграции систем планирования ресурсов предприятия (ERP), управления данными об изделии (PDM), управления событиями в цепях поставок (SCEM), мониторинга цепей поставок (SCMo) [2].

Предприятиям необходимо переходить от осведомленности о цифровых технологиях к разработке плана и внедрению комплексной цифровой трансформации (ЦТ). Такой план может включать в себя: 1) формирование инновационного видения, целей и задач ЦТ; 2) формулирование и ранжирование идей, определение возможностей и ограничений, оценку текущей зрелости цифровых решений предприятия, выделение зон улучшений, выбор и детализацию бизнес-модели; 3) организацию внедрения, определение структур и процессов, необходимых для управления инновациями, тестирование на пилотных проектах; 4) запуск идей, прототипирование, обратную связь от клиентской аудитории, исполнителей производственных задач. Для прототипирования продуктов и моделирования бизнес-процессов создаются и активно работают специальные пространства – мобилизаторы, которые наследуют функционал и культуру стартап-акселераторов. Это мейкерспейсы, хакспейсы, инкубаторы, фаблабы, техшопы, акселераторы, инкубаторы, инновационные лаборатории, корпоративные центры инноваций и коворкинги [7]. Апробацию и верификацию технологий, валидацию разработанных продуктов должны проводить центры тестирования и виртуальные полигоны. Цифровая трансформация совокупности бизнес-моделей, менеджмента и способов производства затрагивает всех участников цепи поставок и требует наличия и специалистов, способных использовать функционал цифрового бизнеса.

Заключение

Трансформация цепей поставок предусматривает интеграцию цифровых технологий по всей цепочке создания продукта, формирование цифровых двойников и теней цепи поставок, использование. Трансформация цепи поставок в адаптивную умную сеть поставок идет за счет формирования цифровых сетей и внедрения алгоритмов быстрого реагирования. Для эффективной цифровой трансформации инновационные компании не только поставляют технические решения, но и выступают катализатором процессов адаптации новых технологий и бизнес-моделей. Поскольку масштаб изменений огромен, а знаний и опыта в сфере цифровых технологий действующим предприятиям не хватает, то реализация инновационных проектов цифровой трансформации цепей поставок потребует совместной работы университетов, проектных команд и проектных консорциумов из специалистов/компаний, обладающих компетенциями мирового уровня для решения инженерно-технологических проблем-вызовов.

Литература / References

- [1] Burke, R. 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.
- [2] Иванов, Д.А. Управление цепями поставок / Д.А. Иванов. – СПб.: Изд. Политехнического университета, 2010. – 660 с.
Ivanov, D.A. Upravleniye tsepyami postavok / D.A. Ivanov. – SPb.: Izd. Politeknicheskogo universiteta, 2010. – 660 p.
- [3] Принятие решений в цифровой экономике. Опыт Великобритании / В. П. Куприяновский, С. Н. Евтушенко, О. Н. Дунаев [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5, № 4. – С. 63–73.
Prinyatiye resheniy v tsifrovoy ekonomike. Opyt Velikobritanii / V.P. Kupriyanovskiy, S.N. Evtushenko, O.N. Dunayev i dr. // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5, No. 4. – С. 63–73.
- [4] Индустрия 4.0: Создание цифрового предприятия [Электронный ресурс] // PwC. – Режим доступа: https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf. – Дата доступа: 20.11.2017.
Industriya 4.0: Sozdaniye tsifrovogo predpriyatiya [Electronic resource] // PwC. – Mode of access: https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf. – Date of access: 20.11.2017.
- [5] Цифровое производство: методы, экосистемы, технологии. Рабочий доклад [Электронный ресурс] // Сколково. Московская школа управления. – Режим доступа: <http://odm3.io/>. – Дата доступа: 20.12.2017.
Tsifrovoye proizvodstvo: metody, ekosistemy, tekhnologii. Rabochiy doklad [Electronic resource] // Skolkovo. Moskovskaya shkola upravleniya. – Mode of access: <http://odm3.io/>. – Date of access: 20.12.2017.
- [6] Issel, T. The Future of Retail with Mixed Reality and AI Technology [Electronic resource] / T. Issel. – Mode of access : <https://enterprise.microsoft.com/en-us/articles/industries/retail-and-consumer-goods/the-future-of-retail-with-mixed-reality-and-ai-technology/>. – Date of access : 30.09.2017.
- [7] Национальная технологическая инициатива (НТИ) [Электронный ресурс] // Государство. Бизнес. ИТ. – Режим доступа: <http://tadviser.ru/a/329528>. – Дата доступа: 20.04.2018. Natsional'naya tekhnologicheskaya initsiativa (NTI) [Electronic resource] // Gosudarstvo. Biznes. IT. – Mode of access : <http://tadviser.ru/a/329528>. – Date of access : 20.04.2018.
- [8] Боровков, А.И. «Умные» цифровые двойники – основа новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения [Электронный ресурс] / А.И. Боровков, Ю.А. Рябов, В.М. Марусева. – Режим доступа: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2018/04_april/12/Tramplin-k-uspehu-N13-2018.pdf. – Дата доступа: 20.04.2018.
Borovkov, A.I. «Umnnye» tsifrovyye dvoyniki – osnova novoy paradigmy tsifrovogo proyektirovaniya i modelirovaniya global'no konkurentosposobnoy produktsii novogo pokoleniya [Electronic resource] / A.I. Borovkov, Yu.A. Ryabov, V.M. Maruseva. – Mode of access: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2018/04_april/12/Tramplin-k-uspehu-N13-2018.pdf. – Date of access : 20.04.2018.
- [9] Adgaonkar, A. Bringing the power of IoT to supply chain management [Electronic resource] / A. Adgaonkar. – Mode of access : <https://enterprise.microsoft.com/en-us/articles/industries/discrete-manufacturing/bringing-the-power-of-iot-to-supply-chain-management/>. – Date of access : 30.01.2018.
- [10] Jagjit Singh Srani. The digital supply chain revolution: A mountain worth climbing? [Electronic resource] / Jagjit Singh Srani. – Mode of access: <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/the-digital-supply-chain-revolution-a-mountain-worth-climbing/>. – Date of access : 20.02.2018.