

Цифровая экономика**ФРЕЙМВОРК ПО РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ СОВМЕСТНОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ
(CPFR) В ЦИФРОВЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК**

Статья рекомендована к публикации членом редакционного совета Б.Б. Славиным 28.12.2022.

Гордов Артем Андреевич

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Высшая школа бизнеса,
Департамент бизнес-информатики, аспирант
Москва, Российская Федерация
agordov@hse.ru*

Аннотация

Работа посвящена проблематике реализации концепции CPFR в цифровых цепях поставок. В работе рассмотрены элементы концепции CPFR, описано понятие цифровых цепей поставок и представлены технологии, входящие в цифровой континуум цифровых цепей поставок. Предложен фреймворк по реализации концепции CPFR в цифровых цепях поставок. Предложенный фреймворк может использоваться в проектах цифровых преобразований в цепях поставок с фокусом на межорганизационное сотрудничество и применяться в формировании полнофункциональных цифровых решений в цепях поставок.

Ключевые слова

CPFR; цифровые цепи поставок; межорганизационное сотрудничество; цифровые технологии

Введение

Увеличение волатильности внешней среды существенно сказывается на роли межорганизационного сотрудничества в современных цепях поставок: стремительно меняются контрагенты, усложняются цепи поставок, появляются новые эшелоны для обеспечения бесперебойности поставок. Резкие глобальные потрясения – в частности, пандемия COVID-19, санкционное давление на российскую экономику – заставили переосмыслить важность поддержания интеграции логистических функций контрагентов цепей поставок [1]. Для поддержания бесперебойной работы цепей поставок в условиях внешних изменений необходимым фокусом внимания является усиление интеграции между партнерами, совместная выработка и принятие коллегиальных решений. Применение логистической технологии CPFR (collaborative planning, forecasting and replenishment) – совместного планирования, прогнозирования и пополнения запасов – позволяет выполнять данную оркестровку принятия решений между участниками цепи поставок.

В то же время цифровая революция меняет бизнес-процессы на предприятиях в самых разных отраслях экономики. Применение цифровых технологий оказывает существенное влияние на управление цепями поставок [2]: цифровые решения преобразовывают существующие бизнес-модели и формируют новые, обеспечивают компаниям выходы на новые рынки. В новых условиях зарождаются цифровые цепи поставок [4] – набор взаимосвязанных мероприятий, выполняемых в цепях поставок с применением цифровых технологий. Другими словами, цифровая цепь поставок [4] представляет собой интеллектуальный процесс с добавленной стоимостью, в котором используются новые подходы и цифровые технологии для создания конкурентоспособной ценности и сетевых эффектов.

© Гордов А.А., 2024

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>
https://doi.org/10.52605/16059921_2024_01_11

Цифровые цепи поставок выступают основой реализации современных логистических технологий и концепций [3]. Однако в научной литературе недостаточно исследован вопрос реализации современных логистических концепций в рамках цифровых цепей поставок. Данная работа направлена на устранение данного пробела с фокусом на концепцию CPFR как одну из ключевых логистических концепций, описывающих совместную деятельность, согласование целей, разрешение конфликтов и выработку коллегиальных решений в цепях поставок.

С этой целью в настоящей работе проведено исследование реализации концепции совместного планирования, прогнозирования и пополнения запасов (CPFR) в цифровых цепях поставок. Для этого в работе проанализирована связанная с тематикой CPFR и цифровых цепей поставок в контексте совместной работы литература, определены основные характеристики концепции CPFR, в том числе определены ее преимущества в контексте сотрудничества в цепях поставок. В работе проанализирована литература по цифровым цепям поставок, раскрыто понятие цифровых цепей поставок в контексте выполнения задач сотрудничества в цепях поставок. Наконец, предложен фреймворк по реализации концепции CPFR в цифровых цепях поставок.

1 Анализ концепции CPFR

Концепция совместного планирования, прогнозирования и пополнения запасов (CPFR) является сравнительно устоявшейся в логистической практике. Первые рекомендации по методологии CPFR возникли в 1998 году в опубликованных материалах Добровольной межотраслевой ассоциации по разработке коммерческих стандартов (VICS), являющейся сегодня правообладателем на всю методологию по данной концепции. В современных исследованиях [5, 25] CPFR определяется как процесс сотрудничества, в рамках которого партнеры могут совместно планировать ключевые активности в цепи поставок, начиная с производства и доставки сырья и материалов и заканчивая производством и доставкой готовой продукции конечному потребителю. Соответственно, целью данного процесса можно назвать организацию процесса планирования в цепи поставок путем оптимизации информационного обмена и налаживания взаимодействия согласно разработанным правилам для преодоления ограничений при удовлетворении потребительских ожиданий.

Процесс сотрудничества, реализуемого в рамках CPFR, можно условно разделить на четыре составляющие: бизнес-планирование, управление спросом и поставками, выполнение операций, необходимых для пополнения запасов в цепи поставок, а также анализ и совершенствование совместной деятельности. Исходя из этого разделения сформулированы основные задачи, решаемые в рамках CPFR [6, 24]:

В части бизнес-планирования:

- разработка правил взаимодействия – постановка совместных стратегических целей взаимодействия, распределение ролей и обязанностей, определение процедур оценки;
- разработка совместного бизнес-плана – определение и спецификация ключевых мероприятий, которые позволят повысить уровень продаж в заданном периоде.

В части управления спросом и поставками:

- прогнозирование спроса – определение величины спроса в местах продаж;
- планирование заказов – разработка плана размещения заказов и оценка необходимых ресурсов на их выполнение.

В части выполнения операций:

- размещение заказов – выполнение плана размещения заказов;
- выполнение заказов – производство, отгрузка и доставка, приемка и размещение продукции.

В части анализа деятельности:

- управление позициями с нестабильным спросом – мониторинг и контроль продаж позиций, отклонение продаж которых выходит за рамки прогнозных значений;
- анализ результатов – оценка достижения поставленных целей взаимодействия согласно разработанным процедурам, анализ причин отклонений от плановых значений и корректировка стратегии либо бизнес-процессов.

В литературе отмечаются существенные преимущества применения CPFR в деятельности предприятий. Так, отмечается [7], что применение CPFR улучшает взаимодействие и интеграцию между партнерами в цепях поставок, что на операционном уровне приводит к существенному

сокращению запасов в цепи поставок; исследователи показывают [8], что внедрение данной концепции приводит к уменьшению длительности сроков поставки, увеличению точности прогнозов спроса, улучшению финансовых показателей, а также повышению конкурентоспособности всех участников цепи поставок. Отмечено [9], что внедрение CPFR сокращает логистические затраты в цепи поставок.

Внедрение концепции CPFR приводит к улучшению не только операционных показателей деятельности, но и стратегических аспектов. При реализации данной концепции контрагенты в цепях поставок переходят в глубокую интеграцию друг с другом, согласовывают цели отдельных участников цепи поставок для достижения общей цели, усиливают контроль над общей деятельностью и разрешают конфликты, синтезируют новые знания. Совместная работа выходит за рамки улучшения операционной деятельности отдельных участников цепи поставок – фокусом внимания становится интегрированное планирование, поиск консенсуса при совместном принятии решений, оркестровка и принятие коллегиальных решений для обеспечения общих целей цепи поставок.

Однако, в условиях глобальной нестабильности и усложнения цепей поставок, без соответствующей информационной и аналитической поддержки данная работа становится затруднительной. Решением по обеспечению эффективной совместной работы в рамках концепции CPFR могут стать цифровые цепи поставок.

2 Цифровые цепи поставок как основа совместной работы в цепях поставок

Построение цифровой экономики нельзя представить без применения соответствующих цифровых решений и технологий, а цифровая трансформация меняет подходы компаний к управлению цепями поставок [11]. Под цифровой трансформацией подразумевается изменение традиционных бизнес-моделей и внедрение инновационных способов выполнения заданного функционала в процессы управления с применением современных цифровых технологий. Цифровая цепь поставок [4; 10] считается интеллектуальным, ориентированным на клиента, системно интегрированным, глобально подключенным и управляемым данными механизмом, который использует новые технологии для предоставления продуктов и услуг. Отмечается, что цифровые цепи поставок являются результатом цифровой трансформации традиционных цепей поставок. Цифровые цепи поставок обеспечивают более широкую доступность информации и усиление сотрудничества, что в итоге ведет к повышению доверия, гибкости и производительности в цепях поставок [12]. Реализация цифровых цепей поставок заключается в сочетании стратегий, подходов и цифровых инструментов, которые поддерживают взаимодействие между всеми контрагентами в цепи поставок [13].

Выбор цифровых решений в рамках цифровых цепей поставок зависит от определяемых задач. В рамках данной статьи основной фокус идет на решение задач в области обеспечения реализации сотрудничества участников цепи поставок. Среди данных задач: построение единой сети хранения и обмена информацией, организация совместного планирования и согласования решений, а также контроль и мониторинг в цепях поставок.

Для решения вышеуказанных задач применяются различные цифровые технологии. Как показывают научные обзоры [14, 19], в перечень ведущих технологий, определяющих континуум цифровой среды в цепях поставок, включают следующие: мультипартийные сети (Multi-party network), облачные сервисы (Cloud services), распределенные реестры (Blockchain), цифровые двойники (Digital twins), аналитика больших данных (Big data analytics), искусственный интеллект (Artificial intelligence) и машинное обучение (Machine learning).

Основу для межорганизационного сотрудничества между сообщества участников цепи поставок закладывают мультипартийные сети (Multi-party network). Мультипартийная сеть – это сеть обмена информацией, в которую входят все участники цепи поставок к единому источнику информации в режиме реального времени. Часто реализация мультипартийной сети происходит с применением облачных сервисов (Cloud services) – технологии предоставления сетевого доступа в режиме «по требованию» к коллективно используемому набору настраиваемых вычислительных ресурсов. Совместное применение технологий мультипартийных сетей и облачных сервисов закладывает фундамент для построения единой сети обмена информацией, а также развития сотрудничества и применения цифровых технологий в цепях поставок. Облачные сервисы являются эффективным средством интеграции информации по всей цепочке поставок для

предоставления всеобъемлющих и надежных данных об управлении запасами, о спросе благодаря доступу к данным в режиме реального времени, улучшая обмен информацией с партнерами по цепочке поставок и клиентами.

Цифровую среду цепей поставок также составляет технология распределенных реестров (Blockchain, блокчейн). Блокчейн представляет собой многофункциональную и многоуровневую технологию, предназначенную для надежного децентрализованного и прозрачного учета и контроля различных активов и операций. Действия участников строятся вокруг смарт-контрактов – фактически компьютерного кода, регистрирующего факты осуществления различного взаимодействия между участниками цепи поставок [14]. При этом каждый блок информации зашифрован и ссылается на предыдущий блок, вследствие чего данные, регистрируемые в системе, не могут быть изменены. Создается своеобразная сеть операций, информацию о которых нельзя подделать. В контексте управления цепями поставок данная технология позволяет решить проблему безопасности прохождения транзакционной информации и обеспечения доверия между участниками цепи поставок, одну из самых сложных проблем в осуществлении межорганизационного сотрудничества [15].

Важной технологией в цифровых цепях поставок являются цифровые двойники (Digital twins). Цифровой двойник в цепях поставок [16] – это цифровое представление физической цепи поставок. С применением технологий мультипартийной сети, облачных сервисов и блокчейн цифровой двойник цепи поставок формирует модель, которая всегда отражает состояние цепи поставок в режиме реального времени. Построение цифрового двойника цепи поставок закладывает основу для проведения имитационного и сценарного моделирования [20], что означает поддержку принятия централизованных решений и совместного планирования на уровне всей цепи поставок.

Цифровые двойники цепей поставок включают в себя автоматизированную обработку и анализ данных, полученных с объекта управления. Поддерживающей ИТ-технологией для решения данной задачи является аналитика больших данных (Big data analytics), которая в рамках цепей поставок представляет собой применение передовых методов аналитики данных в цепях поставок к наборам данных, объем которых требует использования техник из технологического стека больших данных. Для разработки оптимизационных решений по управлению и совместному планированию в цепях поставок необходимо использование технологии искусственного интеллекта (Artificial intelligence) [18], заключающейся в применении расширенного анализа и методов на основе логики для интерпретации событий, поддержки и автоматизации решений и выполнения действий, технологии машинного обучения (machine learning), заключающейся в разработке алгоритмов, способных самостоятельно эффективно обрабатывать большие объемы информации. Так, в исследованиях [17] отмечается, что для оптимизации маршрутов транспортировки, для задач совместного планирования в режиме реального времени возможен анализ с использованием имитационного моделирования и мультиагентных систем (MAS) [21]. В контексте управления цепями поставок вышеуказанные технологии обеспечивают работу механизмов принятия решений, оркестровку решений на уровне всей цепи поставок.

3 Цифровые цепи поставок как основа совместной работы в цепях поставок

Цифровая трансформация цепей поставок позволяет по-новому взглянуть на реализацию концепции CPFР. Цифровые цепи поставок обеспечивают выполнение целей и задач концепции CPFР (бизнес-планирование, управление спросом и поставками, выполнение операций, необходимых для пополнения запасов в цепи поставок, анализ и совершенствование совместной деятельности) и являются основой для ее реализации. Отмечается [25], что объем и уровень обмена информацией являются важным критерием успешной реализации концепции CPFР.

Как уже было отмечено ранее, фокусом внимания в концепции CPFР является поиск консенсуса при совместном принятии решений для обеспечения общих целей цепи поставок. Реализацию данного консенсуса в цифровых цепях поставок предлагается основывать на следующих ИТ-приложениях: единая сеть хранения и обмена информацией в цепи поставок, контроль и мониторинг в цепи поставок, совместное планирование и согласование решений в цепи поставок. Ниже детализируется каждое из данных приложений.

Единая сеть хранения и обмена информацией в цепи поставок

Информация в цепях поставок является основой для принятия любых решений, а для успешного взаимодействия и работы концепции CPFR необходимо обеспечить широкий доступ к информации для каждого участника цепи поставок. Наличие единой сети хранения и обмена информацией является основой для совместной оркестровки принимаемых решений. Без единой сети хранения и обмена информацией в условиях Индустрии 4.0 нельзя решить ни одну задачу CPFR. В свою очередь, цифровыми технологиями, поддерживающими реализацию единой сети хранения и обмена информацией, могут быть мультипартийные сети, облачные сервисы, цифровые двойники и блокчейн.

Совместное планирование и согласование решений в цепи поставок

Поддержка планирования и оркестровки совместных решений в цепях поставок является ключевым приложением для реализации CPFR. Поиск консенсуса в CPFR происходит на этапе бизнес-планирования, где решаются задачи разработки правил взаимодействия и разработки совместного бизнес-плана, на этапе анализа деятельности, где решаются задачи управления позициями с нестабильным спросом и анализом результатов совместной деятельности, и на этапе управления спросом и поставками, где решаются задачи прогнозирования спроса и планирования заказов. Основой для поиска консенсуса является имитационное и сценарное моделирование с поиском соответствующего оптимума, когда цели каждого участника цепи поставок согласованы с целью всей цепи поставок, что означает в том числе пресечение оппортунистического поведения участников [22, 23]. Цифровыми технологиями, поддерживающими выполнение оркестровки решений, могут являться аналитика больших данных и машинное обучение, искусственный интеллект, цифровые двойники (совместно с интернетом вещей) и мультиагентные системы.

Контроль и мониторинг в цепи поставок

Поддержание данных о материальных потоках в информационных системах в актуальном состоянии является основой как для имитационного и сценарного моделирования и принятия решений в цепях поставок, так и для дальнейшего отслеживания эффективности данных решений. Приложение для контроля и мониторинга в цепи поставок, основываясь на данных о цепи поставок, позволяет в режиме реального времени оценивать наблюдать за состоянием цепи поставок и информировать всех участников о выявленных сбоях в поставках. Контроль и мониторинг в цепи поставок предоставляет необходимые актуальные данные для решения таких задач CPFR, как размещение заказов и выполнение заказов. В свою очередь, цифровыми технологиями, поддерживающими реализацию данного приложения, могут быть мультипартийные сети, облачные сервисы, цифровые двойники и блокчейн.

Визуально фреймворк по реализации концепции CPFR в цифровых цепях поставок представлен на рис. 1.

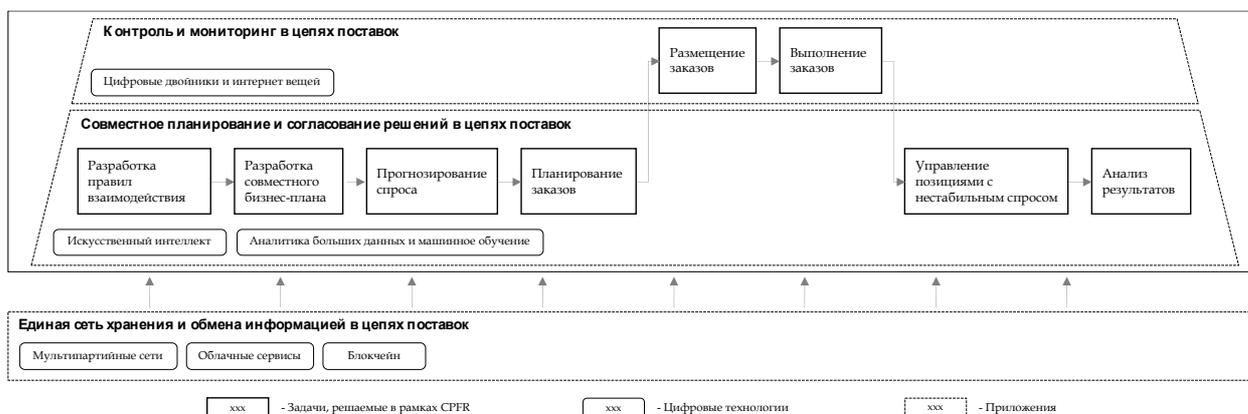


Рис. 1 Концептуальный фреймворк по реализации концепции CPFR в цифровых цепях поставок

Предлагаемый концептуальный фреймворк может найти применение в практике цифровизации процессов совместной работы в цепях поставок. Фреймворк определяет приложения для реализации концепции CPFR в цифровых цепях поставок, предлагает место

реализации задач CPFR в ландшафте ИТ-приложений, а также предлагает поддерживающие технологии для реализации данных приложений. Данный фреймворк будет полезен менеджерам по цифровизации цепей поставок в соответствующих проектах, так как он структурирует знания и работы по цифровизации процессов CPFR в современных цепях поставок, а также может являться основой для разработки соответствующей архитектуры цифровых платформ, поддерживающих реализацию концепций совместной работы в цепях поставок.

Тем не менее, предлагаемый фреймворк имеет ряд ограничений. Так, используется верхнеуровневое описание концепции CPFR без детализации задач до уровня действий, что делает его универсальным в применении в любой из отраслей экономики. Тем не менее, набор действий при реализации данной логистической концепции отличается в зависимости от рассматриваемой отрасли (промышленное производство, ритейл и т.д.), что может потребовать соответствующей модификации фреймворка. Кроме того, фреймворк описывает реализацию только одной из логистических концепций совместной работы в цепях поставок – реализация других концепций требует разработки собственных фреймворков, что может являться направлением для дальнейших исследований.

Заключение

Таким образом, проанализирована связанная с тематикой CPFR и цифровых цепей поставок в контексте совместной работы литература, рассмотрены цифровые цепи поставок и базовые цифровые технологии, ориентированные на совместную работу и оркестровку принимаемых решений в цепях поставок. Предложен концептуальный фреймворк по реализации концепции CPFR в цифровых цепях поставок. Предложенный фреймворк описывает практический подход к реализации современных логистических концепций в условиях изменяющейся внешней среды и цифровых преобразований. Применение данного фреймворка в проектах цифровых преобразований в цепях поставок позволит реализовывать комплексные интегрированные решения по созданию цифровых платформ в рамках реализации логистической концепции CPFR, ориентированной на совместную работу контрагентов в цепях поставок.

Литература

1. Покровская О. Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций // Бюллетень результатов научных исследований. 2022. №. 1. С. 80-94.
2. Vendrell-Herrero F. et al. Servitization, digitization and supply chain interdependency // *Industrial Marketing Management*. 2017. Т. 60. С. 69-81.
3. Сергеев В. И., Дутиков И. М. Цифровое управление цепями поставок: взгляд в будущее // *Логистика и управление цепями поставок*. 2017. №. 2. С. 87-97.
4. Büyüközkan G., Göçer F. Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research // *Computers in Industry*. 2018. Т. 97. С. 157-177.
5. Левина Т. В. Совместное планирование, прогнозирование и пополнение запасов // *Логистика и управление цепями поставок*. 2013. №. 1. С. 15.
6. Сергеев В. И., Домнина С. В. Корпоративная логистика в вопросах и ответах // М.: Инфра-М. 2013.
7. Fliedner G. CPFR: an emerging supply chain tool // *Industrial Management & data systems*. 2003.
8. Freitas D. C., Oliveira L. G., Alcantara R. L. C. Collaborative initiatives: motivators, barriers and benefits // *RAM. Revista de Administração Mackenzie*. 2018. Т. 19.
9. Sheffi Y. The value of CPFR // *Proceedings of RIRL Conference, Lisboa*. 2002.
10. Bhargava B., Ranchal R., Othmane L. B. Secure information sharing in digital supply chains // 2013 3rd IEEE international advance computing conference (IACC). IEEE, 2013. С. 1636-1640.
11. Seyedghorban Z. et al. Supply chain digitalization: past, present and future // *Production Planning & Control*. 2020. Т. 31. №. 2-3. С. 96-114.
12. Liu H. et al. The impact of IT capabilities on firm performance: The mediating roles of absorptive capacity and supply chain agility // *Decision support systems*. 2013. Т. 54. №. 3. С. 1452-1462.
13. Nasiri M. et al. Managing the digital supply chain: The role of smart technologies // *Technovation*. 2020. Т. 96. С. 102121.

14. Дыбская В. В. и др. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналитический обзор / В.И. Сергеева. 2020.
15. Сергеев В. И., Кокурин Д. И. Применение инновационной технологии «Блокчейн» в логистике и управлении цепями поставок // Креативная экономика. 2018. Т. 12. №. 2. С. 125-140.
16. Gartner glossary. Digital twin // Официальный сайт Gartner. URL <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-twin> (дата обращения: 14.09.2022).
17. Rozados I. V., Tjahjono B. Big data analytics in supply chain management: Trends and related research // 6th International Conference on Operations and Supply Chain Management. 2014. Т. 1. С. 13.
18. Gartner. What Is Artificial Intelligence? // Официальный сайт Gartner. URL <https://www.gartner.com/en/topics/artificial-intelligence> (дата обращения: 14.09.2022).
19. Attaran M. Digital technology enablers and their implications for supply chain management // Supply Chain Forum: An International Journal. Taylor & Francis, 2020. Т. 21. №. 3. С. 158-172.
20. Лычкина Н. Н. Инновационные парадигмы имитационного моделирования и их применение в сфере управленческого консалтинга, логистики и стратегического менеджмента // Логистика и управление цепями поставок. 2013. №. 5. С. 28-41.
21. Лычкина Н. Н. Применение методов и технологий искусственного интеллекта в цифровых цепях поставок // Логистика и управление цепями поставок. 2020. №. 4. С. 23-29.
22. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование динамичных цепей поставок // Имитационное моделирование. Теория и практика. 2017. С. 131-137.
23. Лычкина Н. Н. Динамическое имитационное моделирование развития социальноэкономических систем и его применение в информационно-аналитических решениях для стратегического управления // Стратегии бизнеса. 2013. №. 2 (2). С. 44-49.
24. Parsa P. et al. A Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR) Maturity Model // Int. J Sup. Chain. Mgt Vol. 2020. Т. 9. №. 6. С. 49.
25. Panahifar F. et al. A framework for collaborative planning, forecasting and replenishment (CPFR): state of the art // Journal of Enterprise Information Management. 2015.

A FRAMEWORK FOR THE IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF JOINT PLANNING, FORECASTING AND REPLENISHMENT (CPFR) IN DIGITAL SUPPLY CHAINS

Gordov, Artem Andreevich

*National Research University Higher School of Economics, Graduate school of business, Department of business informatics, PhD student
Moscow, Russian Federation
agordov@hse.ru*

Abstract

This article is devoted to the problems of implementing the CPFR concept in digital supply chains. The paper considers the elements of the CPFR concept, describes the concept of digital supply chains, and presents the technologies included in the digital continuum of digital supply chains. A framework for implementing the CPFR concept in digital supply chains is proposed. The proposed framework can be used in projects of digital transformations in supply chains with a focus on interorganizational collaboration and be used in the formation of full-featured digital solutions in the supply chains.

Keywords

CPFR; digital supply chains; interorganizational collaboration; digital technologies

References

1. Pokrovskaya O. D. Logisticheskie transportnye sistemy Rossii v usloviyah novyh sankcij // Byulleten' rezul'tatov nauchnyh issledovanij. 2022. №. 1. S. 80-94.
2. Vendrell-Herrero F. et al. Servitization, digitization and supply chain interdependency // Industrial Marketing Management. 2017. T. 60. S. 69-81.
3. Sergeev V. I., Dutikov I. M. Cifrovoe upravlenie cepyami postavok: vzglyad v budushchee // Logistika i upravlenie cepyami postavok. 2017. №. 2. S. 87-97.
4. Büyükoçkan G., Göçer F. Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research // Computers in Industry. 2018. T. 97. C. 157-177.
5. Levina T. V. Sovmestnoe planirovanie, prognozirovanie i popolnenie zapasov // Logistika i upravlenie cepyami postavok. 2013. №. 1. S. 15.
6. Sergeev V. I., Domnina S. V. Korporativnaya logistika v voprosah i otvetah. M.: Infra-M. 2013.
7. Fliedner G. CPFR: an emerging supply chain tool // Industrial Management & data systems. 2003.
8. Freitas D. C., Oliveira L. G., Alcantara R. L. C. Collaborative initiatives: motivators, barriers and benefits // RAM. Revista de Administração Mackenzie. 2018. T. 19.
9. Sheffi Y. The value of CPFR // Proceedings of RIRL Conference, Lisboa. 2002.
10. Bhargava B., Ranchal R., Othmane L. B. Secure information sharing in digital supply chains // 2013 3rd IEEE international advance computing conference (IACC). IEEE, 2013. C. 1636-1640.
11. Seyedghorban Z. et al. Supply chain digitalization: past, present and future // Production Planning & Control. 2020. T. 31. №. 2-3. C. 96-114.
12. Liu H. et al. The impact of IT capabilities on firm performance: The mediating roles of absorptive capacity and supply chain agility // Decision support systems. 2013. T. 54. №. 3. C. 1452-1462.
13. Nasiri M. et al. Managing the digital supply chain: The role of smart technologies // Technovation. 2020. T. 96. C. 102121.
14. Dybskaya V. V. i dr. Cifrovye tekhnologii v logistike i upravlenii cepyami postavok: analiticheskij obzor // VI Sergeeva. 2020.
15. Sergeev V. I., Kokurin D. I. Primenenie innovacionnoj tekhnologii "Blokchejn" v logistike i upravlenii cepyami postavok // Kreativnaya ekonomika. 2018. T. 12. №. 2. S. 125-140.
16. Gartner glossary. Digital twin // Gartner official website. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-twin> (date of application: 14.09.2022).

17. Rozados I. V., Tjahjono B. Big data analytics in supply chain management: Trends and related research // 6th International Conference on Operations and Supply Chain Management. 2014. Т. 1. С. 13.
18. Gartner. What Is Artificial Intelligence? // Gartner official website. URL^ <https://www.gartner.com/en/topics/artificial-intelligence> (date of application: 14.09.2022).
19. Attaran M. Digital technology enablers and their implications for supply chain management // Supply Chain Forum: An International Journal. Taylor & Francis, 2020. Т. 21. №. 3. С. 158-172.
20. Lychkina N. N. Innovacionnye paradigmy imitacionnogo modelirovaniya i ih primeneniye v sfere upravlencheskogo konsaltinga, logistiki i strategicheskogo menedzhmenta // Logistika i upravlenie cepyami postavok. 2013. №. 5. S. 28-41.
21. Lychkina N. N. Primeneniye metodov i tekhnologiy iskusstvennogo intellekta v cifrovyyh cepyah postavok // Logistika i upravlenie cepyami postavok. 2020. №. 4. S. 23-29.
22. Lychkina N. N. Imitacionnoye modelirovaniye dinamichnyh cepej postavok // Imitacionnoye modelirovaniye. Teoriya i praktika. 2017. S. 131-137.
23. Lychkina N. N. Dinamicheskoye imitacionnoye modelirovaniye razvitiya social'noekonomicheskikh sistem i ego primeneniye v informacionno-analiticheskikh resheniyah dlya strategicheskogo upravleniya // Strategii biznesa. 2013. №. 2 (2). S. 44-49.
24. Parsa P. et al. A Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR) Maturity Model // Int. J Sup. Chain. Mgt Vol. 2020. Т. 9. №. 6. С. 49.
25. Panahifar F. et al. A framework for collaborative planning, forecasting and replenishment (CPFR): state of the art // Journal of Enterprise Information Management. 2015.