



УДК 658.8

Исследование механизмов синхронизации в различных функциональных сферах логистики

В. Н. Трегубов



Трегубов Владимир Николаевич, доктор экономических наук, профессор кафедры коммерции и инжиниринга бизнес-процессов, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., tregubovvn@outlook.com

Введение. Синхронизация в логистике может рассматриваться в двух видах: как синхронизация, обусловленная внешним координационным воздействием, и как синхронизация на основе самоорганизации процессов, обусловленная слабыми информационными взаимодействиями. Следует разделять эти виды синхронизации, понимать их особенности и механизмы возникновения. С этой целью проанализированы подходы к изучению синхронизации в логистических системах. **Теоретический анализ.** Важным фактором, обуславливающим механизмы логистической синхронизации, является функциональная область, в которой протекает логистический процесс. Рассмотрены особенности синхронизации для трех функциональных областей логистики: производство, распределение и снабжение. Систематизированы задачи, связанные с управлением в различных функциональных сферах на основе методологии синхронизации, а также установлены цели и объекты синхронизации, а также вид используемых моделей. **Эмпирический анализ.** Обеспечение качественной информационной поддержки для достижения синхронизации требует дополнительных материальных издержек. Это позволяет сформулировать оптимизационную задачу обеспечения синхронизации в системе управления запасами. Суть данной задачи сводится к тому, что необходимо установить оптимальный уровень затрат на обеспечение синхронизации. При этом следует учитывать, что достижение синхронизации потоков за счет их адаптации требует дополнительных затрат, связанных с повышением качества информационного обслуживания и обеспечением адаптивного управления. **Результаты.** Доказано, что важным фактором синхронизации является функциональная сфера логистики. На основе анализа существующих методов синхронизации в рамках различных функциональных областей установлены существенные для каждой функциональной сферы критерии и цели синхронизации, а также описаны рекомендуемые методы и модели синхронизации.

Ключевые слова: теория логистики, синхронизация, логистика снабжения, логистика распределения, производственная логистика.

Поступила в редакцию: 21.03.2020 / Принята: 10.06.2020 / Опубликовано: 31.08.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-3-292-300>

Введение

В логистической практике понятие «синхронизация в логистических системах» тесно связано с логистической концепцией «точно вовремя»,

которая описывает поставку требуемых компонентов для последующих производственных этапов точно в нужный момент времени. Обычно предполагается, что синхронизация способствует улучшению логистических показателей производственных систем и даже рассматривается как «ключ к конкурентоспособности и выживанию».

Второй подход к пониманию синхронизации идет из естественных наук, где синхронизация рассматривается как «подстраивание ритмов в результате взаимодействия» [1] и исследует различные явления и эффекты, в которых различные объекты, системы или организмы проявляют согласованное поведение. Такими явлениями выступают, например, синхронные аплодисменты людей на концертах, мерцание светлячков или синхронное поведение нейронов внутри мозга, системах безопасности [2]. В основе такого поведения лежат механизмы самоорганизации.

Таким образом, синхронизация в логистике и в цепях поставок может рассматриваться в двух видах: как синхронизация, обусловленная внешним координационным воздействием, и как синхронизация на основе самоорганизации процессов, обусловленная слабыми информационными взаимодействиями [3]. Важно разделять эти виды синхронизации и четко понимать их особенности и механизмы возникновения.

В любом случае возникновение и поддержание синхронизации положительно коррелируется с эффективностью логистики [4]. Современные исследователи используют различные технологии моделирования, чтобы получить полное понимание всех факторов, связанных с обеспечением синхронизации [5]. Это касается как поиска взаимосвязи между данными видами синхронизации, а также определением параметров логистического и производственного процесса, обуславливающих возникновение синхронизации (поиск влияющих факторов), так и исследования связи синхронизации и логистической эффективности [6].

Важным фактором, обуславливающим механизмы логистической синхронизации, является функциональная область, в которой протекает логистический процесс. В данной статье нами рассмотрены особенности синхронизации для трех функциональных областей логистики: про-



изводство, распределение и снабжение. В рамках каждой области нами выполнен обзор решаемых задач, для которых можно использовать методологию логистической синхронизации, а также представлены рекомендуемые для использования методы и модели синхронизации. Соответственно, цель данной работы – выявление причинно-следственных связей, лежащих в основе возникновения синхронизации в логистических системах, а также описание эффективных моделей синхронизации в различных функциональных сферах логистики.

Теоретический анализ

Снабжение в современном виде представляет собой ключевую сферу логистики, для которой выработаны эффективные методологические и концептуальные наработки, обеспечивающие эффективные механизмы управления материальным потоком на входе в производственную систему. Особую роль в процессе снабжения играют технологии управления запасами, поэтому ключевые задачи синхронизации в логистике снабжения возникают именно в управлении складскими запасами [7].

Материальные запасы обычно рассматривают как вид материальных ресурсов, которые хранятся на складе для обеспечения непрерывности процессов в сфере производства или обращения. В рамках традиционного подхода к управлению производством исследователи считали, что запас – это локальное явление, и по возможности его необходимо минимизировать, так как запас отвлекает финансовые ресурсы, требует место для хранения и ведет к возникновению дополнительных издержек. В современной логистике концепция запаса проработана более глубоко, запас рассматривается как полноценный объект логистического управления и выступает равноправной формой существования материального потока, которая имеет свои границы в пространстве и во времени [8].

Накопление запасов имеет свои преимущества и недостатки. Когда товарно-материальные ценности находятся в состоянии запаса, они ожидают своего употребления, однако это не означает, что их нахождение в рамках склада происходит в состоянии покоя. Все время существует динамика запаса. С одной стороны, запас изменяется за счет его пополнения входящим материальным потоком, а с другой стороны, запас уменьшается за счет непрерывной отгрузки, обеспечивающей реализацию товара. Ключевая цель управления запасами направлена на достижение непрерывности обслуживания всех заказов потребляющего звена. Поэтому, если в процессе

формирования логического управления добиться такого положения, чтобы параметры входящие материального потока полностью обеспечивали потребности исходящие материального потока, то запас станет не нужным. Тогда весь входящий материальный поток можно перенаправить потребителю. Такая технология в логистике получила название «точно вовремя» (just-in-time) [9].

Таким образом, запас возникает, когда требования потребителя не удовлетворяются напрямую поставщиками материальных потоков. Это означает, что характеристики системы потребления и системы формирования заказов не соответствуют друг другу. Чтобы избежать возможных рассогласований, требуется накопление товарных ценностей и формирование складских запасов, это позволяет обслужить все заказы потребителей. Избыточный запас возникает в случае наличия слабо согласованных действий внутри связанных звеньев в цепи поставок. Запас обеспечивает возможность синхронизации функционирования логистической цепи, а также позволяет снизить риски потребителя и поставщика.

Противоречивость в формировании запасов обусловлена двойственным характером. С одной стороны, наличие запасов повышает эффективность логистической системы, так как позволяет обеспечить непрерывность и надежность функционирования в любых условиях и при любых внешних изменениях. С другой стороны, увеличивается объем денежных средств, который связан в запасах, что ведет к финансовым потерям. Снижение объемов запасов может привести к тому, что в процессе поставки в торговые сети возникнет сбой или отказ. На рис. 1 систематизированы плюсы и минусы использования запасов в логистической системе [10].

Тема эффективного управления запасами достаточно хорошо проработана в современной литературе по логистике [11]. Существует ряд классификаций видов запасов по различным признакам, в частности, часто используют признаки: группа материальных ресурсов, место дислокации, отношения к логистическому процессу, функциональное назначение, величина и т.д.

Анализируя механизмы управления запасами с позицией методологии синхронизации первого типа, в первую очередь, необходимо указать, что процессы обеспечения запасов имеют циклическую динамику и обеспечивают согласование взаимодействия всех элементов логистической системы. Циклическость расходования запасов обусловлена тем, что входящие и исходящие потоки должны согласовать свои характеристики, это требует создания буфера,



Рис. 1. Особенности использования запасов в логистике

Fig. 1. Features of using stocks in logistics

который позволит их синхронизировать в случае сбоя. Обычно изменение уровня запаса на складе имеет пилообразный характер, при этом в процессе обработки запаса можно выделить повторяющуюся совокупность действий, которые описываются циклом расходования запаса. Сам процесс изменения уровня запаса разделяют на два этапа: накопление и потребление. В процессе накопления запасов происходит увеличение его уровня за счет входящего материального потока. Для обеспечения синхронизации процесса поставки поставщик должен получить заявку на пополнение запаса партией определенного размера. Параметры партии пополнения запаса рассчитываются заранее, а одной из классических задач, связанных с логистикой запасов, является так называемая задача расчета оптимальной партии заказа по формуле Уилсона.

В рамках синергетического подхода к исследованию синхронизации в системе снабжения материальные запасы можно рассматривать как динамическую систему связанных элементов, которая функционирует в целях достижения непрерывности и надежности функционирования всей цепи поставок. Входом и выходом такой системы являются входящие и отгруженные материальные потоки. Внутреннее состояние системы характеризуется уровнем запаса, а также динамикой его изменения по времени. Сам уровень запаса находится под влиянием внешней среды и сильно зависит от внешних факторов: объема поставки, качества используемого погрузочного оборудования, методов

снабжения, различных видов ресурсного обеспечения и т.д. Информация о текущем уровне запаса поступает в управляющую систему, где формируются управленческие решения, направленные на достижение синхронизации входного и выходного потока.

С учетом того, что логистическая синхронизация второго вида проявляется как самоорганизационный процесс за счет информационного взаимодействия подсистем, обладающих циклическим характером, что обеспечивает адаптивное приспособление системы, то запас может рассматриваться как внутренний буфер, который компенсирует различные виды рассогласования между входящим и выходящим материальным потоком. Каждая из подсистем функционирует в рамках собственных циклов и ритмов, поэтому задача управления запасами состоит в том, чтобы обеспечить синхронизацию этих ритмов с учетом реальных свойств поставщиков и потребителей. Циркулирующая в логистическом контуре информация должна обеспечивать достижение подобной синхронизации. Эта схема представлена на рис. 2.

Важно, что в данной парадигме обеспечения синхронизации качество используемой информации напрямую влияет на оптимальный уровень запаса. Наличие надежной и достоверной информации позволяет минимизировать запасы и обеспечить более полную синхронизацию взаимодействия поставщиков и потребителей. В идеальном случае, когда информационный обмен максимально эффективен, размер запаса

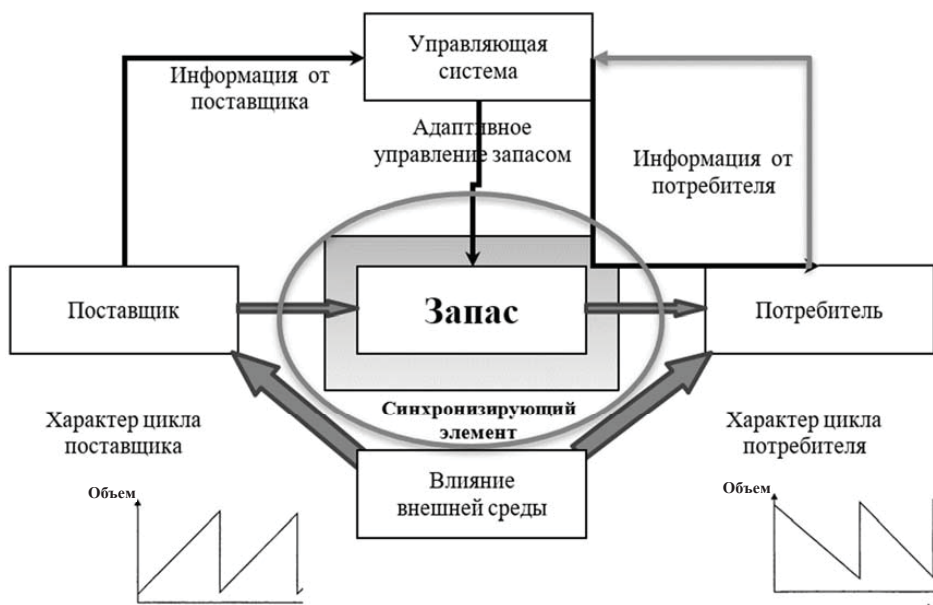


Рис. 2. Представление запаса как синхронизирующего элемента

Fig. 2. The stocks as a synchronizing element

может быть вообще нулевым, например, если поставщик и потребитель работают с использованием концепции «точно вовремя».

Концепция синхронизации позволяет предложить новые стратегии управления запасами, в частности, выработать модели, которые с различной степенью адекватности будут описывать логистический процесс [4]. Такие модели характеризуются рядом параметров, в качестве которых могут выступать: характеристики поставщика и потребителя, параметры времени,

различные стратегии управления, наличие информации о прогнозах спроса и потребления, используемый математический аппарат. Построенные модели необходимо классифицировать с учетом различных видов синхронизации, которые они обеспечивают. В табл. 1 систематизирован ряд задач, связанных с управлением запасами на основе методологии синхронизации, а также установленных целей синхронизации, объектов синхронизации и используемых моделей.

Таблица 1 / Table 1

Рекомендуемые методы синхронизации в логистике снабжения
Recommended synchronization methods in supply logistics

| Задачи управления запасами | Объект синхронизации | Цель синхронизации | Модели синхронизации |
|---|----------------------|--|---|
| Расчет оптимального размера заказа | Размер заказа | Сокращение затрат на обеспечение запасами | Модель Уилсона и ее различные модификации |
| Распределение запаса в цепи поставок | Размещение запасов | Сокращение затрат на хранение | Метод максимального потока |
| Управление номенклатурными группами | Склад | Оптимизация состава хранимых товаров | ABS и XYZ анализ |
| Выбор расположения склада | Координаты склада | Сокращение затрат на транспортировку запасов | Метод центра тяжести, метод пробной точки |
| Управление системой с фиксированным размером заказа | Частота заказов | Сокращение затрат на обеспечение запасами | Модель Уилсона и ее различные модификации |
| Управление системой с фиксированным интервалом между заказами | Размер заказа | Сокращение затрат на обеспечение запасами | Система управления запасами с двумя уровням |
| Прогнозирование потребности в запасе | Размер запаса | Сокращение затрат на поддержание запаса | Методы прогнозирования |



Эмпирический анализ

Необходимо учитывать также, что обеспечение качественной информационной поддержки для достижения синхронизации требует дополнительных материальных издержек. Это позволяет сформулировать оптимизационную задачу обеспечения синхронизации в системе управление запасами (рис. 3). Суть данной задачи сводится к тому, что необходимо установить оптимальный уровень затрат на обеспечение синхронизации. При этом следует учитывать, что достижение синхронизации потоков за счет их адаптации требует дополнительных затрат,

связанных с повышением качества информационного обслуживания и обеспечением адаптивного управления. Снижение затрат в системе снабжения обусловлено тем, что дополнительная степень синхронизации позволяет уменьшить размер запасов и снизить издержки на их хранение. Решение данной задачи позволяет определить оптимальный уровень синхронизации для исследуемой системы, позволяющий обеспечить минимальные издержки на управление запасами. Для поиска решения можно использовать стандартные оптимизационные методы поиска экстремума функции суммарных издержек.

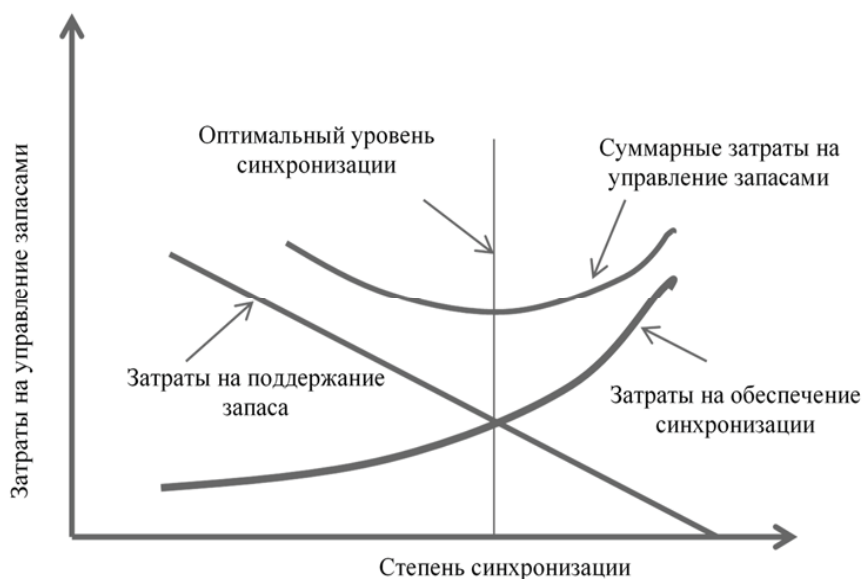


Рис. 3. Оптимизационная модель синхронизации
Fig. 3. Optimization model of synchronization

Специфический методологический характер носит создание системы синхронизации производственной логистики. Формирование такой системы представлено в исследовании [12]. Автор указывает, что система синхронизированного производства имеет потенциал для практического применения не только в сфере промышленности, но и в сфере транспорта, торговли, информационных технологий. Исследование носит прикладной характер, и авторы описывают реальные практики организации синхронизированного производства, сравнивая его с традиционными подходами производственной логистики.

По нашему мнению, данный подход следует рассматривать как особую философию, а не как теоретическое обоснование методов и моделей синхронизации. Рассмотрим особенности данного подхода и его ключевые принципы. В осно-

ве системы синхронизированного производства лежит стратегия «точно вовремя», реализующая основной методологический принцип реформирования предприятия. Сама система должна быть ориентирована на выработку новых целей, связанных с изменением организации производственного процесса. Новые цели должны быть достаточно амбициозными, что позволит обеспечить необходимые стимулы для перехода к синхронизированному производству, например:

- уменьшить время производственного цикла в десять раз;
- сократить брак и повторное производство продукции в сто раз;
- повысить производительность труда в два раза и т.д.

Система синхронизированного производства представляет собой концепцию, которая позволяет полностью реорганизовать производство и



создать вариант, обеспечивающий непрерывное реагирование на изменения потребительского спроса для увеличения своей конкурентоспособности. Синхронизация производства позволяет выпустить на рынок продукцию высокого качества при низкой себестоимости. В основе системы лежат принципы устранения всех возможных потерь в производственных процессах и согласования взаимодействия всех звеньев

логистической цепи от момента возникновения заказа до окончательной отгрузки продукции.

Формирование системы синхронизированного производства обеспечивает выстраивание механизмов, которые позволяют устранить возможные потери, а также уменьшить время выполнения операции. Для этого необходимо соблюдать следующие ключевые принципы синхронизации (рис. 4).



Рис. 4. Принципы системы синхронизации производства
Fig. 4. Principles of production synchronization system

Система синхронизированного производства представляет собой реализацию методологии синхронизации первого типа в производственной логистике. Данный подход находит широкое применение на японских предприятиях и уже начал стремительно распространяться по миру.

В заключение рассмотрим особенности синхронизации в ходе распределения созданного на производстве материального потока в процессе оптовой продажи продукции. Данный процесс относится к сфере распределительной логистики.

Синхронизация в цепях распределительной логистики формируется на основе следующих принципов:

- координация всех сегментов товародвижения, начиная от товаропроизводителя и заканчивая сервисными услугами для потребителей;
- логистическая интеграция различных функций управления процессом распределения продукции и обеспечение контрольных функций;

- адаптация элементов коммерческого, физического и канального распределения к изменяющимся требованиям рыночной среды и запросам потребителей;

- обеспечение высокого уровня системности в процессе распределения, а также формирование целостной и взаимозависимой системы сбыта;

- комплексность логистических решений и интеграция их с маркетинговой стратегией, чтобы обеспечить максимально полное удовлетворение платежеспособного спроса потребителя;

- формирование эффективной системы распределения и обеспечение согласованного режима ее функционирования;

- высокая степень рациональности в формировании организационной структуры системы распределения.

Важно разделять маркетинговую и логистическую деятельность. Эти виды деятельности имеют тесную связь друг с другом в процессе



распределения, однако формируются на основе различных целевых установок, которые в чем-то даже противоречат друг другу. Цель маркетинга – максимально изучить существующие потребности покупателей и обеспечить представление кастомизированного товара. Цель производственной и логистической деятельности заключается в снижении издержек и обеспечении массового выпуска продукции. Любой массовый производственный процесс дает существенную экономию на масштабах производства, а также минимизирует удельные издержки продукции. Согласовать кастомизацию и массовость – до-

статочно сложная задача, и распределительная логистика должна обеспечить и синхронизировать возможности производства и потенциальные потребности рынка, чтобы сформировать эффективную логистическую систему с минимальными издержками.

Виды задач, которые могут решаться на различных уровнях в распределительной логистике, представлены в табл. 2, где они систематизированы для макро- и микроуровня. Также в таблице приведены критерии и модели синхронизации, которые рекомендуются к практическому использованию.

Таблица 2 / Table 2

Рекомендуемые методы обеспечения синхронизации в распределительной логистике
Recommended methods of synchronization in distribution logistics

| Задачи управления распределением | Объект синхронизации | Цель синхронизации | Критерий синхронизации |
|--|------------------------------------|---|----------------------------|
| Макроуровень распределительной логистики | | | |
| Планирование процесса реализации | План реализации | Формирование плана в соответствии с возможностями | Точность планирования |
| Организация получения и обработки заказа | Служба получения и обработки | Минимизация времени | Время обработки |
| Организация отгрузки продукции | Служба отгрузки | Минимизация времени | Время отгрузки |
| Организация послереализационного обслуживания | Служба обслуживания | Снижение затрат на обслуживание | Качество обслуживание |
| Организация доставки и контроль за транспортированием | Служба транспортировки | Минимизация транспортных затрат | Затраты на транспортировку |
| Микроуровень распределительной логистики | | | |
| Выбор схемы распределения материального потока | Материальный поток | Снижение затрат на распределение | Затраты на распределение |
| Определение оптимального места расположения распределительного центра (склада) на обслуживаемой территории | Расположение центров распределения | Снижение затрат на транспортировку | Затраты на распределение |
| Определение оптимального количества распределительных центров (складов) на обслуживаемой территории | Количество центров распределения | Снижение затрат на транспортировку | Затраты на распределение |

Результаты

В основе логистики как эффективной концепции управления заложен принцип обеспечения синхронизации. Например, логистический микст формулируется таким образом, что нужный продукт, в нужном количестве, необходимого качества должен оказаться в нужном месте в нужное время. Это отражает тот факт, что обеспечение синхронизации является естественным для логистического управления и существенно влияет на эффективность логистических процессов.

Ключевым аспектом обеспечения логистической синхронизации является согласование логистических потоков в процессе их трансформации. Под согласованием понимается приведение их к такому состоянию, когда их параметры в момент трансформации максимально соответствуют друг другу. Данная цель достигается путем адаптации отдельных потоков друг к другу либо через согласование их параметров с потоками верхнего уровня.

Современные логистические методы ориентированы на обеспечение различных видов



синхронизации, что обуславливается объективными причинами их эволюции. Например, в рамках информационной и маркетинговой парадигмы синхронизация направлена на согласование внутрипроизводственных процессов, а в рамках интегральной концепции синхронизация больше ориентирована на обеспечение согласования информационного обмена элементов логистической цепи.

Определяющим фактором синхронизации является логистическая функция. В ходе исследования выполнен анализ существующих подходов и методов синхронизации в рамках логистики снабжения, распределительной и производственной логистики. По результатам были установлены существенные для каждой функциональной сферы критерии и цели синхронизации, а также описаны рекомендуемые методы и модели обеспечения синхронизации.

Список литературы

1. Пиковский А. Н., Розенблюм М., Куртс Ю. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. М. : Техносфера, 2003. 493 с.
2. Короновский А. А., Москаленко О. И., Храмов А. Е. О применении хаотической синхронизации для скрытой передачи информации // УФН. 2009. Т. 179, № 12. С. 1281–1310. DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.0179.200912c.1281>
3. Трегубов В. Н. Концепция синхронизации как основа администрирования в самоорганизующихся логистических системах // Вестн. СГТУ. 2010. Т. 4 (50), вып. 2. С. 175–180.
4. Chankov S. M., Hütt M.-T., Bendul J. Understanding synchronizability of manufacturing networks : A multi-method study on structural network properties // Journal of Manufacturing Systems. 2018. Vol. 46. P. 127–136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.11.007>
5. Becker T., Chankov S., Windt M. K. Synchronization measures in job shop manufacturing environments // Procedia CIRP. 2013. Vol. 7. P. 157–162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.027>
6. Трегубов В. Н. Логистика и синхронизация в системе пассажирского транспорта // Российское предпринимательство. 2010. № 6. С. 142–146.
7. Lee H. L., Padmanabhan V., Whang S. The bullwhip effect in supply chains // IEEE Engineering Management Review. 2015. Vol. 43, iss. 2. P. 108–117. DOI: 10.1109/EMR.2015.7123235
8. Корпоративная логистика в вопросах и ответах / под общ. и науч. ред В. И. Сергеева. М. : Инфра-М, 2013. 634 с.
9. Veselko G., Jakomin I. Just in time as a logistical supply concept // Promet – Traffic&Transportation. 2006. Vol. 18, № 4. P. 279–283. DOI: 10.7307/ptt.v18i4.697
10. Кочерягина Н. В., Рыжова О. А. Теоретические аспекты развития интегрированных цепей поставок в сфере торговли // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 42–49.
11. Долгов А. П. Теория запасов и логистический менеджмент : методология системной интеграции и принятия эффективных решений. СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2004. 272 с.
12. Такеда Х. Синхронизированное производство. М. : Ин-т комплексных стратегических исследований, 2008. 285 с.

Образец для цитирования:

Трегубов В. Н. Исследование механизмов синхронизации в различных функциональных сферах логистики // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 292–300. DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-3-292-300>

Research of Synchronization in Different Functional Areas of Logistics

V. N. Tregubov

Vladimir N. Tregubov, <http://orcid.org/0000-0002-7793-3605>, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, 77 Politechnicheskaya St., Saratov 410054, Russia, tregubovvn@outlook.com

Introduction. Synchronization in logistics can be considered in two ways: as synchronization due to external coordination influence and as synchronization based on self-organization of processes due to weak information interactions. These types of synchronization should be separated, their peculiarities and mechanisms of origin should be understood. For this purpose, the approaches to studying synchronization in logistics systems are analyzed. **Theoretical analysis.** An important factor that determines the mechanisms of synchronization is the

functional area in which the logistic process takes place. The article describes features of synchronization for three functional areas: production, distribution and supply logistics. These tasks related to management in different functional areas where we systematized some concepts of synchronization methodology, and the type of models used. **Empirical analysis.** The quality information support to achieve synchronization requires additional material costs. It is possible to formulate the optimization task of ensuring synchronization in the inventory management system. The essence of this task that it is necessary to establish the optimal level of costs for providing synchronization. At the same time, it should be considered that achieving synchronization of flows through their adaptation requires additional costs associated with improving the quality of information services and adaptive management. **Results.** It is proved that the functional area of logistics is an important factor of synchronization. Based on the analysis of existing synchronization methods in different functional areas, criteria and goals of synchronization we established some



relevant methods for each functional area and described models.

Keywords: synchronization, logistics system, supply logistics, distribution logistics, production logistics.

Received: 21.03.2020 / Accepted: 10.06.2020 / Published: 31.08.2020

This is an open access distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

References

1. Pikovsky A., Rosenblum M., Kurths J. *Synchronization: A Universal Concept in Nonlinear Sciences* (Cambridge Nonlinear Science Series). Cambridge University Press, 2003. 411 p. (Russ. ed.: Moscow, Tekhnosfera Publ., 2003. 494 p.).
2. Koronovskii A. A. Moskalenko O. I., Hramov A. E. On the use of chaotic synchronization for secure communication. *Phis.-Usp.*, 2009, vol. 52, no. 12, pp. 1213–1238. DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.0179.200912c.1281>
3. Tregubov V. N. The Synchronization Concept as a Basis of Administration for Self-Organization Logistical Systems. *Vestnik Saratov State Technical University*, 2010, vol. 4 (50), iss. 2. pp. 175–180 (in Russian).
4. Chankov S. M., Hütt M.-T., Bendul J. Understanding synchronizability of manufacturing networks: A multi-method study on structural network properties. *Journal of Manufacturing Systems*, 2018, vol. 46, pp. 127–136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.11.007>
5. Becker T., Chankov S., Windt M. K. Synchronization measures in job shop manufacturing environments. *Procedia CIRP*, 2013, vol. 7, pp. 157–162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.027>
6. Tregubov V. N. The Development of the Concept of Synchronization in Logistics Systems. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Russian Journal of Entrepreneurship], 2010, vol. 6, pp. 142–146 (in Russian).
7. Lee H. L., Padmanabhan V., Whang S. The bullwhip effect in supply chains. *IEEE Engineering Management Review*, 2015, vol. 43, iss. 2, pp. 108–117. DOI: 10.1109/EMR.2015.7123235
8. *Korporativnaia logistika v voprosakh i otvetakh* [Corporate logistics for questions and answers. Ed. by V. I. Sergeev]. Moscow, Infra-M Publ., 2013. 634 p. (in Russian).
9. Veselko G., Jakomin I. Just in time as a logistical supply concept. *Promet – Traffic & Transportation*, 2006, vol. 18, no. 4, pp. 279–283. DOI: 10.7307/ptt.v18i4.697
10. Kocheryagina N. V., Ryzhova O. A. Theoretical Aspects of Development of Integrated Supply Chains in Trade. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Economics. Management. Law*, 2015, vol. 15, iss. 1, pp. 42–49 (in Russian).
11. Dolgov A. P. *Teoriya zapasov i logisticheskiiy menedzhment: metodologiya sistemnoy integratsii i prinyatiya effektivnykh resheniy* [Stock theory and logistics management: methodology for system integration and efficient decision making]. St. Petersburg, Izd-vo SPbGUEF, 2004. 272 p. (in Russian).
12. Takeda H. *The Synchronized Production System: Going Beyond Just-In-Time Through Kaizen*. London and Philadelphia, Kogan Page Ltd, 2006. 264 p. (Russ. ed.: Moscow, 2008. 285 p.).

Cite this article as:

Tregubov V. N. Research of Synchronization in Different Functional Areas of Logistics. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Economics. Management. Law*, 2020, vol. 20, iss. 3, pp. 292–300 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-3-292-300>
