

Определение подходов к выбору уровня надежности логистических систем промышленного производства

© М.Н. Захаров, П.А. Николаев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Рассмотрена одна из основных проблем в управлении цепями поставок — повышение надежности системы снабжения предприятия. Перебои в снабжении, вызванные низкой надежностью системы поставки материалов, способны привести к срыву производственного плана. Во избежание подобных ситуаций необходимо проводить мероприятия по снижению неопределенности в логистических цепях. Описаны подходы к решению проблемы повышения надежности системы снабжения промышленного предприятия.

Ключевые слова: материально-техническое обеспечение, управление запасами, взаимодействие с поставщиками, цепь поставок, издержки снабжения, неопределенность.

В условиях жесткой конкуренции на товарных рынках увеличение прибыли предприятия за счет наращивания объемов производства, расширения рынков сбыта, политики повышения цен представляется весьма сложной задачей. Поэтому руководство современных компаний считает необходимым рациональное сокращение собственных издержек в области управления, производства и структурах логистики.

В сфере материально-технического снабжения предприятия на настоящий момент актуальна тема снижения запасов. Дело в том, что классическая концепция управления запасами предполагает, что запасы должны страховать от неопределенностей в цепи поставок. Современная парадигма бережливого производства предлагает перестроить процессы снабжения таким образом, чтобы снизить неопределенность в цепи поставок, вынуждающую содержать запасы материалов на складах предприятия.

Снижение издержек в процессе материально-технического снабжения не должно вредить основной цели этого процесса — обеспечивать предприятие материальными ресурсами требуемого качества в самые короткие сроки.

Модификация организационной структуры материально-технического снабжения целесообразна, если она позволяет:

- адаптироваться под изменившиеся требования к материалам со стороны предприятия;
- снизить издержки.

Предприятие может изменить требования к качеству или номенклатуре выпускаемого продукта, что повлечет изменения в ор-

ганизации снабжения. (например, изменение базы поставщиков, реорганизация складов, расширение отдела по контролю качества). Расширение ассортимента закупаемых материалов может вызвать изменения в структуре информационной системы, эксплуатируемой в отделе снабжения.

Снижение издержек может происходить путем либо отказа от лишних операций, либо введения трудосберегающих или капиталосберегающих технологий.

Основными издержками процесса снабжения являются издержки поставки и хранения.

В издержки поставки входят стоимость товара, стоимость заказа и его регистрации, транспортные издержки.

В издержки хранения входят затраты на аренду и эксплуатацию склада, страховка, налоги.

Издержки на хранение материалов можно уменьшить за счет снижения размера среднего объема запасов (рис. 1).

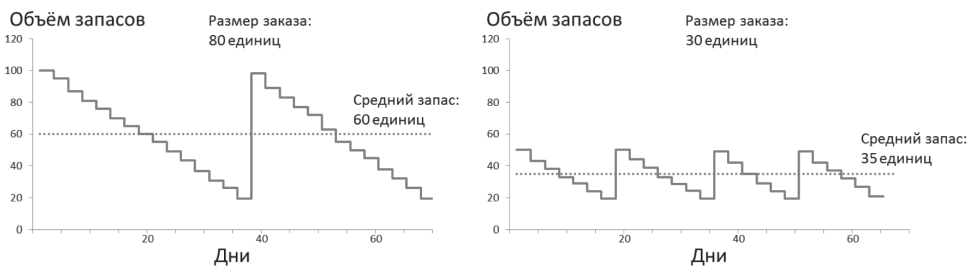


Рис. 1. Зависимость среднего объема запасов от частоты поставок

Снизить средний объем запасов можно двумя способами:

- 1) увеличить частоту поставок;
- 2) снизить страховой запас.

Увеличение частоты заказа связано с выбором оптимального размера поставляемой партии материалов. Подробнее о задаче выбора оптимального размера заказа см. [1].

Обычно увеличение числа заказов ведет к административным издержкам отдела снабжения. Однако в некоторых ситуациях частые закупки, наоборот, способны упростить процедуру заказа. Стабильный спрос на продукцию позволяет создать такие контракты с поставщиком, при которых поставщик способен планировать свою деятельность в отношении постоянного контрагента.

Страховой запас обеспечивает защиту от перебоев в обеспечении производства материалами. Перебои могут наступать ввиду неопределенности, которая может возникнуть со стороны как предприятия, так и поставщика материалов.

Неопределенность со стороны предприятия (неопределенность спроса) означает, что отдел снабжения может лишь с неко-

торой вероятностью предсказать время получения запроса на материалы.

В свою очередь, неопределенность со стороны поставщика (неопределенность предложения) означает, что отдел снабжения может лишь с некоторой вероятностью предсказать время получения материалов со стороны поставщика.

Снижение страхового запаса должно происходить вместе с мероприятиями по снижению неопределенности в функциональном цикле снабжения (рис. 2).

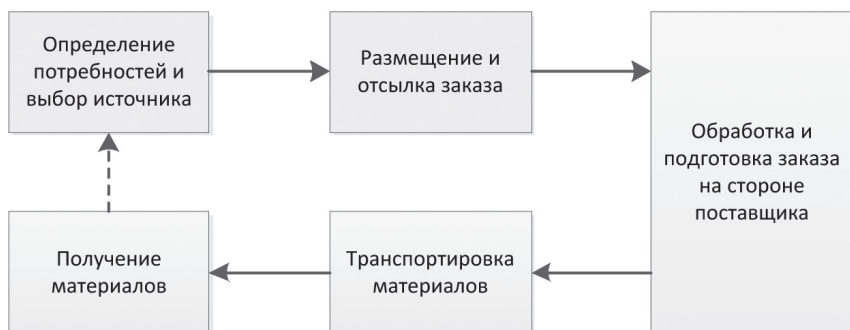


Рис. 2. Функциональный цикл снабжения

Время поставки материалов складывается из общего времени выполнения каждого этапа цикла снабжения:

- 1) определение потребности организации в материалах;
- 2) отправка заказа поставщику со стороны получателя;
- 3) получение и обработка заказа поставщиком:
 - а) прием и обработка заказа;
 - б) производство, подготовка и проверка качества материалов;
 - в) погрузка в транспортное средство;
- 4) транспортировка:
 - а) перевозка материалов транспортным средством с учетом задержки в пути;
 - б) смена вида транспорта;
 - в) операции на промежуточных складах;
 - г) задержки, связанные с таможенными процедурами;
- 5) прием материалов заказчиком:
 - а) разгрузка транспортного средства;
 - б) операции по оформлению полученных материалов;
 - в) контроль качества со стороны заказчика.

Неопределенность функционального цикла снабжения может возникать по причине форс-мажора или ввиду преступной деятельности.

Форс-мажор в виде погодных условий (наводнения, разрушения дорог из-за катаклизмов, погодные условия, мешающие

транспортировке материалов по воздуху) приводит к затруднениям транспортировки материалов до заказчика.

Преступная деятельность наносит прямой ущерб поставкам путем повреждения или хищения материалов, угона транспортных средств или разрушения объектов инфраструктуры, задействованных в цепи поставок.

Отдел снабжения способен влиять на неопределенности следующих этапов:

- определения потребностей;
- отправки заказа поставщику;
- получения материалов.

Неопределенность на этапе определения потребностей существенно снижается при использовании концепции ERP. Подробнее об использовании концепции ERP в цепях поставок см. [2].

На этапы подготовки материалов и транспортировки отдел снабжения может повлиять лишь косвенно — путем налаживания работы с надежными поставщиками.

До того как перейти к концепции бережливого производства, отдел снабжения обычно взаимодействует с большим количеством поставщиков, редко связывая себя долгосрочными контрактами с кем-нибудь из них. Снижение неопределенности времени выполнения заказа требует доверительных отношений между заказчиком и исполнителем. Это влечет сокращение базы поставщиков по принципу выявления лучших и готовых к работе по новой схеме.

При выборе поставщика необходимо учитывать следующие критерии:

- цена материалов и их доставки;
- качество материалов;
- время поставки;
- надежность поставки;
- удобство заказа;
- специфика работы поставщика.

Цена материалов и их доставки чаще всего является основным критерием при выборе поставщика. Именно этот показатель составляет наибольшую долю в издержках процесса снабжения. Качество материалов составляет как физические характеристики (чистота поверхности детали, процент примесей в сплаве), так и потребительские свойства (упаковка материалов для удобной отгрузки, отсутствие повреждений при транспортировке). Время поставки — среднее время между отправкой заказа и получением материалов от поставщика. Надежность поставки означает вероятность поставки материалов в заданные сроки. Удобство заказа — совокупность мер, принятых поставщиком, позволяющих снизить административные издержки заказчика (например, формирование

заказа через интернет или такое субъективное ощущение, как простота ведения переговоров).

Специфику работы поставщика составляют какие-либо положительные или отрицательные для заказчика особенности организационной структуры поставщика. Этот критерий может учитываться, например, в случае, если поставщик может работать только большими партиями, что неудобно для предприятия-заказчика, поэтому выбор может быть сделан в пользу поставщика, способного поставить необходимое количество материальных ресурсов, пусть даже по более высокой цене.

Каждому критерию следует придать степень важности. Например, отсутствие страхового запаса требует высокой стабильности времени поставки, ведь закупка у поставщика, который предлагает низкую цену, но невысокую надежность, может привести к издержкам бóльшим, нежели выигрыш в цене закупки. Также в некоторых случаях выгоднее взаимодействовать с поставщиком, который будет дольше доставлять заказ, но с меньшей неопределенностью по времени. Более того, при работе с надежным поставщиком можно исключить контроль качества поставляемых заказчиком материалов как избыточную операцию.

Обычно при определении степени важности того или иного критерия используют метод весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты должны определять эксперты по снабжению на основании собственного опыта в реализации стратегических целей организации в сфере закупок. Если одни критерии могут сразу иметь явную числовую форму, как, например, цена или некоторые оценки качества товара (степень отказоустойчивости закупаемого оборудования, описанная в спецификации), то другие (например, надежность поставки) должны быть предварительно оценены для каждого поставщика группой экспертов или на основе статистического анализа.

В свою очередь поставщики ввиду возрастающих требований к надежности поставки со стороны своих контрагентов вынуждены предпринимать меры по снижению неопределенности в своих логистических цепях.

Неопределенность во внутренних процессах фирмы поставщика, в отличие от неопределенности спроса, доступна для непосредственного контроля.

Цель мероприятий по снижению неопределенности заключается в том, чтобы при заданном уровне инвестиций в организационную структуру цепи поставок максимизировать следующие показатели:

- безопасность цепи поставок;
- устойчивость цепи поставок;
- надежность плана цепи поставок.

Безопасность цепи поставок — способность логистической системы противодействовать целенаправленным действиям, имеющим цель нанести ущерб всей системе в целом или одному из ее элементов.

Устойчивость цепи поставок — способность логистической системы выдерживать определенный уровень нецеленаправленных возмущающих воздействий на систему.

Надежность цепи поставок — способность логистической системы продолжать работу в штатном режиме, не переходя в ситуацию срыва плана поставок, в случае воздействия дестабилизирующих факторов.

Деятельность по снижению неопределенности должна включать следующие этапы:

- 1) определение источника неопределенности, его анализ;
- 2) выработка мер по снижению неопределенности;
- 3) контроль неопределенности;
- 4) оценка деятельности.

Выявление причины неопределенности в цепях поставок — первый шаг к ее снижению. Этот процесс требует понимания организации конкретной цепочки поставок, знания специфики и особенностей технических средств, задействованных в данной цепочке. Необходимо выявить как можно больше критических звеньев в цепочке, поскольку именно от них зависит надежность цепи поставок как технической системы. Критическими звеньями в цепях поставок являются участки:

- на которых наиболее часто происходят сбои в работе;
- малейшие отклонения работы которых вызывают существенные отклонения в работе других элементов цепочки поставок;
- на которых действия по повышению надежности связаны со значительными издержками.

Выявленные узкие места необходимо проанализировать и определить природу неопределенности, возникающей на данном участке. Выработка мер по снижению неопределенности предполагает анализ внедрения тех или иных технических средств или организационных мер.

Неопределенность можно снизить за счет следующих действий:

- введение резервирующих структурных элементов в систему снабжения (страховой запас, промежуточные склады);
- обучение персонала;
- увеличение качества и размера информационного потока между участниками цепи поставок;
- увеличение наблюдаемости в цепи поставок (например, внедрение отслеживающих GPS-систем на транспортных средствах).

В настоящее время существенное снижение неопределенности дает внедрение информационных технологий в цепи поставок. Современные информационные технологии способны установить обмен информацией любого характера между участниками цепи поставок, способствуя их координации. Но проблема неопределенности ввиду низкого качества информационного потока имеет административный характер.

Контроль неопределенности заключается в своевременном информировании всей цепи поставок о задержках в одном из ее звеньев. Такая информация позволит участникам цепочки скорректировать свои планы.

Однако имеются источники неопределенности, которые невозможно устранить или снизить их влияние. Также существуют ситуации, устранение неопределенности в которых не является целесообразным, поскольку связано с высокими издержками.

Оценка деятельности по снижению неопределенности позволяет скорректировать методики анализа причин неопределенности и провести оценку эффективности выработанных и внедренных мер. Данный этап необходим для дальнейшего совершенствования цепочки поставок. Но важно понимать, что полностью исключить неопределенность в цепи поставок невозможно, можно лишь снизить ее до приемлемого уровня.

Разработка и внедрение новой схемы функционирования требуют серьезных управленческих усилий, крупных финансовых вложений в информационные системы, в подготовку и переподготовку кадров, а также значительных затрат времени. Экономия ресурсов — важная задача теории оптимального управления логистической системой.

Простейшая оптимизационная постановка проектной задачи может рассматриваться как организация логистической системы, работающей с минимальными издержками при условии обеспечения требуемого уровня надежности.

Допустим, что при организации системы есть возможность менять в заданных пределах набор параметров $x_1, x_2, \dots, x_n$, которые определяют надежность процесса снабжения — $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$, а также может быть выведена зависимость издержек от этих параметров: $C(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Тогда математическая формулировка оптимизационной задачи имеет вид:

$$C(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min; \quad P(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq P^*,$$

где P^* — минимально допускаемое нормативное значение надежности.

Наряду с критерием минимальной стоимости используют двойственный критерий максимальной надежности:

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max; \quad C(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq C^*,$$

где C^* — максимально допустимые издержки.

Достаточно часто используются минимизация издержек и математическое ожидание от ущерба, вызванного простоем производства вследствие отсутствия материалов. В простейшем случае приходим к оптимизационной задаче вида:

$$C(x_1, x_2, \dots, x_n) + (1 - P(x_1, x_2, \dots, x_n)) \cdot C_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min;$$

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq P^*,$$

где C_1 — сумма потерь, связанных с простоями производства.

Из практики проектирования логистических цепей известно, что затраты на управление цепочкой поставок увеличиваются ускоренными темпами при увеличении требований к уровню надежности системы. В то же время при возрастании уровня надежности снижается ожидаемый ущерб от простоя производства C_U , вычисляемый следующим образом:

$$C_U = (1 - P(x_1, x_2, \dots, x_n)) \cdot C_1(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

В этом случае оптимальным, с точки зрения экономической обоснованности, будет такой уровень надежности P_0 , при котором сумма затрат по обеспечению этого уровня будет минимальна:

$$C_\Sigma = C_U + C \rightarrow \min.$$

Графически данная ситуация проиллюстрирована на рис. 3.

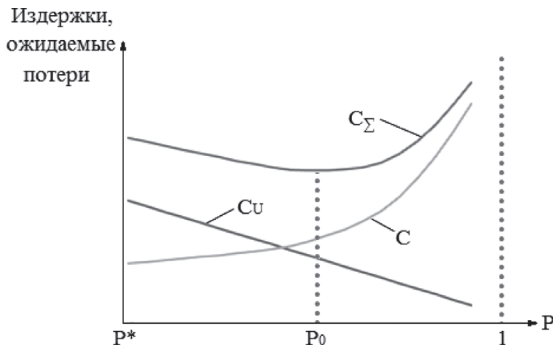


Рис. 3. Минимизация суммарных ожидаемых затрат

В некоторых случаях рассмотренной оптимизационной задачи не вводится ограничение по надежности. Например, для малых и средних фирм издержки, связанные с отсутствием материалов, сопоставимы с издержками на доставку и хранение. Но на предприятиях тяжелого машиностроения, энергетики или оборонной промышленности низкая надежность поставок способна вызвать негативные эффекты, ущерб от которых ни в коем случае нельзя недооценивать. Поэтому при проектировании логистической цепи для таких предприятий целесообразно вводить ограничение по надежности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бауэрсокс Д.Дж., Клосс Д.Дж. *Логистика: интегрированная цепь поставок*. 2-е изд. (Пер. с англ. Н.Н. Барышниковой, Б.С. Пинскера). Москва, 2010.
- [2] Иванов А.А. *Управление цепями поставок*. Санкт-Петербург, 2009.

Статья поступила в редакцию 18.10.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Захаров М.Н., Николаев П.А. Определение подходов к выбору уровня надежности логистических систем промышленного производства. *Гуманитарный вестник*, 2013, вып. 10. URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/log/109.html>

Захаров Михаил Николаевич — д-р техн. наук, профессор кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: ibm3@ibm.bmstu.ru

Николаев Петр Алексеевич — аспирант кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана.