Смирнов А.В., Андрианов И.А., Суконщиков А.А., Бахтенко Е.А.
*Вологодский государственный университет
Вологда, Россия*

doi: 10.18411/lj-31-01-2017-1-14
idsp 000001:lj-31-01-2017-1-14

**Разработка модели адаптивного управления исполнением заказа
на основе вероятностно-статистического подхода в логистической
концепции «точно-в-срок»**

В литературе по логистике понятие «точно-в-срок» («точно-вовремя») рассматривается применительно к логистическому циклу, который является одним из основных объектов интегрированной логистики. Поскольку временные интервалы выполнения отдельных операций логистического цикла являются случайными величинами, то и продолжительность всего цикла, которая, как правило, представляет сумму времени выполнения отдельных элементов (операций), является случайной величиной, подчиняющейся определенному закону распределения.

Зная продолжительность логистического цикла, можно найти время выполнения цикла заказа в точно обозначенные сроки. Заказчик может выдвигать требование доставить товары в определенное (точное) время или же задать время доставки с учетом небольшого отклонения, которое он считает допустимым. Если время выполнения заказа «точно-в-срок» задано каким-то определенным значением времени, время цикла заказа является верхней доверительной границей времени и может быть рассчитано по формуле:

$$T_{TB}^{\sigma} = T_n + \bar{T} + x_p \sigma_T, \quad (1)$$

где T_n – время начала выполнения логистического цикла;

$\bar{T}$ – среднее значение времени логистического цикла;

σ_T – среднее квадратическое отклонение времени цикла.

Если время выполнения заказа «точно-в-срок» задано не только ориентировочным значением, но и некоторым отклонением от него или интервалом времени, важно оценить не только верхнюю, но и нижнюю границу времени выполнения заказа

$$T_{TB}^H = T_n + \bar{T} - x_p \sigma_T. \quad (2)$$

Для снижения риска невыполнения заказа в договорные сроки важно уметь управлять процедурами заказа, в частности, выбирать наилучший по времени вариант выполнения операций логистического цикла. Под управлением процедурами цикла заказа понимается в данном случае корректировка составляющих цикла в ходе организации и выполнения заказа потребителя, замена некоторых составляющих или ускоренное их осуществление. Например, можно оперативно заменять вид транспорта, перевозчика, маршрут или приобрести компоненты заказа у другого поставщика, но при этом не нарушить требование относительно выполнения всего цикла заказа в точные сроки.

На рис. 1 показано, что выполнение заказа в заданные сроки (линия 1) возможно с вероятностью P_1 , меньшей заданной надежности. Для выполнения требования заказчика необходимо приблизить заданное время прибытия заказа к потребителю и гарантированное с вероятностью 0,9 время доставки точно в срок. Из анализа вышеприведенных зависимостей для определения времени выполнения заказа следует, что выполнение условия «точно в срок» может быть достигнуто различными способами, которые позволят приблизить заданное время выполнения заказа и гарантированное с вероятностью 0,9 время точно в срок.

Рис. 1. - Зависимость функции распределения времени выполнения заказа от изменения среднего времени цикла

Рис. 2. - Зависимость функции распределения времени выполнения заказа от среднего квадратического отклонения времени цикла

Рис. 3. - Зависимость функции распределения времени выполнения заказа от изменения среднего значения и среднеквадратического отклонения времени цикла

Во-первых, если возможно, начать выполнение заказа раньше.

Во-вторых, важен индивидуальный контроль продолжительности каждой операции, и в случае существенного отклонения от нормативных значений необходима корректировка времени выполнения оставшихся операций. Например, можно изменить маршрут доставки, состав участников транспортировки, направить транспортное средство по платной магистрали, лучшего качества и с меньшей интенсивностью движения и т.п. Такой вариант управленческого решения при постоянной величине среднего квадратического отклонения графически представлен на рис. 1 (линия 2).

В-третьих, уменьшить составляющие σ_i , при этом в силу ограниченности ресурсов, главным образом наибольшие из них. На рис. 2 (линия 3) показано, что за счет уменьшения дисперсии достигается равенство между временем, заданным клиентом, и 90-процентным временем выполнения заказа. При этом среднее время выполнения заказа остается прежним. Однако чаще всего изменяются среднее квадратическое отклонение и среднее значение времени (рис. 3, линия 4). Например, таможенное оформление товара при помощи таможенного брокера займет в среднем меньше времени, чем самостоятельное оформление. Экспертным путем и на основании обследований маршрутов установлено, что колеблемость значений времени оформления перевозчиком существенно больше по сравнению с вариантом оформления с использованием брокера. Однако брокер оказывает услуги на возмездной основе, что необходимо учитывать при принятии решений.

В-четвертых, необходимо учесть, что продолжительности операций логистического цикла могут быть связаны между собой, и задержка при выполнении одной операции, например, при комплектовании заказа, потребует уменьшения времени другой операции – доставки, то есть возникает корреляционная связь. Учет свойств обратной (отрицательной) корреляции времени отдельных операций логистического цикла при условии, что это не приведет к росту остальных t_{ij} , может изменить среднее квадратическое отклонение времени выполнения заказа.

Как уже отмечалось, в ряде случаев заказчик требует доставить необходимые материалы, сырье и т.п. в некотором интервале времени ($\bar{T} \pm \delta$), тем самым он фактически определяет не только среднее, но и среднее квадратическое отклонение времени выполнения заказа. Это ведет к появлению вариантов выполнения заказа раньше времени, заданного потребителем. В таком случае, необходимо обеспечить равенство среднего времени выполнения заказа с заданным средним значением времени и применить варианты управленческих решений, направленные на сближение расчетных и договорных сроков доставки грузов. Однако равенство расчетного и заданного среднего времени выполнения заказа не обеспечивает надежности, поскольку среднее квадратическое отклонение времени доставки может быть слишком велико. Это ведет к появлению фактически возможных вариантов выполнения заказа раньше времени, заданного потребителем (заказчик не разгружает прибывшие товары, транспортное средство вместе с водителем простаивает в ожидании разгрузки), и позднее сроков, указанных в договоре. Это ведет к необходимости уплатить штраф за срыв сроков поставки, отказу клиента в приеме заказа и к другим последствиям.

Во всех случаях отклонение сроков выполнения заказа от заданного интервала ведет к затратам поставщика, поэтому при управлении процедурами заказов необходимо на стадии проектирования логистического цикла подобрать такие варианты выполнения операций цикла, чтобы сумма верхних (нижних) оценок доверительных интервалов времени выполнения заказа давала результат, принадлежащий интервалу времени, заданному заказчиком. Рассмотренные варианты решений могут быть применены не только при проектировании цепи поставок, в которой будут выполняться логистические циклы, но и при управлении составляющими конкретных заказов.

Учитывая характер решаемых задач при управлении циклом заказа и случайность временных характеристик элементов цикла, основным методом проектирования времени выполнения заказа может являться имитационное моделирование.