

Практическое применение концепции «точно в срок» в транспортной логистике и ее моделирование

Необходимость формирования новых подходов к выбору перевозчика вместо традиционных не только повышает устойчивость транспортной компании, сохраняя конкурентоспособность и эффективность функционирования, но и позволяет поставщику оптимизировать транспортный процесс за счет гарантийного цикла поставки и соответственно уменьшения затрат на транспортировку. Одним из способов разрешения указанных проблем является реализация принципов логистики в управлении как отдельными компаниями, так и цепями поставок. Для этого используется логистическая концепция «точно в срок», которая позволяет добиться максимального согласования параметров поставки.

Надежность поставки зависит как от надежности поставщика, так и от надежности перевозчика при условии работы безотказной логистической системы: регулярные перевозки в нужное время, требуемого качества, необходимого количества.

Применение логистической концепции «точно в срок» в транспортном процессе отличается сложностью, так как его надежность зависит от ряда случайных факторов, которые проявляются с определенной закономерностью и вероятностью для исходного процесса (к примеру, от погодных условий, человеческого фактора, в частности, плохого самочувствия водителя). Количественным выражением надежности служит вероятность безотказной работы логистической системы на протяжении определенного промежутка времени в конкретных условиях. Все сбои в ее работе исследуются в соответствующем периоде, продолжительность которого связана с поэтапным технологическим процессом.

Распределение времени поэтапно подчиняется теоретическим законам распределения. Учитывая вероятность периодического возникновения проблем с поставками, встает вопрос о необходимости создания методов их регулирования, сглаживающих сбои и не допускающих остановки производства.

Ключевые слова: модель «точно в срок», моделирование, транспортные услуги, полный цикл поставки, транспортное средство, временные показатели, временные составляющие.

Сегодня все чаще предприятия вынуждены избавляться от активов, которые не связаны с их основной деятельностью, а также от непрофильных функций, которые сопровождаются лишними расходами. Поэтому эти же предприятия вынуждены обращаться для осуществления выведенных функций на сторону, к квалифицированным специалистам. Речь идет о перевозчиках. Выбор наилучшего перевозчика, как правило, задача непростая. Хотя на первый взгляд может так и не показаться. Кроме опыта работы перевозчика, его деловой репутации, в выборе вида транспорта для многих потребителей транспортных услуг особую роль играют сроки предоставления услуг или средний срок доставки.

Средний срок доставки, а также его вариации позволяют очертить гарантированный срок доставки с заданной вероятностью.

К примеру, о чем говорит средний срок перевозки груза из Китая в Россию, в частности в Новосибирск, – 40 сут? Большой это срок или нет? Для одних потребителей – большой, для других – вполне нормальный. А если поставщик гарантирует на 95 %, что максимальный срок доставки не превысит 70 дней, то в этой транспортной компании от такого

вида перевозки, скорее всего, откажется большая часть тех потребителей, для кого важен средний срок доставки.

Совсем другое дело, если при сроке доставки 40 сут с той же гарантией 95 % максимальный срок не превысит 47 сут. Отклонение в данном случае может, конечно, тоже не устроить потребителя, но уже вполне приемлемо. Понятно, что большие колебания срока доставки вызывают простои производства, срывают работу склада и дальнейшие поставки по цепи.

Чтобы сохранить или усилить эффективность работы и конкурентоспособность логистической системы и цепей поставок, необходимо предъявлять особые требования к параметрам качества обслуживания потребителей. Такие задачи предполагают оптимизацию множества временных переменных при помощи механизма моделирования. На отечественных предприятиях, как правило, отсутствуют механизмы формирования комплекса управленческих решений с привлечением методов имитационного моделирования [1–6].

Инструментом реализации механизма формирования комплекса управленческих решений по выявлению и устранению основных

причин, влияющих на стабильность заданного потребителем срока доставки, является модель «точно в срок» (*JIT – just in time*).

Управление как внутренними (в пределах одной страны), так международными автомобильными перевозками является действительно сложным процессом в организационном, технологическом аспектах. Сложность международных перевозок вызвана еще и необходимостью учета модели операций, связанных с пересечением границ, особенностей таможенного регулирования грузопотоков, национального документооборота, инспекционных проверок транспортных средств, соблюдением весогабаритных, экологических и прочих обстоятельств [7, 8].

Сложности, вызываемые операцией транспортировки, обусловлены и тем, что внешняя среда данной операции характеризуется большой степенью неопределенности, что, в свою очередь, сопряжено с разнообразными по природе, размеру и частоте рисками. К ним относятся протяженность, тип дорожного покрытия, местные ограничения и другие параметры, связанные с транспортировкой по маршруту.

Однако анализ научной литературы по логистике позволяет констатировать следующее: во-первых, большинство ученых рассматривают понятие «точно в срок» на концептуальном описательном уровне; во-вторых, немногочисленные попытки довести положения концепции «точно в срок» до модели, на основании которой можно принимать решения, не нашли в настоящее время широкого применения [8].

В частности, в работах [9, 10] приведены аналитические зависимости для определения параметров доставки «точно в срок», однако практическая реализация предложенной модели затруднена сложностями формализации и аналитического описания некоторых ее составляющих. В работе [8] удалось смоделировать временные параметры по маршруту, что позволяет определять время «точно в срок».

В статье ставится цель – оптимизировать работу логистических систем; для этого следует решить задачи: изучить процессы прохождения материального потока через логистическую цепь, определить среднюю продолжительность цикла доставки, а также надежность поставки в заданные сроки.

В настоящей статье анализируется модель, при которой некое предприятие должно снабжать материалами и запасными частями свои филиалы. Для этого необходимо заключать договоры на оказание услуг перевозки груза до потребителей-филиалов. При этом уточняем, что поставка реализуется из пункта *A* в пункт *B* и обратно с использованием складов в каждом пункте. При перевозке используется унимодальный способ доставки (только одним видом транспорта).

Чтобы изучить прохождение материального потока через логистическую цепь, рассматривают время прохождения и вариации (отклонения) времени прохождения через отдельные этапы. Уровень детализации (разбиения на этапы) выбирается в зависимости от удельного веса времени прохождения материального потока через каждый этап. На первом уровне детализации осуществляется сбор информации об объемах услуг, выполняемых перевозчиками, сроках выполнения услуг, имеющейся парке транспортных средств, которая берется из заявок на предоставление транспортных средств (ТС), транспортных и товарных накладных, счетов-фактур на перевозку, а также необходимы данные программы складского учета. Информация подвергается изучению, что позволяет рассматривать логистическую цепь как совокупность отдельных этапов. Таким образом, получаем следующий уровень детализации: размещение заказа (формирование и передача заявки поставщику), обработка заказа перевозчиком, задержка подачи ТС перевозчиком, транспортировка, простой ТС в пункте разгрузки, оприходование товара.

Учет движения материального потока ведется по этапам логистической цепи в соответствии с датами, благодаря которым рассчитываются временные интервалы каждого из этапов. По каждому временному интервалу рассчитывается ряд статистических характеристик: среднее значение $t_{i\text{cp}}$, среднеквадратичное отклонение σ_i , коэффициент вариации v_i . А также по всему циклу поставки рассчитывается полный цикл от начала подачи заявки поставщиком перевозчику до оприходования товара у потребителя, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации.

Временные составляющие автомобильных перевозок при реализации технологии «точно

в срок» представлены табл. 1. Данные таблицы включают промежуточные результаты моделирования не для большого количества реализаций и статистической обработки, а лишь фрагмент плановых и фактических величин временных характеристик автомобильных перевозок.

Из табл. 1 видно, что этапы обладают неодинаковой размерностью (сутки или часы), что характерно для автомобильных перевозок. В расчетах же все приведено к единому измерителю – часам. Процедуры и результаты моделирования представлены в табл. 2. С учетом выбранного уровня детализации средний срок полного цикла заказа от начала формирования заявки поставщику до окончания оприходования на складе потребителя составляет 202,3 ч (8,4 сут). Коэффициент вариации, который показывает, насколько стабилен полный срок доставки на маршрутах, составил около 103,4 %.

Моделирование составляющих этапов маршрутов осуществлялось с учетом вида за-

кона распределения. Распределение общего времени цикла и его этапов отличается от нормального. Если распределение действительно экспоненциальное, то среднее значение должно быть равно среднеквадратичному отклонению. Данное реальное распределение похоже по форме на экспоненциальное, но таковым не является.

Очевидно, что данное моделирование, на первый взгляд, является нежизнеспособным. На результаты данного моделирования очень сильно повлиял человеческий фактор. Так, в августе – сентябре 2015 г. произошла смена власти в рассматриваемой транспортной компании, что оказало негативное влияние как на формирование заявки поставщику, так и на своевременную подачу транспортного средства под погрузку. Выезд автомобиля на линию с техническими неисправностями и неправильная организация перевозки в пути также искажает картину за год.

Исключив человеческий фактор, который в августе – сентябре 2015 г. чуть не стоил пе-

Таблица 1

Фрагмент годовых временных составляющих автомобильных перевозок

Дата подачи заявки	Время подтверждения принятия заказа (заявки) к исполнению	Дата и время погрузки в заявку (подача ТС)		Дата и время фактической погрузки в накладной		Дата и время прибытия в пункт назначения (разгрузки) в заявке		Дата фактической разгрузки ТС в накладной	Время фактической разгрузки ТС в накладной
11.01.2015	13.01.2015	13.01.2015	8:00	14.01.2015	8:00	14.01.2015	8:00	15.01.2015	15:00
11.01.2015	14.01.2015	15.01.2015	8:00	16.01.2015	8:00	15.01.2015	8:00	17.01.2015	8:00
20.01.2015	23.01.2015	23.01.2015	8:00	23.01.2015	8:00	26.01.2015	8:00	26.01.2015	8:00
20.01.2015	26.01.2015	26.01.2015	8:00	26.01.2015	8:00	28.01.2015	8:00	28.01.2015	8:00
04.02.2015	05.02.2015	05.02.2015	8:00	05.02.2015	8:00	07.02.2015	8:00	07.02.2015	8:00
04.02.2015	06.02.2015	06.02.2015	8:00	06.02.2015	8:00	08.02.2015	8:00	08.02.2015	8:00
05.02.2015	06.02.2015	06.02.2015	8:00	06.02.2015	8:00	06.02.2015	16:00	06.02.2015	16:00
20.02.2015	24.02.2015	24.02.2015	8:00	24.02.2015	8:00	25.02.2015	8:00	25.02.2015	8:00
20.02.2015	25.02.2015	25.02.2015	8:00	25.02.2015	8:00	27.02.2015	8:00	27.02.2015	8:00
04.03.2015	06.03.2015	06.03.2015	8:00	06.03.2015	8:00	09.03.2015	8:00	09.03.2015	8:00

Таблица 2

Моделирование составляющих этапов маршрута, ч

Расчетные статистические характеристики	Формирование заказа (заявки)	Обработка заказа перевозчиком	Задержка подачи ТС перевозчиком	Время в пути	Опоздание ТС в пункте назначения для разгрузки	Оприходование товара
$t_{i\text{cp}}$	107,7	5,8	3,1	44,2	5,9	35,7
σ_i	204,0	27,2	9,5	27,2	19,4	13,1
v_i	189,5	466,2	312,2	61,5	329,8	36,8
t_{Σ}	202,3					
σ_{Σ}	209,2					
v_{Σ}	103,4 %					

ревозчику потери инвестиционной привлекательности у заказчика и ухудшения его имиджа, получаем средний срок полного цикла заказа от начала формирования заявки поставщику до окончания оприходования на складе потребителя, который теперь составляет 158,8 ч (6,6 сут) при суммарном коэффициенте вариации 40,5 % (табл. 3).

Легко увидеть, что общее время цикла поставки уменьшилось на 1,8 сут, что составило 21,5 %. Распределение общего цикла поставки также не подчиняется нормальному закону распределения. Был подобран другой вид распределения – распределение Вейбулла, расчетные данные которого приведены в табл. 4.

Получаем с вероятностью 95,1 % максимальный срок поставки, который не превысит 36 ч, или 1,5 сут (ранее цикл поставки составлял 6,6 сут).

Таким образом, мы довели гарантированный максимальный срок до 1,5 сут. Это очень хороший результат. Для реализации на практике максимального срока необходимо изучать и

далее причины отклонений и предпринимать меры по их уменьшению. Полученные значения необходимо принимать за норматив.

Рассмотрим, к примеру, отдельные этапы, на которые можно повлиять. Самый весомый этап – «Формирование заказа», который составляет 68,1 ч (2,8 сут). Можно добиться снижения среднего временного интервала на этом этапе до 1–2 сут и снизить его отклонения – довести коэффициент вариации до 28,8 %. Следующий по весомости этап – «Время в пути», на который повлиять никак нельзя. Затем – «Обработка заказа перевозчиком» и «Задержка подачи ТС перевозчиком». Длительность этих этапов может быть обусловлена многими причинами: в парке нет свободного транспортного средства или оно вовсе отсутствует, транспортное средство неисправно и т.д. Предположим, что сменили транспортную компанию на другую, у которой парк машин больше, вовремя проходит техническое обслуживание, тогда и сроки этапов тоже снизятся, также снизятся их вариации. А это уже

Таблица 3

Новое моделирование составляющих этапов маршрута, ч

Расчетные статистические характеристики	Формирование заказа (заявки)	Обработка заказа перевозчиком	Задержка подачи ТС перевозчиком	Время в пути	Опоздание ТС в пункте назначения для разгрузки	Оприходование товара
$t_{i\text{ ср}}$	68,1	1,9	3,1	44,2	5,9	35,7
σ_i	52,1	6,5	9,5	27,2	19,4	13,1
v_i	76,5	332,6	312,2	61,5	329,8	36,8
t_{Σ}	158,8 (6,6 сут)					
σ_{Σ}	64,3					
v_{Σ}	40,5					

Таблица 4

Определение цикла поставки с заданной вероятностью

Значение срока доставки, ч	Плотность распределения	Функция распределения (вероятность накопительным итогом)
21,6	1,055799359	0,54009896
24,0	0,978182824	0,642278045
26,4	0,851732352	0,734100911
28,8	0,696968419	0,811679415
31,2	0,535633311	0,873279413
33,6	0,386193971	0,919209832
36,0	0,260881015	0,951330538
38,4	0,164857189	0,972369148
40,8	0,097290428	0,985254807
43,2	0,053524703	0,99262219
45,6	0,02740027	0,996547375
48,0	0,013027013	0,998492489
50,4	0,005740934	0,999387334

может соответствовать нормальному закону распределения.

Итак, процедура моделирования временных составляющих маршрута позволяет на практике

определять время «точно в срок», а смоделированные значения временных составляющих транспортировки могут выступать в качестве контрольных (или нормативных).

Библиографический список

1. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2006. 432 с.
2. Емельянов А.А., Власов Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие / Под ред. А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2002. 368 с.
3. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 400 с.
4. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 280 с.
5. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: Учеб. пособие. М.: Дело, 2003. 336 с.
6. Сетевое планирование в ремонтно-эксплуатационном и машиностроительном производстве: Метод. указ. к выполнению заданий практ. занятий и самостоят. работы / Е.О. Юркова, О.А. Шаламова, Е.В. Самойлова, Г.Г. Ядрошников. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2010. 30 с.
7. Ларин О.Н. Регулирование параметров логистической концепции «точно в срок» на основе методов оценки надежности процесса транспортировки // Транспортные потоки: информационно-аналитическая газета. 2001. № 4. С. 5.
8. Лукинский В.С. Моделирование временных составляющих автомобильных перевозок при реализации технологии «точно в срок» // Современные проблемы науки и образования: Электрон. науч. журн. 2012. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6184> (дата обращения: 10.03.2017).
9. Модели и методы теории логистики: Учеб. пособие. / Под ред. В.С. Лукинского. 2-е изд. СПб.: Питер, 2007. 448 с.
10. Логистика автомобильного транспорта. Концепция, методы, модели / В.С. Лукинский, В.И. Бережной, Е.В. Бережная, И.А. Цвиринько. М.: Финансы и статистика, 2000. 280 с.

О.А. Shalamova

Practical Application of the "Just-in-Time" Concept in Transport Logistics and its Modeling

Abstract. The need to form new approaches to the choice of the carrier instead of the traditional ones not only increases the stability of transport companies, preserving competitiveness and efficiency of operation, but also allows the supplier to optimize the transport process due to the warranty cycle of delivery and, accordingly, reduction of transportation costs. One way to solve these problems is to implement the principles of logistics in the management of both individual companies and supply chains. For this, a logistic concept "just-in-time" is used, which allows to achieve the maximum coordination of delivery parameters.

The reliability of the delivery depends both on the reliability of the supplier and on the reliability of the carrier under the condition of the operation of an uninterrupted logistics system: regular transportation at the right time, the required quality, the required quantity.

The complexity of applying the logistics concept "just-in-time" in the transport process is, since its reliability depends on a number of random factors that manifest themselves with a certain regularity and probability for the initial process. For example, weather conditions, the human factor (in particular, the driver's poor state of health), etc. The quantitative expression of reliability is the probability of trouble-free operation of the logistics system for a certain period of time under specific conditions. All failures in its work are investigated in the relevant period, the duration of which is associated with a phased technological process.

The distribution of time is gradually subordinated to the theoretical distribution laws. Taking into account the probability of periodic supply problems, the question arises of the need to create methods for their regulation, smoothing out failures and not allowing production to stop.

Key words: "just-in-time" model; modeling; transport services; full cycle of delivery; vehicle; time indices; time components.

Шаламова Оксана Александровна — кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин» СГУПС. E-mail: oksana.sh73@mail.ru