

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ «ТОЧНО В СРОК»

Лукинский В. С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета», Санкт-Петербург, Россия (191002, ул. Марата, д.27), электронная почта: dept.kliop@engec.ru

В представленных материалах приведен анализ использования методов моделирования при решении задач логистического менеджмента; приведен авторский подход к моделированию временных параметров международной автомобильной перевозки как элемента логистического цикла с учетом случайных составляющих и ограничений, отражающих особенности правового и организационно-технологического обеспечения, при проектировании доставки грузов, планировании и организации перевозок. Усложнение условий сохранения эффективности и конкурентоспособности логистических систем и цепей поставок предъявляет особые требования к параметрам качества обслуживания потребителей, в число которых входит средняя продолжительность цикла выполнения заказа, а также надежность поставки в заданные сроки. Инструментом реализации задачи обоснования временных параметров составляющих логистического цикла и формирования комплекса управленческих решений по предотвращению и сокращению негативного влияния нежелательных отклонений от заданного потребителем (заказчиком) времени доставки является модель «точно в срок».

Ключевые слова: автомобильный транспорт, перевозки, моделирование.

SIMULATION ELEMENTS TIME OF ROAD TRANSPORTATION FOR THE IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGY «JUST IN TIME»

Lukinskiy V. S.

Saints-Petersburg Government University of Engineering and Economics, 191002, Saint-Petersburg, Marata str., 27, e-mail: dept.kliop@engec.ru

The article provide an analysis of the use of simulation techniques for solving problems of logistics management; include an author's approach to modeling the temporal parameters of international transport as part of the logistics cycle, taking into account the random components and constraints that reflect features of the legal, organizational and technological support, the design of delivery, planning and organization of transport. The complication of the conditions of the conservation efficiency and system of logistics competitiveness and chains of the deliveries presents the special requirements to parameter quality of service consumers, in number which enters average length of the cycle of the performing the order, as well as reliability of the supply in givenned periods. The Instrument to realization of the problem of the motivation temporary parameter forming of logistics the cycle and shaping the complex of the management decisions on prevention and reduction of the negative influence of the undesirable detours from given by consumer (the customer) of time of delivery is a model «just in time».

Key words: road transport, haulage, simulation.

Введение

Необходимость формирования новых подходов к повышению организационно-экономической устойчивости компаний, сохранения их конкурентоспособности и эффективности функционирования обусловлена требованиями современного уровня развития российской экономики, характеризуемого усилением конкуренции в различных отраслях, возросшим динамизмом внешней среды компаний, доминированием идеи «рынка покупателя». Одним из способов разрешения указанных проблем является реализация принципов логистики в управлении, как отдельными компаниями, так и цепями поставок. Вместе с тем, трансформация логистического подхода из рядового метода операционного менеджмента в «инстру-

мент интегрированного управления материальным потоком и связанными с ним информационными, финансовыми потоками и сервисом, способствующим достижению целей организации с оптимальными затратами» [2], с соответствующим повышением статуса логистики до уровня стратегии компании, требует разработки комплекса методов поддержки принятия управленческих решений на всех уровнях управления: от оперативного до стратегического.

Цель исследования – разработка метода моделирования временных параметров международной автомобильной перевозки как элемента логистического цикла с учетом случайных составляющих.

По мнению Д. Бауэрсокса и Д. Клосса [1], компетентность в логистике достигается благодаря рациональному управлению такими функциональными областями как управление запасами, складирование и транспортировка. Следует отметить, что именно эти функциональные области включают наибольшее число задач, подлежащих решению методами имитационного моделирования. В частности, в управлении запасами в качестве наиболее актуальных задач следует назвать: «восстановление» процесса расхода (пополнения) запасов по неполным данным, т.е. формирование искусственным образом недостающих статистических данных, необходимых для прогнозирования; определение последствий применения различных стратегий управления запасами, а также сравнительная оценка эффективности различных систем управления запасами по результатам соответствующих имитационных экспериментов.

В логистике складирования попытки аналитического описания функционирования складских объектов (в частности, логистических терминалов на магистральных видах транспорта, с использованием положений теории массового обслуживания, а именно многофазовых систем массового обслуживания, включают достаточное количество допущений, существенно снижающих качество моделей. Действительно, значительное разнообразие параметрических характеристик (входного потока, времени обслуживания), присущих различным фазам подобных систем массового обслуживания, а также нестационарность их функционирования указывает на необходимость привлечения методов имитационного моделирования при решении подобных задач.

Усложнение условий сохранения эффективности и конкурентоспособности логистических систем и цепей поставок предъявляет особые требования к параметрам качества обслуживания потребителей, в число которых входит средняя продолжительность цикла выполнения заказа, а также надежность поставки в заданные сроки. Инструментом реализации задачи обоснования временных параметров, составляющих логистического цикла и формирования комплекса управленческих решений по предотвращению и сокращению негативного влияния нежелательных отклонений от заданного потребителем (заказчиком) времени доставки является модель «точно в срок» (*JIT – Just in time*). Однако анализ доступной авторам

научной литературы по логистике позволяет констатировать следующее: во-первых, большинство ученых рассматривают понятие «точно в срок» на концептуальном описательном или семантическом 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. В частности, в работе [4] приведены аналитические зависимости для определения параметров доставки «точно в срок», однако практическая реализация предложенной модели затруднена сложностями формализации и аналитического описания некоторых ее составляющих.

Вместе с тем известно, что уменьшение неопределенности логистического цикла является сегодня одной из основных проблем логистического менеджмента. В общем случае источниками неопределенности являются случайные величины T_i , характеризующие продолжительность выполнения отдельных операций цикла, к числу которых относят: передачу, обработку, комплектование, транспортировку заказа, доставку заказа конечному потребителю. Наибольшие сложности при подготовке и принятии управленческих решений традиционно вызывают операции транспортировки. Это обусловлено тем, что внешняя среда данных операций характеризуется большей степенью неопределенности, что, в свою очередь, сопряжено с разнообразными по природе, размеру и частоте рисками. Основным источником случайности является маршрут, характеризующийся определенной протяженностью, типом дорожного покрытия, местными ограничениями и другими параметрами. Международные автомобильные перевозки (МАП) являются еще более сложным процессом в организационном, технологическом и, как следствие, управленческом аспекте по сравнению с внутренними перевозками (в пределах одной страны). Сложность международных перевозок вызвана необходимостью учета модели операций, связанных с пересечением границ, особенностей таможенного регулирования грузопотоков, национального документооборота, инспекционных проверок транспортных средств, соблюдения весогабаритных и экологических и прочих обстоятельств.

Тогда с учетом перечисленных особенностей МАП общее время перевозки может быть определено по следующей формуле:

$$T_0 = \sum_{i=1}^A t_{i,i+1} + \sum_{j=1}^B \tau_j + \sum_{k=1}^C \Theta_k \quad (1)$$

где $t_{i,i+1}$ – время движения между i -м и $(i+1)$ -м пунктами;

τ_j – время оформления таможенных документов в j -м пункте (внутри страны и на пограничных переходах);

Θ_k – время погрузки, разгрузки и складирования в k -м пункте;

A, B, C – количество участков движения автомобиля, пунктов таможенного оформления и пунктов погрузки-разгрузки соответственно.

Очевидно, что все составляющие формулы (1) являются случайными величинами.

Однако данный подход отражает ситуацию непрерывного нахождения автомобиля на линии при выполнении рейса, что не полностью учитывает специфику международных перевозок, обусловленную, во-первых, ограничением режима труда и отдыха водителя или экипажа автомобиля согласно Европейскому соглашению, касающемуся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР); во-вторых, запретами (ограничениями) на движение большегрузных автомобилей по территории некоторых европейских стран в выходные и праздничные дни; в-третьих, необходимостью проведения ремонтно-профилактических воздействий, в частности, устранением отказов, а также другими причинами простоя на линии (например, проверкой дорожной полицией нагрузки на оси, которая входит в производственную деятельность водителя в течение рабочего дня, иную, чем управление автомобилем). Тогда откорректированная формула для общей продолжительности рейса в международном сообщении может быть представлена в виде:

$$T_0 = \sum_{i=1}^A t_{i,i+1} + \sum_{j=1}^B \tau_j + \sum_{k=1}^C \Theta_k + \sum_{l=1}^D \varphi_l + \sum_{m=1}^E \psi_m + \sum_{n=1}^F \eta_n, \quad (2)$$

где φ_l – случайная составляющая, отражающая увеличение времени рейса для проведения ремонтно-профилактических воздействий и других причин;

ψ_m – случайная составляющая, отражающая ограничения, связанные с ЕСТР;

η_n – случайная составляющая, отражающая запреты на движение большегрузных автомобилей;

D, E, F – число случаев простоя автомобиля с учетом указанных причин соответственно.

При формировании модели (2) учтены особенности требований ЕСТР, связанные с накоплением времени работы водителя в течение дня, недели и двух недель, что приводит к скачкообразному увеличению времени выполнения рейса без изменения пройденного пути. Этим обусловлено включение в модель (2) составляющей ψ_m . Дальнейшая конкретизация требований ЕСТР обусловила необходимость введения в модель следующих неравенств-ограничений:

$$\begin{aligned} t_{i,i+1} &< T_y; \\ t_{i,i+1} + \tau_j + \psi_l &< T_0 \end{aligned} \quad (3)$$

где T_y – время непрерывного управления автомобилем;

$T_0 = 24 - T_{om}$;

T_{om} – время ежедневного отдыха.

Аналогично могут быть учтены ограничения при движении большегрузных автомобилей в ряде европейских стран в выходные (праздничные) дни, в ночное время и т.п. Это также приводит к увеличению времени перевозки и должно учитываться при расчете.

Выполненный анализ указывает на необходимость использования метода статистического моделирования для определения времени перевозки с использованием формулы (2) с учетом случайных составляющих и ограничений (3). На рисунке представлена блок-схема моделирования международной автомобильной перевозки с учетом требований ЕСТР. Проиллюстрируем реализацию приведенного алгоритма на конкретном примере.

Будем полагать, что транспортировка включает операции по вывозу груженых контейнеров с последующим возвратом порожних контейнеров автопоездом в составе тягача и полуприцепа по маршруту Санкт-Петербург – Хельсинки (порт) – Санкт-Петербург. В результате сбора и статистической обработки данных о временных составляющих рейсов по маршрутам международных перевозок Российская Федерация – Финляндия (в частности, Санкт-Петербург – Хельсинки – Санкт-Петербург) через пограничный переход Торфяновка были получены следующие результаты (табл. 1). Примем, что время начала работы – 8 утра; на маршруте работает один водитель.

Моделирование составляющих маршрута осуществлялось с учетом вида закона распределения, определенного в результате наблюдений данных о временных параметрах маршрута, а также таблиц случайных чисел. Процедуры и результаты моделирования представлены в табл. 2.

Данные табл. 3 включают результаты моделирования для большого количества реализаций и статистической обработки, а также фактические и плановые величины временных характеристик международных автомобильных перевозок. Очевидно, описанный подход требует уточнения и дальнейшего развития с учетом прочих отмеченных особенностей транспортировки в международном сообщении.

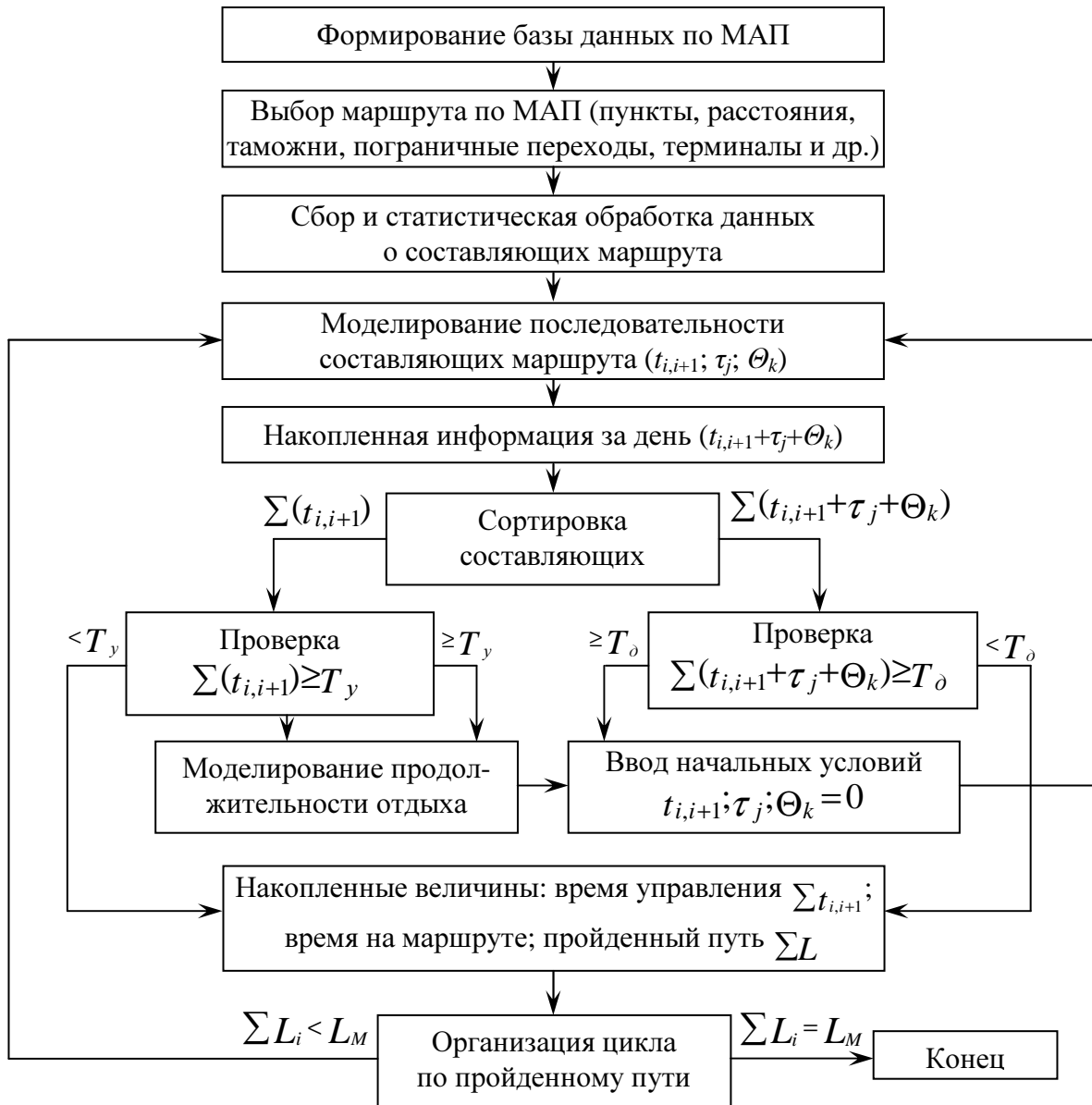


Рис. Блок-схема моделирования международной автомобильной перевозки
(без учета составляющих φ_l, η_n)

Таблица 1

Результаты статистической обработки временных составляющих
международной перевозки Россия – Финляндия

Составляющие перевозочного процесса	Средние значения, ч	СКО, ч	Закон распределения
Санкт-Петербург – Торфяновка, д	3,79	0,7	Нормальный
Торфяновка, пп	1,831	1,8	Экспоненциальный
Торфяновка – Хельсинки, д	3,8	0,707	Нормальный

Хельсинки, п-р	4,92	2,524	Нормальный
Хельсинки – Торфяновка, д	3,43	0,6	Нормальный
Торфяновка, пп	3,5	2,19	Нормальный
Торфяновка – Санкт-Петербург, д	3,88	0,607	Нормальный

Таблица 2

Последовательность моделирования временных параметров маршрута
Санкт-Петербург – Хельсинки – Санкт-Петербург

Временная составляющая маршрута	Вид и параметры закона распределения	Принятая величина ξ и ξ'_i	Результаты моделирования временной составляющей	Проверка условий-ограничений (3); принимаемые решения
1 день: начало рабочего дня – 8:00; окончание рабочего дня – 17:56				
t_{11} – время движения Санкт-Петербург – Торфяновка	Нормальный; $\bar{x} = 3,79$ $\sigma = 0,7$	$\xi'_1 = 0,2005$	$t_{11} = 3,93$ ч	$t_{11} < T_y$; для одного водителя $T_y = 4,5$ ч, тогда $3,93 < 4,5$ – продолжение работы
τ_1 – время прохождения пограничного перехода Торфяновка	Экспоненциальный $\lambda = \frac{1}{1,831}$	$\xi = 0,86$	$\tau_1 = 0,27$ ч	$(t_{11} + \tau_1) < T_o$; для одного водителя $T_d = 13$ ч: $(3,93 + 0,27) < 13$ – продолжение работы

Окончание табл. 2

t_{23} – время движения Торфяновка – Хельсинки	Нормальный; $\bar{x} = 3,8$ $\sigma = 0,707$	$\xi'_1 = 1,1609$	$t_{23} = 4,61$ ч	$t_{23} < T_y$: $4,61 > 4,5$ – принимается решение о перерыве на 45 мин; кроме того, $3,93 + 4,61 = 8,54 < 9$, $3,93 + 0,27 + 4,61 +$
--	--	-------------------	-------------------	--

				+0,75=9,56<13: принимается решение об окончании 1-го дня
2 день: начало рабочего дня – 6:00; окончание рабочего дня – 21:30				
Θ_1 – время погрузки в порту Хельсинки	Нормальный; $\bar{x} = 4,92$ $\sigma = 2,524$	$\xi'_1 = 0,5864$	$\Theta_1 = 6,4$ ч	
t_{34} – время движения Хельсинки – Торфяновка	Нормальный; $\bar{x} = 3,43$ $\sigma = 0,6$	$\xi'_1 = 0,1425$	$t_{34} = 3,52$ ч	
τ_2 – время прохождения пограничного перехода в Торфяновке	Нормальный; $\bar{x} = 3,5$ $\sigma = 2,19$	$\xi'_1 = 0,9516$	$\tau_2 = 5,58$ ч	6,4+3,52+5,58= =15,5>13 – принимается решение об окончании 2-го дня
3 день: начало рабочего дня – 8:30; окончание рабочего дня – 12:00				
t_{45} – время движения Торфяновка – Санкт-Петербург	Нормальный; $\bar{x} = 3,88$ $\sigma = 0,607$	$\xi'_1 = 0,9516$	$t_{45} = 3,53$ ч	Время прибытия не учитывает простои на таможне в Санкт-Петербурге

Таблица 3

Результаты плановых, фактических, смоделированных и расчетных значений времени перевозки по маршруту Санкт-Петербург – Хельсинки – Санкт-Петербург

	Параметры	
	среднее значение, ч	СКО, ч
Плановые расчеты	28	–
Фактические данные	41,8	11,9
Результаты моделирования	55,1	16,6
Расчет по приближенным формулам	49,1	4,0

Заключение

Таким образом, представленная процедура моделирования временных составляющих рейса в международном сообщении позволяют определять время «точно в срок», что особенно актуально при организации мультимодальных перевозок, когда время прибытия транспортного средства обусловлено расписанием или графиком движения транспортных средств другого вида транспорта (главным образом, водного или железнодорожного). Смоделированные значения временных составляющих транспортировки могут выступать в качестве контрольных; отклонение фактических параметров маршрута от смоделированных являются основанием для принятия оперативных управленческих решений, например, замены одного водителя экипажем для сокращения влияния составляющей, связанной с соблюдением требований ЕСТР.

Список литературы

1. Бауэрсокс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд. Пер. с англ. / Д. Бауэрсокс, Д. Клосс. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2006. 640 с.
2. Дыбская В. В. Логистика [Текст]: учебник / В. В. Дыбская, Е. И. Зайцев, В. И. Сергеев, А. Н. Стерлигова / Под ред. В. И. Сергеева. – М.: Эксмо, 2008. 944 с.
3. 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.
4. Модели и методы теории логистики: Учеб. пособие. 2-е изд. / Под ред. В. С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2007. 448 с.
5. Смехов А. А. Основы транспортной логистики: Учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1995. 197 с.

Рецензенты:

Волков Сергей Александрович, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра транспортно-технологических машин, г. Санкт-Петербург.

Репин Сергей Васильевич, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра транспортно-технологических машин, г. Санкт-Петербург.