

УДК 33

Теоретические модели процессов функционирования логистических систем транспорта с учетом оценки показателя затрат

Чеботарев Станислав Стефанович

Доктор экономических наук, профессор,
Начальник отдела методологических и экономических исследований,
Научно-исследовательский институт автоматической
аппаратуры им. академика В.С. Семенихина,
Главный научный сотрудник
Волжский государственный университет водного транспорта,
603005, Российской Федерации, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5;
e-mail: StSt57@yandex.ru

Аннотация

Формирование теоретических моделей для логистических систем транспорта включает в себя разработку математических уравнений и алгоритмов, которые могут описывать и оптимизировать процессы внутри системы. Оценка показателя затрат играет ключевую роль, так как она помогает определить наиболее эффективные способы управления ресурсами и потоками. Одним из классических подходов является использование функции затрат $C(x)$, которая описывает общие затраты в зависимости от различных переменных, таких как объем перевозимых грузов, расстояние, время и другие факторы. Например, базовая модель может быть представлена в виде: $C(x)=f(V,D,T,...)$, где: V - объем перевозимых грузов, D - расстояние транспортировки, T - время транспортировки, а также другие релевантные переменные. Для более точного моделирования можно ввести дополнительные параметры, такие как стоимость топлива, износ транспортных средств, стоимость рабочей силы и др. Эти модели помогают принимать обоснованные решения, направленные на снижение затрат и повышение эффективности логистических операций. Однако, данное моделирование не учитывает один из важных факторов - удовлетворение потребителя исходя из обеспеченности поставщика. Поэтому, в данной статье исследуется формирование базовых теоретических моделей для процессов функционирования логистических систем транспорта, основанных на оценке показателя затрат исходя из степени удовлетворения потребностей заказчика в зависимости от обеспеченности поставщика.

Для цитирования в научных исследованиях

Чеботарев С.С. Теоретические модели процессов функционирования логистических систем транспорта с учетом оценки показателя затрат // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Том 14. № 7А. С. 344-351.

Ключевые слова

Запасы, издержки, процесс, поставщик, потребитель, модель, логистическая система, функции.

Введение

Формирование теоретических базовых моделей процессов функционирования логистических систем транспорта произведем на основе оценки показателя затрат R .

Моделирование процессов функционирования логистических систем транспорта осуществим на первом уровне – уровня непосредственного обеспечения потребителя.

Основное содержание

Вероятность того, что конкретный потребитель в момент времени T_i будет обеспечен O материальными средствами (товарами), можно определить, как:

$$p_1 = \frac{O_1}{O_y}, \quad (1)$$

где: O_1 - обеспеченность потребителя в момент времени τ_1 , т/т;

O_y - установленная обеспеченность потребителя, т/т.

Вероятность того, что конкретный потребитель в момент времени τ_2 будет обеспечен² материальными средствами (товарами), определяется как:

$$p_2 = \frac{O_2}{O_y}, \quad (2)$$

где: O_2 - обеспеченность потребителя в момент времени τ_2 , т/т.

Вероятности того, что k потребителей в соответствующие моменты времени будут обеспечены материальными средствами (товарами) согласно теории вероятностей, определяются по соотношениям (3) – (4) [Бусленко, 1978]:

$$p_1 = \left(\frac{O_1}{O_y} \right)^k, \quad (3)$$

$$p_2 = \left(\frac{O_2}{O_y} \right)^k. \quad (4)$$

Таким образом, получаем:

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{O_2}{O_1} \right)^k. \quad (5)$$

Простейший способ вычислить отношение вероятностей p_2/p_1 состоит в вычитании $\ln(p_1)$ из $\ln(p_2)$.

Поэтому:

$$\ln(p_2) - \ln(p_1) = k \ln \left(\frac{O_2}{O_1} \right), \quad (6)$$

если обе части этого соотношения поделить на Rk , получим:

$$\frac{1}{Rk} \ln(p_2) - \frac{1}{Rk} \ln(p_1) = \frac{1}{R} \ln \left(\frac{O_2}{O_1} \right). \quad (7)$$

Теперь бесконечно малое изменение и при бесконечно малом приращении ΔO (при $R = \text{const}$) можно выразить:

$$dv = \frac{1}{R} dO. \quad (8)$$

Разделим обе части последнего соотношения (8) на обеспеченность O , в результате получим:

$$\frac{dv}{O} = \frac{1}{R} \frac{dO}{O}. \quad (9)$$

Проинтегрируем это выражение и обозначим его через ΔS , в результате имеем:

$$\Delta S = \int \frac{dv}{O} = \frac{1}{R} \ln \left(\frac{O_2}{O_1} \right). \quad (10)$$

Это соотношение (10), учитывая логику и содержание известных теоретических положений, а также изоморфность дифференциальных уравнений, характеризует изменение степени неупорядоченности логистического процесса [Гаджиев, 1998].

Далее приравнивая (7) и (10) формально получаем:

$$\frac{1}{Rk} \ln(p_2) - \frac{1}{Rk} \ln(p_1) = \Delta S. \quad (11)$$

Или

$$S_2 - S_1 = \Delta S. \quad (12)$$

Поэтому имеем:

$$S_i = \frac{1}{Rk} \ln(p_i), \quad (13)$$

или с учетом того, что установленная обеспеченность потребителя полная - 100% или 1, т.е. $O_y = 1$, то:

$$S_i = \frac{1}{Rk} \ln(p_i) = \frac{1}{Rk} \ln(O_i) = \frac{1}{Rk} \ln \left(\frac{M_i}{M_y} \right), \quad (14)$$

где: p_i - вероятность состояния логистической системы, при которой степень неупорядоченности функционирования этой системы равна S_i . А с учетом того, что величину запасов материальных средств (товаров) данного вида M_i можно выразить как:

$$M_i = N_i m, \quad (15)$$

где: N_i - количество единиц материальных средств (товаров) данного вида, штук;
 m - масса единицы материальных средств (товаров) данного вида, т, получим:

$$S_i = \frac{1}{Rk} \ln \left(\frac{N_i m}{N_y m} \right) = \frac{1}{Rk} \ln \left(\frac{N_i}{N_y} \right), \quad (16)$$

где: N_y - количество единиц материальных средств (товаров) данного вида, которое необходимо содержать, шпук.

Изложенное удовлетворение потребителя исходя из обеспеченности поставщика выраженное аналитическими зависимостями (1) – (16), а также логика известных теоретических положений позволяют сделать предположение о том, что, видимо, между степенью неупорядоченности процессов функционирования логистических систем и вероятностью пребывания системы в состоянии, характеризующимся именно этой величиной неупорядоченности, существует связь [Саати, 1973].

При этом и величина неупорядоченности процессов функционирования логистических систем, и вероятность пребывания системы в состоянии, характеризующиеся именно этой величиной неупорядоченности, видимо, прежде всего, определяется количеством материальных средств (товаров), обращающихся в упомянутой системе.

Необходимо отметить, что данное доказательство приведено только в формальном виде.

Теперь на основе приведенных соотношений экономически оценим параметры процесса обеспечения потребителя. Для этого зная величину затрат $З$, рублей на тонну материальных средств (товаров), можно получить следующее выражение:

$$G = MЗ = C \frac{(o_{o1}-o_{\theta1})-(o_{o2}-o_{\theta2})}{\ln\left(\frac{o_{o1}-o_{s1}}{o_{o2}-o_{s2}}\right)} \tau З, \quad (17)$$

где: G - расходы на осуществление процесса обеспечения потребителя, руб.

Как известно, любая производственная деятельность подразумевает затраты различных ресурсов или факторов производства, например, труда, энергии, сырья и др.

При этом, соответствующими факторами логистического процесса можно считать показатель затрат R (затраты труда) и скорость процесса и обеспечения (расход ресурсов):

$$\Delta O_{cp} = F(R, v). \quad (18)$$

Если обозначить цену или удельные расходы, связанные с показателем затрат через $З_1$, цену или удельные расходы, связанные с поддержанием скорости обеспечения через $З_2$, тогда функция издержек U будет определяться известным соотношением:

$$U = З_1 R + З_2 U. \quad (19)$$

Использование приведенных выше теоретических положений (1) – (19) позволяет осуществить описание и оценку процессов материального обеспечения в подобных системах.

В качестве допущения необходимо принять, что каждое транспортное средство, осуществляющее подвоз материальных средств (товаров), образует канал связи между объектами системы.

Имеются определенные сложности при анализе систем, имеющих "мостиковые" структуры. Эти сложности можно преодолеть, если выделять главные и второстепенные каналы связи.

Рассмотрим, для примера, следующие системы:

- иерархическую систему с разомкнутой радиально-кольцевой структурой, где объект a - главный в системе;
- изотропную систему с разомкнутой радиально-кольцевой структурой, где цепочка объектов и каналов связи b -5-с-6-d-7-e - главная в системе.

Общий вероятностный показатель затрат R_o для каждой системы определим из следующих

выражений [Колемаев, 1998]:

Для иерархической системы с разомкнутой радиально-кольцевой структурой, где объект а - главный в системе:

$$R_0 = R_a + R_I + R_{II} + R_{III}, \quad (20)$$

где: R_a - вероятностный показатель затрат в процессе функционирования объекта, а;

R_I - вероятностный показатель затрат в процессе функционирования каналов связи 1,2,3,4:

$$\frac{1}{R_I} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}, \quad (21)$$

R_{II} - вероятностный показатель затрат в процессе функционирования объектов Ь, с, d, е:

$$\frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}, \quad (22)$$

R_{III} - вероятностный показатель затрат в процессе функционирования каналов связи 5,6,7:

$$R_{III} = R_5 + R_6 + R_7. \quad (23)$$

Для изотропной системы с разомкнутой радиально-кольцевой структурой, где цепочка объектов и каналов связи b-5-с-6-d-7-е - главная в системе:

$$\frac{1}{R_o} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_I + R_{II}}, \quad (24)$$

где: R_a - вероятностный показатель затрат в процессе функционирования объекта;

R_I - вероятностный показатель затрат в процессе функционирования каналов связи 1,2,3,4:

$$\frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}, \quad (25)$$

R_{II} - вероятностный показатель затрат в процессе функционирования главной цепочки объектов и каналов связи b-5-с-6-d-7-е:

$$R_{II} = R_b + R_5 + R_c + R_6 + R_d + R_7 + R_e. \quad (26)$$

Кроме того, для анализа подобных систем необходимо ввести следующие понятия:

- критическая величина показателя затрат, при превышении которой происходит срыв выполнения задачи i -тым объектом (j -тым каналом связи) - $R_{кр}$;
- вероятность срыва выполнения задачи i -тым объектом (j -тым каналом связи) или вероятность превышения критической величины показателя затрат i -го объекта (j -го канала связи), при которой происходит срыв выполнения задачи - $p_{кр}$;
- показатель затрат в процессе функционирования i -того объекта (j -того канала связи) - $R_i(R_j)$;
- вероятность появления показателя затрат ($R_i(R_j)$) в процессе функционирования i -того объекта (j -того канала связи) - $p_i(p_j)$;
- вероятностный показатель затрат в процессе функционирования i -того объекта (j -того канала связи) - $R_{Bi}(R_{Bj})$.

Для анализа системы в целом, введем также понятия:

- критическая величина показателя затрат, при превышении которой происходит срыв выполнения задачи системой в целом - $R_{кр}$;
- вероятность срыва выполнения задачи системой или вероятность превышения критической величины показателя затрат системы в целом, при которой происходит срыв выполнения задачи - $P_{кр}$.

Показатель затрат (вероятностный показатель затрат) может быть выражен в денежной форме, обозначим эту величину как U_i :

$$U_i = R_i Z_i, \quad (27)$$

где: Z - затраты, связанные с потерями, характеризуемыми показателем затрат (вероятностным показателем затрат), руб.

Калькуляция затрат Z_i , связанных с потерями, характеризуемыми показателем затрат (вероятностным показателем затрат) R осуществляется стандартным способом исходя из норм затрат времени и тарифных ставок оплаты труда на конкретные логистические операции, а также на основе других известных способов и средств.

Под оптимизацией, как известно, понимается процесс нахождения экстремума функции, т.е. выясняется какое состояние изучаемой системы будет наилучшим с точки зрения предъявляемых к ней требований [2, 7-10].

При этом выбирается критерий оптимизации, т.е. такой показатель системы, который требуется улучшить. Таким образом, ставится целевая функция. Одновременно в зависимости от целей оптимизации принимаются ограничения (граничные условия).

Рассмотрим модифицированный вариант наискорейшего оптимизационного подъема (спуска).

В основе предлагаемого модифицированного способа наискорейшего подъема (спуска) используется выражение (28) [Лопатников, 2013]:

$$\Delta y = \operatorname{tg} \left(\frac{\arctg f'(x_i) + \arctg f'(x_{i+1})}{2} \right) dx. \quad (28)$$

Сущность способа заключается в том (см. рис. 3), что вариация уточненных дифференциалов уменьшается (увеличивается) с уменьшением (увеличением) крутизны спуска (подъема) функции. При этом, очевидно, что, если на каком-то отрезке после уменьшения вариации уточненных дифференциалов происходит ее увеличение или, наоборот, после увеличения происходит ее уменьшение, то на этом отрезке имеется экстремум функции. Кроме того, справедливы известные условия наличия экстремума функции, если выражение вариации уточненных дифференциалов представить в виде (29):

$$\Delta d = \operatorname{tg} \left(\frac{\arctg f'(x_{i-1}) + \arctg f'(x_i)}{2} \right) - \operatorname{tg} \left(\frac{\arctg f'(x_i) + \arctg f'(x_{i+1})}{2} \right) dx, \quad (29)$$

то это становится очевидным, т.е. если точка x_0 является точкой экстремума функции $f(x)$ и в этой точке существует производная $f'(x)$, то тогда она равна нулю. Кроме того, если производная $f'(x)$, при переходе через точку x_0 , меняет знак с плюса на минус, то точка x_0 является точкой максимума функции $f(x)$, а если с минуса на плюс, то точка x_0 является точкой минимума функции $f(x)$ [Ланкастер, 1992]. Реализацию всех этих условий легко можно отследить при вычислениях вариации уточненных дифференциалов Δd по приведенному выше

выражению (29). Поэтому, большое значение при решении этой задачи имеет выбор величины dx . Так если выбрать слишком большую величину dx , то можно легко проскочить искомую точку, если же выбрать слишком маленькую величину dx , то увеличится число итеративных шагов по поиску искомой точки.

Заключение

В заключение отметим, что исследование базовых теоретических моделей для логистических систем транспорта — это сложная задача, требующая учета множества переменных. Исследованные в статье модели, разработаны на основе целевой функции оценивания затрат, исходя из степени удовлетворения потребностей заказчика и обеспеченности поставщика, другими словами - надежности поставщика, способности поставщика выполнять обязательства по поставкам в срок и в полном объеме. Дальнейшая перспектива рассмотренной темы определяется в направлении анализа таких факторов, как стоимость доставки - включающей транспортные расходы, налоги, пошлины и другие связанные с доставкой затраты; времени доставки товаров от поставщика к заказчику; гибкости логистической системы - способности системы адаптироваться к изменениям в спросе и условиях поставки.

Библиография

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 568 с.
2. Лопатников А.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. – М.: Дело, 2013. – 520 с.
3. Гаджиев А.М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. - М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1998. - 228 с.
4. Саати Т.Л. Целочисленные методы оптимизации и связанные с ними экстремальные проблемы. Пер. с англ. Веселова В.Н., под ред. Ушакова И.А. - М.: Мир, 1973. - 302 с.
5. Колемаев В.А. Математическая экономика. Учебник - М.: Издательское объединение ЮНИТИ, 1998. - 240 с.
6. Ланкастер К. Математическая экономика. - М.: Советское радио, 1992. - 414 с.
7. Малахов С. Трансакционные издержки в российской экономике. Вопросы экономики, Ъ 7, 1997. - с.77-86.
8. Черчмен У., Акоф Р., Арноф Л. Введение в исследование операций. Пер. с англ. В.Я.Алтаева и др. под ред. В.Я.Алтаева. - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967. - 488 с.
9. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика. Учебник. - М.: Изд. объединение "ЮНИТИ", 1997. - 271 с.
10. Брэйли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2012. - 219 с.

Theoretical models of the processes of functioning of logistics transport systems, considering the assessment of the cost indicator

Stanislav S. Chebotarev

Doctor of Economics, Professor,
Head of the Department of Methodological and Economic Research,
Research Institute of Automatic Equipment named after Academician V.S. Semikhin,
Chief Researcher,
Volzhsky State University of Water Transport,
603005, 5, Nesterov str., Nizhny Novgorod, Russian Federation;
e-mail: StSt57@yandex.ru

Abstract

The formation of theoretical models for logistics transport systems includes the development of mathematical equations and algorithms that can describe and optimize processes within the system. Cost estimation plays a key role, as it helps to identify the most effective ways to manage resources and flows. One of the classical approaches is to use the cost function $C(x)$, which describes the total costs depending on various variables such as the volume of goods transported, distance, time and other factors. For example, the basic model can be represented as: $C(x)=f(V,D,T,...)$, where: V is the volume of goods transported, D is the distance of transportation, T is the time of transportation, as well as other relevant variables. For more accurate modeling, additional parameters can be entered, such as fuel cost, vehicle wear, labor cost, etc. These models help to make informed decisions aimed at reducing costs and improving the efficiency of logistics operations. However, this modeling does not take into account one of the important factors - customer satisfaction based on the security of the supplier. Therefore, in this article we study the formation of basic theoretical models for the functioning of logistics transport systems based on the assessment of the cost index based on the degree of satisfaction of the customer's needs, depending on the availability of the supplier.

For citation

Chebotarev S.S. (2024) Teoreticheskie modeli protsessov funktsionirovaniya logisticheskikh sistem transporta s uchetom otsenki pokazatelya zatrat [Theoretical models of the processes of functioning of logistics transport systems, considering the assessment of the cost indicator]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 14 (7A), pp. 344-351.

Keywords

Stocks, costs, process, supplier, consumer, model, logistics system, functions.

References

1. Buslenko N.P. Modeling of complex systems, Moscow: Nauka Publ., 1978– 568 p.
2. Lopatnikov A.I. Economic and mathematical dictionary: Dictionary of modern Economics. Moscow: Delo, 2013. 520 p.
3. Gadzhiev A.M. Logistics: A textbook for higher and secondary specialized educational institutions. Moscow: Information and Innovation Center "Marketing", 1998. 228 p.
4. Saati T.L. Integer optimization methods and related extreme problems. Translated from English. Veselova V.N., ed. Ushakova I.A., Moscow: Mir Publ., 1973, 302 p.
5. Kolemaev V.A. Mathematical economics. Textbook, Moscow: UNITY Publishing Association, 1998. 240 p.
6. Lancaster K. Mathematical Economics. Moscow: Sovetskoe Radio, 1992. 414 p.
7. Malakhov S. Transaction costs in the Russian economy. Voprosy ekonomiki, Kommersant 7, 1997. pp.77-86.
8. Cherkman U., Akof R., Arnof L. Introduction to Operations Research. Translated from English by V.Ya.Altayeva et al. edited by V.Ya.Altayev. - M.: Nauka, Gl. ed. fiz.-mat. lit., 1967. - 488 p.
9. Nerush Yu.M. Commercial logistics. Textbook. Moscow: Publishing house of the UNITY Association, 1997. 271 p.
10. Braley R., Myers S. Principles of corporate finance. Moscow: Olymp-Business CJSC, 2012. 219 p.