

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2024.69.83.024

Методология моделирования и оптимизации процессов функционирования логистических систем материального обеспечения водного транспорта

Чеботарев Станислав Стефанович

Доктор экономических наук, профессор,
начальник отдела методологических и экономических исследований,
Научно-исследовательский институт автоматической аппаратуры
им. академика В.С. Семенихина,
117393, Российская Федерация, Москва, ул. Профсоюзная, 78;
главный научный сотрудник кафедры логистики и маркетинга,
Волжский государственный университет водного транспорта,
603005, Российская Федерация, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5;
e-mail: stst57@yandex.ru

Аннотация

В статье рассматривается методология моделирования и оптимизации процессов функционирования логистических систем материального обеспечения водного транспорта как сложных систем на основе анализа потерь, имеющих место в этих процессах. Одним из путей повышения эффективности сложных систем является снижение потерь в процессах их функционирования. Снижение потерь и издержек всегда имело важное значение. Особенно важно оно в условиях крайне ограниченных ресурсов, а также при их дефиците. Актуальность темы статьи определяется объективной необходимостью качественного решения широкого круга задач материального обеспечения потребителя в условиях дефицита ресурсов, потребностью органов управления в методологии обоснования путей стабилизации материального обеспечения потребителя, повышения эффективности функционирования системы обеспечения в аспекте целевой функции и, в частности, в методологии моделирования и оптимизации процессов функционирования логистических систем материального обеспечения (логистических систем) водного транспорта на основе анализа потерь, имеющих место в этих процессах. Реальные логистические системы функционируют в условиях влияния на них различных дезорганизующих факторов. Упорядоченный логистический процесс под воздействием этих факторов разупорядочивается в той или иной степени и, соответственно, несет потери и наоборот, появление потерь влечет разупорядочение логистического процесса. В связи с этим, актуальной является задача описания и минимизации величины потерь в процессах функционирования логистических систем водного транспорта.

Для цитирования в научных исследованиях

Чеботарев С.С. Методология моделирования и оптимизации процессов функционирования логистических систем материального обеспечения водного транспорта // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Том 14. № 6А. С. 221-228. DOI: 10.34670/AR.2024.69.83.024

Ключевые слова

Анализ, задачи, логистическая система, методология, моделирование, оценка, функции, эффективность.

Введение

Как известно, логистическая система - это адаптивная система с обратной связью, выполняющая те или иные логистические функции [Гаджиев, 1998]. Цель логистической системы - доставка материальных средств в заданное место в установленное время, в нужном количестве и ассортименте в максимально возможной степени подготовленных к производственному или личному потреблению при заданном уровне издержек [Саати, 1973]. Принципиальная схема логистической системы включает общий единый поток, состоящий из поставщика (-ов), транспорта (совокупности видов транспорта) и потребителя (потребителей) [Гаджиев, 1998]. Определенный интерес для анализа процессов функционирования логистических систем, учитывая то, что логистика - есть наука о процессах физического распределения продукции в пространстве и времени [Гаджиев, 1998], которые, естественно, реализуются с определенной скоростью, могут представлять общие кинетические закономерности.

Основная часть

Общие кинетические закономерности, за определенным исключением, как известно, формулируются в виде общего закона - скорости процесса, которая прямо пропорциональна движущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению. Величина, обратная сопротивлению, называется коэффициентом скорости процесса [Кавецкий, 1991; Бусленко, 1978]. В общем случае, движущей силой процесса является разность потенциалов, а в частных случаях конкретные физические величины (перепад давлений, разность температур, разность концентраций и др.).

Необходимым условием оценки системы выступает оценка ее показателя эффективности, которая одновременно является решением многокритериальной задачи. На основании оценки эффективности: сравниваются однотипные системы; оперативно оценивается действие систем; проверяется соответствие системы целевому назначению; определяется перспективность системы; выясняется наличие или отсутствие целенаправленности системы; определяется соответствие реальной целенаправленности системы нормативной или предположительной и др.

В научной литературе широко обсуждаются проблемы решения многокритериальных задач [Бусленко, 1978; Лопатников, 2013; Эггертссон, 2001]. Многочисленные методики, по мнению специалистов, сводятся, в сущности, к трем основным [Лопатников, 2013; Колемаев, 1998]: 1) методике ранжирования (упорядочения) критериев и сведения многокритериальной задачи к одному критерию; 2) методике построения моделей многокритериальных ситуаций и априорного ранжирования (упорядочения) моделей; 3) методике структуризации задачи и апелляции в конечной инстанции к человеческому интеллекту и воле.

Первая методика в решении задач очевидна, так как относится к классу задач детерминированных решений.

Вторая методика предназначена для простых ситуаций, относительно которых имеется

достаточное априорное знание. Она не применима к сложным (не наблюдавшимся ранее) ситуациям и решениям с большим противодействием.

Третья методика не решает проблему, а только готовит ее для передачи в более высокую инстанцию, относительно способа действия которой мало что известно.

В настоящей статье в целях ясности и простоты восприятия рассматривается первая методика.

Оценка эффективности $\mathcal{E}(\tau)$ функционирования предусматривается для систем кратковременного действия и систем длительного действия.

Система кратковременного действия решает задачи, продолжительность которых τ_0 такова, что за это время система гарантировано остается в одном и том же состоянии [Колемаев, 1998; Козлов, 1975]. Для них эффективность функционирования оценивается по соотношению [7-8]:

$$\mathcal{E}(\tau) = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i p_i(\tau), \quad (1)$$

где: $\mathcal{E}_{(i)}$ - условный показатель эффективности функционирования системы в i -том состоянии;

$p_i(\tau)$ - вероятность того, что система кратковременного действия в момент времени T находится в i -том состоянии, а для систем длительного действия в j -том состоянии.

При условии, что в момент выполнения задачи исполнительным объектом вероятность выполнения задачи равна величине p_j , соответствующей состоянию системы, эффективность находится по формуле [9]:

$$\mathcal{E} = \sum_{j=1}^j p_j [1 - (1 - \mathcal{E}_j)^n]. \quad (2)$$

В экономике под эффективностью системы понимают соотношение затрат и результатов функционирования данной системы. В этой связи эффективность \mathcal{E} функционирования системы определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = P/\Pi, \quad (3)$$

где: P - реальный результат функционирования системы;

Π - потенциально возможный результат функционирования системы, при этом результат функционирования системы P представляется как:

$$P = \Pi - L, \quad (4)$$

где: L - потери в процессе функционирования системы.

При подстановке соотношения (4) в (3) получаем:

$$\mathcal{E} = (\Pi - L)/\Pi = 1 - L/\Pi = 1 - r, \quad (5)$$

где: r - относительные потери, имеющие место в процессе функционирования системы и которые выражаются формулой:

$$r = \frac{L}{\Pi}. \quad (6)$$

Следовательно, эффективность функционирования системы и потери в этих процессах функционально связаны друг с другом.

Поэтому, ставя задачу снизить потери в процессах функционирования системы, автоматически ставится задача повышения эффективности этой системы. Кроме того, если левую и правую часть соотношения (5) умножить, учитывая соотношение (3), тогда получаем:

$$P = \Pi(1 - r), \quad (7)$$

т.е. реальный результат функционирования систем также функционально связан с потерями, имеющими место в процессе функционирования исследуемой системы.

Следовательно, соотношение (1) можно преобразовать к виду:

$$\Xi = \sum_{j=1}^j P_j [1 - r_j^n], \quad (8)$$

а выражение (2) к виду:

$$\Xi = 1 - r^n, \quad (9)$$

$$r = \left[1 - \sum_{j=1}^j P_j \Xi_j \right]. \quad (10)$$

Полученная запись соотношения (10) удобнее для восприятия. Кроме того, приведенные выше теоретические положения подтверждают возможность анализа процессов функционирования сложных систем на основе анализа потерь в этих процессах и, тем самым, позволяют обосновать базовые принципы и логику соответствующей методологии. Выявляется также очевидная необходимость разработки способов и средств анализа этих потерь и их оптимизации в аспекте анализа диссипативной структуры.

Простейшие диссипативные структуры описываются двумя динамическими переменными x и y , зависящими от времени T и пространственной координаты z :

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial \tau} &= K(x, y) + G_x \frac{\partial x^2}{\partial z^2} \\ \frac{\partial y}{\partial \tau} &= R(x, y) + G_y \frac{\partial y^2}{\partial z^2} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Система (11) описывает кинетику нелинейных процессов с учетом миграции (диффузии, взаимоперехода и т.п.) компонент x и y в соседние области пространства. Величины G_x и G_y - коэффициенты миграции компонент, а нелинейные функции $K(x, y)$ и $R(x, y)$ описывают прирост и потери компонент x и y .

Таким образом, приведенные выше известные теоретические положения позволяют сделать вывод о том, что под диссипативными потерями понимается та часть энергии упорядоченного процесса функционирования системы, которая в результате взаимодействия с внешней средой (или другой системой) перешла в энергию неупорядоченного процесса.

Кроме того, известно, что в соответствии с общим принципом возрастания энтропии реальные системы всегда стремятся перейти из менее вероятностных состояний в более вероятностные. Иными словами, любая реальная система всегда стремится перейти в равновесное состояние, которое только возможно достигнуть в данных условиях, при этом она, для того чтобы достигнуть этого равновесного состояния, затрачивает часть своей энергии

(потенциала) [Якобсон, 1995]. Причем каждому равновесному состоянию соответствует свой уровень энергии (потенциала). Потерянная часть энергии (потенциала), собственно потери, может компенсироваться из внутреннего и (или) внешнего источника. Когда количество поступающей энергии (потенциала) меньше потерь этой энергии (потенциала), то система переходит в равновесное состояние, которому соответствует меньший уровень энергии и, если этот процесс развивается дальше, то система "погибает", а вся ее энергия (потенциал) переходят во внешнюю среду или во взаимодействующую систему (системы). С другой стороны, если количество поступающей энергии (потенциала) больше, чем ее потери, то система переходит в новое равновесное состояние, которому соответствует более высокий уровень энергии (потенциала). Поэтому, для диссипативных структур будет интересно следующее соотношение, выведенное из выражения (11):

$$\frac{R(x,y)}{K(x,y)} = \frac{\frac{\partial y}{\partial \tau} - G_y \frac{\partial^2 y}{\partial z^2}}{\frac{\partial x}{\partial \tau} - G_x \frac{\partial^2 x}{\partial z^2}} \quad (12)$$

С методологической точки зрения будет правильно, если при рассмотрении процессов функционирования сложных систем будут одновременно учитываться как потери, так и приращения энергии (потенциала) изучаемой системы. Приведенные теоретические положения позволяют определить, что можно считать потерями применительно к процессам функционирования логистических систем. Под потерями можно понимать затраты труда и времени, потраченные вследствие разупорядочения упорядоченного логистического процесса и наоборот вызвавшие это разупорядочение. Здесь следует отметить следующую особенность времени и труда - их нельзя обратить, "смотреть" назад, так что в этом смысле они затрачены безвозвратно. При этом труд, с другой стороны, является источником поступления в систему необходимых ресурсов, а также "силой", которая поддерживает функционирование логистических систем водного транспорта. При этом труд управленческого характера, а в нашем случае логистического управления имеет в аспекте классической эффективности (результат к затратам) один из основных факторов - транзакционные издержки, которые уточним в разрезе анализа известных научных результатов теории транзакционных издержек и внешних эффектов [Якобсон, 1995].

Под транзакционными издержками понимают затраты ресурсов (денег, времени, труда и т.п.) для планирования, адаптации, контроля и координации деятельности экономических субъектов [Якобсон, 1995]. Существует два основных варианта классификации транзакционных издержек. Первый вариант включает четыре класса транзакционных издержек: издержки вычленения, информационные издержки, издержки масштаба, издержки оппортунистического поведения [Малахов, 1997]. Второй - шесть классов: издержки поиска альтернатив; издержки осуществления расчетов; издержки измерения; издержки заключения контрактов; издержки спецификации и защиты прав собственности; издержки оппортунистического поведения [Якобсон, 1995].

Исследователи выявили транзакционные издержки практически во всех видах взаимоотношений между экономическими агентами. При этом они считают, что транзакционные издержки имеют ярко выраженный временной аспект и могут быть не только заменяемыми, но взаимодополняющими друг друга [Якобсон, 1995; Малахов, 1997; Черчмен, 1967; Неруш, 1997].

Заключение

Таким образом, можно прийти к выводу, что потерями является та часть транзакционных издержек, которая вызвана разупорядочением упорядоченных экономических процессов и связана с необходимостью затрат времени и ресурсов. То есть, не все затраты времени и ресурсов, связанных с транзакционными издержками, можно считать потерями. Однако, все относительно, так сравнивая, например, затраты времени на осуществление расчетных операций между западными контрагентами с затратами на эти операции у российских контрагентов, можно говорить, что у нас эти операции выполняются с соответствующими потерями времени. Здесь следует заметить, что любая система, в т.ч. и экономическая, стремится занять наиболее вероятное равновесное положение, которое характеризуется приемлемым для нее уровнем затрат ее потенциала, ресурсов и времени. При этом взаимодействие этой системы с внутренними подсистемами и внешней средой характеризуется установившейся, "привычной" структурой и последовательностью связей. Хотя нельзя утверждать, что система находится в "неподвижном" состоянии относительно некоторого равновесного положения. Под воздействием каких-либо возмущений и дезорганизирующих факторов (внешних экстерналий) система постоянно на какое-то время выходит из равновесного состояния [Якобсон, 1995]. Для заданных условий затраты времени и ресурсов прогнозируемы, поддаются корректировке и относительно легко учитываются, но при этом они неизбежны и более того приводят к некоторой прогнозируемой степени разупорядочения структуры связей рассматриваемой системы. Видимо понятие "транзакционные издержки" может использоваться и для описания той части затрат времени и ресурсов, которая направлена на ликвидацию последствий разупорядочения упорядоченного процесса функционирования исследуемой системы.

В заключение следует отметить:

- Потери имеют место в процессах функционирования всех без исключения реальных систем, в т.ч. и в процессах функционирования логистических систем водного транспорта. Необходимость снижения потерь и оптимизации процессов функционирования указанных систем предопределяют теоретическую проблему исследования и необходимость дальнейшего качественного развития методологии анализа потерь.
- Проведенный анализ показал, что такое явление, как потери, рассматриваются во многих отраслях знаний о разнородных системах и процессах их функционирования. Накоплен достаточно большой материал о сущности, видах и формализации потерь. При этом проведенный анализ позволяет установить, что в различных научных областях недостаточно просматривается единство подходов к познанию и пониманию потерь.
- Требуется дальнейшего развития соответствующая методология анализа потерь в процессах функционирования логистических систем. Часто отсутствуют данные о закономерностях тех или иных потерь, существенно также отсутствие метода анализа характеристических функций этих потерь для формирования соответствующего прогноза. Не всегда четко сформулированы закономерности процессов функционирования исследуемых систем с потерями.

Библиография

1. Гаджиев А.М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. - М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1998. - 228 с.
2. 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.
3. Кавецкий Г.Д., Королев А.В. Процессы и аппараты пищевых производств.- М.: Агропромиздат, 1991. - 432 с.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 568с.
5. Лопатников А.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. – М.: Дело, 2013. – 520 с.
6. Эггертссон Трауинн. Экономическое поведение и институты. –М.: Дело, 2001. – 498 с.
7. Колемаев В.А. Математическая экономика. Учебник - М.: Издательское объединение ЮНИТИ, 1998. - 240 с.
8. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. - М.: Советское радио, 1975. - 472 с.
9. Половко А.М. Основы теории надежности. - М.: Наука, 1964. - 350 с
10. Физическая энциклопедия. В 6-и томах - М.: Советская энциклопедия, 1988.
11. Ванаг В. К. Диссипативные структуры в реакционно-диффузных системах эксперимент и теория. — М.: РХД, 2008. — 300 с.
12. Якобсон Л.И. Экономика общественного сектора. Основы государственных финансов. - М.: Наука, 1995. - 276 с.
13. Малахов С. Трансакционные издержки в российской экономике. Вопросы экономики, Ъ 7, 1997. - с.77-86.
14. 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.
15. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика. Учебник. - М.: Изд. объединение "ЮНИТИ", 1997. - 271 с.

Methodology of modeling and optimization of processes of functioning of logistic systems of material support of water transport

Stanislav S. Chebotarev

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Department of Methodological and Economic Research,
Scientific Research Institute of Automatic Equipment
named after academician V.S. Semikhin,
117393, 78 Profsoyuznaya str., Moscow, Russian Federation;
Chief Scientific Officer of the Department of Logistics and Marketing,
Volga State University of Water Transport,
603005, 5 Nesterova str., Nizhny Novgorod, Russian Federation;
e-mail: StSt57@yandex.ru

Abstract

The article considers the methodology of modeling and optimization of the processes of functioning of logistics systems of material support of water transport as complex systems based on the analysis of losses occurring in these processes. One of the ways to increase the efficiency of complex systems is to reduce losses in their functioning processes. Reducing losses and costs has always been important. It is especially important in conditions of extremely limited resources, as well as in their shortage. The relevance of the topic of the article is determined by the objective need for a high-quality solution to a wide range of material security tasks in conditions of acute shortage of resources, the need of management bodies in the methodology of substantiating ways to stabilize

the material supply of the consumer, improving the efficiency of the supply system in terms of the target function and, in particular, in the methodology of modeling and optimizing the processes of functioning of logistics systems of material supply (logistics systems) of water transport based on the analysis of losses occurring in these processes. Real logistics systems operate under conditions of influence there are various disorganizing factors on them. An orderly logistics process under the influence of these factors is disordered to one degree or another and, accordingly, suffers losses, and vice versa, the appearance of losses entails a disordering of the logistics process. In this regard, the task of describing and minimizing the amount of losses in the processes of functioning of logistics systems of water transport is urgent.

For citation

Chebotarev S.S. (2024) Metodologiya modelirovaniya i optimizatsii protsessov funkcionirovaniya logisticheskikh sistem material'nogo obespecheniya vodnogo transporta [Methodology of modeling and optimization of processes of functioning of logistic systems of material support of water transport]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 14 (6A), pp. 221-228. DOI: 10.34670/AR.2024.69.83.024

Keywords

Analysis, tasks, logistics system, methodology, modeling, evaluation, functions, efficiency.

References

1. Gadzhiev A.M. Logistics: Textbook for higher and secondary specialized educational institutions. - M.: Information and implementation center "Marketing", 1998. - 228 p.
2. Saati T.L. Integer optimization methods and related extreme problems. Translated from English. Veselova V.N., ed. Ushakova I.A. - M.: Mir, 1973. - 302 p.
3. Kavetsky G.D., Korolev A.V. Processes and devices of food production. - M.: Agropomizdat, 1991. - 432 p.
4. Buslenko N.P. Modeling of complex systems. - M.: Nauka, 1978. - 568s.
5. Lopatnikov A.I. Economic and mathematical dictionary: Dictionary of modern Economics. - M.: Delo, 2013. - 520 p.
6. Eggertsson Traunn. Economic behavior and institutions. - Moscow: Delo, 2001. - 498 p.
7. Kolemaev V.A. Mathematical economics. Textbook - M.: UNITY Publishing Association, 1998. - 240 p.
8. Kozlov B.A., Ushakov I.A. Handbook on calculating the reliability of radio electronics and automation equipment. - M.: Sovetskoe radio, 1975. - 472 p.
9. Polovko A.M. Fundamentals of reliability theory. - M.: Nauka, 1964. - 350 c
10. The Physical Encyclopedia. In 6 volumes - Moscow: Soviet Encyclopedia, 1988.
11. Vanag V. K. Dissipative structures in reaction-diffuse systems. experiment and theory. - M.: RHD, 2008. - 300 p.
12. Yakobson L.I. Economics of the public sector. Fundamentals of public finance. - M.: Nauka, 1995. - 276 p.
13. Malakhov S. Transaction costs in the Russian economy. Economic Issues, Kommersant 7, 1997. - pp.77-86.
14. Churchman W., Akof R., Arnof L. Introduction to operations research. Translated from English by V.Ya.Altava et al. edited by V.Ya.Altav. - M.: Nauka, Gl. ed. Phys.-mat. lit., 1967. - 488 p.
15. Nerush Y.M. Commercial logistics. Textbook. - M.: Publishing house of the UNITY association, 1997. - 271 p.