

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

УДК 658.7:33

**Владимир Федорович Минаков**,  
д.т.н., профессор кафедры информатики Санкт-Петербургского государственного экономического университета (СПбГЭУ)  
Тел.: (812) 310-22-61  
Эл. почта: m-m-m-m-m@mail.ru

**Алексей Александрович Остроумов**,  
аспирант кафедры логистики и торговой политики Санкт-Петербургского государственного экономического университета (СПбГЭУ)  
Тел.: (812) 310-22-61  
Эл. почта: aostroumov@mail.ru

**Мария Викторовна Радченко**,  
доцент кафедры экономики и финансов Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Краснодарский филиал  
Тел. (861) 215-63-60  
Эл. почта: maryradchenko@ya.ru

В статье предложен системный подход к анализу логистических потоков: материального, финансового, информационного, трудовых ресурсов. Для функциональной зависимости потоков использована производственная функция, модель влияния научно-технического прогресса, модель влияния информации на потребительский спрос. Полученная модель взаимосвязи логистических потоков может быть использована как для целей анализа, так и для синтеза логистических цепей, обеспечивая достижение требуемого результата, например, денежного потока.

**Ключевые слова:** информационные потоки, материальные потоки, финансовые потоки, логистическая цепь, математическая модель.

**Vladimir F. Minakov**,  
Doctorate of Technical Science, Professor, the Department of Information Technology, St Petersburg State University of Economics  
Tel.: (812) 710-57-51  
E-mail: m-m-m-m-m@mail.ru.

**Aleksei A. Ostroumov**,  
Post-graduate student, the Department of Logistics and trade policy, St Petersburg State University of Economics  
Tel.: (812) 710-57-51  
E-mail: aostroumov@mail.ru

**Mariya V. Radchenko**,  
Associate Professor, the Department of Economy and Finance, Financial University under the Government of the Russian Federation, Krasnodar branch  
Tel.: (861) 215-63-60  
E-mail: maryradchenko@ya.ru

## SYSTEM ANALYSIS OF LOGISTIC STREAMS

In article system approach to the analysis of logistic streams is offered: material, financial, information, manpower. For functional dependence of streams production function, model of influence of scientific and technical progress, model of influence of information on a consumer demand is used. The received model of interrelation of logistic streams can be used both for the analysis, and for synthesis of logistic chains, providing achievement of the demanded result, for example, of a cash flow.

**Keywords:** information streams, material streams, financial streams, logistic chain, mathematical model.

## 1. Введение

Концепции логистики к настоящему времени доказали свою эффективность в Российской экономике [1, 2]. Ее парадигма требует организации бизнес-процессов на основе потоковых моделей [3–5]. Разработаны теоретические положения организации материальных потоков, динамично развивается теория и практика информационных потоков [6–8]. Исследованы и хорошо поддаются учету финансовые потоки [9, 10]. Активно исследуются потоки трудовых ресурсов [11], вплоть до оценки человеческого капитала [12]. До настоящего времени каждый из логистических потоков представляет отдельный объект модельного описания. Хотя, очевидным для исследователей является факт их взаимосвязанности и взаимообусловленности. Однако такая связь описывается лишь дескриптивно. Отсутствуют системные математические модели указанных связей и собственно логистических потоков. В результате отсутствует системное аналитическое представление о взаимосвязи тех ресурсов, потоки которых опосредованы другими ресурсами.

## 2. Цель

Актуальным, следовательно, является верификация математической модели взаимосвязи потоков логистики: материального, финансового, информационного, трудовых ресурсов. Задача разработки такой математической модели и является целью статьи.

## 3. Математическая модель системы логистических потоков

Для получения модели взаимосвязи потоков финансовых потоков с материальными, трудовыми, информационными предлагается использование производственной функции [13]:

$$V = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta} \cdot e^{\gamma \cdot t},$$

где  $V$  – поток материальных ресурсов (объем в единицу времени, например, в месяц);

$A$  – масштабирующий коэффициент;

$K$  – объем капитала, используемого для производства материальных ресурсов  $V$ ;

$\alpha$  – эластичность потока материальных ресурсов по капиталу;

$L$  – поток трудовых ресурсов;

$\beta$  – эластичность потока материальных ресурсов по труду;

$\gamma$  – декремент научно-технологической эволюции;

$e$  – основание натурального логарифма;

$t$  – текущее время.

Объем материальных ресурсов  $V$  является предложением поставщика  $S$ . Поток ресурсов определяется спросом  $D$ . Соотношение спроса и предложения обозначим как  $d_s = D/S$ . В потоке материальных ресурсов может участвовать только  $0 < d_s \leq 1$ . Теперь объемы, образующие поток:

$$D = d_s \cdot V.$$

Или после подстановки объема предложения:

$$D = d_s \cdot A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta} \cdot e^{\gamma \cdot t}.$$

Важно отметить место информации, а в последующем – информационных потоков. Для реализации продукции требуется в соответствии с нормами права иметь набор документов: счета оплаты, квитанции, накладные и пр. Такой минимально необходимый и достаточный объем информации обозначим как  $I$ .

Например, начало финансовой транзакции по счету банковской карты, предопределяет необходимость и достаточность такой информации, как:

- данных банковской карты (ее номера и CVV), а также кода подтверждения транзакции, сгенерированной и отосланной банком клиенту,
- кода авторизации,
- состояния банковского счета клиента (например, счета банковской карты),
- валюты и размера транзакции.

Денежный поток по итогам транзакции в соответствии с договором обязывает получателя произвести продукцию на сумму транзакции, а также выполнить ее поставку плательщику.

Электронные документы (как платежные, так и справочно-информационные) составляют структурированный кластер информационно-требуемого нормативами потока, имеющий объем информации  $I_n$ .

Измерение потока информации может быть выполнено по количеству информации, передаваемой субъектами – контрагентами в единицу времени, например, в месяц, час и т.п. [15–16].

В случае моделировании логистических потоков важно иметь количественное исчисление не абсолютного объема информационно-потока (это имеет значение для операторов телекоммуникационных систем, обслуживающих предприятия цепи поставок), а относительного:

$$I^* = I / I_n,$$

отражающего степень достаточности информационного потока для инициализации, например, финансового, материального и т. д. Тогда отгруженным может быть объем спроса:

$$D_o = I^* \cdot D.$$

или с учетом зависимости спроса от остальных ресурсов:

$$D_o = d_s \cdot A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \cdot e^{y \cdot t} \cdot I^*.$$

Финансовые ресурсы, необходимые для закупки материальных ресурсов  $D_o$ , определяются их ценой  $P$  и составляют:

$$C_o = P \cdot D_o,$$

а с учетом отгруженных объемов  $D_o$ :

$$C_o = P \cdot d_s \cdot A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \cdot e^{y \cdot t} \cdot I^*.$$

Таким образом, получена математическая взаимосвязь финансовых потоков с материальными, трудовыми, информационными. При этом материальные потоки определены в функции факторов производства: труда, капитала, научно-технического прогресса.

Важно отметить, что информационные потоки  $I^*$  играют замещающую роль в потоках логистики. Их увеличением могут быть снижены затраты трудовых ресурсов, капитала в материальных и финансовых потоках. Следовательно, информационные ресурсы и создаваемые ими потоки, во-первых, играют роль факторов: производства материальных ресурсов, их потока, потока финансовых ресурсов. Вот почему информационные потоки даже в социальных сетях влияют на рост потоков материальных ресурсов.

С учетом возможности создания в информационных системах потоков, превышающих минимально необходимые, регламентированные законодательством, (на величину  $I_k^*$ ) можно повысить финансовые потоки, например, информационными технологиями продвижения товаров:

$$D_o = d_s \cdot A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \cdot e^{y \cdot t} \cdot (I_n^* + k \cdot I_k^*),$$

где  $k$  – коэффициент конверсии.

Величина  $I_k^*$  зависит от числа информационных связей  $K$  субъектов логистической цепи:

$$I_k^* = \sum_{k=1}^K \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^K (M_{k,j} \cdot a_{k,j} \cdot W_j),$$

где  $M_{k,j}$  – матрица смежных связей субъектов логистических цепей,

$W_j$  – значимость субъекта  $j$  для звена логистической цепи  $k$ ,

$a_{k,j}$  – загрузка канала коммуникации между звеньями  $j$  и  $k$  логистической цепи.

Таким образом, получено исчерпывающее математическое описание связей в системе логистических потоков.

В форме прямой задачи использование такого математического описания выполняет роль аналитической модели для оценки потоков логистической цепи в виде «как есть». Решение обратной задачи («как должно быть») является процессом синтеза требуемых потоков и их связей в логистической системе для получения требуемого результата.

#### 4. Заключение

Предложенная модель связи материального, информационного, финансового, трудового потоков логистики дает возможность оценки и создания необходимых потоков, которые решают задачу обеспечения требуемого результата, то есть задачу синтеза в логистике. При этом исключается избыточность потоков. Одновременно гарантируется выполнение операций всеми участниками логистической цепи.

#### Литература

1. Щербаков В.В., Плоткин Б.К. Особенности образования и управления запасами в незавершенном производстве // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 4. – С. 228–230.
2. Плоткин Б.К., Щербаков В.В. Экономико-математическое обоснование коммерческих переговоров (Оптимизация по Парето). СПб.: Изд-во СПбГУЭФ. – 2004. – 92 с.
3. Остроумов А.А. Методика оценки эффективности информационно-логистической системы автодилера // Проблемы современной экономики. – 2013. – № 4 (48). – С. 237–240.
4. Остроумов А.А. Особенности информатизации логистических процессов автодилеров // Проблемы современной экономики. – 2013. – № 3 (47). – С. 276–280.
5. Минаков В.Ф. Логистика мобильной торговли // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2014. – № 9 (28). – С. 77–78.
6. Минаков В.Ф., Минакова Т.Е. Метрика потока в информационной логистике // Международный научно-исследовательский журнал

= Research Journal of International Studies. – 2014. – № 4–1 (23). – С. 63–64.

7. Минаков В.Ф., Азаров И.В. Моделирование конъюнктуры инфотелекоммуникационного рынка // Terra Economicus. – 2006. – № 2. – С. 35–40.

8. Минаков В.Ф., Корчагин Д.Н., Король А.С., Шевцов М.А. Пустайлов С.К. Математическое моделирование автоматизированных информационных процессов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2006. – № 3 (7). – С. 15–18.

9. Горячева Е.А., Минаков В.Ф., Барабанова М.И. Модель управления ликвидностью при контроле Банком России в режиме реального времени // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 4. – С. 178–183.

10. Воробьев В.П., Минаков В.Ф., Минакова Т.Е. Эффект инновационных процессов – генерирование денежного потока // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2012. – № 3. – С. 27–32.

11. Минаков В.Ф., Минакова Т.Е. Информационное общество и проблемы прикладной информатики // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2014. – № 1–1 (20). – С. 69–70.

12. Артемьев А.В., Минаков В.Ф., Макачук Т.А. Управление обучением персонала коммерческого банка: Эффекты. Синергия // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 3. – С. 11–15.

13. Минаков В.Ф., Минакова Т.Е., Галстян А.Ш., Шиянова А.А. Обобщенная экономико-математическая модель распространения и замещения инноваций // Экономический анализ: теория и практика, 2012. – № 47(302). – С. 49–54.

14. Минаков В.Ф., Лобанов О.С., Артемьев А.В. Кластеры потре-

бителей телекоммуникационных сервисов // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2014. – № 6–1 (25). – С. 60–61.

15. Минаков В.Ф., Лобанов О.С. Концепция облачного информационного пространства исполнительных органов государственной власти региона // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2014. – № 3. – С. 181–185.

16. Minakov V.F., Ilyina O.P., Lobanov O.S. Concept of the Cloud Information Space of Regional Government // Middle-East Journal of Scientific Research. – 2014. – № 21 (1). – P. 190–196.

## References

1. Shcherbakov V.V., Plotkin B.K. Features of education and stockpile management in a work in progress // Problemy sovremennoj ekonomiki. – 2012. – № 4. – S. 228–230.

2. Plotkin B.K., Shcherbakov V.V. Economic-mathematical justification of commercial negotiations (Optimization across Pareto). SPb.: Izd-vo SPbGUEF. – 2004. – 92 s.

3. Ostroumov A.A. Technique of an assessment of efficiency of information and logistic system of the car dealer // Problemy sovremennoj ekonomiki. – 2013. – № 4 (48). – Pp. 237–240.

4. Ostroumov A.A. Features of informatization of logistic processes of car dealers // Problems of modern economics. – 2013. – № 3 (47). – Pp. 276–280.

5. Minakov V.F. Logistics of mobile trade // Research Journal of International Studies. – 2014. – № 9 (28). – Pp. 77–78.

6. Minakov V.F., Minakova T.E. Stream metrics in information logistics // Research Journal of International Studies. – 2014. – № 4–1 (23). – Pp. 63–64.

7. Minakov V.F., Azarov I.V. Info-communication market environment

Simulation // Terra Economicus. – 2006. – № 2. – Pp. 35–40.

8. Minakov V.F., Korchagin D.N., Korol A.S., Shevtsov M.A. Pustahaylov S.K. Mathematical modeling of automated processes // Vestnyk Severo-Kavkazskogo federalnogo universiteta. – 2006. – № 3 (7). – S. 15–18.

9. Goryacheva E.A., Minakov V.F., Barabanova M.I. Model of liquidity management in case of real time control by the Central Bank of Russia // Ekonomika, statistika i informatika. Vestnyk UMO. – 2013. – № 4. – S. 178–183.

10. Vorobiev V.P., Minakov V.F., Minakova T.E. Effect of innovation processes – cash flow generation // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo universiteta ekonomiki i finansov. – 2012. – № 3. – S. 27–32.

11. Minakov V.F., Minakova T.E. Information society and problems of applied informatics // Research Journal of International Studies. – 2014. – № 1–1 (20). – Pp. 69–70.

12. Artemev A.V., Minakov V.F., Makarchuk T.A. Staff training management in an commercial bank: effects and synergy // Ekonomika, statistika i informatika. Vestnyk UMO.

13. Minakov V.F., Minakova T.E., Galstyan A.Sh., Shiyanova A.A. Generalized economic and mathematical model of innovation and substitution // Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika, 2012. – № 47(302). – S. 49–54.

14. Minakov V.F., Lobanov O.S., Artemev A.V. Clusters of consumers of telecommunication services // Research Journal of International Studies. – 2014. – № 6–1 (25). – Pp. 60–61.

15. Minakov V.F., Lobanov O.S. Concept of the cloud information space of executive bodies of region Ekonomika, statistika i informatika. Vestnyk UMO. – 2014. – № 3. – S. 181–185.

16. Minakov V.F., Ilyina O.P., Lobanov O.S. Concept of the Cloud Information Space of Regional Government // Middle-East Journal of Scientific Research. – 2014. – № 21 (1). – Pp. 190–196.