

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РИСКОВ В ГЛОБАЛЬНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В. В. Малый, Д. В. Малый, В. С. Щелоков

Луганский государственный университет им. В. И. Даля, Россия
E-mail: v.v.malyu@ya.ru, dmitriy.malyu@gmail.com, vishnyadol@rambler.ru

В работе в рамках аксиоматической теории экономического анализа исследована на модельном уровне проблема управления логистическими рисками, которые возникают при конкурентном взаимодействии однотипных универсальных логистических систем на глобальном рынке. Все построения по рассматриваемой тематике существенно используют логистическую *R*-методологию, как основу аналитико-графического аппарата количественной оценки рисков. Показано, что количественные оценки логистического риска форс-мажорного прекращения (отказа) деятельности посредников (инвесторов) в некоторых звеньях универсальной логистической системы в значительной степени совпадают с аналогичными оценками логистического риска при качественной модификации максимального технологического расширения локальной цепи финансово-производственных отношений, которая сопровождается комплексным реинжинирингом всей глобальной цепи.

MATHMODELING LOGISTICS RISKS IN GLOBAL LOGISTICS SYSTEMS

V. V. Maliy, D. V. Maliy, V. S. Shcholokov

In this work, within the framework of the axiomatic theory of economic analysis, the problem of managing logistics risks that arise during the competitive interaction of similar universal logistics systems in the global market is studied at the model level. All constructions on the topic under consideration essentially use logistics *R*-methodology as the basis of an analytical and graphical apparatus for quantitative assessment of risks. It is shown that quantitative assessments of the logistics risk of force majeure termination (failure) of the activities of intermediaries (investors) in some links of universal logistics system the largely coincide with similar assessments of logistics risk with a qualitative modification of the maximum technological expansion of the local chain of financial and production relations, which is accompanied by a comprehensive reengineering of the entire global chain.

В неинституциональной экономической теории была сформулирована концепция логистических рисков и методология их прогнозирования, учета и анализа с целью уменьшения непроизводственных потерь в хозяйственной деятельности *фирмы* [1]. С точки зрения неинституционалистов логистические риски – это риски выполнения логистических операций транспортировки, складирования, грузопереработки и управления запасами и риски логистического менеджмента всех уровней, в том числе риски управленческого характера, возникающие при выполнении логистических функций и операций [2].

Покажем как, в духе *постнеинституционального* подхода можно сфор-

мулировать алгоритмы количественной оценки логистических рисков в *универсальных логистических системах*. Здесь мы используем определения, обозначения и формулы работ [3, 4].

В соответствии с основными принципами аксиоматической теории экономического анализа (АТЭА), необходимо отметить две категории рисков: (r_1) - качественная модификация максимального технологического расширения л. ц. ФПО, которая сопровождается комплексным реинжинирингом всей г. ц. ФПО; (r_2) - форс-мажорное прекращение (отказ) деятельности посредников (инвесторов) в некоторых звеньях *ULS*. Дадим количественную оценку риска (r_2), учитывая результаты работ [3, 4].

Представим диаграмму локальной цепи финансово-производственных отношений (л.ц. ФПО) типа

$$B \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C, \quad (1)$$

где символы B , A и C означают субъекты хозяйственной деятельности соответственно предприятие-поставщика сырья Y , предприятие-производителя продукции X , которая изготавливается частично или полностью из сырья Y , и рынок сбыта продукции X .

Аналитико-графический аппарат исследования логистического риска (r_2) будет включать в себя следующие понятия и соотношения. Выпишем в явной форме максимальное технологическое расширение и диаграмму коммерческого расширения л.ц. ФПО (1):

$$\{B_n, A^*B_{n-1}, \dots, A^*B_1, A^*B, A, C\} \quad (2)$$

$$B_p \xrightarrow{Y'_p} \dots \xrightarrow{Y'_{i+1}} A^*B_i \xrightarrow{Y'_i} \dots \xrightarrow{Y'_{j+1}} C^*B_j \xrightarrow{Y'_j} \dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C. \quad (3)$$

Отметим, что логистический риск (r_2) представляет собой форс-мажорное прекращение (отказ) деятельности посредников (инвесторов) в звене

$$\xrightarrow{Y'_{j+1}} C^*B_j \xrightarrow{Y'_j} \text{ диаграммы (3)}.$$

Для простоты последующих построений будем полагать, что технологическое расширение (2) отличается от коммерческого расширения (3) только звеном вида

$$\xrightarrow{Y'_{j+1}} C^*B_j \xrightarrow{Y'_j}$$

$$B_n \xrightarrow{Y_n} \dots \xrightarrow{Y'_{j+2}} A^*B_{j+1} \xrightarrow{Y'_{j+1}} C^*\tilde{B} \xrightarrow{Y'_{j+1}} A^*B_j \xrightarrow{Y'_j} \dots, \quad (4)$$

$$\dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C$$

где введены обозначения $C^*\tilde{B} \equiv C^*B_j$, $n = p$, $Y'_{j+1} = Y'_j \equiv Y_{j+1}$ и $Y_k \equiv Y'_k$, $k \neq j$

В соответствии с работами [3, 4], в п.г.ц. ФПО (2) действует закон продаж

(ЗПР) $y = P(t)$, который характеризуется начальными параметрами соответственно оптимальным запасом сырья M и временем оборота запасов T . Это дает нам возможность выписать в явном виде M -представление и α -представление индикатора продукции X при максимальном технологическом расширении (2) соответственно

$$M - R(\text{ind } X/Y)_{tec} = \{M_n, M_{n-1}, \dots, M_1, M, m(X)\}, \quad (5)$$

$$\alpha - R(\text{ind } X/Y)_{tec} = \{\alpha(n), \alpha(n-1), \dots, \alpha(1), \alpha(0)\}, \quad (6)$$

В соотношении (6) коэффициенты трансформации определяются равенствами

$$\alpha(0) = \alpha'(0) = \frac{M}{m(X)}. \quad (7)$$

$$\alpha(k) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{M_k}{M_{k-1}}, \quad k = 1, 2, \dots, p, \quad M_0 \equiv M. \quad (8)$$

Учитывая структуру соотношений (5) и (6), можно заключить, что M -представление и α -представление индикатора продукции X при максимальном технологическом расширении (2) обозначают соответственно *материальный поток* в п.г.ц. ФПО и *технология* его преобразования. Это важнейшие характеристики логистического канала, в терминах которых можно дать количественную и качественную оценку логистического риска (r_2).

Пусть в момент времени $t = t^*$ произошло форс-мажорное прекращение (отказ) деятельности посредника (инвестора) в звене $\xrightarrow{Y_{j+1}} C^* \tilde{B} \xrightarrow{Y_{j+1}}$ коммерческого расширения л. ц. ФПО (1) вида (4). Тогда, на основании (4), получим два "отрезка" цепи

$$B_n \xrightarrow{Y_n} \dots \xrightarrow{Y_{j+3}} A^* B_{j+2} \xrightarrow{Y_{j+2}} A^* B_{j+1} \xrightarrow{Y_{j+1}} \quad (9)$$

и

$$\xrightarrow{Y_{j+1}} A^* B_j \xrightarrow{Y_j} \dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C. \quad (10)$$

Диаграмму (9) можно рассматривать как модифицированное самостоятельное технологическое расширение с "рынком" \hat{C}

$$B_n \xrightarrow{Y_n} \dots \xrightarrow{Y_{j+3}} A^* B_{j+2} \xrightarrow{Y_{j+2}} A^* B_{j+1} \xrightarrow{Y_{j+1}} \hat{C}, \quad (11)$$

а диаграмму (10) – как магистраль с M - элементом $A^* B_j$

$$A^* B_j \xrightarrow{Y_j} \dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C. \quad (12)$$

Распад п.г.ц. ФПО (4) на две самостоятельные глобальные цепи (11) и (12) означает её ликвидацию как субъекта финансово производственной деятельности на глобальном рынке, но с возможностью присоединения к эквивалентной п.г.ц. ФПО цепей (11) и (12) и образованием разветвленной глобальной цепи финансово производственных отношений (р.г.ц. ФПО). С другой стороны, большой практический интерес представляет количественная и качественная оценка логистического риска (r_2) при распаде п.г.ц ФПО (4) с образованием на её основе модифицированной п.г.ц. ФПО вида

$$B_n \xrightarrow{Y_n} \dots \xrightarrow{Y_{j+2}} A^* B_{j+1} \xrightarrow{Y_{j+1}} A^* B_j \xrightarrow{Y_j} \dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C \quad (13)$$

с сохранением субъектности. Покажем, как изменяется себестоимость основной продукции X при переходе от (4) к (13) за время оборота запасов T . Легко видеть, что в течении времени $t^* + T$ отрезок цепи (9) находится в состоянии простоя. Пусть $z_k, k = j+1, \dots, n$ обозначает стоимость хранения единицы сырья Y в состоянии Y_k на предприятии B_k за единицу времени, а $\gamma_k, k = j+1, \dots, n$ обозначает себестоимость единицы сырья Y_k до момента возникновения форс-мажора, т.е. для времен $t \leq t^*$. Тогда затраты Z_{j+1}^n на хранение запасов незавершенного производства в цепи (9) с учетом M -представления (5) за промежутки времени $[t^*, t^* + T]$ находятся по формуле

$$Z_{j+1}^n = T \sum_{j+1}^n z_k M_k. \quad (14)$$

Заметим здесь, что сырьевая загрузка п.г.ц. ФПО (13) в момент времени $t = t^*$ определяется M -представлением (5). Далее очевидно, что себестоимость $\gamma_k^*, k = 0, \dots, j$ сырья Y в состоянии $Y_k, k = 0, \dots, j, Y_0 = Y$ равна величине

$$\gamma_k^* = \gamma_k + \delta, k = 0, \dots, j, \quad (15)$$

где δ обозначает прибавочную стоимость (моржу) посредника

$$\xrightarrow{Y_{j+1}} C^* \tilde{B} \xrightarrow{Y_{j+1}},$$

а себестоимость γ_X^* основной продукции X в момент времени $t = t^*$ дается равенством

$$\gamma_X^* = \gamma_X + \delta, \quad (16)$$

где γ_X – это себестоимость основной продукции X по схеме (5).

Итак, полагая, что начальным моментом образования п.г.ц. ФПО (13) является момент времени $t = t^* + T$, сформулируем алгоритм загрузки цепи (10). Имеем

$$\begin{aligned}
& \{0, M_{j-1}, \dots, M_0, m(X)\}_{t^*+T} \rightarrow \{M_j, 0, M_{j-2}, \dots, M_0, m(X)\}_{t^*+2T} \rightarrow \\
& \rightarrow \{M_j, M_{j-1}, 0, \dots, M_0, m(X)\}_{t^*+3T} \rightarrow \dots \rightarrow \{M_j, M_{j-1}, \dots, M_0, 0\}_{t^*+(j+1)T} \rightarrow, \quad (17) \\
& \rightarrow \{M_j, M_{j-1}, \dots, M_0, m(X)\}_{t^*+(j+2)T}
\end{aligned}$$

где индексы фигурных скобок фиксируют моменты времени загрузки цепи.

Из диаграммы (17) видно, что на промежутке времени $t \in [t^* + (j+1)T, t^* + (j+2)T]$ у п.г.ц. ФПО (16) нет поставок на рынок C , что влечет за собой штрафные санкции в размере T_{tr} в соответствии с транзакционным договором между генеральным посредником и главным менеджментом п.г.ц. ФПО. Следует также отметить, что начиная с момента времени $t \geq t^* + (j+2)T$ п.г.ц. ФПО (13) будет поставлять на рынок C основную продукцию X , себестоимость которой будет на δ меньше и равна γ_X . Таким образом, главный менеджер п.г.ц. ФПО (13) в результате форс-мажорного прекращения (отказа) дея-

тельности посредника (инвестора) в звене $\xrightarrow{Y'_{j+1}} C^* B_j \xrightarrow{Y'_j}$ диаграммы (3) получает компенсацию C_δ в размере

$$C_\delta = \delta m(X). \quad (18)$$

Обозначая символом $Z_{(r_2)}$ стоимость логистического риска (r_2) и учитывая (14), (18) и размер штрафных санкций T_{tr} , окончательно получим

$$Z_{(r_2)} = Z_{j+1}^n - C_\delta + T_{tr} = T \sum_{j+1}^n z_k M_k - \delta m(X) + T_{tr}. \quad (19)$$

В заключение следует отметить, что главному менеджменту п.г.ц. ФПО (16) формулу (22) необходимо использовать в своей долгосрочной транзакционной политике в условиях конкуренции на глобальном рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бродецкий Г. Л., Гусев Д. А., Елин Е. А. Управление рисками в логистике: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. Образов / М. : Издательский центр «Академия», 2010. 192 с.
2. Плетнева П. Управление рисками в логистике : учеб. пособие / СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2014. 127 с.
3. Maliy V. V., Maliy D. V., Shcholokov V. S. The main provisions of the mathematical apparatus of the theory of supply chains. Part I // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2021. № 9 (51). С. 150-158.
4. Maliy V. V., Maliy D. V., Shcholokov V. S. The main provisions of the mathematical apparatus of the theory of supply chains. Part II // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2022. № 1 (55). С. 243-253.