

Модель активности агентов в транспортно-логистических и технологических системах

Э.А. Мамаев, А.Н. Гуда, К.А. Годованый

Ростовский государственный университет путей сообщения

Аннотация: Агенты транспортно-логистического рынка (ТЛР) в процессе деятельности реализуют решения, направленные на сохранение и развитие своего положения на рынке за счет активного взаимодействия с контрагентами (сотрудничество, диверсификация капитала и деятельности) в изменяющихся условиях внешней среды. Ограниченность объема транспортных услуг и изменение его структуры требует формализации и систематизации возможных действий агентов. В работе приводится анализ факторов, влияющих на активность агентов ТЛР, их формализацию и схемные решения реализации их активностей.

Ключевые слова: транспортно-логистический рынок, активность, агент рынка, устойчивость, формальная модель, индикатор эффективности, рентабельность услуг, логистическая цепь, объем транспортной работы, железнодорожный транспорт.

Введение. Современный подход к анализу взаимодействия агентов рынка по реализации транспортных и транспортно-технологических услуг требует рассмотрения их активностей с позиций достижения макроэкономических и социальных целей, таких, как полное и качественное обеспечение потребностей экономики и населения в услугах по перемещению грузов и пассажиров [1-3]. Как правило, стратегические цели транспортной отрасли определяют необходимость государственного ее регулирования, как обеспечивающей отрасли экономики страны [4,5]. С другой стороны, рыночный подход к развитию предпринимательства в сфере транспортных услуг требует реализации механизмов саморегулирования, для обеспечения их динамичного развития [6-8]. Эти два концептуально крайних (противоположных) варианта исследования проблем транспортной отрасли можно наблюдать локально в отдельных сегментах транспортно-логистических и технологических систем [7]. В более общем виде активности агентов этого рынка могут проявляться в формах кооперации, сотрудничества, конкуренции, в зависимости от доминантных факторов,

определяющих отношение агента как к рынку в целом, так и к транспортно-технологическим процессам в реализации услуг предприятия [7,9,10].

В этой связи, представляет интерес формализация активностей агентов рынка, позволяющих определить динамику развития транспортного рынка не классическими моделями из макроэкономики, а с учетом симбиоза регуляторных и рыночных механизмов в сфере транспорта [11-13].

Основная часть. Структура рынка транспортно-логистических услуг в отечественной и в мировой экономике представлена агентами, репрезентирующими монополии (естественные), олигополии, предприятия рыночной экономики [13,14]. Причем монопольные секторы представлены крупными предприятиями холдингового типа или предприятиями, контролирующими отдельные сегменты рынка, такие, как трубопроводный транспорт. Для транспортной науки анализ таких предприятий не представляет особых проблем за исключением сегментации рынка и формирования тарифной политики, от которых зависит их доля рынка. Такая «изолированность» позволяет предприятиям формировать самостоятельную научно-техническую и экономическую политику, позволяющую сохранять и «защищать» свой рынок.

Научный и практический интерес представляет формализация активностей агентов рынка, находящихся во взаимодействии друг с другом и с рынком в целом, с целью определения потенциальных трендов их развития, процессов перемещения капитала, как фактора обеспечения роста сегментов рынка, и направленных на снижение транспортно-логистических издержек [4,5,7].

Совокупность факторов, определяющих уровень и эффективность взаимодействия агентов в конкурентных сегментах транспортно-логистического рынка (ТЛР), можно подразделить на следующие группы, рис. 1:

- основной капитал (мощности), задействованный в реализации безубыточной деятельности предприятия(ий);
- прозрачность и доступность рынка (различных сегментов рынка) транспортных услуг для проникновения капитала;
- уровень конкуренции на сегменте рынка транспортной, транспортно-технологической и логистической деятельности, комплексность услуг;



Рис.1. – Факторы, влияющие на активность агентов транспортно-логистического рынка

- рентабельность основного капитала на ТЛР по видам деятельности и в экономике в целом;
- рентабельность деятельности агентов ТЛР;
- прозрачность рынка для международной интеграции;
- рентабельность транспортно-логистической деятельности в мировой экономике и др.

Ключевым условием динамичного развития транспортных, транспортно-технологических и логистических услуг является возможность перетока (движения, перемещения) капитала внутри отрасли и между отраслями для обеспечения устойчивого развития экономики в целом [4, 15, 16].

Основные виды активности агентов на рынке транспортно-логистических и транспортно-технологических услуг:

- включение (приход) новых агентов на рынок за счет эффективности капитала на сегменте рынка;
- исключение (уход, увод) капитала на другие сегменты рынка транспортно-логистических услуг;
- полное исключение (уход, увод) капитала из рынка транспортно-логистических услуг в другие отрасли (сегменты рынка);
- поглощение (объединение) капитала агентов;
- кооперация и сотрудничество, предполагающие передачу части прибыли от одного агента к другому в логистических цепях организации производства и транспортно-логистических услуг и др.

Одним из проявлений динамичной активности агентов на рынке транспортно-логистических услуг можно считать организационно-правовую реструктуризацию бизнеса для увеличения прибыльности и устойчивости в условиях изменяющейся нормативно-правовой среды (окружения) [7, 12]. Такая активность тесно связана с условиями государственного регулирования рынка (например, налоговое окружение), которые сложно формализовать в силу зависимости от сферы деятельности, «масштаба» предпринимательства (капитала), доли предприятий, занимающихся налоговым планированием и других факторов.

Иерархия и масштаб изменений (активностей), как правило, движутся от простых (локальных) к сложным (кардинальным), от изменений на

конкретном сегменте рынка до глобальных изменений, связанных с потоками капитала между экономическими отраслями и в мировой экономике, которые зависят от существующего «дисбаланса» в эффективности капитала в отраслевом разрезе, доступности рынков для капитала, особенностей реализации транспортно-технологических решений.

Ключевыми особенностями транспортно-логистической сферы деятельности, на наш взгляд, являются нескладируемость транспортно-логистических услуг, сильная зависимость от грузообразующей базы экономики, объема транзита, потребности в распределении активов в пространстве (особенно для железнодорожного и трубопроводного транспорта), сильная взаимозависимость агентов рынка при реализации сквозных комплексных цепей грузопотоков. Именно эти особенности формируют ограничения активности агентов, возможности по диверсификации бизнеса агентами ТЛР.

Формализованная модель. Модель эффективности функционирования агентов в реализации транспортно-технологических процессов (активностей) описывается следующей детерминированной схемой.

Каждый агент рынка реализует свой функционал для перевозок (оказания транспортно-логистических услуг) с использованием некоторого накопленного капитала. Пусть каждый агент может освоить (реализовать) объем работы $V_i(W_i)$, зависящий от объема его капитала W_i , причем известны \underline{W}_i – минимальный объем капитала, который обеспечивает вхождение агента на рынок (безубыточность деятельности). Естественно предположить монотонно (или ступенчато) возрастающий вид функции $V_i(W_i)$, аналогичный представленному на рис. 1.

$$V_i(W_i) = a_i (W_i - \underline{W}_i) + b_i (W_i - \underline{W}_i)^{c_i}, \quad (1)$$

где a_i, b_i, c_i – неотрицательные параметры. (V_i^0, W_i^0) определяет точку безубыточности агента.

Затраты $Z_i(V_i)$, связанные с реализацией объема транспортных услуг V_i , также будет иметь вид монотонно возрастающей выпуклой вверх функции, рис. 2.

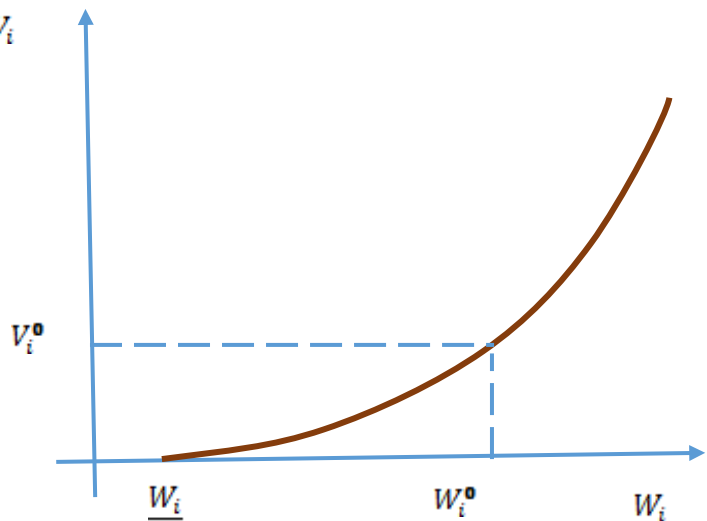


Рис.1 Вид функции $V_i(W_i)$.

$$Z_i(V_i) = d_i^z V_i - e_i^z \log [(V_i]_i + v_0^z), \quad (2)$$

Неотрицательные параметры d_i^z, e_i^z, v_0^z в зависимости (2) можно определить по эмпирическим данным.

Доходы агента $P_i(V_i)$, зависящие от объема работы V_i , имеют нелинейный монотонно возрастающий вид, представленный на рис 2. Вид функции $P_i(V_i)$ может быть схожим (2) за исключением направления и темпов роста, т.е.

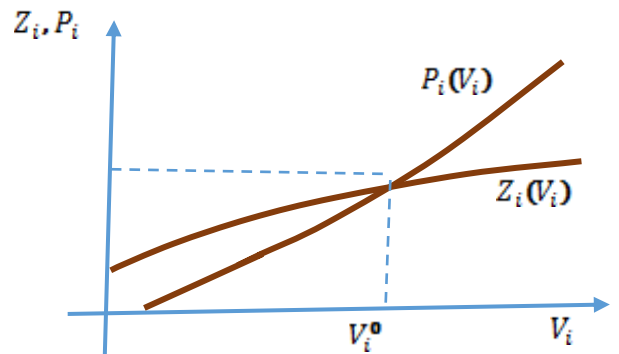


Рис.2 Виды функций $Z_i(V_i), P_i(V_i)$.

$$P_i(V_i) = d_i^p V_i + e_i^p \log [(V_i]_i + v_0^p). \quad (3)$$

Параметры d_i^p, e_i^p, v_0^p в (3) также можно определить по эмпирическим данным.

Естественно предположить, что V_i^0 , находимый из уравнения:

$$Z_i(V_i) = P_i(V_i), \quad (4)$$

Совпадает с точкой (V_i^0, W_i^0) , определяющей минимальный объем капитала для безубыточности функционирования агента транспортного рынка.

Привлекательность отдельного сегмента рынка транспортно-логистической деятельности может определяться относительным индикатором эффективности - рентабельностью затрат и капитала (5):

$$I_{p_i} = \frac{P_i(V_i) - Z_i(V_i)}{Z_i(V_i)}, \quad I_{w_i} = \frac{P_i(V_i) - Z_i(V_i)}{V_i(W_i)}. \quad (5)$$

Процесс перемещения капитала по видам деятельности задаётся средними показателями – индикаторами эффективности транспортно-логистического рынка:

$$I_{p^E} = \frac{\sum_i P_i(V_i) - \sum_i Z_i(V_i)}{\sum_i Z_i(V_i)}, \quad I_{w^E} = \frac{\sum_i P_i(V_i) - \sum_i Z_i(V_i)}{\sum_i V_i(W_i)}. \quad (6)$$

Пусть также известны I_{p^E} и I_{w^E} - значения индикаторов, аналогичные (6) для экономики в целом.

Естественно предположить, что при выполнении условия:

$$I_{p_i} < I_{p^E}, \quad (7)$$

капитал, создаваемый i -ым агентом транспортно-логистического рынка, будет уходить в экономику на следующем плановом этапе, если нет ограничений на перемещение капитала (это имеет место в условиях идеального рынка). При этом должно иметь место выполнение требования на наличие спроса на свободный капитал на рынке. Можно предположить также переток капитала внутри ТЛР, если выполняется условие, аналогичное (7), т.е. существует агент j , который имеет более высокую прибыльность:

$$I_{p_i} < I_{p_j}. \quad (8)$$

Допуская свободное движение капитала на рынке, логично потребовать выполнения более жестких условий:

$$I_{p_i} \ll I_{p^E}, \quad I_{p_i} \ll I_{p_j}, \quad (9)$$

Или:

$$I_{p_i} \leq I_{p_j} - \Delta_{p_i}^i. \quad (10)$$

Переход агента от одной сферы предпринимательства к другой происходит при относительно больших значениях $\Delta_{p_i}^E > 0$ или $\Delta_{p_i}^i > 0$. Безусловно уход капитала может происходить в случае $Ip_i < 0$ (при отрицательном индексе прибыльности). В то же время, с учетом специфики деятельности агентов ТЛР, возможна кооперация капитала – поддержка агентов с низкой доходностью, если они участвуют в логистических цепях организации грузопотоков без альтернативы привлечения иных агентов рынка.

Пусть $M_c \subseteq \mathbb{I}$ - подмножество агентов, участвующих в логистической цепи. Технологически, экономически и финансово устойчивой является логистическая цепь, если для I_{M_c} ,

$$I_{M_c} = \frac{\sum_{i \in M_c} P_i(V_i) - \sum_{i \in M_c} Z_i(V_i)}{\sum_{i \in M_c} Z_i(V_i)}, \quad (11)$$

выполняются условия, аналогичные (11):

$$I_{M_c} \leq Ip^E - \Delta_p^E. \quad (12)$$

Общий алгоритм реализации активности агента на транспортно-логистическом рынке включает реакцию на состояние по отношению к рынку транспортно-логистических услуг и экономике в целом (таблица №1).

Динамика активностей агентов в среднесрочной перспективе может иметь переходы вида:

1. Развитие агента на рынке транспортных услуг: конечная активность P1. Возможные реализации (переходы) активностей: P1, P2 → P1, P3 → P2 → P2.

2. Сохранение рыночных позиций на рынке: конечная активность P2. Возможные реализации (переходы) активностей: P2, P3 → P2, P4 → P3 → P2.

3. Вступление в кооперацию с другими агентами рынка: конечная активность P3. Возможные реализации (переходы) активностей: P3, P4 → P3.

Таблица №1

Активности агентов и условия их реализации.

Обозначение и содержание активности	Условия реализации
P1. Диверсификация свободного капитала для повышения технологической и финансовой устойчивости	Выполняется условие $I p_i < I p^E$
P2. Самостоятельное и устойчивое функционирование на рынке, повышение присутствия собственного капитала на рынке	Выполняется условие $I p_i > I p^E$
P3. Вступление в кооперацию с другими агентами рынка для сохранения капитала на текущем рынке и повышение устойчивости	Существует M_c , для которой выполняется
P4. Вхождение своим капиталом в функционал других агентов (поглощение, слияние), ликвидация агента как самостоятельной бизнес-единицы	Выполняется условие $I p_i < 0$, существует M_c , $\{i\} \in M_c$ и $I_{M_c} > I_p^E$
P5. Ликвидация деятельности агента на рынке в связи с низкой доходностью	Выполняется условие $I p_i < 0$ и не существует M_c , такой что $\{i\} \in M_c$ и $I_{M_c^i} < I_{M_c}$, где $M_c^i = M_c - \{i\}$

4. Сохранение своего присутствия на рынке: конечная активность P4. Возможные реализации (переходы) активностей: P4, P3 → P4.

5. Уход из рынка (ликвидация): конечная активность P5. Возможные реализации (переходы) активностей: P5, P4 → P5.

Реализуемость активностей агентов ТЛР в среднесрочной перспективе доказывается численным экспериментом изменения объема работы агентов V_i , который в простейшем случае можно вычислять: $V_i = \alpha_i V$, где V – общий объем транспортной работы (грузовая база), с характером зависимостей (1)-(3), обеспечивающим изменение экономической устойчивости агентов.

Заключение. Простейшие модели активностей агентов ТЛР могут быть реализованы на относительно изолированных сегментах рынка. Активности, связанные с взаимной поддержкой агентов на рынке, находят применение на практике. Примером такого сотрудничества может послужить создание корпоративных сообществ, объединений, консорциумов и холдингов в сфере транспортно-логистических услуг. Причем естественное разделение областей деятельности на высокодоходные и низкодоходные объективно требует поддержки (финансовой, экономической и технологической) одних за счет средств других.

На железнодорожном транспорте крупным агентом на рынке является ОАО «РЖД», который имеет большое число предприятий-агентов рынка в форме дочерних и зависимых обществ, юридических лиц, аффилированных с компанией. Независимо от индекса финансовой устойчивости этих компаний, деятельность компании ОАО «РЖД», вообще говоря, не может быть успешной в сфере железнодорожных перевозок. В то же время, из сферы железнодорожных перевозок может происходить отток капитала в силу низкой рентабельности отдельных видов деятельности.

Литература

1. Савосина М.И. Оценка эффективности устойчивого развития транспорта // Мир транспорта. 2020. Т. 18. № 2 (87). С. 50-66.
2. Zhuravskaya M.A., Petrov M.B. Establishing a system of transport space indicators as a basis for managing the macro-territories spatial development// Business Logistics in Modern Management. Proceedings of the 20th international scientific conference. Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. 2020. С. 61-73.



3. Сушков С.И., Бурмистрова О.Н. Определение мощности транспортной системы на основе минимизации приведенных затрат // Воронежский научно-технический вестник. 2014. Т. 3. № 3 (9). С. 45-52.

4. Гуда А.Н., Мамаев Э.А. Экономический потенциал развития транспортных предприятий и их государственная поддержка // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2016. №9 (ч3). С. 72-76.

5. Вохмянина А.В., Журавская М.А., Петров М.Б. Многокритериальный подход для оценки и обоснования приоритетов развития транспортной сети территорий, превосходящих региональный масштаб // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2018. № 4 (40). С. 58-68.

6. Kolesnikov M.V., Lyabakh N.N., Mamaev E.A., Bakalov M.V. Efficient and secure logistics transportation system // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 918 (2020) 012031 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/918/1/012031

7. Мамаев Э.А. Модели согласованного развития элементов логистических цепей // Современное развитие науки и техники («Наука-2017»). Том 2. Технические, экономические и юридические науки Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2017. С. 160-162.

8. Наумов И.В. Исследование межрегиональных взаимосвязей в процессах формирования инвестиционного потенциала территорий методами пространственного моделирования // Экономика региона. 2019. Т. 15. № 3. С. 720-735.

9. Абрамов В.И., Кудинов А.Н., Евдокимов Д.С. Применение социального моделирования с использованием агент-ориентированного подхода в приложении к научно-техническому развитию, реализации НИОКР и поддержанию инновационного потенциала // Вестник Воронежского



государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 81. № 3 (81). С. 339-359.

10. Оборин М.С. Тенденции развития транспортно-логистических систем региона // Сервис в России и за рубежом. 2019. Т. 13. № 4 (86). С. 188-196.

11. Темнов Э.С. Анализ некоторых подходов в современной практике транспортного моделирования // Вестник сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15.

12. Makolova, L., Mamaev, E. Multi-agent Green Logistics Technologies in the Export Transport (2022) Lecture Notes in Networks and Systems, 330 LNNS, pp. 360-369. DOI: 10.1007/978-3-030-87178-9_36

13. Скрипников И.Н. Анализ факторов, влияющих на выбор вида транспорта при перевозке грузов в России // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3375.

14. Мамаев Э.А., Хашев А.И. Объектная модель городской транспортной системы в оптимальном управлении // Инженерный вестник Дона, 2018, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4899.

15. Савин Г.В. Онтология транспортно-логистической системы в условиях цифровизации. ЦИТИСЭ. 2019. № 5 (22). С. 335-343.

16. Шепилова Е.Г. Анализ информационных потоков и совершенствование организационно-технологической надежности предприятий железнодорожного транспорта // Инженерный вестник Дона. 2016. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3674.

References

1. Savosina M.I. Mir transporta. 2020. Vol. 18. № 2 (87). pp. 50-66.



2. Zhuravskaya M.A., Petrov M.B. Business Logistics in Modern Management. Proceedings of the 20th international scientific conference. Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. 2020. pp. 61-73.
 3. Sushkov S.I., Burmistrova O.N. Voronezhskiy nauchno-tekhnicheskij vestnik. 2014. Vol. 3. № 3 (9). pp. 45-52.
 4. Guda A.N., Mamaev E.A Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. 2016. №9 (Part 3). pp. 72-76.
 5. Vokhmyanina A.V., Zhuravskaya M.A., Petrov M.B. Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. 2018. № 4 (40). pp. 58-68.
 6. Kolesnikov M.V., Lyabakh N.N., Mamaev E.A., Bakalov M.V. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 918 (2020) 012031 IOP Publishing DOI:10.1088/1757-899X/918/1/012031
 7. Mamaev E.A Sovremennoye razvitiye nauki i tekhniki («Nauka-2017»). Vol 2. Tekhnicheskije, ekonomicheskije i yuridicheskije nauki Rost. gos. un-t. putey soobshcheniya, 2017. pp. 160-162.
 8. Naumov I.V. Ekonomika regiona. 2019. Vol. 15. № 3. pp. 720-735.
 9. Abramov V.I., Kudinov A.N., Yevdokimov D.S. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. 2019. Vol. 81. № 3 (81). pp. 339-359.
 10. Oborin M.S. Servis v Rossii i za rubezhom. 2019. Vol. 13. № 4 (86). pp. 188-196.
 11. Temnov E.S. Vestnik sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta. 2018. Vol. 15.
 12. Makolova, L., Mamaev, E. Multi-agent Green Logistics Technologies in the Export Transport (2022). Lecture Notes in Networks and Systems, 330 LNNS, pp. 360-369. DOI: 10.1007/978-3-030-87178-9_36
-



13. Skripnikov I.N. Inzhenernyj vestnik Dona. 2015. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3375.

14. Mamaev E.A., Khashev A.I. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4899.

15. Savin G.V. TSITISE. 2019. № 5 (22). pp. 335-343.

16. Shepilova Ye. G. Inzhenernyj vestnik Dona. 2016. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3674.