

АНАЛИЗ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК ПРИ УСЛОВИЯХ МАКСИМИЗАЦИИ ПРИБЫЛИ И ОЛИГОПОЛИСТИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ

Розглянуто теоретико-ігровий похід до моделювання задачі конкурентних ланцюжків поставок в умовах олігополістичної конкуренції. Використовуваний обчислювальний підхід, який заснований на прогнотозованих динамічних системах, повністю використовує можливості мережевої структури завдання і закритих форм вирішення на кожному кроці. Описана сучасна концепція управління ланцюгів поставок, а також основні етапи їх проектування і моделювання. Обґрунтовано вибір теоретико-ігрового підходу до моделювання даної задачі. Розглянуто модель проектування мережі ланцюгів поставок за умови олігополістичної конкуренції. Проаналізовано основні відмінності розглянутої моделі від спочатку розроблених моделей проектування мереж ланцюга поставок.

Ключові слова: ланцюги поставок, управління ланцюгами поставок, проектування мережі ланцюгів поставок, максимізація прибутку, олігополістична конкуренція, теорія ігор.

A. N. KARATNIUK, N. S. MEDZHYBOVSKA
Odessa National Economic University

THE ANALYSIS OF SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN MODEL UNDER PROFIT MAXIMIZATION AND OLIGOPOLISTIC COMPETITION

Abstract – The purpose of this paper is analysis of the supply chain design model that takes into account factors which maximize profit of the companies competing in an oligopolistic market. This article discusses the game-theoretic modeling tasks trek to competitive supply chains in terms of oligopolistic competition. Used a computational approach, which is based on the projected dynamical systems, has taken full advantage of the network structure of the problem and closed-form solution at each step. Considered a model of supply chain network design subject to oligopolistic competition. Analyzes the main differences between this model originally developed models of network design supply chain. Results. Describes the modern concept of supply chain management, as well as the main stages of their design and simulation. The choice of the game-theoretic approach to modeling this problem. Considered a model of supply chain network design subject to oligopolistic competition. Analyzes the main differences between this model originally developed models of network design supply chain.

Key words: supply chain, supply chain management, network design supply chain, profit maximization, oligopolistic competition, game theory.

Постановка проблеми. Современная концепция SCM стала реальным инструментом ведения бизнеса в большинстве экономически развитых стран и сделала возможным [1, с. 63–65]:

- сокращение затрат, соблюдение договорной дисциплины и повышение эффективности управления за счет трансформации линейной последовательной цепи поставок в реактивную сеть поставок;
- повышение качества продукции и уровня обслуживания потребителей по всей цепи поставок на основе интеграции бизнес-процессов разработки продукции, снабжения, поддержания производства и распределения среди всех участников сети поставок;
- достижение клиенто-ориентированности бизнес-процессов, их открытость к обмену знаниями между бизнесами-партнерами;
- сокращение времени выхода на рынок, устранение дорогостоящих ошибок и неудачных начинаний за счет сотрудничества в области планирования, организации, мотивации и контроля по всей сети поставок;
- повышение социальной ответственности бизнеса, учет современных требований охраны окружающей среды и регулирования общественных процессов;
- рост шансов на успех при расширении бизнеса за счет координации специфических бизнес-возможностей с существующими производственными графиками и без дорогостоящей модернизации программного обеспечения;
- сокращение стоимости используемого программного обеспечения за счет системной интеграции на основе адаптации функционально-богатой общесистемной платформы, которая реализует гибкость бизнес-процессов.

Управление цепями поставок – это организация, планирование, контроль и регулирование товарного потока, начиная с получения заказа поставок и закупки сырья и материалов для обеспечения производства товаров, и далее через производство и распределение доведение его с оптимальными затратами ресурсов до конечного потребителя в соответствии с требованиями рынка.

Сегодняшние сложные глобальные цепи поставок отличаются высоким уровнем неопределенности. Такие факторы, как нестабильная экономическая ситуация и волатильность потребительского спроса, требуют, чтобы цепи поставок были способны прогнозировать, контролировать и реагировать на нарушения и изменения, причем во взаимодействии с клиентами, поставщиками и контрагентами в области логистики. Для восстановления стабильности цепи поставок компании ищут способы оптимизации операций в своих глобальных цепях поставок в нужное место и в нужное время.

Ранее моделирование и проектирование цепей поставок считались процедурами, которые нужно выполнять раз в три–пять лет. Сегодня моделирование и проектирование цепей поставок стали актуальнейшими задачами бизнеса, требующими постоянного внимания и исполнения. Ведущие компании постоянно перестраивают и совершенствуют свои цепи поставок. Они используют технологии моделирования для изучения “поведения” цепи поставок в самых разнообразных условиях, а также анализируют разницу между затратами, обслуживанием и рисками. Компании, которые придерживаются этих реальных цифровых моделей цепи поставок от первого до последнего звена, способны оперативно перестраивать и заново оптимизировать свои цепи поставок при изменении рыночных условий, а также следить за верностью и вероятностью своих прогнозов. Логистическая модель компании должна включать в себя все наиболее существенные элементы цепи поставок, согласно которым возможна их оптимизация.

При проектировании цепей поставок необходимо найти оптимальное сочетание решений, связанных с производством новых видов продукции и приостановкой производства определенных линий продукции; структурой сети цепей поставок с учетом спроса на эту продукцию; ролью каждого узла сети в рамках каждого вида продукции, с его возможностями по поставкам и его политикой запасов.

Создавая “живые” модели цепей поставок, компании получают возможность изучить, что произойдет с цепями поставок в различных рыночных условиях, и проанализировать, как это может отразиться на ценах, качестве сервиса и рисках. Именно дизайн и моделирование цепи поставок могут максимально оптимизировать такие показатели, как издержки, качество сервиса, оборотный капитал, устойчивый рост и риски. Принимая во внимание такие факторы современной реальности, как непостоянство, сложность и быстрые изменения, разработка дизайна цепи поставок становится абсолютно необходимым для бизнеса. Прудентные компании постоянно пересматривают схемы цепей поставок, моделируя ситуации, чтобы проверить их функциональность в различных рыночных условиях и произвести анализ изменений цен, качества сервиса и рисков.

Преимуществами применения моделирования для логистических систем является комплексное понимание процессов и характеристик логистической цепи с помощью графиков; возможность моделировать случайные события, используя распределения вероятностей, в конкретных областях и выявлять их влияния на логистическую цепь; применение многошаговой процедуры проектирования, что позволяет учитывать сложность принятия решений, большое количество решающих правил и критериев оптимизации; обеспечение минимизации риска изменения плана путем предварительного анализа и моделирования возможных сценариев развития событий в цепи поставок.

Анализ последних исследований и публикаций. Научные исследования, посвященные логистике и управлению цепями поставок, проектированию цепей поставок посвящены работы Аникина Б.А., Баулрскока Д.Дж., Бродецкого Г.Л., Иванова Д.А., Кюсса Д.Дж., Лукинскогo В.С., Неруша Ю.М., Родкиной Т.А., Сергеева В.И., Степанова В.И., Титюхина Н.Ф. и др. Вопросами моделирования бизнес-процессов занимались такие авторы, как Браун Д., Дудорин В.И., Калянов Г.Н., Нагурней А., Робсон М., Тельнов Ю.Ф., Хаммер М., Чампи Дж., Шапиро Дж., Шеер А.-В. и др. Так, Нагурней А. рассматривает моделирование явной цепи поставок в контексте олигополий, состоящих из фирм, которые конкурируют в рамках теории равновесия Нэша-Курно. Как отмечают Браун Д. и другие, большинство фирм сейчас понимают потенциальные выгоды от контроля цепи поставок в целом. В рамках данной модели предполагается, что фирмы производят однородный товар и конкурируют некооперативным способом. Каждую фирма отображается как сеть ее экономической деятельности в производстве, хранении и распределении на рынках спроса.

В условиях олигополистической конкуренции необходимо использование моделей проектирования сетей цепей поставок, учитывающих изменчивость рыночной ситуации посредством использования непрерывных переменных, которые более адекватно отражают происходящие изменения, чему и посвящена статья.

Целью статьи является анализ модели проектирования цепи поставок, которая учитывает факторы максимизации прибыли компаний, конкурирующих на олигополистическом рынке.

Изложение основного материала. Олигополии являются фундаментальной экономической организационной структурой и захватывают многочисленные отрасли промышленности, а также связанные с ними продукты и услуги, начиная от авиакомпаний до конкретных розничных продавцов, а также от производителей высоких технологий, телекоммуникационных компаний до конкретных поставщиков энергии. Таким образом, формулировка, анализ и решение проблемы олигополий является насущной задачей и выходит за рамки решения чисто теоретической задачи. Кроме того, растет интерес к моделированию олигополий в контексте цепей поставок. Происходит это в результате недавних заметных слияний и приобретений фирм в таких отраслях, как производство напитков, авиаперевозки, предоставление финансовых услуг, нефтедобыча [2, с. 281]. В силу этого растет потребность в выявлении и количественном определении потенциального взаимодействия данных компаний.

В модели проектирования сети цепей поставок введены явные конструктивные переменные, связанные с максимизацией прибыли, конкурирующими фирмами и их цепями поставок. В модели, во-первых, явно рассматривается олигополистическое поведение и ассоциированные в функции рыночного спроса цены на рынках спроса, во-вторых предполагается, что производственные мощности фиксированы и присваиваются априори. Кроме того, данная модель существенно расширяет первоначально разработанную модель

олигополистических цепей поставок [3], допуская конкуренцию со стороны производства, распределения, хранения, и, наконец, через рынки спроса. Для гибкости, ясности и непрерывности, множественности фирм и множественности рынков, рассматриваемая модель проектирования сети цепей поставок формулируется как задача вариационного неравенства, которая также содержит часть истории эволюции сетевых моделей фирм и многочисленные базовые экономические модели.

Рассматриваемая модель, в отличие от существующих, значительно подробнее, поскольку она находится на уровне фирм. Кроме того, модель охватывает аспекты проектирования олигополистических фирм, которые максимизируют прибыль, а также фирм, соревнующихся в нескольких функциях производства, распределения и хранения, и которые стремятся определить не только количество продукции, но и потенциал различных производственных предприятий, распределительных центров и т.д. В отличие от большей части классической литературы сетевых цепей поставок, в рамках данной модели не используются дискретные переменные, а используются исключительно непрерывные переменные. Линейные расходы в данной модели не ограничены, но более адекватно модель может обрабатывать нелинейные расходы, описывающие поведение современных сетей, начиная от транспортировки до телекоммуникаций, которые в свою очередь могут быть перегружены, и при которых цепи поставок зависят от их функциональных возможностей.

В данной модели фирмы стремятся определить производственные возможности, связанные с заводами-изготовителями, распределительными центрами, а также каналами отгрузки товаров и объемами производства таким образом, чтобы максимизировать свою прибыль и удовлетворить соответствующий спрос на нескольких рынках спроса. Конкуренция в сфере добычи, распределения и хранения состоит в том, чтобы в рамках данной модели разрешить основным функциям влиять на потоки не только конкретной фирмы, а в целом на потоки продукции всех фирм. Кроме того, предполагается, что цена спроса на продукт на конкретном рынке в любой момент может зависеть от спроса на данный однородный продукт на других рынках. Для решения предлагается теоретико-игровая постановка задачи, которая руководится условиями равновесия по Нэшу-Курно, и обеспечивает альтернативу вариационным формулировкам неравенства. Для решения модели проектирования сети цепочек поставок, а также для решения вариационных задач неравенства используется метод Эйлера, который является частным случаем общей итерационной схемы для определения стационарных точек проектируемой динамической системы. В рамках данной модели метод Эйлера разбивает задачу проектирования цепей поставок на подзадачи, которые можно решить на каждой итерации.

Рассмотрим конечное число фирм I , с типичной фирмой обозначенной через i , которая участвуют в производстве, хранении и распространении однородного продукта и которая конкурирует олигополистическим методом. Считается, что каждая фирма представлена в качестве исходной сети своей экономической деятельности (рис. 1).

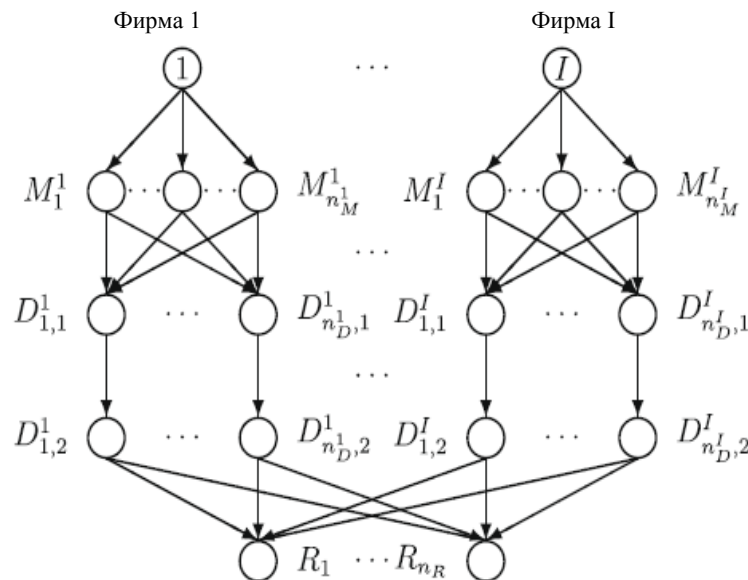


Рис. 1. Первоначальная топология сети цепи поставок в условиях олигополии

Каждая фирма стремится определить оптимальный канал связи. Каждая фирма i ; $i = 1, \dots, I$, следовательно, рассматривает n_M^i производственные объекты/заводы; n_D^i распределительные центры и служит как n_R – предприятие розничной торговли/рынки спроса. Пусть L_i^0 – множество направленных каналов связи, представляющих экономические виды деятельности, связанные с фирмой i ; $i = 1, \dots, I$, и пусть $n_{L_i^0}$ – количество каналов связи L_i^0 с n_{L^0} – обозначающее общее количество каналов связи в исходной сети L^0 , где $L^0 \equiv \cup_{i=1, \dots, I} L_i^0$. Пусть $G^0 = [N^0; L^0]$ обозначает граф, состоящий из множества узлов N^0 и набор ссылок L^0 ,

Каналы связи высшего звена многоуровневых узлов $i; i = 1, \dots, I$, представляющие соответствующую фирму, на рис. 1 соединены с производственными узлами соответствующей фирмы i , которые обозначены, соответственно как $M_1^i, \dots, M_{n_{M_i}}^i$ и эти звенья представляют собой производственные каналы связи.

Каналы связи производственных узлов, в свою очередь, соединены с узлами распределительного центра каждой фирмы $i; i = 1, \dots, I$, которые обозначены как $D_{1,2}^i, \dots, D_{n_{D_i}^i}^i$. Эти звенья соответствуют звеньям отгрузки между производственными заводами и распределительными центрами, где храниться продукция. Звенья соединяют узлы $D_{1,2}^i, \dots, D_{n_{D_i}^i}^i$ с узлами $D_{1,2}^i, \dots, D_{n_{D_i}^i}^i$ для $i = 1, \dots, I$, которые соответствуют звеньям хранения. Наконец, возможно, что каналы отгрузки соединяют каналы $D_{1,2}^i, \dots, D_{n_{D_i}^i}^i$ для $i = 1, \dots, I$, и звенья рыночного спроса R_1, \dots, R_{n_R} .

Топология сети на рисунке, что соответствует G^0 , приводится исключительно для описательных целей. На самом деле, модель, описанная в данной статье, может обрабатывать любую предлагаемую топологию цепи поставок при условии, что существует канал связи высшего звена представления каждой фирмы и каналы связи нижнего звена, которые представляют собой рынки спроса с последовательно направленными звеньями, соответствующими, по крайней мере, одной траектории, соединяющей каждый канал связи высшего звена с каждым каналом связи нижнего звена. Решение всей модели будет определять, какие звенья имеют положительную производительность и, следовательно, должны быть сохранены в конечной сети цепи поставок. Звенья a, b etc. обозначены как общие эксплуатационные расходы на канал связи (звено) а как C_a и общие проектные расходы π_a для всех звеньев $a \in L^0$. Так d_{R_k} обозначен спрос на продукт на рынке $R_k; k = 1, \dots, n_R$. Через x_p обозначен неотрицательный поток продукта на траектории p , соединяющий канал связи $i = 1, \dots, I$ со звеньями рынка спроса. Тогда уравнения потока должно иметь вид:

$$\sum_{p \in P_{R_k}^i} x_p = d_{R_k}, \quad k = 1, \dots, n_R, \quad (1)$$

где $P_{R_k}^i$ – обозначает множество траекторий соединяющие звенья $i = 1, \dots, I$, с рыночным спросом R_k .

В соответствии с рис. 1, спрос на продукт на каждом рынке спроса должен быть равен сумме потоков продукции всех фирм, которые конкурируют на рынке. Предполагается, что существует функция спроса, связанная с продукцией на каждом рынке спроса. Обозначим цену спроса на рынке спроса как R_k для R_k и тогда функция спроса будет иметь вид:

$$p_{R_k} = p_{R_k}(d), k = 1, \dots, n_R, \quad (2)$$

где d является n_R -мерным вектором потребностей на рынках спроса.

Все векторы в данной модели являются векторами-столбцами. Обратите внимание, что рассматривается общая ситуация, когда цена на продукт на определенном рынке спроса может в целом, зависеть от спроса на продукт на других рынках. Предполагается, что функции спроса являются непрерывными, непрерывно дифференцируемыми и монотонно убывающими. Потребители на каждом рынке спроса равнодушны к тому, какая фирма произвела данный однородный продукт.

Функцией прибыли U_i фирмы $i = 1, \dots, I$ является разница между общими доходами фирмы и общими расходами:

$$U_i = \sum_{k=1}^{n_R} p_{R_k}(d) \sum_{p \in P_{R_k}^i} x_p - \sum_{a \in L^0} C_a(f) - \sum_{a \in L^0} \pi_a(u_a) \quad (3)$$

Учитывая (1)–(3) можно записать:

$$U = U(X), \quad (4)$$

где U является I -мерным вектором прибыли фирм.

Выводы. В статье рассмотрена модель проектирования сети цепей поставок при условии олигополистической конкуренции. В данной модели фирмы выбирают не только оптимальные потоки продукции, но и производственные возможности, связанные с различными цепями поставок деятельности предприятия (производство, хранение и распределение, отгрузка). Модель позволяет графически визуализировать предлагаемую топологию сети цепи поставок и окончательный оптимальный (равновесный) проект сети. Важно отметить, что в рамках данной модели доказано, что подобные вопросы могут быть сформулированы и решены без использования дискретных переменных, а с использованием непрерывных переменных.

Перспективами дальнейшего развития модели проектирования сети цепей поставок являются:

1. В данную модель возможно введение в более явной степени международного (глобального) влияния на конкурирующие фирмы, с включением курсов валют и связанных с ними рисков.
2. Целесообразно будет разработать цепь поставок, перепроектированную под олигополистические модели.

Литература

1. Меджибовская Н. С. Электронный бизнес: компендиум и практикум : учеб. пособие / Н. С. Меджибовская. – О. : ВМВ, 2013. – 196 с.
2. Nagurney A. Supply chain network design under profit maximization and oligopolistic competition / A. Nagurney // Transportation Research. – 2010. – Part 46. – P. 281–294.
3. The Kellogg company optimizes production, inventory and distribution / G. Brown, J. Keegan, B. Vigus, K. Wood // Interfaces. – 2001. – № 31. – P. 1–15.
4. Смирнова Е. А. Управление цепями поставок : учеб. пособие / Е. А. Смирнова. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2009. – 120 с.

References

1. Medzhybovskaya N. S. Elektronnyy byznes: kompendyuy y praktykum : uchebnoye posobyе N. S. Medzhybovskaya. – Odessa : VMV, 2013. – 196 p.
2. Nagurney A. Supply chain network design under profit maximization and oligopolistic competition / A. Nagurney // Transportation Research. – 2010. – Part 46. – P. 281–294.
3. The Kellogg company optimizes production, inventory and distribution / G. Brown, J. Keegan, B. Vigus, K. Wood // Interfaces. – 2001. – Vol. 31. – P. 1–15.
4. Smyrnova E. A. Upravlenye tsepyamy postavok : uchebnoye posobyе / E. A. Smyrnova. – SPb. : Yzd-vo SPbHUEF, 2009. – 120 p.

Надіслана/Written: 24.05.2014 p.
Надійшла/Received: 27.05.2014 p.
Рецензент: д.е.н., проф. О. О. Орлов