

MODELING IN LOGISTICS BASED ON SUBMODULAR FUNCTIONS

A. A. Koroleva

*PhD in physics and mathematics, associate professor, Belarusian State University,
faculty of economics, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: koroleva@bsu.by*

The study developed and tested models of traffic flows taking into account the maximization of the target function - the profit of the organization under various restrictions.

Keywords: submodular functions; network transport problem; submodular polyhedra; submodular flow.

Большинству задач транспортной логистики, в частности, задаче размещения складов без ограничения на мощность, задаче о k -медиане графа и задаче о максимизации прибыли транспортной компании, присуще свойство субмодулярности [1]. Целью настоящей работы является моделирование сложных транспортных ситуаций, имеющих практическое значение с использованием субмодулярных функций.

Показано, что задача о субмодулярном потоке позволяет описать практически любые задачи транспортной логистики, поскольку субмодулярные и супермодулярные функции соответствуют экономическим категориям взаимодополняемости и взаимозаменяемости, а вогнутые функции (убывающие затраты с ростом масштаба перевозок) отвечают реальной экономике. Стандартная транспортная задача является частным случаем задачи о субмодулярном потоке в транспортной сети минимальной стоимости и заданной мощности. Это обусловлено тем, что линейная функция является частным случаем вогнутой, а стандартные транспортные ограничения есть пересечение двух простых (древовидных) полиматроидов.

Библиографические ссылки

1. Монтлевич В. М. О субмодулярности функции прибыли в одной из задач планирования перевозок // Вестник Самарского государственного университета. Естественно-научная серия. 2014. Т. 10. С. 48–54.

УДК 334.01: 339.13.012

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДВУСТОРОННИХ ПЛАТФОРМ

И. А. Лаврухина¹⁾, С. С. Шидловская²⁾

¹⁾ доцент, Белорусский государственный университет, экономический факультет,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: lavirina2@gmail.com

²⁾ студентка 4 курса, Белорусский государственный университет, экономический
факультет, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: sofiasshidlovskaya@gmail.com

В данной статье раскрывается упрощенная модель двустороннего рынка, предложенная в 2015 г. учеными Массачусетского технологического института. Модель позволяет симулировать поведение агентов на двустороннем рынке, оценить размеры прямых и перекрестных сетевых эффектов, найти равновесие на рынке по количеству пользователей и модулей платформы. В статье предлагаются направления адаптации модели для решения задачи оптимизации взаимодействия участников и устойчивого роста двусторонних платформ.

Ключевые слова: двусторонний рынок; сетевая платформа; сетевые эффекты; равновесие на двустороннем рынке.

MODELING THE FUNCTIONING OF TWO-SIDED PLATFORMS

I. A. Lavruhina¹⁾, S. S. Shidlovskaya²⁾

¹⁾ *PhD in economics, Belarusian State University, faculty of economics, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: lavirina2@gmail.com*

²⁾ *student, Belarusian State University, faculty of economics, Minsk, Republic of Belarus e-mail: softasshidlovskaya@gmail.com*

This paper reveals a simplified two-sided market model proposed in 2015 by scientists at the Massachusetts Institute of Technology. This model allows to simulate the behavior of agents in a two-sided market, to estimate the size of direct and cross network effects, to find an equilibrium in the market by the number of users and platform modules. The paper proposes directions for adapting the model to solve the problem of optimizing the interaction of participants and sustainable growth of bilateral platforms.

Keywords: bilateral market; network platform; network effects; equilibrium in the bilateral market.

Двусторонний рынок – это рынок, соединяющий две и более группы потребителей, между которыми возникают сетевые эффекты. Для таких рынков характерен двусторонний характер обмена, т. е. в результате взаимодействия обе стороны приобретают какое-либо благо (выбор пары женщина–мужчина, школьники–школы; студенты – места для прохождения производственной практики, доноры–больные и др.) В отличие от классических товарных рынков, на двусторонних рынках ключевую роль играет установление связей между экономическими агентами, а не товарно-денежные отношения [1].

Помимо двусторонних рынков, где взаимодействие между агентами осуществляется по схеме «один на один», можно выделить двусторонние рынки, где взаимодействие между двумя группами потребителей осуществляется через фирму-посредника, или платформу, отличительной чертой которых является объединение двух и более групп пользователей с различными потребностями. На таком рынке есть четкое разделение участников на два непересекающихся множества, их транзакционные издержки взаимодействия настолько высоки, что они не могут самостоятельно осуществить рыночное взаимодействие без фирмы-посредника, выступающей в роли торговой площадки, платформы для осуществления их транзакций. При этом от такого взаимодействия выигрывают как фирмы-участники, так и фирма-посредник, так как фирма-посредник (платформа) обслуживает субъектов разных сторон рынка как разные рыночные сегменты с отличающимися клиентскими предпочтениями и потребностями, платежеспособностью [4].

Для того, чтобы платформа функционировала эффективно, на ней должно присутствовать достаточное количество пользователей. Чем больше пользователей одной группы появляется на платформе, тем более привлекательной и ценной становится платформа для другой группы, и тем больше пользователей приходят на нее. В то же время пользователи не заинтересованы конкретно в друг друге, а приходят на платформу в поиске некоего продукта, услуги, функции, которые предоставляет платформа. Данное явление получило название перекрестных сетевых эффектов [1].

Если фирма в роли платформы будет строить свою политику ценообразования для каждой из сторон отдельно с целью максимизации прибыли, получаемой от них, то, в таком случае, платформа просто «распугает» всех потребителей. В результате чего не

сможет привлечь количество пользователей, необходимое для запуска перекрестного сетевого эффекта.

Следовательно, традиционная логика ценообразования, построенная без учета сетевых эффектов и взаимозависимости спросов сторон, не работает на таких рынках. Поэтому, например, первоначально Adobe при запуске PDF формата взимал плату с обеих сторон рынка: и читателей, и разработчиков программ. Однако позже стало понятно, что потребители чувствительны к цене продукта, а разработчики – к количеству пользователей, поэтому Adobe стал субсидировать читателей за счет разработчиков, что в итоге привело к увеличению числа пользователей, и, соответственно, росту числа разработчиков. После того, как выросло общее количество участников двустороннего рынка, выросли и доходы, и перекрыли убытки от доступа к бесплатному использованию продукта [3].

При достаточном количестве, а также правильном соотношении пользователей повышается ценность платформы для каждой из групп и обеспечивается устойчивый рост платформы. Это достаточное количество пользователей называют «критической массой». «Критическая масса» – это определенное число пользователей, перешагнув которое платформа начинает свое активное развитие. Для каждой платформы это число свое.

В 2015 году Синха К., Коломбо Э., Шоугариан Н., Де Век – учеными Массачусетского технологического института, была разработана математическая модель, которая позволяет смитировать поведение двустороннего рынка и узнать, какое число пользователей с обеих сторон необходимо, чтобы двусторонний рынок находился в равновесном состоянии. Сетевые эффекты в данной модели отображаются с помощью кривых близости (affinity curves). Они показывают привлекательность размера одной стороны рынка для другой стороны рынка [10].

Для построения кривых близости в модели предполагается деление пользователей на две группы: группа потребителей ценности платформы и группа производителей - поставщиков «модулей» (некоторых продуктов/функций) на платформу. Поведение потребителей на платформе определяется теорией ограниченной рациональности и теорией запланированного поведения. Поведение производителей предполагается рациональным. Для двух групп строится две кривые близости.

«Модули» сами по себе пассивны, но определяют привлекательность платформы для двух групп пользователей. Они характеризуются следующими функциями: инновационность «модуля»; стоимость инвестиций (сколько средств потребуется, чтобы предложить данный «модуль» на платформу); время нахождения «модуля» на платформе; прибыльность «модуля».

Потребители в модели характеризуются двумя значениями: 1) склонность потребителя к присоединению на платформу (значение от 0 до 1). Если интерес потребителя к платформе больше, чем пороговое значение склонности к присоединению, то потребитель присоединяется к платформе и 2) предпочтение модуля (вектор, количественно оценивающий предпочтение того или иного класса модулей для потребителя) [10].

Предпочтения потребителей зависят от многих факторов, однако основным фактор – это количество представленных на платформу «модулей». Другие факторы могут быть определены с помощью опросов, исследований по конкретному рынку. Поведение производителей моделируется исходя их следующих параметров: типы «модулей», которые потребитель может предложить на платформу; разнообразие «модулей»; предполагаемая доля рынка, которую может иметь производитель; рыночная неопределенность (минимальное и максимальное изменение тренда).

Предполагается, что производитель принимает решение о присоединении к платформе на основании расчета отдачи от инвестиций. Только в случае, если она будет положительной, производитель придет на платформу.

Помимо перекрестных сетевых эффектов на платформе действуют прямые сетевые эффекты: рост одной группы пользователей привлекает на платформу новых пользователей из той же группы. Стандартным примером является телефонная линия: чем больше людей пользуются телефоном, тем больше от него пользы и тем больше привлекается новых пользователей. В модели данные эффекты оцениваются с помощью параметров «уровня смертности» (death rate), показывающего часть пользователей, покидающих платформу и «уровня рождаемости» (birth rate) – часть пользователей, присоединяющихся к платформе. Данные параметры рассчитываются для двух групп пользователей, как отношение числа пользователей ушедших/оставшихся на платформе в предыдущий период к общему числу пользователей в предыдущий период. «Уровень рождаемости» – это своего рода мультипликатор, размер которого зависит от рекламы, маркетинга, эффекта присоединения к большинству и других факторов.

При пересечении кривых близости в модели появляются три точки равновесия (рисунок 1). Первая точка – это нулевая точка, когда количество пользователей с двух сторон платформы равно нулю. Вторая точка – это точка набора «критической массы», т. е. того количества участников, которое необходимо для устойчивого развития платформы. После достижения критической массы рынку нужно стремиться к третьей точке равновесия, которая называется «точка насыщения», когда две стороны рынка находят свои оптимальные стратегии, которые максимизируют их прибыли, на рынке устанавливается благоприятная ситуация для двух групп пользователей платформы [10].

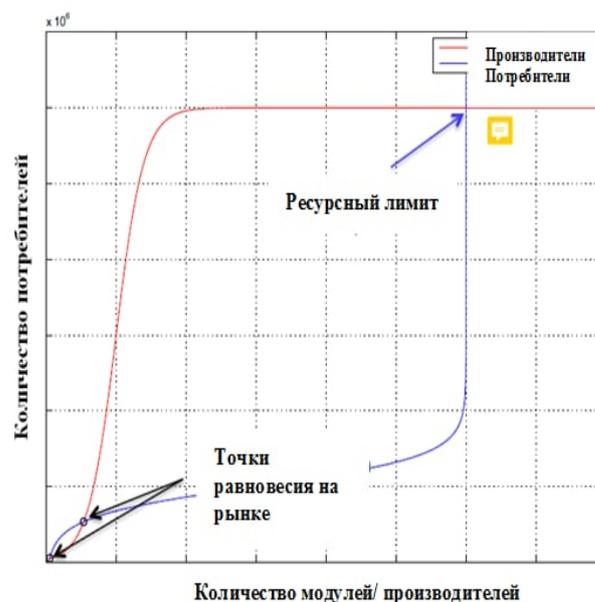


Рисунок 1 – Равновесие на двустороннем рынке

Источник: [10].

Сегодня платформы являются прогрессивной моделью ведения бизнеса, которая легко адаптируется к новым технологиям, создает новые формы стоимости. Платформа упрощает взаимодействие между группами пользователей, снижает транзакционные издержки, интернализует внешние эффекты, обеспечивает необходимую инфраструктуру

для осуществления сделок. Данная модель позволяет воспроизвести поведение агентов на двустороннем рынке, что является необходимым для проектирования платформы и выбора начального набора «модулей» разработчиками платформы. С помощью модели можно количественно оценить перекрестные сетевые эффекты, найти равновесие по количеству пользователей и «модулей» платформы.

Построение модели на данных конкретной двусторонней платформы может стать отправной точкой для определения стратегии развития платформы на начальном этапе. В условиях ограниченных ресурсов и отсутствия достаточного количества исторических данных для платформы основным становится вопрос выбора начальной стратегии развития, так или иначе владельцам платформ нужно принимать решения о первоначальных вложениях денежных средств. Стратегия платформы может быть как разнонаправленной (привлечение пользователей одновременно с двух сторон), так и направленной изначально на одну группу пользователей (сторону предложения или сторону спроса). Опыт крупных двусторонних платформ, таких как Airbnb, Etsy, QuickPaint и др. показывает, что удачной является стратегия привлечения сторон в последовательности: сторона предложения, затем сторона спроса, а затем расширение географии платформы, так как продавцы являются более терпимыми и согласны ждать покупателей дольше. Покупатели же, придя на платформу и не найдя там предложения той или иной услуги не захотят оставаться на платформе [5].

Модель помогает понять, сколько пользователей двух групп нужно привлечь для набора критической массы и запуска сетевого эффекта, «кривые близости» в количественном виде моделируют сетевые эффекты, отражают, какая сторона является более чувствительной к наполнению платформы. Наличие данных о необходимом числе пользователей платформы (критической массе) может помочь рассчитать необходимое количество денежных и иных ресурсов, нужных для привлечения этого числа пользователей, определить маркетинговую стратегию платформы, лучше понять возможное поведение пользователей на платформе. Дальнейшее уточнение модели и построение ее на реальных данных двусторонних платформ может помочь компаниям оптимизировать взаимодействие участников и обеспечить устойчивый рост своих платформ.

Библиографические ссылки

1. Баландина М. С., Баскакова И. В. Двусторонние рынки: определение понятия, ключевые характеристики и инструменты оценки // Известия УрГЭУ – Экономическая теория. 2016. № 2. С. 12–20.
2. Железова Е., Измаков С., Сонин К., Хованская И. Теория и практика двусторонних рынков // Вопросы экономики. 2013. № 1. С. 4–26.
3. Коваленко А. Проблематика исследований многосторонних платформ // Современная конкуренция. 2016. Том 10. № 3 (57). С. 64–90.
4. Шаститко А. Е., Паршина Е. Н. Рынки с двусторонними сетевыми эффектами: спецификация предметной области // Современная конкуренция. 2016. Т. 10. № 1. С. 5–18.
5. Ott T. E., Bremner R. P., Eisenhardt K. M. Beyond the chicken and egg: strategy formation in two-sided marketplace ventures : site. URL: <https://www.kenaninstitute.unc.edu/wp-content/uploads/2018/05/Beyond-the-Chicken-and-Egg-Ott-1.pdf> (date of access: 08.02.2022).
6. Trabucchi D., Buganza T. Landlords with no lands: a systematic literature review on hybrid multi-sided platforms and platform thinking : site. URL: <https://clck.ru/aj2ND> (date of access: 01.02.2022).
7. Rochet J. C., Tirole J. Platform competition in two-sided markets // Journal of the European Economic Association. 2003. С. 990–1029.
8. Roth A. E. Common and Conflicting Interests in Two-Sided Matching Markets // European Economic Review. 1985. Vol. 27. No. 1. P. 75–96.
9. Rysman M. The economics of two-sided markets // Journal of economic perspectives. 2009. Т. 23. № 3. С. 125–43.
10. Sinha et al. A Simplified Mathematical Model for Two-Sided Market Systems with an Intervening Engineered Platform // Design Automation Conference. 2015. Т. 2А.