

Поведение фирмы-посредника на двустороннем рынке при дифференциации продукта в условиях асимметрии информации

© 2019 г. А.Е. Боровкова

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

E-mail: annaborovkova.ne@gmail.com

Поступила в редакцию 28.04.2018 г.

В работе представлен анализ взаимодействия экономических агентов на двустороннем рынке. Новизна работы состоит в предложенной автором математической модели для анализа поведения фирмы на двустороннем рынке при использовании стратегии дифференциации качества с учетом наличия сетевых внешних эффектов и неопределенности при оценке качества товара пользователем. В рамках данной модели владелец платформы может предложить одной из групп агентов (пользователям) на выбор одну из двух версий доступа к платформе: полную или тестовую, а также возможность после покупки тестовой версии повысить ее качество до полной. Версии доступа различаются уровнем возможного взаимодействия пользователей с агентами другой группы (авторами). Методологической базой исследования являются принципы и модели микроэкономики, теории отраслевых рынков и теории игр, теории контрактов. Проведенные нами расчеты показали, что в случае большого перекрестного сетевого эффекта, получаемого автором от пользователя, фирме-посреднику выгодно дифференцировать доступ к платформе и предоставлять возможность после покупки повысить его качество как по сравнению со стратегией дифференциации при условии отсутствия у пользователя возможности повысить уровень купленного доступа, так и по сравнению со стратегией, предполагающей выпуск только одной полной версии доступа. В модели показано, как на прибыль фирмы-посредника, спрос на взаимодействие со стороны участников и плату за подключение к платформе влияют три базовых параметра, а именно: размер перекрестного сетевого внешнего эффекта, качество тестовой версии доступа к платформе и неопределенность при оценке качества платформы пользователем до совершения покупки. Полученные результаты являются продолжением научных исследований в области теории двусторонних рынков.

Ключевые слова: двусторонний рынок, рынок с сетевыми внешними эффектами, фирма-посредник, перекрестный сетевой внешний эффект, диверсификация качества.

Классификация JEL: L10, L21, L22, M21.

DOI: 10.31857/S042473880004681-8

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВУСТОРОННИХ РЫНКОВ

Двусторонний рынок является особым типом рынка, на котором присутствует две группы пользователей и фирма-посредник, также часто называемая платформой. Между данными группами пользователей, как минимум в одну сторону, существует косвенный сетевой внешний эффект: полезность, получаемая агентами на одной стороне рынка, зависит не только от характеристик потребляемого товара, но и от числа агентов другой группы, участвующих во взаимодействии. Фирма, имеющая доходы от взаимодействия двух связанных между собой перекрестными сетевыми внешними эффектами групп агентов, должна обеспечить данное успешное взаимодействие (Rochet, Tirole, 2003). Обеспечение возможности взаимодействия между экономическими агентами является основной задачей фирмы-посредника, которая решается путем создания подходящей инфраструктуры (Благов, 2012). Кроме непосредственной организации взаимодействия, использование такой инфраструктуры позволяет участникам успешно сокращать транзакционные издержки, например, на поиске подходящего контрагента (Паршина, Шаститко, 2016). Более того, в ряде случаев в силу высоких транзакционных издержек взаимодействие между агентами без платформы оказывается невозможным (Коваленко, 2016). Среди представителей двусторонних рынков можно выделить компании, занимающиеся производством компьютеров и смартфонов, — Apple, Alphabet (ранее — Google) и Microsoft. Двумя взаимосвязанными группами агентов в данном случае явля-

ются пользователи устройства и компании, занимающиеся разработкой для него дополнительного программного обеспечения и приложений. Такие платформы, как Facebook или LinkedIn, объединяют пользователей социальных сетей и создателей контента. Amazon, Booking или ЦИАН сводят на одной информационной площадке продавцов и покупателей.

На сегодняшний момент двусторонние рынки занимают первые места по критериям прибыльности и объема производства. На протяжении последних пяти лет компанией с самой высокой рыночной капитализацией признается Apple. По оценкам аналитиков, капитализация компании в 2016 г. составила 604 млрд долл. Apple, Alphabet, Microsoft, Facebook и Amazon вошли в число десяти компаний с самой высокой рыночной капитализацией в 2016 г., заняв первое, второе, третье, шестое и восьмое места соответственно. Кроме того, компании, действующие на двусторонних рынках, показывают самые высокие темпы роста. Первые три места в рейтинге компаний с наибольшим приростом рыночной капитализации за 2016 г. заняли Alphabet, Amazon, Microsoft. Первые четыре места в рейтинге компаний с наибольшим приростом рыночной капитализации за период с 2009 по 2016 г. принадлежат Apple, Alphabet, Microsoft, Amazon (Global Top 100 Companies..., 2017).

Рост значимости двусторонних рынков обуславливает также рост актуальности исследований, посвященных изучению данного вида рынков, определению основных параметров, влияющих на его функционирование, и построению моделей анализа оптимальных стратегий поведения фирм-посредников, обеспечивающих взаимодействие между рыночными агентами. Изучению отличительных особенностей двусторонних рынков, их свойств, а также анализу реализации оптимальной стратегии ценообразования фирмой-посредником посвящены работы (Armstrong, 2006; Rysman, 2009; Roson, 2005; Rochet, Tirole, 2006; Economides, Tag, 2012). Анализу влияния особенностей агентов на результаты взаимодействия участников двустороннего рынка уделяется внимание в работах (Aloui, Jebli, 2010; Gabszewicz, Wauthy, 2004, 2012; Hagui, Halaburda, 2013; Rochet, Tirole, 2006). Данные авторы занимались изучением поведения фирмы-посредника при условии существования у покупателей различных типов ожиданий, рассматривали влияние присутствия на рынке значимого продавца или лояльного покупателя. Проблемы влияния особенностей фирмы-посредника на результаты функционирования двустороннего рынка нашли отражение в (Hagui, Spulber, 2013; Hagui, 2007). Среди ключевых вопросов, затронутых исследователями в данной области, следует назвать изучение способов раскрытия информации о стоимости подключения к платформе, принятие фирмой-посредником решения об уровне инвестиций, направляемых в повышение качества платформы, или выбор между созданием платформы и поддержанием торгового посредничества.

Одной из наиболее распространенных стратегий, применяемых фирмой-посредником на двустороннем рынке, является *стратегия дифференциации качества товара* за счет выпуска на рынок его нескольких версий. В силу особых свойств, присущих процессу создания и производства информационного товара, среди которых можно особо отметить близкие к нулю переменные издержки, практически полное отсутствие предельной загрузки мощностей, значительную экономию от масштаба, фирма-посредник легко может реализовать данную стратегию. При этом в условиях существования на двустороннем рынке перекрестных сетевых внешних эффектов правильное применение стратегии дифференциации качества позволит значительно повысить рыночные доходы. Такое положение дел ставит фирму-посредника перед необходимостью принимать ряд решений относительно деталей реализации стратегии дифференциации качества. В частности, отдельный анализ требуется для адекватного ответа на вопросы о числе создаваемых версий продукта, их качестве, стоимости, а также возможности замены одной версии товара на другую.

Несмотря на популярность и актуальность изучения двусторонних рынков, исследований, посвященных анализу результатов применения фирмой-посредником стратегии дифференциации качества продукции на двустороннем рынке, на сегодняшний день не проводилось. Изучение вопросов, связанных с дифференциацией качества продукции, строилось на базе традиционных рынков и рынков с сетевыми внешними эффектами. Среди исследователей, затрагивающих данные вопросы, можно назвать (Shapiro, Varian, 1998, 1999; Nault, Wei, 2005, 2013; Bhargava, Choudhary, 2001, 2008; Belleflamme, 2005; Belleflamme, Peits, 2010; Shivendu, Zhang, 2012). Помимо создания и продажи на рынке нескольких версий товара у фирмы-посредника есть возможность разрешить покупа-

телям заменить одну версию на другую. Решение об изменении версии будет принято покупателем только в случае наличия разного объема информации о товаре до и после первой покупки. Данный аспект также оставлен исследователями двусторонних рынков за рамками рассмотрения. Именно это приводит к необходимости анализа в данном направлении и разработки метода изучения поведения фирмы-посредника, реализующей стратегию дифференциации качества на двустороннем рынке в условиях асимметрии информации.

2. ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ФИРМЫ, РЕАЛИЗУЮЩЕЙ СТРАТЕГИЮ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ КАЧЕСТВА НА ДВУСТОРОННЕМ РЫНКЕ

С целью определения условий, при которых фирме-посреднику выгодно дифференцировать продукт, рассмотрим разработанную нами модель. Основными участниками модели являются фирма-посредник (владелец платформы), обеспечивающая взаимодействие между двумя взаимосвязанными группами агентов: авторами и пользователями. Авторы размещают на платформе свои объявления, пользователи покупают полную или тестовую версию доступа к платформе и, таким образом, получают возможность использовать размещенные на ней объявления.

Выделим базовые предпосылки модели, часть из которых традиционно встречается в работах, посвященных анализу поведения фирмы-посредника на двустороннем рынке (Economides, Tag, 2012; Hagui, Halaburda, 2014):

Пользователи (группа агентов 1):

- внутренняя ценность платформы (без учета доступных объявлений) для пользователя равна нулю;
- каждый пользователь либо не покупает доступ к платформе, либо покупает только одну из предлагаемых версий доступа (полная или тестовая);
- пользователю, выбравшему полную версию доступа к платформе, открыты все размещенные на ней объявления;
- пользователю, выбравшему тестовую версию доступа к платформе, открыта только часть объявлений;
- пользователь, купивший тестовую версию доступа, из всех размещенных на платформе объявлений самостоятельно (случайным образом) выбирает те, которые будет просматривать;
- выгода каждого пользователя от одного доступного объявления равна единице;
- после приобретения доступа к платформе объявления становятся для пользователя бесплатными (плата между двумя группами агентов отсутствует);
- пользователи в зависимости от величины полезности, получаемой от объявления, равномерно распределены на отрезке единичной длины. Пользователи, для которых просмотр объявления наименее предпочтителен, отказываются от приобретения доступа к платформе. Те, кто считает просмотр объявления наиболее предпочтительным, покупают полную версию доступа;
- ожидания пользователей относительно числа объявлений, размещенных на платформе в равновесии, независимы (т.е. пользователи, принимая решение о покупке доступа к платформе, не знают цену, взимаемую с авторов за размещение объявления, и поэтому рассчитывают на некое условное ожидаемое число доступных объявлений);
- ожидания пользователей числа объявлений, доступных в равновесии, являются рациональными (ожидания исполняются в равновесии);
- до покупки любой версии доступа к платформе пользователь не знает точного числа размещенных на ней объявлений;
- после покупки любой версии доступа к платформе пользователь незамедлительно узнает реальное число размещенных на ней объявлений;

- каждый пользователь, выбравший тестовую версию доступа к платформе, может сменить ее на полную (повысить ее качество);
- продолжительность работы с тестовой версией доступа к платформе пользователя, решившего сменить ее на полную, близка к нулю.

Авторы объявлений (группа агентов 2):

- автор самостоятельно создает объявление, которое впоследствии будет размещено на платформе;
- автор платит владельцу платформы плату за размещение объявления;
- авторы равномерно распределены на отрезке единичной длины в зависимости от размера своих издержек на создание объявления;
- максимальный размер издержек на создание объявления равен единице;
- автор получает положительную выгоду от каждого пользователя, купившего любую версию доступа к платформе;
- ожидания авторов относительно равновесного числа пользователей откликающиеся (т.е. автору известна стоимость, взимаемая владельцем платформы с пользователя).

Владелец платформы (фирма-посредник):

- является монополистом;
- большую часть затрат составляют невозвратные издержки на разработку и создание платформы;
- затраты на обеспечение взаимодействия между пользователями и авторами равны нулю;
- может взимать плату с авторов за размещение объявления на платформе либо стимулировать их создавать объявления, тогда плата за подключение будет отрицательной;
- может взимать плату с пользователей за предоставление доступа к объявлениям через платформу либо стимулировать их присоединение, тогда стоимость доступа к платформе будет отрицательной;
- может привлечь большее число авторов либо напрямую, уменьшив стоимость, взимаемую за размещение объявления, либо косвенно, — уменьшив стоимость доступа к платформе, тем самым увеличив число пользователей, а следовательно, и число авторов;
- может привлечь больше пользователей либо напрямую, уменьшив стоимость доступа к платформе, либо косвенно, сократив плату за размещение объявления, увеличив таким образом число доступных объявлений, а следовательно, и число пользователей;
- стоимость тестовой версии доступа к платформе не превышает стоимости полной версии доступа;
- может взимать плату с пользователей за смену тестовой версии доступа на полную.

Экзогенные и эндогенные переменные модели, с помощью которых описывается поведение участников рынка, приведены в табл. 1. Процесс взаимодействия участников рынка можно разделить на два этапа (табл. 2).

Решение модели будет строиться, начиная со второго этапа. Во-первых, определяем спрос на платформу со стороны пользователей и авторов. Затем, учитывая спрос, предъявляемый со стороны агентов, решаем задачу владельца платформы.

Для сравнения условий, при которых фирме-посреднику выгодно выпускать на рынок две версии доступа к платформе, необходимо рассмотреть три случая выпуска: 1) одной версии доступа; 2) двух версий доступа без возможности замены тестовой на полную; 3) двух версий с возможностью замены тестовой на полную. Сравнение прибыли фирмы при реализации данных стратегий позволит определить условия, при которых оптимально выбирать каждую.

Таблица 1. Основные показатели, характеризующие участников рынка

Группа	Показатель	Обозначение
Пользователи	Доля пользователей, купивших тестовую версию доступа к платформе (от 0 до 1)	n_{c1}
	Доля пользователей, купивших полную версию доступа к платформе (от 0 до 1)	n_{c2}
	Доля объявлений, открытых в тестовой версии доступа (от 0 до 1)	k
	Доля пользователей, сменивших тестовую версию доступа к платформе на полную (от 0 до 1)	n_{c12}
	Оценка качества платформы пользователем до совершения покупки (меньше 1, если пользователь недооценивает качество платформы; больше 1, если пользователь переоценивает качество платформы)	e
Авторы	Доля объявлений, открытых в полной версии доступа к платформе (от 0 до 1)	n_a
	Доля объявлений, открытых в полной версии доступа к платформе согласно ожиданиям пользователей (от 0 до 1)	n_a^e
	Выгода, получаемая автором от одного пользователя, усл. ед.	a
	Доля пользователей, купивших тестовую версию доступа к платформе, с которой взаимодействует автор объявления (от 0 до 1)	g
Владелец платформы	Цена тестовой версии доступа к платформе, усл. ед.	p_1
	Цена полной версии доступа к платформе, усл. ед.	p_2
	Цена замены тестовой версии доступа к платформе на полную, усл. ед.	p_{12}
	Плата за предоставление доступа к объявлению через платформу, взимаемая владельцем с автора, усл. ед.	s

Источник: составлено автором.

Таблица 2. Последовательность действий участников рынка

Этап 1	Этап 2
Владелец платформы устанавливает p_1, p_2, p_{12} и s	Пользователи принимают решение о покупке доступа платформы и его версии. Пользователи, выбравшие тестовую версию доступа, принимают решение о ее смене. Авторы решают размещать или не размещать объявление

Источник: составлено автором.

Наиболее интересным для нас является третий случай. Решение задач для первых двух случаев выполняется аналогично, поэтому мы приведем для них только итоговые значения переменных моделей, необходимые для дальнейшего анализа результатов.

Равновесные значения переменных для случая моделирования поведения фирмы, продающей одну версию доступа к платформе на двустороннем рынке:

$$n_a^* = \frac{a^2 + ae}{4e}, \quad (1)$$

$$s^* = \frac{a^2 + ae}{4e}, \quad (2)$$

$$p_2^* = \frac{ae^2 - a^3}{8e}, \quad (3)$$

$$n_{c2}^* = \frac{a + e}{2e}, \quad (4)$$

$$pR^* = \frac{a(a + e)^2}{16}. \quad (5)$$

Равновесные значения переменных для случая моделирования поведения фирмы, продающей две версии доступа к платформе на двустороннем рынке:

$$n_a^* = -\frac{a(ag^2 - ek^2 + ak + ek - 2agk)}{4ek(k - 1)}, \quad (6)$$

$$s^* = -\frac{a(ag^2 - ek^2 + ak + ek - 2agk)}{4ek(k-1)}, \quad (7)$$

$$p_2^* = \frac{a(a-e)(ag^2 - ek^2 + ak + ek - 2agk)}{8ek(k-1)}, \quad (8)$$

$$p_1^* = \frac{a(ag-ek)(ag^2 - ek^2 + ak + ek - 2agk)}{8ek(k-1)}, \quad (9)$$

$$n_{c1}^* = -\frac{a(g-k)}{2ek(k-1)}, \quad (10)$$

$$n_{c2}^* = \frac{a+e-ag-ek}{2e-2ek}, \quad (11)$$

$$PR^* = -\frac{a(a+e)(ag^2 - ek^2 + ak + ek - 2agk)}{16ek^2 - 16ek}. \quad (12)$$

Перейдем к рассмотрению поведения фирмы, позволяющей пользователям сменить тестовую версию доступа к платформе на полную.

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ФИРМЫ, ПРОДАЮЩЕЙ ДВЕ ВЕРСИИ ПРОДУКТА НА ДВУСТОРОННЕМ РЫНКЕ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ЗАМЕНЫ ТЕСТОВОЙ ВЕРСИИ ПРОДУКТА НА ПОЛНУЮ

В данной модификации пользователи, выбравшие на этапе 1 тестовую версию и после покупки оценившие реальное качество платформы, могут за дополнительную плату переключиться на использование полной версии.

Этап 2.

Пользователи. Ожидаемая полезность, получаемая пользователем, определяется для случаев:

- отказ от покупки; $u(0) = 0$;
- покупка тестовой версии доступа к платформе

$$u(1) = x_i e(kn_a^e) - p_1; \quad (13)$$

- покупка полной версии доступа к платформе

$$u(2) = x_i e(n_a^e) - p_2; \quad (14)$$

- замена тестовой версии доступа на полную

$$u(12) = x_i n_a^e - x_i k n_a^e - p_{12}. \quad (15)$$

Условия участия пользователя и выбора варианта покупки для данной постановки задачи имеют вид:

- $u(1) = 0$ — при безразличии — покупать полную версию доступа или не покупать доступ совсем;
- $u(2) = u(1)$ — при безразличии — покупать тестовую версию доступа к платформе или полную;
- $u(12) = 0$ — при безразличии — переходить или не переходить с тестовой версии на полную.

Решив поставленные задачи, определяем положение предельных пользователей:

$$x_1 = \frac{p_1}{ekn_a^e}, \quad (16)$$

$$x_2 = \frac{p_2 - p_1}{en_a^e(1-k)}, \quad (17)$$

$$x_{12} = \frac{p_{12}}{n_a^e(1-k)}. \quad (18)$$

Все пользователи, полезность которых выше, чем значение полезности у пользователя x_1 , но ниже, чем у пользователя x_2 , покупают тестовую версию. Все пользователи, полезность которых выше, чем значение полезности у пользователя x_2 , покупают полную версию. Все пользователи, полезность которых выше, чем значение полезности у пользователя x_{12} , но ниже, чем у пользователя x_2 , заменят тестовую версию доступа на полную:

$$n_{c1} = x_2 - x_1, \quad (19)$$

$$n_{c2} = 1 - x_2, \quad (20)$$

$$n_{c12} = x_2 - x_{12}. \quad (21)$$

Подставив в выражения (19), (20) и (21) выражения (16), (17) и (18), получим спрос на предлагаемые версии доступа к платформе со стороны пользователей:

$$n_{c1} = -\frac{kp_1 - p_1 + ekp_{12}}{ekn_a^e(k-1)}, \quad (22)$$

$$n_{c12} = \frac{p_1 - p_2 + ep_{12}}{en_a^e(k-1)}, \quad (23)$$

$$n_{c2} = 1 - \frac{p_1 - p_2}{en_a^e(k-1)}. \quad (24)$$

Авторы объявлений. Прибыль автора j в зависимости от числа пользователей определяется по формуле

$$\pi_j = gan_{c1} + a(n_{c12} + n_{c2}) - y_j - s. \quad (25)$$

Автор, которому безразлично размещать или не размещать объявление на платформе (выражение (25) равно нулю), располагается в точке $y_j = gan_{c1}^e + a(n_{c12}^e + n_{c2}^e) - s$. Следовательно, число объявлений, доступных на платформе, зависит от числа пользователей и платы за размещение:

$$n_a = gan_{c1}^e + a(n_{c12}^e + n_{c2}^e) - s. \quad (26)$$

Согласно предпосылкам у авторов имеются откликающиеся ожидания. Следовательно, уже на стадии формирования спроса авторы также учитывают спрос, предъявляемый пользователями, т.е. $n_{c1}^e = n_{c1}$, $n_{c12}^e = n_{c12}$, $n_{c2}^e = n_{c2}$. Подставив выражения (22), (23) и (24) в выражение (26) и приведя подобные слагаемые, получим спрос на размещение объявления на платформе со стороны авторов:

$$n_a = \frac{an_a^e - ap_{12} - n_a^e s + agp_{12} - akn_a^e + kn_a^e s}{n_a^e - kn_a^e} + \frac{agp_1 - agkp_1}{ekn_a^e(k-1)}. \quad (27)$$

Рассмотрим процесс выбора владельцем платформы цен p_1, p_{12}, p_2, s .

Фирма-посредник назначает цены для пользователей и для авторов, чтобы максимизировать свою прибыль:

$$PR = p_1 n_{c1} + p_{12} n_{c12} + p_2 n_{c2} + s n_a \rightarrow \max(p_1, p_{12}, p_2, s). \quad (28)$$

Решив задачу максимизации прибыли, получим равновесные значения числа участников в каждой группе агентов и платы за подключение к платформе:

$$n_a^* = -a(2ek^2 - ag^2 + 6e^2k - 6e^2k^2 - 2ek + 2e^2gk^2 + egk + 4aeg^2 + 4ae^2k + ag^2k - egk^2 - 2e^2gk + 4ae^2g^2k - 4aeg^2k - 8ae^2gk) / [4ek(k-1)(4e-1)], \quad (29)$$

$$s^* = (4a^2e^2g^2k - 8a^2e^2gk + 4a^2e^2k - 4a^2eg^2k + 4a^2eg^2 + a^2g^2k - a^2g^2 + 2ae^2gk^2 - 2ae^2gk - 6ae^2k^2 + 6ae^2k - aegk^2 + aegk + 2aek^2 - 2aek) / (16e^2k - 16e^2k^2 + 4ek^2 - 4ek), \quad (30)$$

$$p_1^* = a(ag - ek)(2ek^2 - ag^2 + 6e^2k - 6e^2k^2 - 2ek + 2e^2gk^2 + egk + 4aeg^2 + 4ae^2k + ag^2k - egk^2 - 2e^2gk + 4ae^2g^2k - 4aeg^2k - 8ae^2gk) / [8ek(k-1)(4e-1)], \quad (31)$$

$$p_2^* = \left\{ -a^2(2e^2g^2k - 4e^2gk + 2e^2k - 2eg^2k + 2eg^2 - 2ek^2 + 2ek + gk^2 - gk) \times \right. \\ \times (2ek^2 - ag^2 + 6e^2k - 6e^2k^2 - 2ek + 2e^2gk^2 + egk + 4aeg^2 + 4ae^2k + ag^2k - egk^2 - 2e^2gk + 4ae^2g^2k - 4aeg^2k - 8ae^2gk) / (8ek^2 - 16ek^3 + 8ek^4 - 56e^2k^2 + 112e^2k^3 + 96e^3k^2 - 56e^2k^4 - 192e^3k^3 + 96e^3k^4 + 24e^2gk^2 - 48e^2gk^3 - 32e^3gk^2 + 24e^2gk^4 + 64e^3gk^3 - 32e^3gk^4 - 4egk^2 + 8egk^3 - 4egk^4) \left. \right\} - \left\{ a(k-4e)(2ek^2 - ag^2 + 6e^2k - 6e^2k^2 - 2ek + 2e^2gk^2 + egk + 4aeg^2 + 4ae^2k + ag^2k - egk^2 - 2e^2gk + 4ae^2g^2k - 4aeg^2k - 8ae^2gk)^2 / \right. \\ \left. / [8ek^2(k-1)^2(4e-1)^2(6e+g-2eg-2)] \right\}, \quad (32)$$

$$p_{12}^* = - \left\{ a(2a+k-2ag-1)(2ek^2 - ag^2 + 6e^2k - 6e^2k^2 - 2ek + 2e^2gk^2 + egk + 4aeg^2 + 4ae^2k + ag^2k - egk^2 - 2e^2gk + 4ae^2g^2k - 4aeg^2k - 8ae^2gk) / (64e^2k - 64e^2k^2 + 32ek^2 - 32ek - 4k^2 + 4k) \right\} - \left\{ a(2a+k-2ag-1)(2ek^2 - ag^2 + 6e^2k - 6e^2k^2 - 2ek + 2e^2gk^2 + egk + 4aeg^2 + 4ae^2k + ag^2k - egk^2 - 2e^2gk + 4ae^2g^2k - 4aeg^2k - 8ae^2gk) / \right. \\ \left. / [4k(1-k)(4e-1)^2] \right\}, \quad (33)$$

$$n_{c1}^* = - \frac{ek^2 + 2e^2k - 2e^2k^2 + ag - ek - 4aeg - agk + 4ae^2k + 4aegk - 4ae^2gk}{8e^2k - 8e^2k^2 + 2ek^2 - 2ek} = \\ = - \frac{ek^2 + 2e^2k - 2e^2k^2 + ag - ek - 4aeg - agk + 4ae^2k + 4aegk - 4ae^2gk}{2ek(1-k)(4e-1)}, \quad (34)$$

$$n_{c12}^* = - \frac{a - e - 2ae - ag + ek + 2aeg}{4e + k - 4ek - 1}, \quad (35)$$

$$n_{c2}^* = \frac{a + 2e + k - ag - 2ek - 1}{4e + k - 4ek - 1} = \frac{a + 2e + k - ag - 2ek - 1}{(1-k)(4e-1)}. \quad (36)$$

Определив равновесные значения цен и спроса в обеих группах агентов, найдем равновесное значение прибыли владельца платформы. Для этого в выражение (2) подставляем выражения (29)–(36):

$$PR^* = p_1^* n_{c1}^* + p_1^* n_{c12}^* + p_{c12}^* n_{c12}^* + p_{c2}^* n_{c2}^* + s^* n_a^*. \quad (37)$$

Таким образом, мы получили равновесные значения цен на две версии доступа к платформе, стоимости переключения, равновесные значения спроса со стороны пользователей и авторов и равновесное значение прибыли владельца платформы.

4. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Начнем анализ результатов с оценки выгодности применения той или иной стратегии владельца платформы, затем проанализируем влияние, оказываемое базовыми параметрами модели на основные переменные, характеризующие состояние рынка.

Так как сравнение равновесных значений переменных модели в случае продажи фирмой-посредником одной и двух версий доступа к платформе в общем виде не представляется возможным, проведем количественный анализ данных показателей на сгенерированных данных.

Для этого сгенерируем 24948 комбинаций значений переменных модели, принимая во внимание условия на значения переменных, со следующими характеристиками: $g \in [0; 1]$ с шагом 0,1; $k \in [0,1; 0,9]$ с шагом 0,1; $e \in [0,4; 1,5]$ с шагом 0,1; $a \in [0; 4]$ с шагом 0,2.

Определение условий, при которых выгодно применять стратегию дифференциации продукции с возможностью повысить качество тестовой версии. Для начала сравним значения прибыли (PR^*) фирмы-посредника в случаях, когда он продает две версии доступа к платформе с возможностью повысить качество тестовой версии (37), без такой возможности (12) и одну версию доступа (5).

1. $PR^*_{\text{одна версия}}$ может быть больше $PR^*_{\text{две версии с заменой}}$ только при условии $g = 1$ или при одновременном выполнении условий: $k \geq 0,5$, $e \leq 1$ и $a \leq 0,4$. В остальных случаях выпуск на рынок одной версии всегда менее выгодный, чем создание двух с возможностью замены.

В случае когда перекрестный сетевой внешний эффект, получаемый авторами, небольшой ($a \leq 0,4$), с точки зрения пользователей, версии несильно отличаются по качеству ($k \geq 0,5$), фирме-посреднику может быть выгодно выпустить на рынок только одну версию доступа к платформе. В данном случае причина целесообразности выпускать только одну версию доступа заключается в том, что пользователи, выбравшие тестовую версию доступа, откажутся покупать его полную версию из-за слабого отличия полной версии от тестовой, в то же время продажи сразу полной версии доступа будут затруднены из-за сильной недооценки качества платформы пользователями. Потери прибыли фирмы-посредника, решившего продавать две версии доступа вместо одной полной, вызванные переключением части пользователей на использование тестовой версии доступа, не компенсируются за счет увеличения сборов со стороны авторов по причине низкого сетевого эффекта, выражающегося в низкой привлекательности для авторов дополнительно привлеченных пользователей.

Тем не менее в большинстве случаев выпуск двух версий доступа к платформе с возможностью замены является для владельца более выигрышной стратегией по сравнению с созданием одной версии.

2. $PR^*_{\text{одна версия}}$ может быть больше $PR^*_{\text{две версии}}$ только при условии, что $a \leq 1$, $e \leq 1,2$. В остальных случаях создание одной версии — всегда менее выгодно, чем двух.

Владельцу платформы может быть выгодно выпускать на рынок одну версию товара только в случае слабого перекрестного сетевого внешнего эффекта ($a \leq 1$) и слабой переоценки качества (либо даже недооценки) платформы пользователем ($e \leq 1,2$). Привлечение большего числа пользователей становится невыгодным из-за потерь, вызванных отказом части пользователей от покупки полной версии доступа к платформе в пользу тестовой. Из-за слабой выгоды, приносимой пользователями авторам, у владельца платформы остается меньше возможностей для компенсации данных потерь за счет более высокого спроса со стороны второй группы агентов. Низкая оценка качества платформы также снижает первоначальный спрос на полную версию доступа.

3. $PR^*_{\text{две версии}} < PR^*_{\text{две версии с заменой}}$ при любых допустимых параметрах модели.

Стратегия дифференциации продукции выгодна владельцу платформы в случае когда рынку свойствен большой перекрестный сетевой внешний эффект, т.е. высокий уровень полезности, получаемой автором от одного пользователя. В такой ситуации за счет продаж дополнительной версии доступа к платформе ее владелец увеличивает численность первой группы агентов, что делает платформу более привлекательной для автора. Рост спроса со стороны второй группы агентов позволяет фирме-посреднику повысить стоимость размещения объявления, а следовательно, и повысить прибыль. Создание возможности сменить тестовую версию доступа на полную формирует новый источник дохода для владельца платформы. Помимо увеличения общего объема продаж с помощью выпуска тестовой версии, часть пользователей, ранее выбиравших тестовую версию, решит перейти на полную версию. Такой переход выгоден как фирме-посреднику, получающему дополнительные средства в виде платы за смену версии, так и автору, полезность которого при вза-

и взаимодействии с обладателями полной версии доступа к платформе выше полезности от взаимодействия с пользователями тестовой. Рост полезности автора приводит к повышению его готовности платить за размещение объявления. Таким образом, стратегия дифференциации продукции с возможностью замены тестовой версии на полную обеспечивает владельцу платформы те же выгоды, что и стратегия без замены, а также создает дополнительные источники для извлечения прибыли.

Далее сконцентрируем свое внимание на анализе поведения фирмы-посредника, применяющего стратегию диверсификации продукции с возможностью замены тестовой версии доступа к платформе на полную.

Определение влияния на равновесное значение прибыли параметров модели. Проанализируем влияние, оказываемое на прибыль фирмы-посредника четырьмя базовыми параметрами модели (табл. 3).

Таблица 3. Анализ равновесной прибыли фирмы-посредника

Анализируемая переменная	Влияющий параметр	Направление влияния
PR^*	a	+
	g	+
	k	—
	e	+

Источник: составлено автором.

Выгода, получаемая автором от одного пользователя. Как было отмечено ранее, стратегия дифференциации продукции выгодна фирме-посреднику в случае наличия на рынке большого перекрестного сетевого внешнего эффекта, оказываемого на автора пользователем. В данных обстоятельствах оптимальным поведением владельца платформы является привлечение максимально возможного числа пользователей, выступающих в роли источника сетевого эффекта, и эксплуатация авторов объявлений, заинтересованных в размещении своих объявлений на платформе. Еще больший рост величины перекрестного сетевого внешнего эффекта приводит к дополнительному повышению полезности автора и еще больше увеличивает эффективность стратегии дифференциации, применяемой фирмой-посредником. Таким образом, рост выгоды, получаемой автором от одного пользователя, приводит в результате к росту прибыли владельца платформы.

Доля пользователей, купивших тестовую версию доступа к платформе, с которой взаимодействует автор объявления. Рост доли пользователей, купивших тестовую версию доступа к платформе, с которой взаимодействует автор объявления, в целом оказывает на доход автора влияние, аналогичное влиянию роста перекрестного сетевого внешнего эффекта. Полезность автора растет, спрос на размещение объявления на платформе увеличивается. В результате данных изменений расширяются возможности фирмы-посредника увеличивать цену, взимаемую с авторов за подключение к платформе, что положительно сказывается на размере его прибыли.

Доля объявлений, открытых в тестовой версии доступа. Пользователи полной версии доступа к платформе являются для фирмы-посредника источником прибыли, в то время как продажи тестовой версии доступа в первую очередь направлены на привлечение в сеть большого числа участников. Повышение числа объявлений, открытых в тестовой версии доступа к платформе, приводит к сужению различий между полной и тестовой версиями. Такое сглаживание различий снижает способности владельца платформы эффективно разделять пользователей на две группы, кардинально различающиеся с точки зрения целей взаимодействия. В результате перераспределения пользователей, вызванного изменением качества и цены версий, прибыль фирмы-посредника сокращается.

Оценка качества платформы пользователем до совершения покупки. Повышение ожидаемого пользователями качества платформы ведет к росту спроса на обе версии доступа со стороны пользователей. Увеличение спроса приводит к росту продаж, что положительно влияет на прибыль фирмы-посредника как напрямую в результате увеличения сборов со стороны первой группы агентов,

так и косвенно за счет повышения спроса авторов присоединить к платформе с большим числом пользователей.

5. ВЫВОДЫ

Представленная в статье модель подтверждает отмеченное в других исследованиях влияние перекрестных сетевых внешних эффектов на поведение фирмы-посредника. По мере усиления данного сетевого эффекта растет заинтересованность фирмы-посредника привлекать дополнительных пользователей и эксплуатации авторов в силу появления у авторов дополнительной полезности в результате присоединения к платформе.

Анализ доли пользователей, купивших тестовую версию доступа к платформе, с которой может взаимодействовать автор, показал, что чем больше данная доля, тем больше полезность автора, получаемая в результате взаимодействия. Следовательно, увеличение доли пользователей тестовой версии приводит к расширению возможностей фирмы-посредника взимать плату за подключение группы авторов.

Разработанная модель позволяет оценить влияние ожидания качества платформы до совершения покупки на выбор оптимального поведения фирмы-посредника. Увеличение данной переменной дает возможность фирме-посреднику, в отличие от предыдущих случаев, увеличить стоимость подключения пользователей и несколько снизить стоимость подключения авторов. С точки зрения пользователей, качество платформы увеличивается, что, в свою очередь, обеспечивает возможность роста продаж ее полной версии по более высокой цене.

Анализ доли объявлений, открытых в тестовой версии доступа к платформе, показал, что с ее ростом повышается полезность, получаемая пользователями от присоединения к платформе. Следовательно, повышаются стимулы фирмы-посредника повысить сборы с данной стороны рынка. Однако такое изменение характеристик тестовой версии приводит к появлению негативного эффекта переключения, заключающегося в том, что часть пользователей, ранее выбиравших полную версию, в новых обстоятельствах приобретет тестовую. В результате доходы фирмы-посредника сократятся как за счет снижения доходов от продажи полной версии доступа к платформе, так и за счет сокращения прибыли со стороны авторов, вызванного снижением полезности, получаемой данной группой участников от присоединения к платформе.

Анализ оптимальной с точки зрения фирмы-посредника стратегии поведения на двустороннем рынке выявил, что в целом стратегия дифференциации качества платформы на стороне пользователей выгодна фирме-посреднику в случае наличия большого перекрестного сетевого внешнего эффекта, получаемого автором при взаимодействии с пользователями. В этом случае фирма-посредник выбирает стратегию эксплуатации авторов и субсидирования пользователей с целью увеличения числа участников в данной группе. Создание дополнительной версии доступа к платформе, продаваемой по более низкой цене, позволяет расширить группу пользователей, что приводит к росту полезности, получаемой авторами от взаимодействия, следовательно, повышает их готовность платить за присоединение к платформе. Кроме того, в данном случае у фирмы-посредника появляется возможность субсидировать не всех пользователей, а только часть, выбравшую тестовую версию доступа. Для пользователей полной версии можно успешно увеличивать стоимость подключения. Дальнейшее расширение стратегии дифференциации качества путем создания у пользователей возможности повысить уровень доступа после покупки не только сохраняет преимущества, связанные с выводом на рынок дополнительной версии, расширением и разделением группы пользователей, но создает для фирмы-посредника дополнительные источники дохода. Во-первых, при реализации данной стратегии прибыль фирмы-посредника растет за счет сборов с пользователей, решивших сменить тестовую версию на полную. Во-вторых, в силу увеличения числа пользователей, в конечном итоге владеющих полной версией доступа к платформе, растет доход авторов от подключения к платформе, что позволяет фирме-посреднику повысить сборы с данной стороны рынка.

Следует отметить тот факт, что в случае реализации стратегии дифференциации продукции без возможности у пользователя заменить тестовую версию доступа на полную фирме-посреднику вы-

годно эксплуатировать авторов и субсидировать пользователей. Однако при применении стратегии дифференциации качества при условии наличия у пользователя возможности повысить качество платформы фирма-посредник может сделать источником своей прибыли не только авторов, но и пользователей.

При рассмотрении влияния на прибыль фирмы-посредника таких параметров, как величина перекрестного сетевого внешнего эффекта, доля пользователей тестовой версии доступа к платформе, с которой может взаимодействовать автор, и доля объявлений, открытых в тестовой версии доступа к платформе, было выявлено, что реализация стратегии дифференциации качества продукта на стороне пользователей целесообразна в случае если фирма-посредник основной доход получает от авторов. Увеличение перекрестного сетевого внешнего эффекта, а также рост доли пользователей тестовой версии доступа, с которыми может взаимодействовать автор, приводят к повышению полезности автора от подключения к платформе, что, в свою очередь, еще больше увеличивает стимулы фирмы-посредника к эксплуатации данной группы участников. При этом увеличение доли объявлений, открытых в тестовой версии доступа к платформе, приводит к повышению полезности пользователей от присоединения. Следовательно, у фирмы-посредника снижается заинтересованность в субсидировании пользователей, так как повышается размер доходов, которые можно получить с участников данной группы. Такое изменение противоречит общему условию, при котором выгодно дифференцировать качество платформы в группе пользователей, и отрицательно сказывается на прибыли фирмы-посредника.

При оценке влияния ожиданий пользователей относительно качества платформы до совершения покупки на прибыль фирмы-посредника получено, что увеличение качества платформы, ожидаемое пользователями, приводит к росту полезности для участников данной группы от подключения к платформе. Однако рост данного параметра вызывает стремление фирмы-посредника повышать стоимость подключения пользователей полной версии, а не тестовой, данное изменение согласуется с общей стратегией фирмы-посредника при реализации дифференциации качества платформы и оказывает положительное влияние на прибыль.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Благов Е.Ю.** (2012). Математические модели динамики многосторонних сетевых платформ // *Проблемы современной экономики*. № 4 (44). С. 149—152.
- Коваленко А.И.** (2016). Проблематика исследований многосторонних платформ // *Современная конкуренция*. Т. 10. № 3 (57). С. 64—90.
- Паршина Е.Н., Шаститко А.Е.** (2016). Рынки с двусторонними сетевыми эффектами: спецификация предметной области // *Современная конкуренция*. Т. 10. № 1 (55). С. 5—18.
- Aloui Ch., Jebli K.** (2010). Optimal Pricing of a Two-Sided Monopoly Platform with One-Sided Congestion Effect // *International Review of Economics*. No. 57 (4). P. 423—439.
- Armstrong M.** (2006). Competition in Two-Sided Markets // *RAND Journal of Economics*. No. 37 (3). P. 668—691.
- Belleflamme P.** (2005). Versioning in the Information Economy: Theory and Applications // *CESifo Economic Studies*. Vol. 51. No. 2—3. P. 329—358.
- Belleflamme P., Peits M.** (2010). Industrial Organization. Markets and Strategies. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bhargava H.K., Choudhary V.** (2001). Information Goods and Vertical Differentiation // *Journal of Management Information Systems*. No. 18 (2). P. 89—106.
- Bhargava H.K., Choudhary V.** (2008). Research Note: When is Versioning Optimal for Information Goods? // *Management Science*. No. 54 (5). P. 1029—1035.
- Economides N., Tag J.** (2012). Network Neutrality on the Internet: A Two-sided Market Analysis // *Information Economics and Policy*. No. 24. P. 91—104.
- Gabszewicz J.J., Wauthy X.Y.** (2004). Two-Sided Markets and Price Competition with Multi-Homing. CORE Discussion Paper No. 2004/30. Louvain-la-Neuve, Belgium.
- Gabszewicz J.J., Wauthy X.Y.** (2012). Platform Competition and Vertical Differentiation. CORE Discussion Paper. Université Catholique de Louvain. Center for Operations Research and Econometrics.

- Hagiu A.** (2007). Merchant or Two-Sided Platform? // *Review of Network Economics*. No. 6 (2). P. 115—133.
- Hagui A., Halaburda H.** (2013). Expectations and Two-sided Platform Profits. Harvard Business School. Working Paper No. 12—045.
- Hagui A., Halaburda H.** (2014). Information and Two-sided Platform Profits. Harvard Business School. Working Paper No. 12—045.
- Hagiu A., Spulber D.** (2013). First-Party Content and Coordination in Two-Sided Markets // *Management Science*. No. 59 (4). P. 933—949.
- Nault B.R., Wei X.** (2005). Product Differentiation and Market Segmentation of Information Goods. Haskayne School of Business. Working Paper.
- Nault B.R., Wei X.** (2013). Experience Information Goods: “Version-to-Upgrade” // *Decision Support Systems*. No. 56. P. 494—501.
- Rochet J. Ch., Tirole J.** (2003). Platform Competition in Two-sided Markets // *Journal of the European Economic Association*. No. 1. P. 990—1029.
- Rochet J. Ch., Tirole J.** (2006). Two-Sided Markets: A Progress Report // *RAND Journal of Economics*. No. 37 (3). P. 645—667.
- Roson R.** (2005). Two-Sided Markets: A Tentative Survey // *Review of Network Economics*. No. 4 (2). P. 1—19.
- Rysman M.** (2009). The Economics of Two-Sided Markets // *Journal of Economic Perspective*. No. 23 (3). P. 125—143.
- Shapiro C., Varian H.R.** (1998). Versioning: The Smartest Way to Sell Information // *Harvard Business Review*. No. 76 (6). P. 106—114.
- Shapiro C., Varian H.R.** (1999). Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Harvard Business School Press. Boston. Massachusetts.
- Shivendu S., Zhang Zh.** (2012). Versioning Strategy of Information Goods with Network Externality in the Presence of Piracy. In: “45th Hawaii International Conference on System Science (HICSS)”, January.
- Global Top 100 Companies by market capitalization (2017). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.pwc.com/gx/en/audit-services/assets/pdf/global-top-100-companies-2017-final.pdf>, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: 22.03.2018).

REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Aloui Ch., Jebi K.** (2010). Optimal Pricing of a Two-Sided Monopoly Platform with One-Sided Congestion Effect. *International Review of Economics*, 57 (4), 423—439.
- Armstrong M.** (2006). Competition in Two-Sided Markets. *RAND Journal of Economics*, 37 (3), 668—691.
- Belleflamme P.** (2005). Versioning in the Information Economy: Theory and Applications. *CESifo Economic Studies*, 51, 2—3, 329—358.
- Belleflamme P., Peits M.** (2010). Industrial Organization. Markets and Strategies. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bhargava H.K., Choudhary V.** (2001). Information Goods and Vertical Differentiation. *Journal of Management Information Systems*, 18 (2), 89—106.
- Bhargava H.K., Choudhary V.** (2008). Research Note: When is Versioning Optimal for Information Goods? *Management Science*, 54 (5), 1029—1035.
- Blagov E. Yu.** (2012). Mathematical Models of the Dynamics of Multilateral Network Platforms. *Problems of Modern Economics* 4, 44, 149—152 (in Russian).
- Economides N., Tag J.** (2012). Network Neutrality on the Internet: A Two-sided Market Analysis. *Information Economics and Policy*, 24, 91—104.
- Gabszewicz J.J., Wauthy X.Y.** (2004). Two-Sided Markets and Price Competition with Multi-Homing. CORE Discussion Paper No. 2004/30. Louvain-la-Neuve, Belgium
- Gabszewicz J.J., Wauthy X.Y.** (2012). Platform Competition and Vertical Differentiation. CORE Discussion Paper. Université Catholique de Louvain. Center for Operations Research and Econometrics.
- Global Top 100 Companies by market capitalization (2017). Available at: <https://www.pwc.com/gx/en/audit-services/assets/pdf/global-top-100-companies-2017-final.pdf> (accessed: March 2018).

- Hagiu A. (2007). Merchant or Two-Sided Platform? *Review of Network Economics*, 6 (2), 115—133.
- Hagiu A., Spulber D. (2013). First-Party Content and Coordination in Two-Sided Markets. *Management Science*, 59 (4), 933—949.
- Hagui A., Halaburda H. (2013). Expectations and Two-sided Platform Profits. Harvard Business School. Working Paper No. 12—045.
- Hagui A., Halaburda H. (2014). Information and Two-sided Platform Profits. Harvard Business School. Working Paper No. 12—045.
- Kovalenko A.I. (2016). Multisided Platforms Research Problematic. *Journal of Modern Competition*, 10, 3 (57), 64—90 (in Russian).
- Nault B.R., Wei X. (2005). Product Differentiation and Market Segmentation of Information Goods. Haskayne School of Business. Working Paper.
- Nault B.R., Wei X. (2013). Experience Information Goods: “Version-to-Upgrade”. *Decision Support Systems*, 56, 494—501.
- Parshina E.N., Shastitko A. Ye. (2016). Two-Sided Markets: The Subject Matter Specification. *Journal of Modern Competition*, 10, 1 (55), 5—18 (in Russian).
- Rochet J. Ch., Tirole J. (2003). Platform Competition in Two-Sided Markets. *Journal of the European Economic Association*, 1, 990—1029.
- Rochet J. Ch., Tirole J. (2006). Two-Sided Markets: A Progress Report. *RAND Journal of Economics*, 37 (3), 645—667.
- Roson R. (2005). Two-Sided Markets: A Tentative Survey. *Review of Network Economics*, 4 (2), 1—19.
- Rysman M. (2009). The Economics of Two-Sided Markets. *Journal of Economic Perspectives*, 23 (3), 125—143.
- Shapiro C., Varian H.R. (1998). Versioning: The Smartest Way to Sell Information. *Harvard Business Review*, 76 (6), 106—114.
- Shapiro C., Varian H.R. (1999). Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Harvard Business School Press. Boston. Massachusetts.
- Shivendu S., Zhang Zh. (2012). Versioning Strategy of Information Goods with Network Externality in the Presence of Piracy. In: “45th Hawaii International Conference on System Science (HICSS)”, January.

Product Differentiation in Two-Sided Market with Uncertainty in Product Quality Value

A.E. Borovkova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
annaborovkova.ne@gmail.com

Received 28.04.2018

In this paper we present the two-sided model of the firms' behavior with product versioning. We find the influence on groups of agents' demand, on product price for each group and on platform profit of such factors as network effect, the quality of test version of platform and agents expectations about platform quality before purchase. The methods of microeconomics, industrial economics, game theory and contract theory are used. The main conclusions confirm the benefit from versioning to a firm in case of strong indirect network effects in the market between two groups of agents. Additional opportunity to increase platform quality after purchase also affects positively on the firm's profit in comparison to the strategy to produce only one version or the decision to supply two modifications without permission to change one for another. Presented results develop the existing literature on the two-sided platforms.

Keywords: two-sided platforms, market with network effects, platform, indirect network effect, versioning.

JEL Classification: L10, L21, L22, M21.

DOI: 10.31857/S042473880004681-8