Рудковская О.В., Филатов А.Ю.
Владивосток, ДВФУ
olgerda-vo@mail.ru, alexander.filatov@gmail.com

ТЕОРЕТИКО-ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ ЦЕНОВОЙ ОЛИГОПОЛИИ С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМ ПРОДУКТОМ И ЕЕ ЭМПИРИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА

На большинстве рынков потребительских товаров не существует идентичных товаров с точки зрения потребителей. Даже если физические свойства едва различимы, брендинг, различия в качестве обслуживания и сервиса, пространственное размещение точек продажи приводит к тому, что продукты дифференцированы [Belleflamme, Peitz, 2015].

В базовой модели пространственного размещения товара [Hotelling, 1929] был анонсирован принцип минимальной дифференциации, утверждающий, что магазины в линейном городе будут концентрироваться в его центре. Клод Апремон, Яскольд Габжевич и Жак Тисс опровергли этот результат [d'Aspremont, Gabszewicz, Thisse, 1979] при допущении о возможности как пространственной, так и ценовой дифференциации.

Для оценивания спроса применялись как классические детерминированные модели, так и модели дискретного выбора [Anderson, De Palma, Thisse, 1992]. Эмпирике этого вопроса посвящено, в частности, исследование [Nevo, 2000]. При этом в большинстве моделей горизонтальной дифференциации с симметричными фирмами результатом является симметричное равновесие. Любая асимметрия, как правило, связывается либо с неоднородностью фирм по издержкам, либо с вертикальной дифференциацией, как в работах [Gabszewicz, Thisse, 1980] и [Shaked, Sutton, 1982], где фирмы на первом этапе выбирают качество продукта, а на втором цену.

В то же время на практике мы часто видим неоднородность цен на полностью однородный по всем показателям, кроме пространства, продукт. И не всегда она объясняется моделями ценовой дисперсии, подобных тем, что были разработаны в работе Хэла Вэриана [Varian, 1980], поскольку неполнота информации – не единственный фактор, приводящий к подобному исходу.

В классической модели ценовой олигополии с дифференцированным продуктом продажи каждой фирмы отрицательно зависят от собственной цены и положительно зависят от всех цен конкурентов:

$$q_i = a - bp_i + \sum_{j \neq i} cp_j \ .$$

Эта модель, учитывающая наличие заменителей, работает лучше простейшей $q_i = a - bp_i$. Однако ее недостатком является то, что суммарный спрос одинаково реагирует на снижение цены как в дешевых, так и в дорогих фирмах:

$$Q = \sum q_i = na - \left(b - (n-1)c\right)\sum p_i \ .$$

В то же время интуитивно понятно, что расширение рынка происходит в первую очередь при снижении цены в дешевой фирме, ориентированной на менее обеспеченных людей [Филатов, 2009a]. Понижение же цены в дорогой фирме приводит к перераспределению покупателей между фирмами.

Микроэкономическое обоснование зависимости суммарного спроса от «нижней» цены (минимальной цены среди всех участников рынка), основанное на пространственной модели линейного города (рис.1a), приводилось в [Филатов, 2009b]. Недавние симуляции распределения покупателей между точками продажи в зависимости от установленных цен и готовности платить θ в двумерной модели (рис.1b) также приводят к тому же выводу.

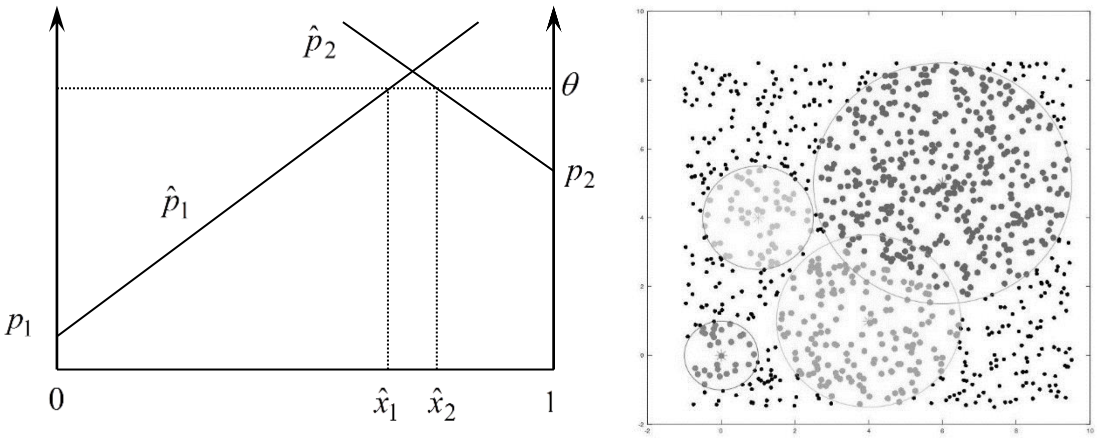

Рис.1. Распределение покупателей между точками продажи

Возникает вопрос, к каким эффектам это может привести рынок. Формализуем сделанное предположение. Пусть на рынке присутствуют n одинаковых фирм, производящих продукцию с издержками c. Нумерацию осуществим так, что минимальная цена будет наблюдаться в первой фирме. Суммарный спрос на рынке тогда составит $Q = a - bp_1$, $p_1 = \min\limits_{i=1,\dots,n} p_i$

Если все фирмы устанавливают одинаковые цены, то спрос делится поровну между ними. В то же время при повышении цены в j-фирме на каждый рубль объем продаж в ней сокращается на величину $b\Delta$, а у каждого из $(n-1)$ конкурентов увеличивается на $b\Delta/(n-1)$. Тогда зависимость спроса от цен, отличаясь для самой дешевой фирмы, выглядит следующим образом

$$q_1 = \frac{1}{n}\left(a - (n\Delta + 1)bp_1 + \frac{n\Delta}{n-1} b \sum_{j=2}^{n} p_j \right),$$

$$q_i = \frac{1}{n}\left(a + \left(\frac{n\Delta}{n-1} - 1 \right) bp_1 + \frac{n\Delta}{n-1} b \sum_{j=2,\ j\neq i}^{n} p_j - n\Delta bp_i \right),\ i = 2,\dots,n.$$

Построив кривые реакции для каждой фирмы и решив систему уравнений

$$\begin{cases} p_1(p^*) = \dfrac{a + (n\Delta + 1)bc + n\Delta bp^*}{2b(n\Delta + 1)}, \\ p^*(p_1) = \dfrac{\dfrac{n-1}{n}\dfrac{a}{b} + (n-1)\Delta c + \dfrac{n\Delta - n + 1}{n} p_1}{n\Delta}. \end{cases}$$

получим равновесие:

$$p_1 = c + \frac{a/b - c}{n\Delta + 1 + n/(2n-1)}, \quad p^* = c + \frac{a/b - c}{n\Delta} - \frac{2(a/b - c)/(2n-1)}{n\Delta^2 + \Delta + n\Delta/(2n-1)},$$

$$q_1 = \frac{1}{n}\left(a - (n\Delta + 1)bp_1 + n\Delta bp^*\right), \quad q^* = \frac{1}{n}\left(a + \left(\frac{n\Delta}{n-1} - 1\right)bp_1 - \frac{n}{n-1}\Delta bp^*\right).$$

Здесь звездочками обозначены равновесные цены и объемы всех фирм, кроме единственной отличающейся от всех наиболее дешевой:

$$p_2 = p_3 = \ldots = p_n = p^*, \quad q_2 = q_3 = \ldots = q_n = q^*.$$

Анализ полученных формул и расчеты на численных примерах демонстрируют, что

1. Увеличение числа фирм на рынке приводит к снижению и выравниванию цен, снижению прибылей фирм (в том числе, суммарной) и их выравниванию, однако даже при большом количестве фирм все они в состоянии получать прибыль.

2. Увеличение значения Δ, что означает усиление реакции потребителя на разницу цен ($\Delta \to \infty$ приводит к классической модели Бертрана), ведет к более быстрому снижению и выравниванию цен, сокращению и выравниванию прибылей фирм. В то же время даже при большом, но конечном значении Δ фирмы в состоянии получать прибыль.

На основе построенной модели зависимости спроса от «нижней» цены можно изучить равновесия, возникающие и при других стратегиях поведения фирм, например, равновесие в двухуровневой игре – ценовом аналоге равновесия Штакельберга [Stackelberg, 1952].

Также при сделанных предположениях были изучены ситуации картельного объединения фирм и максимизации прибыли на основе ценовой дискриминации. В то же время очень важна эмпирическая проверка моделей на реальной статистике. Для этого на данных по продажам риса, гречки, подсолнечного масла, кукурузной крупы и сахара в одной из крупнейших российских торговых сетей за 2016-2019 гг были построены линейные регрессионные зависимости спроса на продукт каждого бренда от всех цен.

Первый вывод [Филатов, Рудковская, 2020] заключается в том, что оценки коэффициентов в 80% моделей оказались существенно выше, чем в моделях, построенных только от собственной цены. Еще более значимыми результаты оказываются, если учитывать не физические объемы продаж и номинальные цены, а то, насколько эти цены и объемы отличаются от средних по данной фирме. Особенно важным такое изменение модели является в случае анализа рынков, где бренды существенно отличаются друг от друга по масштабу.

Поскольку для всех брендов была выявлена отрицательная связь спроса от собственной цены, возникла идея построить единую зависимость относительного объема продаж от относительной цены (модель с абсолютными значениями можно использовать только для стабильно одинаковых долей поставщиков). Кроме того, в соответствии с теоретической моделью, была проверена гипотезу о том, что спрос значимо увеличивается, если данный поставщик становится самым дешевым. Также была учтена динамика продаж во времени, а также такой поведенческий аспект, как положительная реакция потребителя на снижение цены.

Единая модель относительных объемов рынка риса имеет вид

$$q_i = \underset{(0{,}254)}{3{,}742} - \underset{(0{,}002)}{0{,}015}\, t - \underset{(0{,}242)}{2{,}550}\, p_i + \underset{(0{,}049)}{0{,}068}\, p_{\min i} - \underset{(0{,}003)}{0{,}012}\, \Delta p_i,$$

В этой модели при снижении цены в любой фирме на 1% спрос в ней увеличивается на 2,55%, благодаря перераспределению покупателей на рынке. Также данные показывают значимое ежемесячное снижение продаж на 1,5%. На этом рынке сильны поведенческие механизмы, снижение цены (вне контекста ее конечного значения), привлекает дополнительных клиентов. Количественно каждый рубль снижения цены приводит к дополнительному росту продаж на 1,2%. В то же время расширение спроса в фирме с минимальной ценой, хоть и составляет 6,8%, не столь значимо.

Единые модели для рынков гречки, подсолнечного масла, кукурузной крупы и сахара описываются формулами

$$q_i = \underset{(0{,}390)}{2{,}709} - \underset{(0{,}009)}{0{,}032}\, t - \underset{(0{,}270)}{1{,}287}\, p_i + \underset{(0{,}103)}{0{,}129}\, p_{\min i} - \underset{(0{,}005)}{0{,}010}\, \Delta p_i,$$

$$q_i = \underset{(0{,}145)}{0{,}545} - \underset{(0{,}008)}{0{,}050}\, t - \underset{(1{,}047)}{3{,}537}\, p_i + \underset{(0{,}104)}{0{,}361}\, p_{\min i} + \underset{(0{,}015)}{0{,}032}\, \Delta p_i,$$

$$q_i = \underset{(0{,}382)}{4{,}390} - \underset{(0{,}002)}{0{,}011}\, t - \underset{(0{,}382)}{3{,}268}\, p_i + \underset{(0{,}030)}{0{,}077}\, p_{\min i} + \underset{(0{,}006)}{0{,}003}\, \Delta p_i,$$

$$q_i = \underset{(0{,}441)}{2{,}868} + \underset{(0{,}011)}{0{,}005}\, t - \underset{(0{,}507)}{2{,}067}\, p_i + \underset{(0{,}236)}{0{,}701}\, p_{\min i} + \underset{(0{,}018)}{0{,}018}\, \Delta p_i.$$

Более детальный анализ по широкому кругу товаров выявил дополнительно, что существенное дополнительное расширение спроса происходит при снижении цены более, чем на 7% относительно предыдущего месяца. В табл.1 сведены результаты расчетов под 12 товарам (батончики-мюсли, вафли, каши с фруктами, хлебцы, хлопья, зефир, печенье, леденцы, пряники, мука, соль и сухие завтраки), каждый из которых включает от 2 до 8 брендов с долей рынка более 4%. Тремя оттенками серого (в порядке роста яркости) отмечены переменные, значимые при 5%, 1% и 0,1% уровне значимости.

Таблица 1

Коэффициенты и стандартные ошибки единых моделей для 12 товаров

	Мюс	Ваф	Каши	Хлеб	Хлоп	Зеф	Печ	Лед	Прян	Мука	Соль	Завт
Цена	–1,87 (0,07)	–0,94 (0,20)	–1,04 (0,13)	–0,71 (0,07)	–0,45 (0,26)	–1,23 (0,19)	0,39 (0,15)	–0,39 (0,10)	–0,47 (0,14)	1,91 (0,35)	–1,36 (0,24)	–0,65 (0,28)
Тренд	–0,019 (0,001)	–0,008 (0,001)	–0,012 (0,001)	–0,007 (0,002)	–0,012 (0,001)	0,013 (0,002)	–0,012 (0,002)	0,011 (0,001)	–0,011 (0,004)	–0,017 (0,002)	–0,005 (0,001)	–0,012 (0,001)
Скидка	–2,39 (0,37)	–0,53 (0,53)	–0,67 (0,24)	–2,08 (0,56)	–1,81 (0,64)	–1,58 (0,44)	–3,04 (0,47)	0,01 (0,57)	–1,47 (0,56)	–3,11 (1,01)	0,06 (0,07)	–0,92 (0,43)

Коэффициент при цене здесь представляет собой ценовую эластичность спроса, коэффициент при скидке характеризует реакцию покупателей на скидку, то есть изменение эластичности, если снижение цены за месяц превышает 7%, коэффициент тренда означает процентное изменение продаж на данном рынке за месяц.

Из таблицы видно, что помимо отрицательно значимого влияния цены на продажи, динамика имеет значение – потребители реагируют не только на абсолютное значение цены, но и на ее снижение. Фактор скидки является значимо отрицательным для 9 из 12 товаров. А полное отсутствие влияния наблюдается только для двух товаров: соли и леденцов, низкая цена на которые не позволяет дополнительно влиять на спрос посредством скидок. Незначимость скидок на вафли связана с высокой стандартной ошибкой этого коэффициента, в то время как сама эластичность в месяцы снижения цены меняется более, чем в 1,5 раза – со значения –0,94 до –1,47.

Список использованной литературы:

1. Anderson S., De Palma A., Thisse J. (1992) Discrete choice theory of product differentiation. – MIT press.
2. d'Aspremont C., Gabszewicz J., Thisse J. (1979) On Hotelling's "Stability in competition" // Econometrica. – T.47. – №5. – C.1145-1150.
3. Belleflamme P., Peitz M. (2015) Industrial organization: markets and strategies. – Cambridge University Press.
4. Gabszewicz J., Thisse J. (1980) Price competition, quality and income disparities // Journal of economic theory. – T.20. – №3. – C.340-359.
5. Hotelling H. (1929) Stability in competition // Economic Journal. – T.39. – №153. – C.41- 57.
6. Nevo A. (2000) A practitioner's guide to estimation of random- coefficients logit models of demand // Journal of economics & management strategy. – T.9. – №4. – C.513-548.
7. Shaked A., Sutton J. (1982) Relaxing price competition through product differentiation // The review of economic studies. – T.49. – №1. – C.3-13.
8. Stackelberg H. (1952) The theory of the market economy. – Oxford University Press.
9. Varian H. (1980) A model of sales // The American economic review. – T.70. – №4. – C.651-659.
10. Филатов А.Ю. (2009a) Модель ценовой олигополии с несовершенной эластичностью спроса // Теория и методы согласования решений. – Новосибирск: Наука. – С.130-145.
11. Филатов А.Ю. (2009b) Ценовая олигополия с несовершенной эластичностью спроса. Микроэкономическое обоснование // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – №4(24). – С.215-219.

12. Рудковская О.В., Филатов А.Ю. (2020) Теоретические и эмпирические модели ценовой олигополии с дифференцированным продуктом // Системное моделирование социально-экономических процессов. – Воронеж: Истоки. – 2020. – С.96-101.