
ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Модель рынка дифференцированной продукции для формирования прогнозов его развития (на примере рынка сыра)

© 2020 г. К.Г. Бородин

К.Г. Бородин,

Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова — филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, Москва; e-mail: borkg_cd@mail.ru

Поступила в редакцию 06.08.2019

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 19-010-00098).

Автор выражает глубокую благодарность анонимному рецензенту за ценные замечания и предложения, которые позволили существенно улучшить работу.

Аннотация. В работе представлена модель частичного равновесия для формирования прогнозов (или для оценки перспектив) развития рынка дифференцированной продукции, позволяющая прогнозировать основные параметры спроса и предложения товарного рынка. Модель состоит из двух субмоделей. С помощью модели ценообразования на рынке дифференцированной продукции с двумя конкурентами определяются параметры ценового равновесия, которые затем используются в модели прогноза. Практические возможности модели продемонстрированы на примере российского рынка сычужного сыра. Анализ прогноза показал, что в перспективе ожидается выравнивание темпов производства отечественной продукции и ввоза импортной. Цены производителей отечественных сыров будут расти, в то время как цена импортных будет снижаться. Рост потребления преимущественно будет обеспечиваться за счет импорта. Значительная часть спроса в связи с сокращением денежных доходов населения будет перемещаться в более доступные по цене продуктовые сегменты. Модель прогнозов развития рынков дифференцированной продукции является односекторной моделью частичного равновесия и предназначена для органов управления, принимающих решения для разработки мер экономической политики.

Ключевые слова: несовершенная конкуренция, рынок дифференцированной продукции, модель частичного равновесия, прогноз развития, рынок сыра.

Классификация JEL: C51, C53, F17, P23.

DOI: 10.31857/S042473880010497-5

1. ВВЕДЕНИЕ

Разработка прогнозов вносит устойчивость и предсказуемость в процессы развития товарных рынков. Анализируя ожидаемые в перспективе цены и спрос на отдельные виды продукции, производители могут сформировать структуру производства выгодным для себя образом. Органы государственного регулирования используют прогнозы при разработке программных документов, планировании сроков реализации мер экономической политики, а также в целях предупреждения кризисных ситуаций. Модели и методы прогнозирования представляют собой важную часть методологии исследования товарных рынков.

В общей системе товарных рынков по степени важности выделяется рынок агропродовольственной продукции. Его значимость заключается в том, что продовольствие входит в сферу первичных потребностей населения; существует необходимость ежедневного нормированного потребления продуктов питания. Одновременно производство сельскохозяйственной продукции связано с высокой зависимостью от природно-климатических условий, что отражается в повышенной волатильности конкретных рынков.

В системе агропродовольственного сектора России большой интерес для научных разработок представляет рынок молока и молочной продукции, так как он остается одним из наиболее важных рынков с точки зрения спроса, но одновременно — и одним из самых проблемных. Его специфика связана с продолжительными инвестиционными циклами, которые в текущих макроэкономических условиях не привлекают инвесторов. В продовольственной корзине населения расходы

на сыр и сырные продукты занимают важное место, что свидетельствует о высокой актуальности разработки прогнозов динамики производства для этого вида продукции.

Имеется ряд эмпирических исследований, свидетельствующих о несовершенном виде конкуренции на рынке сыра. В работе (Shields, 2010) оценивался уровень концентрации в производстве сыра в США. Так, доля четырех предприятий в период 1972–2002 гг. составляла от 34 до 52%, что подтверждает наличие в этой отрасли в США несовершенной конкуренции. Эконометрический анализ, выполненный в работе (Chavas, 2008), свидетельствует о несовершенной конкуренции также и на рынке предприятий, занятых хранением сыров, в США. В (Arnade et al., 2007) авторы оценивали уровень конкуренции на розничных рынках сыра; было установлено наличие ценовых наценок, характерных для несовершенного конкурентного поведения. Тенденция к разнообразию предложения молочной продукции в крупнейших странах–производителях молочной продукции также стимулируется мерами политики правового регулирования. Так, одним из ключевых положений законодательства стран ЕС в отношении «защищенного наименования места происхождения» (Protected denomination of origin) является необходимость использования в производстве сыра молока местных производителей (Soregaroli et al., 2011).

Введение санкций и продовольственного эмбарго стимулировало развитие российской сыродельческой отрасли и спрос на продукцию российских сыроделов, что повлияло на приток в отрасль крупных и мелких фирм. Лидерство в рыночных позициях остается за крупными молочными заводами с собственной сырьевой базой и отлаженными каналами поставки сырья (Дорн, 2018). Однако небольшие хозяйства производят более качественную продукцию, в том числе по собственной рецептуре (Герасимов, 2019), которую продают по более высоким ценам.

В настоящее время в научной литературе не представлены математические модели, принимающие во внимание несовершенную конкуренцию на рынках сычужных сыров и учитывающие принадлежность сыров к дифференцированной продукции, покупатель которой различает потребительские свойства товара в зависимости, например, от производителя или места производства. Наше исследование позволяет восполнить этот пробел. К тому же разработанный нами подход может быть использован при моделировании других товарных рынков, на которых происходит торговля дифференцированной продукцией.

2. МЕТОДЫ

Модели товарных рынков делятся на модели полного и частичного равновесия.

В *моделях полного равновесия* учитывается влияние изменений в изучаемой сфере экономики на всю экономику в целом. Стандартная модель мировой экономики (Global Trade Analysis Project, GTAP (Hertel, 1997)) представляет собой многофункциональную многосекторную модель общего равновесия с совершенной конкуренцией и постоянной отдачей от масштаба. Она является также одной из наиболее широко используемых моделей для анализа мирового рынка.

Модель частичного равновесия сфокусирована на изучении конкретного продуктового рынка, поэтому такую модель проще детализировать, чем модель общего равновесия. Проблема, связанная с прогнозированием отраслевого рынка, заключается в том, что его взаимодействие с остальными отраслями экономики или игнорируется, или может быть установлено через другие, предсказанные переменные (Allen, 1994).

Одной из наиболее известных моделей прогнозирования динамики агропродовольственных рынков является разработанная специалистами ОЭСР динамическая модель частичного равновесия рынков продукции сельского хозяйства AGLINK-COSIMO (Aglink-cosimo model documentation, 2015). Модель дает прогнозные оценки производства, потребления и внешнеторговой деятельности, а также среднегодовых цен по основным сельскохозяйственным товарам для каждой страны, представленной в модели. Объем производства несельскохозяйственной продукции рассматривается как экзогенный показатель.

В модели были приняты следующие теоретические предпосылки. Мировые рынки являются конкурентными. Товары, произведенные внутри страны и поступившие по импорту, являются идентичными с точки зрения предпочтений потребителя. Структура модели позволяет рассматривать эффекты сценариев государственного регулирования на рынки.

В многопродуктовых моделях (см. обзор моделей, например, в (Сипитц и др., 2009)) действуют довольно *сильные упрощения* в силу необходимости одновременного учета многих факторов. Так,

в модели GTAP заложен принцип совершенной конкуренции, несмотря на то что товары в ней различаются по месту происхождения и, следовательно, продавцы обладают рыночной властью и могут влиять на цену. Применяемый в моделях принцип совершенной конкуренции не позволяет детализировать товарные потоки: в модели GTAP рассматриваются всего 42 товарных сектора (20 из них охватывают агропродовольственную продукцию, 6 секторов — другие сырьевые товары и 16 — промышленные сектора), модель AGLINK-COSIMO включает 93 вида (которые входят в 4-значный цифровой код ТН ВЭД) сельскохозяйственной продукции, однако этого недостаточно для детального анализа динамики более узких секторов товарной номенклатуры.

Для многих продовольственных рынков характерна несовершенная конкуренция. Потребители на таких рынках по-разному оценивают товары-заменители, а продавцы могут реально влиять на ценообразование. Даже рынок пшеницы, традиционно считающийся наглядным примером конкурентного рынка, в международном масштабе относится скорее к рынкам несовершенной конкуренции (Carter et al., 1999; Перехожук, 2013).

Существуют и более простые, односекторные, модели, предназначенные для отраслевых рынков. В частности, в работе (Wang et al., 2008) рассматривается модель совершенной конкуренции для прогноза рынка говядины, в которой эластичности предложения и спроса, а также темпы роста доходов и населения являются постоянными величинами.

Разработка модели прогноза для более узких секторов товарной номенклатуры сталкивается с необходимостью *перехода к принципу несовершенной конкуренции*, предполагающему решение задачи оптимизации прибыли конкурентов, что (в случае многосекторной модели) могло бы существенно ее усложнить.

Таким образом, актуальность разработки модели рынка дифференцированной продукции продиктована необходимостью более детально исследовать узкие продуктовые секторы. Результаты такой модели должны сочетаться с анализом отраслевой динамики, выполненной на основе более сложных моделей, например таких как GTAP или AGLINK-COSIMO.

Методика прогноза развития рынка дифференцированной продукции предполагает два последовательных этапа разработки прогноза:

1) на базе авторского расширения модели из (Kamin et al., 2006) решается задача максимизации прибыли отечественных и зарубежных производителей и определяется зависимость между ценой импорта и ценой внутреннего рынка;

2) для формирования долгосрочного (или среднесрочного) прогноза динамики производства, импорта, экспорта и цен полученный результат подставляем в модифицированную нами модель из (Wang et al., 2008).

Далее рассмотрим эту методику более подробно.

2.1. Ценовое равновесие между импортной и отечественной продукцией на внутреннем рынке

На рынках дифференцированной продукции действуют по крайней мере две цены — цена отечественных производителей и импортная цена. Поэтому на первом этапе решается задача поиска параметров ценового равновесия на рынке двух конкурирующих между собой товаров-субститутов.

В условиях совершенной конкуренции формируется единая цена, эквивалентная предельным издержкам, а в случае монополистической конкуренции или олигополии производители товаров-субститутов могут реально влиять на рыночную цену. Исходя из этого, рассмотрим упрощенную модель ценообразования с двумя совокупностями конкурентов — отечественных и зарубежных продавцов. Мы также исходим из того, что внутри совокупности фирмы неразличимы между собой. Это позволяет использовать довольно простой и вместе с тем понятный органам управления принцип разделения поставщиков на отечественных и зарубежных.

В статье (Kamin et al., 2006) представлена теоретическая модель ценообразования на рынке дифференцированной продукции с двумя фирмами-конкурентами (отечественной и зарубежной). Для нашего случая функции спроса могут быть получены из расширенного аналога модели (Kamin et al., 2006), включающего более общий случай, когда параметры обратных функций спроса не обязательно совпадают попарно. Их линейная форма, как и в модели-прототипе, вытекает из предположения квазилинейности предпочтений (Kamin et al., 2006, p. 201).

В соответствии с этим предпочтения задаются обратными функциями спроса на отечественный и импортный товары:

$$\begin{aligned} p_{di} &= a_d - b_1(q_{di} - q_{xi}) - c_1 q_{mi}, \\ p_{mi}(1 + h_{mi}) &= a_m - b_2 q_{mi} - c_2(q_{di} - q_{xi}), \end{aligned} \quad (1)$$

где p_{di} и p_{mi} — цены отечественных и импортных производителей соответственно; q_{di} и q_{mi} — объемы выпуска отечественной продукции и импорта соответственно; q_{xi} — объемы экспорта продукции i ; h_{mi} — импортная пошлина; $a_d, a_m, b_1, b_2, c_1, c_2$ — константы¹.

В действительности внутри совокупности все фирмы разнородны, вследствие чего обратные функции спроса могут быть более сложными. Поэтому правомерно возникает вопрос о приемлемости систематической неточности в расчете цен. Это обстоятельство и связанную с ним условность расчета необходимо учитывать при анализе эмпирических результатов.

Исходя из (1), функции спроса определены формулами:

$$\begin{aligned} q_{di} - q_{xi} &= \alpha_d - \alpha_{11} p_{di} + \alpha_{12} p_{mi}(1 + h_{mi}), \\ q_{mi} &= \alpha_m - \alpha_{21} p_{mi}(1 + h_{mi}) + \alpha_{22} p_{di}, \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} \alpha_d &= \frac{b_2 a_d - c_1 a_m}{b_1 b_2 - c_1 c_2}; \quad \alpha_m = \frac{c_2 a_d - b_1 a_m}{b_1 b_2 - c_1 c_2}; \quad \alpha_{11} = \frac{b_2}{b_1 b_2 - c_1 c_2}; \quad \alpha_{12} = \frac{c_1}{b_1 b_2 - c_1 c_2}; \\ \alpha_{21} &= \frac{b_1}{b_1 b_2 - c_1 c_2}; \quad \alpha_{22} = \frac{c_2}{b_1 b_2 - c_1 c_2}. \end{aligned}$$

Дополнительно введем функцию внешнего (со стороны зарубежных стран) спроса на экспорт:

$$q_{xi} = \alpha_x - \alpha_{31} p_{di} + \alpha_{32} p_{mi}, \quad (3)$$

где $\alpha_x, \alpha_{31}, \alpha_{32}$ — константы. В данном случае мы прибегаем к некоторым упрощениям, приравнявая цену экспорта к цене внутреннего рынка, а также цену импорта (без учета пошлины) к мировой цене, но эти допущения позволяют избежать излишнего усложнения модели.

Фирмы максимизируют свою прибыль π_r , где $r \in \{d, m\}$:

$$\begin{aligned} \pi_{mi} &= [\alpha_m - \alpha_{21} p_{mi}(1 + h_{mi}) + \alpha_{22} p_{di}]((1 + h_{mi})p_{mi} - mc_{mi}), \\ \pi_{di} &= [(\alpha_d + \alpha_x) - (\alpha_{11} + \alpha_{31})p_{di} + (\alpha_{12} + \alpha_{32})p_{mi}(1 + h_{mi})](p_{di} - mc_{di}). \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь mc_{mi} и mc_{di} — предельные издержки производства импортного и отечественного товаров соответственно. Как и в (Kamin et al., 2006, p. 196), эти величины считаются постоянными и не зависят от объемов продаж. Находим производные по переменным p_{di} и p_{mi} :

$$\begin{aligned} \pi'_{mi}(p_{mi}) &= (1 + h_{mi})[\alpha_m - 2\alpha_{21}(1 + h_{mi})p_{mi} + \alpha_{22} p_{di} + \alpha_{21} mc_{mi}] = 0, \\ \pi'_{di}(p_{di}) &= (\alpha_d + \alpha_x) - 2(\alpha_{11} + \alpha_{31})p_{di} + (\alpha_{12} + \alpha_{32})p_{mi}(1 + h_{mi}) + (\alpha_{11} + \alpha_{31})mc_{di} = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Решаем систему из двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{aligned} p_{di} &= [(\alpha_d + \alpha_x) + (\alpha_{12} + \alpha_{32})p_{mi}(1 + h_{mi}) + (\alpha_{11} + \alpha_{31})mc_{di}] / (2(\alpha_{11} + \alpha_{31})), \\ p_{mi}(1 + h_{mi}) &= (\alpha_m + \alpha_{22} p_{di} + \alpha_{21} mc_{mi}) / 2\alpha_{21}, \end{aligned} \quad (6)$$

откуда находим параметры ценового равновесия:

$$\begin{aligned} p_{di} &= \frac{[2\alpha_{21}(\alpha_d + \alpha_x) + (\alpha_{12} + \alpha_{32})\alpha_m] + \alpha_{21}(\alpha_{12} + \alpha_{32})mc_{mi} + 2\alpha_{21}(\alpha_{11} + \alpha_{31})mc_{di}}{4\alpha_{21}(\alpha_{11} + \alpha_{31}) - \alpha_{22}(\alpha_{12} + \alpha_{32})}, \\ p_{mi}(1 + h_{mi}) &= \frac{[2(\alpha_{11} + \alpha_{31})\alpha_m + \alpha_{22}(\alpha_d + \alpha_x)] + \alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{31})mc_{di} + 2\alpha_{21}(\alpha_{11} + \alpha_{31})mc_{mi}}{4\alpha_{21}(\alpha_{11} + \alpha_{31}) - \alpha_{22}(\alpha_{12} + \alpha_{32})}. \end{aligned} \quad (7)$$

¹ В отличие от (Kamin et al., 2006) в наши уравнения введены импортная пошлина и переменная экспорта.

Учитывая (6), предположим, что на некотором временном интервале (прогнозный период) между p_{mi} и p_{di} существует линейная связь в виде $p_{mi}(1+h_{mi})=u-vp_{di}$, где u, v — постоянные величины.

2.2. Прогнозная модель рынка дифференцированной продукции

Одной из наиболее распространенных форм несовершенной конкуренции является монополистическая конкуренция. К числу рынков монополистической конкуренции относят, например, рынки обуви, мыла, сыра и др. (Лиманова, Буфетова, 2002, с. 27). На рынке по причине низких барьеров входа функционируют множество фирм, как крупных, так и мелких. Главное отличие рынка монополистической от рынка совершенной конкуренции — наличие *дифференцированной продукции*. Чем выше степень дифференциации товара, тем больше отличий рынка монополистической от рынка совершенной конкуренции. Другая распространенная форма несовершенной конкуренции — олигополия. Здесь отличие от монополистической конкуренции состоит в том, что на несколько крупнейших фирм приходится более половины продукции отрасли (Тарасевич, Гальперин, Игнатьев, 2004).

Исходной базой для построения прогнозной модели частичного равновесия является модель прогноза рынка однородной продукции (Wang et al., 2008). Принципиальное отличие предлагаемой нами модели от модели (Wang et al., 2008) заключается в том, что в нашей модели представлен *рынок дифференцированной продукции*. Существуют и *другие отличия*: 1) вместо розничной цены рассматриваются цена отечественных производителей и цена импорта, 2) взамен функции совокупного спроса используются функции спроса на отечественную и импортную продукцию; 2) вместо функции прогноза нетто-экспорта применяются функции прогноза экспорта и импорта соответственно.

Предполагается, что функции спроса на отечественную и импортную продукцию i со стороны торговых сетей схожи с функциями спроса на эту же продукцию для конечных потребителей. Прогноз производства в модели на период $T=(t_1-t_0)$ лет задан в виде

$$S_T = S_0 \left[1 + (p_{di,T} / p_{di,0} - 1) e_s \right], \quad (8)$$

где индекс 0 указывает на базовый год, T — на период t_1-t_0 ; S_0, S_T — производство отечественного товара; $p_{di,0}$ и $p_{di,T}$ — цена отечественных производителей на товар; e_s — эластичность предложения по цене на длительном промежутке времени.

Для прогноза физических объемов импорта используется выражение:

$$M_T = M_0 \left[1 + (p_{mi,T} / p_{mi,0} - 1) e_m \right], \quad (9)$$

где M_0 и M_T — объем импорта; $p_{di,0}$ и $p_{di,T}$ — цена импорта; e_m — эластичность импорта по цене.

Прогноз объемов экспорта в натуральном выражении задается формулой

$$X_T = X_0 \left[1 + (p_{di,T} / p_{di,0} - 1) e_x \right], \quad (10)$$

где X_0 и X_T — объем экспорта отечественной продукции; e_x — эластичность экспорта по цене внутреннего рынка.

Прогноз спроса на отечественную продукцию:

$$D_{di,T} = D_{di,0} \left(1 + \left[(1 + In)^T - 1 \right] e_{IN} + (p_{di,T} / p_{di,0} - 1) e_D \right) (1 + Pop)^T, \quad (11)$$

где $D_{di,T}$ и $D_{di,0}$ — внутренний спрос на отечественную продукцию; In — ежегодные темпы прироста доходов населения; e_{IN}, e_D — эластичность спроса по доходу и по цене соответственно; Pop — ежегодные темпы прироста населения.

Прогноз спроса на импортную продукцию:

$$D_{mi,T} = D_{mi,0} \left(1 + \left[(1 + In)^T - 1 \right] e_{IN} + (p_{mi,T} / p_{mi,0} - 1) e_M \right) (1 + Pop)^T, \quad (12)$$

где $D_{mi,0}$ и $D_{mi,T}$ — внутренний спрос на импортный товар.

Общий спрос равен совокупному предложению продукции i :

$$S_T + M_T - X_T = D_{di,T} + D_{mi,T}, \quad (13)$$

отсюда получаем решение уравнения (13) (вывод уравнения см. в Приложении):

$$p_{di,T} = \frac{(S_0 + M_0 - X_0) - (S_0 e_S + M_0 e_M - X_0 e_X) + M_0 u e_M / p_{mi,0}}{\left(\frac{D_{di,0}}{p_{di,0}} e_D - \frac{D_{mi,0}}{p_{mi,0}} v e_M \right) (1 + Pop)^T - \left(\frac{S_0}{p_{di,0}} e_S - \frac{M_0}{p_{mi,0}} v e_M - \frac{X_0}{p_{di,0}} e_X \right)} - \frac{\left((D_{di,0} + D_{mi,0}) (1 + ((1 + In)^T - 1) e_{IN}) - (D_{di,0} e_D + D_{mi,0} e_M) + D_{mi,0} u e_M / p_{mi} \right) (1 + Pop)^T}{\left(\frac{D_{di,0}}{p_{di,0}} e_D - \frac{D_{mi,0}}{p_{mi,0}} v e_M \right) (1 + Pop)^T - \left(\frac{S_0}{p_{di,0}} e_S - \frac{M_0}{p_{mi,0}} v e_M - \frac{X_0}{p_{di,0}} e_X \right)}. \quad (14)$$

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим возможность применения полученной модели для формирования прогнозов развития рынка агропродовольственной продукции на примере рынка сыра.

3.1. Оценка взаимосвязи между ценой отечественных производителей и ценой импорта

Регрессионные уравнения, основанные на (2) и (3), имеют вид:

$$\begin{aligned} q_{mi} &= \alpha_m - \alpha_{21} p_{mi} (1 + h_{mi}) + \alpha_{22} p_{di} + \varepsilon_1, \\ q_{di} - q_{xi} &= \alpha_d - \alpha_{11} p_{di} + \alpha_{12} p_{mi} (1 + h_{mi}) + \varepsilon_2, \\ q_{xi} &= \alpha_x - \alpha_{31} p_{di} + \alpha_{32} p_{mi} + \varepsilon_3, \end{aligned} \quad (15)$$

где ε_k — остаточный член, $k = 1, 2, 3$. Для оценки параметров регрессионных уравнений были взяты помесечные данные International Trade Centre и Росстата, все цены дефлированы к 2011 г. Для первых двух уравнений из (15) были использованы данные за 2010–2016 гг., а для третьего — за 2010–2017 гг.

Для того чтобы установить корректность спецификаций эконометрических моделей (15), требуется отклонить гипотезу о единичном корне для всех рядов в уравнениях регрессии. Статистика показала, что все ряды, кроме q_{xi} , имеют единичный корень. Один из способов решения проблемы стохастического тренда — взять первую разность переменной.

В (Engle, Granger, 1987) был предложен двухэтапный процесс проверки коинтеграции (регрессия OLS и наличие единичного корня) — тест EG-ADF. Экономическая теория также является основанием для принятия решения относительно коинтегрированности временных рядов (Сток, Уотсон, 2015, с. 683). В нашем случае экономическая теория подтверждает зависимость спроса от заданных цен.

Для оценки вектора коинтеграции, который характеризует долгосрочные взаимосвязи между переменными, была использована процедура DOLS (Stock, Watson, 1988). Так как первые разности позволили преобразовать временные ряды в стационарную форму, в регрессионное уравнение были включены первые разности независимых переменных.

С учетом модели DOLS Стока–Уотсона спецификации регрессии (15) примут вид:

$$q_{mi} = \beta_m - \beta_{21} p_{mi} (1 + h_{mi}) + \beta_{22} p_{di} + \gamma_{21} \Delta p_{mi} (1 + h_{mi}) + \gamma_{22} \Delta p_{di} + \delta_1, \quad (16a)$$

$$q_{di} - q_{xi} = \beta_d - \beta_{11} p_{di} + \beta_{12} p_{mi} (1 + h_{mi}) + \gamma_{12} \Delta p_{mi} (1 + h_{mi}) + \gamma_{22} \Delta p_{di} + \delta_2, \quad (16b)$$

$$q_{xi} = \beta_x - \beta_{31} p_{di} + \beta_{32} p_{mi} + \gamma_{31} \Delta p_{mi} (1 + h_{mi}) + \gamma_{32} \Delta p_{di} + \delta_3, \quad (16v)$$

где $\beta_i, \beta_{jk}, \gamma_{jk}$ — константы; $i = m, d, x$; $j = 1, 2, 3$; $k = 1, 2$; δ_l — остаточный член, $l = 1, 2, 3$. Анализ показал, что остатки от коинтегрирующей регрессии DOLS являются стационарными, следовательно, коинтегрирующая регрессия DOLS не будет ложной. Результаты оценки параметров регрессионных моделей приведены в табл. 1.

Регрессионное уравнение (16a) является статистически значимым, так как F -статистика превышает критическое значение ($F(4, 78) = 2,8 > 2,3$) и все оценки достаточно надежны². В двух других уравнении-

² Значительно меньшее число наблюдений, использованных для эмпирического анализа первого уравнения в (17), связано с необходимостью поиска значимых оценок для коэффициентов. В процессе их подбора последовательно исключались из рассмотрения более старые наблюдения.

Таблица 1. Результаты оценки регрессионных уравнений, основанных на (7)

Независимые переменные	Коэффициент перед независимой переменной, β		
	Зависимые переменные		
	$q_{di} - q_{xi}$	q_{mi}	q_{xi}
p_{di}	0,1554*** (0,057)	0,0747* (0,037)	0,0019*** (0,000)
$p_{mi}(1+h_{mi})$	-0,1509*** (0,049)	-0,104*** (0,016)	—
p_{mi}	—	—	-0,001*** (0,000)
Свободный член	15258,64** (6862,41)	15274,41** (6808,18)	-17,743 (59,360)
R^2	0,1262	0,6834	0,3883
Наблюдения	83	27	83

Примечание. В таблице символами «*», «**», «***» отмечены оценки, значимые на уровне 10, 5 и 1% соответственно. Стандартные ошибки приведены в скобках. Коэффициенты при первых разностях переменных не указаны в связи с недостатком места.

ях все коэффициенты регрессии при независимых переменных также статистически значимы, и все полученные оценки надежны, что подтверждается соответствующими значениями F - и t -статистик.

В уравнении (16б) знаки коэффициентов не соответствуют теоретическим, что объясняется влиянием эмбарго. Рост внутреннего спроса способствовал повышению цен отечественных производителей и совпал с некоторым снижением импортных цен, вызванным ввозом из третьих стран (для традиционных поставщиков из стран ЕС действовало эмбарго) продукции более низкого качества.

Объемы российского экспорта очень малы (за период 2010–2017 гг. в среднем — 1,6 тыс. т в год) — так же, как и абсолютные значения коэффициентов в уравнении (16в), что свидетельствует об отсутствии явной тенденции в ценообразовании в условиях небольших объемов экспортных поставок.

Максимизация прибыли отечественными и зарубежными производителями рассчитывается по формулам:

$$\begin{aligned}\pi'_d(p_{di}) &= (\alpha_d + \alpha_x) - (\alpha_{11} + \alpha_{31})p_{di} + (\alpha_{12}(1+h_{mi}) + \alpha_{32})p_{mi} - (\alpha_{11} + \alpha_{31})mc_{di} = 0, \\ \pi'_m(p_{mi}) &= \alpha_m - \alpha_{21}p_{mi}(1+h_{mi}) + \alpha_{22}p_{di} - \alpha_{21}(p_{mi}(1+h_{mi}) - mc_{mi}) = 0\end{aligned}\quad (17)$$

и позволяет найти ценовое равновесие:

$$\begin{aligned}p_{di} &= \{(\alpha_d + \alpha_x) + (\alpha_{12}(1+h_{mi}) + \alpha_{32})p_{mi} + (\alpha_{11} + \alpha_{31})mc_{di}\} / 2(\alpha_{11} + \alpha_{31}), \\ p_{mi}(1+h_{mi}) &= \{\alpha_m + \alpha_{22}p_{di} + \alpha_{21}mc_{mi}\} / 2\alpha_{21}.\end{aligned}\quad (18)$$

Из предположения о максимизации прибыли отечественными и зарубежными производителями в базовом периоде мы можем оценить предельные издержки mc_{mi} и mc_{di} . Так как модель не может учесть влияния абсолютно всех факторов, а фирмы на практике не могут обеспечить оптимального выбора цен (в частности из-за отсутствия полной рыночной информации), значения предельных издержек могут быть рассчитаны с разной степенью приближения. Заметим, что величина предельных издержек с точки зрения ее соответствия фактическим значениям в данном случае большой роли не играет. Значение предельных издержек, принятое за постоянную величину и рассчитанное для базового периода, выполняет функцию некоторого постоянного параметра, который используется для оценки зависимости между ценой отечественных производителей и ценой импорта в прогнозном периоде.

Полагая неизменными функции спроса и величины предельных издержек в прогнозном периоде, можно построить зависимость между импортной ценой и ценой отечественных производителей для среднесрочной перспективы:

$$\begin{aligned}p_{mi}(1+h_{mi}) &= (\alpha_m + \alpha_{22}p_{di} + \alpha_{21}mc_{mi}) / 2\alpha_{21} = \\ &= (15274,41 - 0,104p_{di} + 0,07475 \times 32864,4) / (2 \times 0,075) = 368631,0 - 0,69584p_{di}.\end{aligned}\quad (19)$$

Заметим, что, применяя фактические данные для оценки параметров спецификаций (16а)–(16в), мы опирались на неявное предположение о том, что функции спроса в течение периода 2010–2016 гг. остаются неизменными. Таким образом, ценовая динамика в этом контексте является следствием сдвигов соответствующих функций предложения (если абстрагироваться от влияния случайных факторов), что вносит еще один элемент условности в полученные результаты.

3.2. Исходные данные для прогноза

Эластичности. В качестве эластичности спроса по цене в модели была использована величина одноименной эластичности, рассчитанной для Нидерландов (–1,325) (Bouamra-Mechemache et al., 2008). Значение эластичности спроса по доходу — 0,22 (Lechene, 2001); эластичность спроса на импорт сыра — 2,138 (Song, 2007); эластичность предложения — 0,28 (Rude, An, 2013).

Публикаций об оценке эластичности спроса на экспорт сыра совсем немного. Так, в одном из исследований (Khorchurklang, 2005) показано, что ни цена, ни абсолютная величина доходов населения заметного влияния на объем экспорта сыра из Австралии в Таиланд не оказывают, в то время как изменение доходов является значимым фактором. Поэтому для эластичности спроса на экспорт было принято нулевое значение. Анализ экспорта российского сыра также показал, что в условиях относительного дефицита предложения незначительное повышение цен совпало с небольшим увеличением малых объемов экспорта.

Источником российских данных об объемах производства, ценах производителей, доходах и численности населения является Росстат; источником данных о внешней торговле — International Trade Centre. Однако для корректного применения этих данных необходимо устранить некоторые проблемы:

1) в период 2001–2018 гг. классификация данных в Росстате дважды менялась (в 2010 и 2017 г.) — до 2009 г. данные по производству сычужных сыров публиковались регулярно, но в 2010 г. изменилась классификация сыров и вместо «сычужных» появились «твердые», «полутвердые» и «мягкие» сыры;

2) сопоставимость данных Федеральной таможенной службы (ФТС) РФ и данных Росстата — в статистических данных по внешней торговле категория сычужных сыров (а также твердых, полутвердых и мягких сыров) отсутствует как таковая.

Для преодоления указанных сложностей были приняты *два допущения*: 1) совокупность «твердых», «полутвердых» и «мягких» сыров с 2010 по 2017 г. рассматривается как «сычужные» сыры; 2) категории «сычужных» сыров (или совокупности «твердых», «полутвердых» и «мягких» сыров в нашем условном обозначении в таможенной статистике в наибольшей степени соответствует продуктовая группа с кодом ТН ВЭД ТС 040690 («Сыр (исключая свежий сыр, сыр из сыворотки, творог, плавленый сыр, сыр с голубыми прожилками)»), которая и использовалась в нашем дальнейшем анализе.

Все стоимостные данные модели дефлированы к базовому 2011 г.

3.4. Прогнозы

Вместе с прогнозами, выполненными на основе модели дифференцированной продукции, в дальнейшем анализе также будут применяться результаты прогноза модели AGLINK-COSIMO.

В российском модуле прогнозной модели AGLINK-COSIMO рынок сычужного сыра не выделен в качестве отдельной категории, поэтому нами были использованы прогнозные оценки для сыра в целом за период 2018–2025 гг. Результаты показали, что в среднесрочной перспективе объемы производства сычужного сыра должны расти, что является следствием положительной динамики внутреннего спроса на продукцию данного сектора. Спрос на сыр, выпускаемый отечественными производителями, вырос вследствие введения санкций, а особенно — продовольственного эмбарго в 2014 г., когда на внутреннем рынке образовался дефицит этой продукции. Этот результат подтверждается оценками модели AGLINK (темпы роста производства сычужного сыра примерно соответствуют темпам роста выпуска всей совокупности сыров) (табл. 2).

Более слабый прирост цены на продукцию отечественных производителей в прогнозном периоде (по сравнению с моделью AGLINK) можно объяснить растущими ограничениями спроса, вызванными среднесрочным снижением доходов населения. В условиях сокращения доходов населения спрос на сыры стал смещаться в более дешевые сегменты рынка (плавленые сыры и сырные продукты), что вынуждает производителей сычужного сыра сдерживать рост цен. Снижение цен на импортную продукцию может быть следствием применения более передовых технологий, более

Таблица 2. Прогноз динамики основных показателей рынка сычужного сыра РФ и российского рынка сыров (AGLINK-COSIMO)

Показатель	Год								
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2025/2018
Цена производителей, руб./кг	268	269	271	273	275	277	278	280	1,047
Цена производителей, руб./кг* (ОЭСР)	276	284	291	299	306	314	322	329	1,192
Импортная цена, руб./кг	182	181	180	179	177	176	175	174	0,952
Производство, тыс. т	333	334	335	335	336	337	337	338	1,013
Производство, тыс. т* (ОЭСР)	570,0	572,7	573,9	574,4	575,8	579,3	583,3	586,0	1,028
Экспорт, тыс. т	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	1,00
Экспорт, тыс. т* (ОЭСР)	44,7	46,7	48,8	50,8	52,9	55,0	57,0	59,1	1,323
Импорт, тыс. т	153,3	155,5	157,7	159,9	162,1	164,3	166,5	168,8	1,101
Импорт, тыс. т* (ОЭСР)	279,9	295,1	312,0	329,3	345,8	359,9	373,6	388,9	1,389
Потребление, тыс. т	484,0	486,8	489,5	492,4	495,2	498,0	500,9	503,8	1,041
Потребление, тыс. т* (ОЭСР)	805,2	821,1	837,1	852,8	868,7	884,3	899,9	915,8	1,137

Источник: расчеты модели (кроме отмеченных «*») — прогноз ОЭСР по модели AGLINK-COSIMO для всей совокупности сыров.

эффективных методов организации процессов производства и реализации, более низкими расходами на привлечение кредитных ресурсов и, как следствие, более высоким спросом, ожидаемым в среднесрочной перспективе. Ценовое преимущество зарубежных поставщиков сыра позволит им наращивать поставки сыра, которые должны возрасти к 2025 г. на 10,1%, что несколько ниже оценки прогноза модели AGLINK. Отметим, что внутренний спрос перемещается в более низкие ценовые сегменты рынка, которые доступны более широкому кругу отечественных потребителей, что может способствовать преимущественному развитию импорта недорогих сыров.

Стабилизация незначительных объемов экспорта свидетельствует об отсутствии позитивной динамики в отечественном производстве сычужных сыров. В данном случае прогноз модели AGLINK подтверждает некоторые перспективы улучшения ситуации в экспорте за счет увеличения объемов вывоза более низких по цене сортов сыра. Рост же потребления будет преимущественно обеспечиваться импортной продукцией.

* * *

Проведенный нами анализ показал, что в перспективе ожидается относительное превышение объемов производства отечественных сычужных сыров над ввозом и потреблением импорта. Цены производителей будут расти, в то время как цена импортных сыров будет снижаться. Значительная часть спроса в связи с сокращением денежных доходов населения будет перемещаться в более доступные по цене продуктовые сегменты.

В текущих условиях макроэкономической неустойчивости разработка прогнозов играет важную роль. Прогнозы обеспечивают предсказуемость развития товарных рынков и способствуют формированию элементов стабильности на микроуровне.

Представленная в работе модель является удобным инструментом для анализа товарных рынков дифференцированной продукции, которые получили широкое распространение в экономической практике.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Уравнение (13) можно представить в развернутом виде:

$$\begin{aligned}
 & S_0 \left(1 + e_S \left(\frac{p_{di,T}}{p_{di,0}} - 1 \right) \right) + M_0 \left(1 + e_M \left(\frac{u - v p_{di,T}}{p_{mi,0}} - 1 \right) \right) - X_0 \left(1 + e_X \left(\frac{p_{di,T}}{p_{di,0}} - 1 \right) \right) = \\
 & = \left\{ D_{di,0} \left(1 + e_{IN} \left((1 + In)^T - 1 \right) + e_D \left(\frac{p_{di,T}}{p_{di,0}} - 1 \right) \right) + D_{mi,0} \left(1 + e_{IN} \left((1 + In)^T - 1 \right) + e_M \left(\frac{u - v p_{di,T}}{p_{mi,0}} - 1 \right) \right) \right\} (1 + Pop)^T.
 \end{aligned}$$

Выделим члены с $p_{di,T}$:

$$(S_0 + M_0 - X_0) - (S_0 e_S + M_0 e_M - X_0 e_X) + \frac{M_0 u e_M}{p_{mi,0}} + p_{di,T} \left(\frac{S_0}{p_{di,0}} e_S - \frac{M_0 v}{p_{mi,0}} e_M - \frac{X_0}{p_{di,0}} e_X \right) = \left\{ (D_{di,0} + D_{mi,0}) \times \right. \\ \left. \times (1 + ((1 + In)^T - 1) e_{IN}) - (D_{di,0} e_D + D_{mi,0} e_M) + \frac{D_{mi,0} u}{p_{mi,0}} e_M + p_{di,T} \left(\frac{D_{di,0}}{p_{di,0}} e_D - \frac{D_{mi,0} v}{p_{mi,0}} e_M \right) \right\} (1 + Pop)^T -$$

и сгруппируем их:

$$p_{di,T} \left(\left(\frac{D_{di,0}}{p_{di,0}} e_D - \frac{D_{mi,0} v}{p_{mi,0}} e_M \right) (1 + Pop)^T - \left(\frac{S_0}{p_{di,0}} e_S - \frac{M_0 v}{p_{mi,0}} e_M - \frac{X_0}{p_{di,0}} e_X \right) \right) = \\ = (S_0 + M_0 - X_0) - (S_0 e_S + M_0 e_M - X_0 e_X) + M_0 u e_M / p_{mi,0} - \\ - \left((D_{di,0} + D_{mi,0}) (1 + ((1 + In)^T - 1) e_{IN}) - (D_{di,0} e_D + D_{mi,0} e_M) + D_{mi,0} u e_M / p_{mi,0} \right) (1 + Pop)^T.$$

Из этого уравнения достаточно выразить p_{di} , чтобы получить (14).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Дорн Ю.** (2018). Как сыр в масле? // *Сиб.фм.* Режим доступа: <https://sib.fm/articles/2018/02/28/kak-syr-v-masle> [Dorn Yu. (2018). How is cheese in butter (in clover)? *Sib.fm*. Available at: <https://sib.fm/articles/2018/02/28/kak-syr-v-masle> (in Russian).]
- Герасимов В.** (2019). Чем алтайские сыроделы привлекают клиентов в условиях жесткой конкуренции // *Алтайская правда*. 2 сентября. Режим доступа: <https://www.ap22.ru/paper/Chem-altayskie-syrodely-privlekayut-klientov-v-usloviyah-zhestkoy-konkurentsii.html> [Gerasimov V. (2019). What Altai cheese makers attract customers in the face of fierce competition. *Altay Truth*, September 2. Available at: <https://www.ap22.ru/paper/Chem-altayskie-syrodely-privlekayut-klientov-v-usloviyah-zhestkoy-konkurentsii.html> (in Russian).]
- Лиманова Е.Г., Буфетова Л.П.** (2002). Основы экономики. Экономический факультет Новосибирского государственного университета. [Limanova E.G., Bufetova L.P. (2002). *Fundamentals of economics*. Faculty of economics, Novosibirsk State University (in Russian).]
- Перехожук А.** (2013). Анализ экспортных рынков и ценообразования на мировых рынках зерновых культур // *APK-Inform*. 13 июля. Режим доступа: <http://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1018758#.WRwvWtSLTGg> [Perekhozhuk A. (2013). Analysis of export markets and pricing in world grain markets. *APK-Inform*. Available at: <http://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1018758#.WRwvWtSLTGg> (in Russian).]
- Сипитц С.О., Романенко И.А., Строков С.Н., Евдокимова Н.Е., Абрамов А.А.** (2009). Долгосрочные прогнозы развития агропродовольственных рынков России. Москва: ВИАПИ: ЭРД. [Siptits S.O., Romanenko I.A., Strokov S.N., Evdokimova N.E., Abramov A.A. (2009). *Long-term forecasts for the development of agri-food markets in Russia*. Moscow: VIAP: ERD (in Russian).]
- Сток Д., Уотсон М.** (2015). Введение в эконометрику. М.: Дело. [Stock J., Watson M. (2015). *Introduction to econometrics*. 3rd edition. Moscow: Delo (in Russian).]
- Тарасевич Л.С., Гальперин В.М., Игнатьев С.М.** (2004). 50 лекций по микроэкономике. СПб.: Экономическая школа. Т. 1. С. 437. [Tarasevich L.S., Gal'perin V.M., Ignat'ev S.M. (2004). *50 lectures on microeconomics*. Saint Petersburg: Ekonomicheskaja shkola. Vol. 1, 437 (in Russian).]
- Aglink-cosimo model documentation A partial equilibrium model of world agricultural markets* (2015). OECD. Available at: <http://www.agri-outlook.org/about/Aglink-Cosimo-model-documentation-2015.pdf>
- Allen P.** (1994). Economic forecasting in agriculture. *International Journal of Forecasting*, 10, 81–135.
- Arnade C., Pick D., Gopinath M.** (2007). Measuring the degree of retail competition in U.S. cheese markets. *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, 5 (1), 1151–1151.
- Bouamra-Mechemache Z., Réquillart V., Soregaroli C., Trévisiol A.** (2008). Demand for dairy products in the EU. *Food Policy*, 33, 644–656.
- Carter C., MacLaren D., Yilmaz A.** (1999). How competitive is the world wheat market? *Working Papers 11973*. Davis, University of California, Department of Agricultural and Resource Economics.
- Chavas J.-P.** (2008). On storage behavior under imperfect competition, with application to the American cheese market. *Review of Industrial Organization*, 33, 325–339.

- Engle R., Granger C. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55, 2, 251–276.
- Hertel T.W. (ed.) (1997). *Global trade analysis: Modeling and applications*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Kamin S., Marazzi M., Schindler J. (2006). The impact of Chinese exports on Global import prices. *Review of International Economics*, 14 (2), 179–201.
- Khorchurklang S. (2005). *Factors influencing Australia's dairy product exports to Thailand: 1980–2002*. Victoria Graduate School of Business Faculty of Business and Law Victoria University. Available at: <http://vuir.vu.edu.au/384/>
- Lechene V. (2001). *Income and price elasticities of demand for foods consumed in the home*. ECON2135. University of New Brunswick. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/c384/d29d9fb4993d265c9bed5be20f6d984b09c3.pdf>
- Rude J., An H. (2013). Trans-pacific partnership: Implications for the Canadian industrial dairy sector. *Canadian Public Policy — Analyse de politiques*, 39, 3.
- Shields D. (2010). Consolidation and concentration in the U.S. dairy industry. *Congressional Research Service*. April 27. Available at: <https://nationalaglawcenter.org/wp-content/uploads/assets/crs/R41224.pdf>
- Song W. (2007). *Import demand elasticities for agricultural products in Korea: Policy implications of agricultural trade liberalization*. Korea Economic Research Institute. Available at: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=KR2008003038>
- Soregaroli S., Schokai P., Moro D. (2011). Agricultural policy modelling under imperfect competition. *Journal of Policy Modeling*, 33, 195–212.
- Stock J., Watson M. (1988). Variable Trends in Economic Time Series. *Journal of Economic Perspectives*, 2, 3, 147–174.
- Wang D., Parton K.A., Deblitz C. (2008). Impact of potential dairy-beef production on China's beef supply, demand and international trade. *Australasian Agribusiness Review*, 16, 18, 1–18.

The model of differentiated products market for its development forecasting (on the example of the cheese market)

© 2020 K.G. Borodin

K.G. Borodin,

All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov — a branch of Federal State Budget Research Institute "Federal Scientific Center for Agrarian Economy and Social Development of Rural Territories — All-Russian Research Institute of Agricultural Economics", Moscow, Russia; e-mail: borkg_cd@mail.ru

Received 06.08.2019

This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 19-010-00098).

The author is deeply grateful to the anonymous reviewer for valuable comments and suggestions that have significantly improved the manuscript.

Abstract. We developed a partial equilibrium model for assessing the development forecasts for the horizontally differentiated products market, which allows us to predict the main parameters of the supply and demand of the commodity market. The model includes two sub-models. Using the pricing model in the market for differentiated products with two competitors, the parameters of price equilibrium are determined. The estimates obtained are then used in the forecast model. The practical possibilities of the model are demonstrated on the example of the Russian rennet cheese market. An analysis of the forecast showed that in the future it is expected to equalize the rate of domestic production and imports. Producer prices will rise, while the import price are likely to decline. The growth in consumption will mainly be ensured by imports. A significant part of the demand due to a decrease in the population's cash income will move to more affordable food segments. The forecast model for the development of commodity markets for differentiated products is a one-sector model of partial equilibrium and is intended for government bodies that make decisions on the development and justification of economic policy measures.

Keywords: imperfect competition, differentiated products market, partial equilibrium model, development forecast, cheese market.

JEL Classification: C51, C53, F17, P23.

DOI: 10.31857/S042473880010497-5