

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

Н. А. Моисеев¹

РЭУ имени Г. В. Плеханова (Москва, Россия)

И. А. Внуков²

РЭУ имени Г. В. Плеханова (Москва, Россия)

Е. Е. Ребека³

РЭУ имени Г. В. Плеханова (Москва, Россия)

УДК: 303.725.34

doi: 10.55959/MSU0130-0105-6-59-3-2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ В РАМКАХ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ КОНКУРЕНЦИИ⁴

Данная статья посвящена моделированию ценового баланса в контексте конкуренции между отраслями. Несмотря на проработанность тематики ценовой конкуренции в экономической теории, вопрос влияния производственной зависимости производителей на динамику ключевых показателей экономических агентов остается открытым. Авторы предлагают методику моделирования конкуренции в рамках межотраслевого баланса и оценивают влияние производственной взаимозависимости на экономическую динамику отраслей. Гипотеза данного исследования заключается в том, что динамика показателей при наличии производственной зависимости между отраслями, задаваемой производственной матрицей, будет отличаться от динамики показателей независимых отраслей. Результаты исследования показывают, что определенный уровень конкуренции приносит больше прибыли для всех конкурирующих отраслей, чем при ее полном отсутствии, что противоречит современным положениям экономической теории. Также было показано, что с дальнейшим увеличением уровня конкуренции маржинальность конкурирующих отраслей снижается, особенно в случае их малой взаимозависимости. Остальные отрасли, производящие продукцию для отраслей-конкурентов, получают все большую выгоду при повышении уровня конкуренции за счет снижения издержек. Общий выпуск увеличивается мед-

¹ Моисеев Никита Александрович — д.э.н., профессор кафедры математических методов в экономике, РЭУ имени Г. В. Плеханова; e-mail: moiseev.na@rea.ru, ORCID: 0000-0002-5632-0404.

² Внуков Иван Андреевич — аспирант кафедры математических методов в экономике, РЭУ имени Г. В. Плеханова; e-mail: jvnukov@yandex.ru, ORCID: 0009-0003-8039-3392.

³ Ребека Евгений Евгеньевич — студент, РЭУ имени Г. В. Плеханова; e-mail: rebeka.ee@yandex.ru, ORCID: 0009-0000-5364-3112.

© Моисеев Никита Александрович, 2024 

© Внуков Иван Андреевич, 2024 

© Ребека Евгений Евгеньевич, 2024 

⁴ Работа выполнена в рамках проекта Российского научного фонда (проект 22-78-10150) («Разработка системы оценки и оптимального планирования реализации государственных экономических проектов в условиях геополитических рисков»)

леннее в ситуации независимых отраслей, поскольку в случае зависимости требуется больше выпуска для функционирования отраслей. Увеличение числа конкурентов изменяет скорость реакции отраслей на изменения рыночной ситуации. Оптимальный уровень конкуренции с целью максимизации прибыли отраслей-конкурентов сохраняется только в случае взаимозависимости отраслей. Результаты исследования могут быть полезными для формирования стратегий развития отраслей и принятия решений на уровне отраслевой и государственной политики.

Ключевые слова: межотраслевой баланс, конкуренция, оптимизация, ценовая политика, экономическая теория, моделирование.

Цитировать статью: Моисеев, Н. А., Внуков, И. А., & Ребека, Е. Е. (2024). Моделирование ценовой политики экономических агентов в рамках межотраслевой конкуренции. *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*, 59(3), 21–39. <https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-59-3-2>.

N. A. Moiseev

Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia)

I. A. Vnukov

Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia)

E. E. Rebeka

Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia)

JEL: C61, A12, C31, C54

MODELING PRICING POLICY OF ECONOMIC AGENTS IN THE FRAMEWORK OF INTERSECTORAL COMPETITION

The paper examines modeling price balance in the context of competition between industries. Despite an extensive study of this topic, the question of the influence of production dependence on price dynamics remains open. The authors propose a methodology for modeling competition within the intersectoral balance and evaluate the impact of production interdependence on industries. The hypothesis of this study is that the dynamics of indicators in the presence of production dependence between industries will differ from the dynamics of indicators of independent industries. The findings show that a certain level of competition brings more profit for all competing industries than with its complete absence, which contradicts modern provisions of economic theory. It was shown that with a further increase in the level of competition, the marginality of competing industries decreases. Other industries that provide products for competing industries are increasingly benefiting from increased competition through lower costs. Total output increases more slowly in a situation of independent industries, because in the case of dependence, more output is required for the functioning of industries. The increase in the number of competitors changes the speed of the reaction of industries to changes in the market situation. The optimal level of competition in order to maximize the profits of competing industries is maintained only in the case of interdependence of industries. The results of the study can be useful for the formation of strategies for the development of industries and decision-making at the level of industry and government policy.

Keywords: interindustry balance, competition, optimization, price policy, economic theory, modeling.

To cite this document: Moiseev, N. A., Vnukov, I. A., & Rebeка, E. E. (2024). Modeling pricing policy of economic agents in the framework of intersectoral competition. *Lomonosov Economics Journal*, 59(3), 21–39. <https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-59-3-2>

Введение

В современных быстро меняющихся экономических условиях исследование механизмов формирования ценового баланса в экономике становится все более сложной и многогранной задачей. Особое внимание в этом контексте заслуживает роль конкуренции внутри отраслей, которая способствует формированию ценового баланса и определяет стратегии поведения участников рынка.

Анализируя научные исследования, посвященные моделированию ценовой конкуренции, можно отметить большую проработанность тематики. Так, были разработаны методы анализа конкурентной среды как в статике, так и в динамике. В статье (Bergemann, Välimäki, 2006) рассматривается ценовая конкуренция между одним покупателем и несколькими продавцами в динамической среде. На моделях показывается, что цена приходит в равновесие в случаях с конечным и бесконечным горизонтами. Однако в случае конечного горизонта эффективные равновесия, как правило, не достигаются.

Статья (Martínez-de-Albéniz, Talluri, 2011) посвящена динамической ценовой конкуренции между продавцами с фиксированными мощностями при наличии стохастического спроса. Авторы устанавливают уникальное субигровое идеальное равновесие в условиях дуополии, где продавцы участвуют в конкуренции Бертрана. Фирма с меньшими мощностями продает все свои товары раньше конкурента, получая прибыль за счет более высоких продаж единицы продукции, но по более низким ценам. Фирма с большими мощностями продает с меньшей вероятностью, но по более высоким ценам. Исследуются также расширения на несколько типов клиентов, неопределенные оценки и дифференцированные продукты. Модель позволяет понять динамику конкуренции, стратегии ценообразования, решения о вводе мощностей и влияние меняющихся оценок потребителей.

В работе (Farahat, Perakis, 2011) рассматривается эффективность ценовой конкуренции между многопродуктовыми фирмами в дифференцированных олигополиях. В рамках общей аффинной модели спроса показывается, что общий излишек (сумма прибыли отрасли и излишка потребителей) в условиях конкуренции составляет не менее 75% от максимального общего излишка, достижимого централизованным планировщиком. Показывается также, что ценовой сговор может увеличить общий излишек и что конкуренция в целом не дает Парето-эффективного компромисса

между прибылью отрасли и излишком потребителей, однако максимальное отклонение совокупного излишка от Парето-оптимального составляет менее 10%. В статье (Engelhardt, 2015) автор представляет симуляцию рынка ценополучателей. Эта симуляция демонстрирует, что поведение ценополучателей является естественным результатом условий совершенной конкуренции.

Более того, были попытки проиллюстрировать, что с социальной точки зрения существует оптимальный уровень конкуренции, который находится ниже уровня совершенной конкуренции (Branco, Villas-Boas, 2011). В исследовании (Kaufman, 2013) также подчеркивается, что средний уровень конкуренции является оптимальным с позиции экономической эффективности, обычно измеряемой как сумма излишков потребителей и производителей.

Статья (Сорокин и др., 2019) посвящена проведению вычислительного эксперимента по моделированию динамики объема продаж поставщика в условиях конкуренции с учетом различных начальных условий. В эксперименте учитывается влияние изменения цен на продукцию в зависимости от объема продаж, а также принимается во внимание состояние местного рынка и максимальная покупательная способность. Анализируются влияния изменения объема продаж, вызванного конкуренцией, на цену продукта, учитываются потребительские предпочтения в отношениях «потребитель — поставщик» и установление взаимосвязи между ценообразованием и моделью конкуренции «поставщик — поставщик». Авторы используют эвристические методы имитационного моделирования и метод аналогии для разработки математической модели, имитирующей динамику рыночной цены и объема продаж.

В статье (Иванов, Кольчев, 2021) рассматривается конкурентное взаимодействие между производителями легких самолетов на дуопольном рынке в условиях ценовой конкуренции. В исследовании используются имитационные модели и математическое моделирование для анализа экономических параметров, таких как оптимальные цены, объемы выпуска, доходы и прибыль, возникающие в результате конкурентного взаимодействия. Проведенный численный эксперимент выявляет влияние производственных затрат на цены, спрос и результаты рынка. Модель помогает определить ценовые стратегии, исходя из целей участников по максимизации прибыли и заданной функции спроса. Анализ показывает, что фирмы с более низкими производственными затратами имеют конкурентное преимущество, что приводит к повышению спроса и увеличению прибыли в равновесном состоянии.

Однако имеющиеся на данный момент работы не учитывают фактор взаимозависимости экономических субъектов, который имеет большое влияние и выражается в наличии мультипликативных эффектов. Фирмы и отрасли рассматриваются как технологически независимые субъекты,

что на практике не всегда соблюдается. Таким образом, несмотря на большое количество работ, посвященных моделированию ценовой конкуренции между фирмами (отраслями) и общую проработанность тематики в экономической теории, в литературе существуют недостаточно проработанные моменты, которые могут быть учтены с помощью дополнительных характеристик рынка, таких как производственные взаимозависимости. С позиции фирмы традиционно считается, что чем ниже уровень конкуренции, тем выше прибыль, однако эта зависимость может быть иной при учете производственной зависимости экономических агентов.

Производственные отношения возможно учесть с помощью производственной матрицы, являющейся одним из ключевых элементов в теории межотраслевого баланса (МОБ), суть которой заключается в построении таблиц «затраты — выпуск» (Timmer et al., 2015), где строки отображают производственный выпуск каждой отрасли, а столбцы — производственное потребление каждой отрасли. Базовой моделью методологии является модель В. В. Леонтьева (Леонтьев, 1990), созданная в первой половине XX в. и получившая свое развитие в таких работах, как (Яременко, 1981; Ершов, 2008). Однако в данной области остается открытым вопрос ценового моделирования и связанных с ним проблем. Большинство работ (Kratena, 2005; Bodestein et al., 2020) основаны на нахождении цен с помощью модели равновесных цен Леонтьева (Леонтьев, 1990), имеющей свои недостатки. К примеру, необходимость наличия вектора добавленной стоимости, который редко бывает известен на практике.

Проблема исследования заключается в том, что существующие модели ценового баланса (Sharify, Sancho, 2011) часто не учитывают специфику конкурентной борьбы между экономическими агентами, которые стремятся к максимизации прибыли. Современная экономическая теория и практика сталкиваются с вызовами, связанными с возрастающей сложностью и разнообразием конкурентной среды внутри отраслей. Конкуренция может проявляться через различные механизмы, такие как инновации, дифференциация продукции, ценообразование и стратегии маркетинга. Так, исследования в области межотраслевого баланса не учитывают фактор конкуренции, в то время как экономические исследования, изучающие конкуренцию, не всегда учитывают технологические взаимозависимости агентов.

Целью данного исследования является изучение влияния конкуренции отраслей на установление ценового баланса с учетом производственных взаимоотношений экономических агентов. Предлагается методика расчета и анализа ценового баланса, учитывающая специфику конкуренции. Анализируются два сценария: в условиях технологической независимости агентов и в условиях наличия такой зависимости. При этом вводятся основные факторы, влияющие на ценовое равновесие: спрос на товары и услуги отраслей со стороны конечных потребителей, производственные

взаимосвязи между отраслями (доли взаимного потребления продукции отраслей) и уровень цен отраслей.

Методология исследования

Подход, представленный в данной методологии, основывается на принципах теории межотраслевого баланса, выявленных в предшествующих исследованиях. Элементы, применяемые здесь, включают матрицу «затраты — выпуск» (1), описывающую производственный результат i -й отрасли в объеме x_{ij} , потребляемый j -й отраслью, и соответствующие расходы j -й отрасли на объем x_{ij} продукции i -й отрасли, необходимый для собственного производства.

$$M = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nn} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где x_{ij} — производство i -й отрасли, которое потребляется j -й отраслью.

Описание процесса производства осуществляется через производственную матрицу, в которой коэффициенты прямых затрат выступают в роли факторов пропорциональности (2).

$$a_{ij} = x_{ij} / x_j, \quad (2)$$

где a_{ij} — каждый элемент матрицы A ;

x_{ij} — каждый элемент в таблице прямых затрат (по строкам);

x_j — общий выпуск каждой отрасли (Miller, Blair, 2009).

Здесь следует подчеркнуть, что каждый продукт может быть произведен исключительно в определенной отрасли, и производственное потребление напрямую пропорционально производству в потребляющих отраслях. Производственная матрица принимает следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Конечное потребление продукции отраслей (домохозяйствами, государством и так далее) представлено как Y . Вектор конечного производства обозначается как X . Конечный выпуск является суммой прямых затрат и конечного потребления

$$X = AX + Y. \quad (4)$$

Вектор конечного выпуска представлен в следующей форме:

$$X = (I - A)^{-1} Y, \quad (5)$$

где I — единичная матрица, соответствующая размерности матрицы A (Aroche Reyes, Marquez Mendoza, 2013).

Чтобы смоделировать динамику цен и связанные с ними показатели, сначала выявляются ключевые детерминанты, которые влияют на решения отраслей о ценовой и производственной политике. В данной модели такими детерминантами являются спрос со стороны конечных потребителей и спрос со стороны отраслей.

Спрос конечных потребителей на продукцию задан в виде линейной функции от цены

$$Q(P) = B \times P + \theta, \quad (6)$$

где $B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix}$, $\theta = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \vdots \\ \theta_n \end{bmatrix}$,

P — вектор цен отраслей;

q_i — спрос на продукцию i -й отрасли;

θ_i и b_{ij} — параметры спроса на продукцию i -й отрасли в зависимости от цены j -й отрасли.

В данной модели объем физического потребления продукции каждой отрасли определяется уровнем спроса. Применяется линейная модель спроса, предполагая, что вблизи текущего ценового равновесия любую зависимость спроса от цены можно аппроксимировать линейной функцией (для нормальных экономических благ увеличение цены негативно влияет на величину спроса) (Горбунов, 2009). Модель предусматривает изменение параметров спроса b для каждой отрасли в экспериментальных целях.

В рамках экономической теории параметр θ определяет критический уровень потребления физического объема товаров при минимальных ценах, в то время как параметр b неявно описывает эластичность ценового спроса (т.е. изменение спроса на товары при увеличении цен). Методология учитывает возможность замещения и комплементарности товаров разных отраслей, что определяется элементами матрицы B , расположенными вне диагонали.

В данной работе предпринята попытка исследовать сценарий, в котором спрос на продукцию каждой отрасли взаимосвязан, подразумевая, что товары различных отраслей являются взаимозаменяемыми для конечных потребителей, т.е. при повышении (снижении) цены одного товара увеличивается (уменьшается) спрос на другой связанный товар. Эту зависимость можно выразить с помощью матрицы B :

$$B = \begin{vmatrix} b_{11} \pm \Delta b_{11} & b_{12} \mp \Delta b_{12} & \cdots & b_{1n} \mp \Delta b_{1n} \\ b_{21} \mp \Delta b_{21} & b_{22} \pm \Delta b_{22} & \cdots & b_{2n} \mp \Delta b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} \mp \Delta b_{n1} & b_{n2} \mp \Delta b_{n2} & \cdots & b_{nn} \pm \Delta b_{nn} \end{vmatrix}. \quad (7)$$

Таким образом, имеется возможность моделировать сокращение спроса на один вид продукции при одновременном увеличении спроса на другой вид, т.е. варьировать параметр, отвечающий за уровень конкуренции в отрасли (Δb_{ij}). Например, при падении спроса на продукцию i -й отрасли параметр b_{ij} сократится на величину, равную сумме приростов параметров b_{ij} связанных отраслей, где j — номер отрасли от 1 до n . Уровень конкуренции определяется степенью взаимозаменяемости продукции. Совершенная конкуренция является утрированной ситуацией, когда потребитель полностью переключается на наиболее выгодный товар-заменитель, т.е. для i -й отрасли $b_{ii} \rightarrow -\infty$.

Аналогично при моделировании спроса на товары-комплементы изменение параметров b будет однонаправленным для отраслей, производящих дополняющие товары. Параметры могут варьироваться от отрасли к отрасли так, что падение спроса для одной отрасли может не означать аналогичный рост спроса на продукцию конкурирующей отрасли.

Одно из ключевых предположений модели — наличие знаний о параметрах спроса на продукцию каждой отрасли, которые можно определить эмпирически на основе статистических данных или метода опроса. Таким образом, с помощью данной модели имеется возможность моделировать не только изменение величины спроса, связанного с ценовым фактором, но также и сдвиги спроса, объясняемые экономическими факторами.

В данном контексте вектор цен представлен следующим образом:

$$P = \begin{pmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix}, \quad (8)$$

где P — вектор цен отраслей;

$p_{1, \dots, n}$ — уровни цен в отраслях 1, ..., n соответственно.

Следовательно, элементы вектора физического объема представляют собой функции от цены физического объема каждой отрасли:

$$Q(P) = \begin{pmatrix} q_1(P) \\ \vdots \\ q_n(P) \end{pmatrix}, \quad (9)$$

где $Q(P)$ — вектор физического объема;

$q_{1, \dots, n}$ — объем реализованной продукции в отраслях $1, \dots, n$ соответственно.

Конечное потребление может быть представлено следующим образом:

$$Y = P \circ Q(P), \quad (10)$$

где $P \circ Q(P)$ — произведение Адамара (поэлементное умножение матриц).

С учетом формул (5) и (9) конечный выпуск можно выразить так:

$$X = (I - A)^{-1} \times P \circ Q(P). \quad (11)$$

Общий объем реализованной продукции рассчитывается как отношение выпуска к уровню цен:

$$QT = X \circ \frac{1}{P}. \quad (12)$$

Под влиянием изменения цен отраслей и технологических трансформаций производственная матрица может подвергаться модификациям. Воздействие цен на данную матрицу выражается через пропорциональный рост затрат на комплектующие продуктов при увеличении цен. Таким образом, происходит изменение производственной матрицы отраслей в форму (13), поскольку затраты отрасли напрямую коррелируют с изменениями цен на продукцию связанных отраслей.

$$A_p = PN \circ A, \quad (13)$$

$$\text{где } PN = \begin{pmatrix} 1 & \frac{p_1}{p_2} & \dots & \frac{p_1}{p_n} \\ \frac{p_2}{p_1} & 1 & \dots & \frac{p_2}{p_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{p_n}{p_1} & \frac{p_n}{p_2} & \dots & 1 \end{pmatrix}.$$

Целевая функция, которую отрасль стремится максимизировать при принятии решений, может быть представлена как добавленная стоимость по отрасли (14). Добавленная стоимость определяется как разница между выпуском и затратами. Следовательно, задача максимизации сводится к (15).

$$PR = X - (E_n^T \times A_p)^T \circ X \text{ или} \quad (14)$$

$$PR = (E_n - (PN \circ A)^T \times E_n) \circ \left((I_n - PN \circ A)^{-1} \times P \circ Q(P) \right) \rightarrow \max, \quad (15)$$

где PR — вектор добавленной стоимости отраслей;
 E_n — единичный вектор-столбец размерности n ;
 I_n — единичная матрица размерности $n \times n$.

Проведя ряд математических преобразований, добавленную стоимость из (15) можно также представить в форме (16). Равновесие достигается в точке, соответствующей удовлетворению условия равенства нулю производной функции добавленной стоимости i -й отрасли по ее цене ($\frac{\partial PR_i}{\partial p_i} = 0$). Это условие формулируется как система линейных уравнений, так как функция (16) имеет параболический характер.

$$PR = \left((I_n - A^T) \times P \right) \circ \left((I_n - A)^{-1} \times (B \times P + \theta) \right). \quad (16)$$

Аналитическое решение для этой системы линейных уравнений выражается следующим образом:

$$P_{opt} = - \left(B + (I_n - A) \times \left(\text{diag}(I_n - A^T) \right)^{-1} \times \text{diag} \left((I_n - A)^{-1} \times B \right) \times (I_n - A^T) \right)^{-1} \times \theta, \quad (17)$$

где $\text{diag}(\ast)$ — диагональная матрица с диагональными элементами, равными диагональным элементам матрицы \ast .

Возможно оценить эффективность производственного процесса, вычислив маржу добавленной стоимости по отраслям (18). Это позволяет оценить уровень успешности производственного процесса и величину добавленной стоимости, которую отрасли генерируют.

$$\text{Margin}_i = PR_i \times X_i^{-1}. \quad (18)$$

Результаты

В исследовании были проведены эксперименты, в которых параметры спроса и производственной структуры непрерывно менялись во времени, при этом отслеживались реакции отраслей.

Производственная матрица в первом случае задавалась таким образом, чтобы между конкурирующими отраслями была производственная зависимость. Например, производственная матрица для трех отраслей с двумя конкурентами задана как:

$$A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,2 & 0,2 \\ 0,2 & 0,3 & 0,2 \\ 0,2 & 0,2 & 0,3 \end{pmatrix}. \quad (19)$$

Во втором случае конкурирующие отрасли независимы, т.е. для трех отраслей матрица приняла следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0 & 0,2 \\ 0 & 0,3 & 0,2 \\ 0,1 & 0,1 & 0,3 \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Для трех отраслей параметры спроса приняли следующий вид:

$$B = \begin{vmatrix} -5 & 0 & 0 \\ 0 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & -5 \end{vmatrix}, \theta = \begin{vmatrix} 200 \\ 200 \\ 200 \end{vmatrix}. \quad (21)$$

Параметры спроса b менялись для всех отраслей. Изменение параметров по диагонали матрицы B происходило в отрицательную сторону, а вне диагонали — в положительную сторону (22). С ростом количества отраслей изменение диагонали матрицы B увеличивалось.

$$\begin{aligned} \Delta b_{ii} &= -0,1 \\ \Delta b_{ij} &= 0,1 \end{aligned} \quad (22)$$

Таким образом, конкуренты имеют равные производственные зависимости, т.е. находятся в абсолютно равных условиях. Для всех конкурирующих отраслей уровень конкуренции увеличивается — элементы на диагонали матрицы B уменьшаются, а вне диагонали — увеличиваются. Поэтому изменение показателей для них будет одинаковым. Целью экспериментов является анализ динамики различных показателей конкурирующих отраслей и независимой отрасли, не конкурирующей с ними.

Конкуренты участвуют в цепочке взаимодействий, протяженностью в 400 операций, причем на каждом этапе каждый из участников устанавливает цену на свою продукцию. Установление этой цены основывается на матрице взаимосвязи, которая определяет, как изменение цены одного участника влияет на остальных, а также на предложении и затратах на товар. Интенсификация конкуренции между участниками отрасли наблюдается вследствие снижения потребления товаров одних отраслей и переориентации потребителей на продукцию других отраслей.

Таким образом, спрос, задаваемый матрицей B , изменяется с течением времени. Базовый спрос на продукты всех агентов снижается, а конкуренция увеличивается. На каждом шаге агенты выбирают свою цену, исходя из текущего спроса, своих затрат и взаимодействия с другими агентами. Эта цена затем используется для вычисления прибыли, количества продаж и маржи.

Эксперимент 1

В рамках данного эксперимента смоделированы две условные ситуации: когда конкурирующие отрасли взаимозависимы и когда они функционируют независимо (рис. 1). При идентичных условиях эти отрасли имеют

идентичные показатели. Рассматривается случай, при котором две отрасли находятся в состоянии конкуренции. Различные условия обозначены цветами: черным — ситуация наличия зависимости («зависимость»), синим — ситуация производственной независимости («независимость»). Пунктирная кривая отображает динамику показателей отрасли, которая не конкурирует с другими.

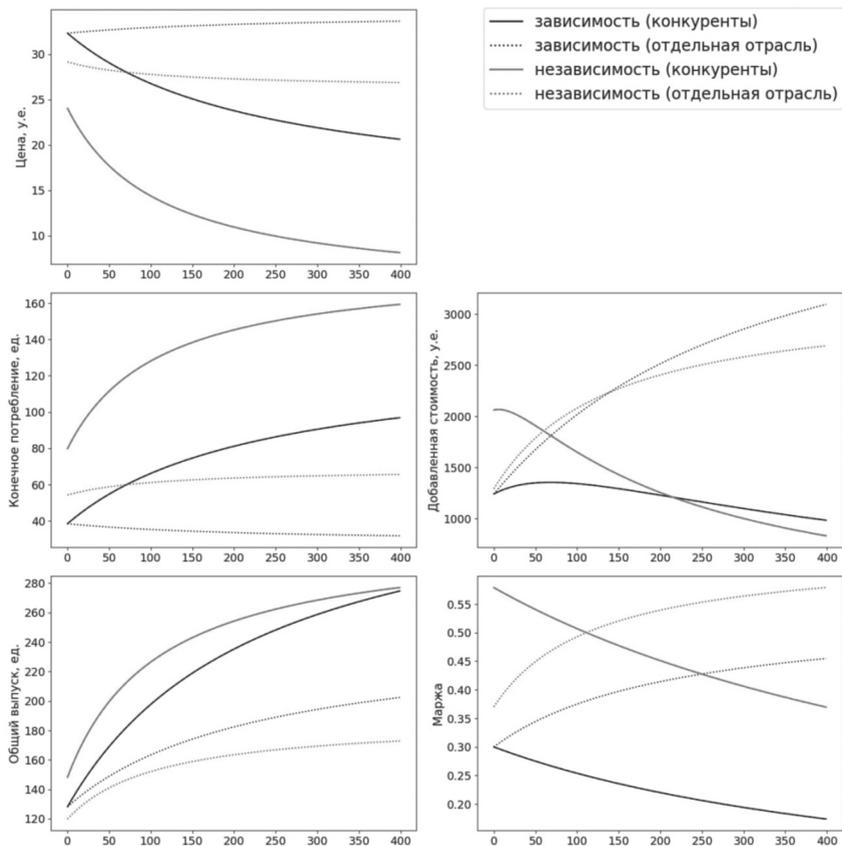


Рис. 1. Динамика показателей отраслей при технологической зависимости и независимости конкурирующих отраслей (два конкурента)

Источник: составлено авторами.

По всем графикам наблюдаются нелинейные эффекты. В обоих случаях цены конкурирующих отраслей падают, а отдельных отраслей — растут в случае зависимости и падают в случае независимости. Это связано со снижением уровня издержек, зависящем от цен конкурентов, которые в случае независимости снизились гораздо существенней.

Конкуренты нацелены на удовлетворение спроса конечного потребителя, который покупает больше продукции по меньшей цене. Соответствующим образом конечное потребление для конкурирующих отраслей увеличивается, а отрасль, не участвующая в конкуренции, снижает производство товаров для конечного рынка вследствие роста цен и падения величины спроса.

Анализ графиков добавленных стоимостей позволяет сделать вывод о наличии оптимального уровня конкуренции для зависимых конкурирующих отраслей. Об этом свидетельствуют увеличение добавленной стоимости на первых шагах и ее дальнейшее сокращение. Однако маржинальность в обоих случаях снижается на всем протяжении анализируемого участка. Особенно сильное снижение наблюдается в случае производственной независимости отраслей. При этом отдельная отрасль в обоих случаях наращивает добавленную стоимость, а случай производственной независимости конкурирующих отраслей для нее является более выгодным, поскольку цены конкурентов низкие, и, следовательно, низкие у данной отрасли более низкие издержки.

Общий выпуск увеличивается медленнее в ситуации технологически независимых отраслей, поскольку отсутствует промежуточный спрос на продукцию отраслей конкурентов, и выпуск при ситуации зависимости отраслей догоняет выпуск в ситуации независимости с увеличением уровня конкуренции. Аналогично и для отдельной отрасли — в случае зависимости конкурентов требуется больше выпуска для их функционирования.

Заметим, что уровень маржинальности в случае отсутствия производственной зависимости отраслей почти вдвое выше, чем в случае наличия зависимости, несмотря на более низкие цены. Поскольку отраслям необходимо производить не только для потребительского рынка, но и для собственного потребления и потреблять у других отраслей, уровень издержек и выпуска возрастают, что отрицательно сказывается на маржинальности.

В данном эксперименте показана новая ситуация, которая подтверждает предположение о том, что наличие определенного уровня взаимозависимости между отраслями меняет характер экономической деятельности. При взаимозависимости отраслей появляется оптимальный по добавленной стоимости отраслей уровень конкуренции. Такая ситуация не была рассмотрена в экономической теории, поскольку ее появление требует соблюдения определенных условий производственной взаимозависимости. Отсутствие такой зависимости приводит к уже подробно изученным моделям поведения отраслей.

Эксперимент 2

В рамках проведенного эксперимента были созданы две аналогичные предыдущему эксперименту гипотетические модели: ситуация с взаимо-

зависимостью отраслей и ситуация с их независимым функционированием. Количество конкурирующих отраслей увеличено до четырех (рис. 2).

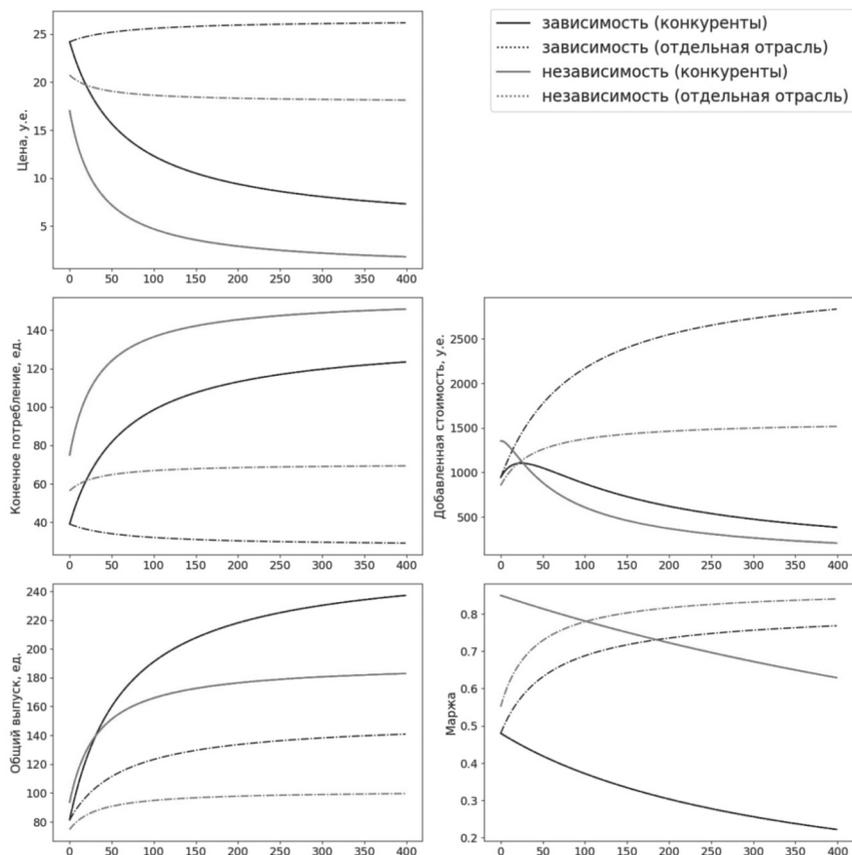


Рис. 2. Динамика показателей отраслей при технологической зависимости и независимости конкурирующих отраслей (четыре конкурента)

Источник: составлено авторами.

В данном эксперименте также присутствует оптимальный по добавленной стоимости уровень конкуренции, к которому отрасли пришли быстрее, т.е. при большем числе отраслей оптимальный уровень конкуренции сдвигается в меньшую сторону. Помимо наличия оптимального уровня конкуренции для конкурирующих отраслей, можно также заметить стагнацию (существенное замедление роста или падения) показателей для всех отраслей при достижении определенного уровня конкуренции.

Цены конкурирующих отраслей падают с гораздо более высокой скоростью, чем в случае с двумя конкурентами. После резкого падения на-

блюдается дальнейшая стабилизация цен, т.е. увеличение уровня конкуренции все меньше влияет на их падение. Цены отдельной отрасли ведут себя противоположным образом в различных ситуациях, как и в предыдущем эксперименте. Соответственная динамика наблюдается по конечному потреблению.

Общий выпуск продукции ведет себя иначе, чем в случае с двумя конкурентами, а именно наблюдается более резкий рост и дальнейшая стабилизация. В случае независимости отраслей стагнация выпуска более выражена. При наличии производственной зависимости выпуск растет более быстрыми темпами. Это говорит о том, что при увеличении числа отраслей уровень конкуренции увеличивается более быстрыми темпами, приходя быстрее к ситуации совершенной конкуренции. Однако при наличии производственной зависимости процесс увеличения конкуренции сопровождается ростом промежуточного спроса, что создает благоприятные условия для отраслей.

Анализируя добавленную стоимость, можно констатировать, что неконкурирующие отрасли в обоих ситуациях демонстрируют схожую с первым экспериментом динамику. Вследствие более быстрого роста конкуренции ее оптимальный уровень достигается быстрее, к тому же он более выражен, чем в случае меньшего числа конкурентов. В то же время конкурирующие отрасли в условиях производственной независимости также не демонстрируют наличия такого оптимального уровня. Добавленная стоимость снижается чуть более быстро на первых шагах, а при приближении к совершенной конкуренции стабилизируется.

Динамика маржинальности похожа на ту, которую можно наблюдать в первом эксперименте. Однако для отдельной отрасли рост маржинальности в начале анализируемого участка значительно быстрее в обоих случаях.

Отметим, что при увеличении числа конкурентов меняется и скорость реакции отраслей на изменения рыночной ситуации, конкуренция растет быстрее. Неконкурирующие отрасли, функционирующие независимо, также демонстрируют более быструю адаптацию. Тем не менее оптимальный уровень конкуренции и добавленной стоимости сохраняется только в ситуации взаимозависимости отраслей. По маржинальности отсутствует оптимальный уровень конкуренции, динамика между двумя ситуациями схожая, однако в случае независимости отраслей маржинальность достигает более высоких значений как для конкурентов, так и для отдельной отрасли.

Эксперимент 3

В данном эксперименте количество конкурирующих отраслей увеличено до шести (рис. 3).

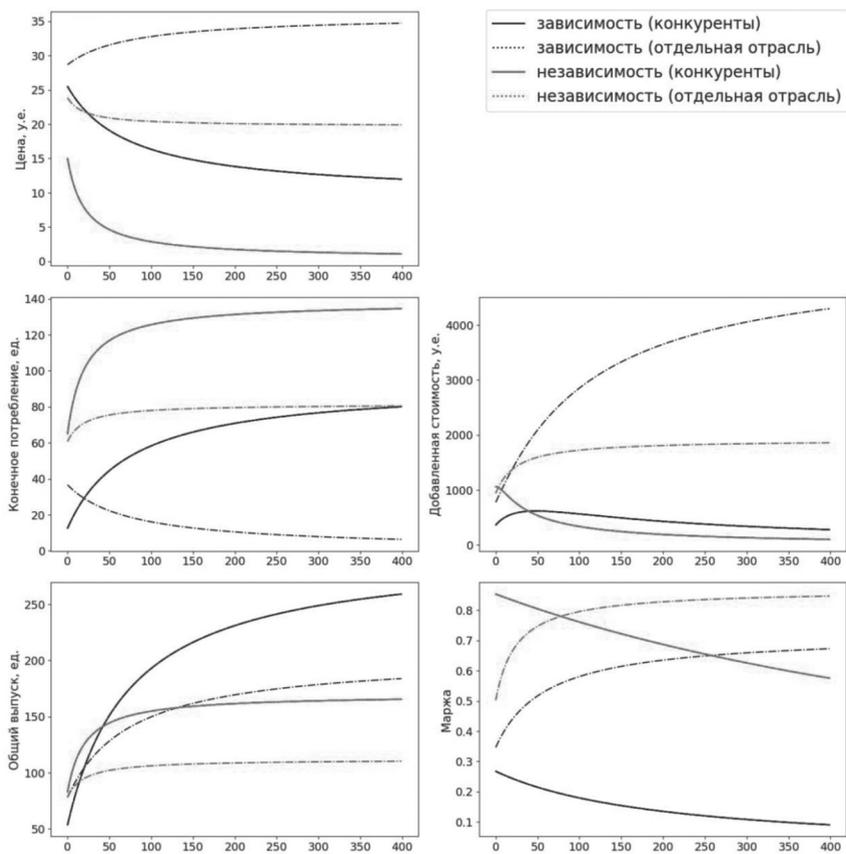


Рис. 3. Динамика показателей отраслей при технологической зависимости и независимости конкурирующих отраслей (шесть конкурентов)

Источник: составлено авторами.

При шести конкурентах цены конкурирующих отраслей падают еще быстрее, чем в предшествующих экспериментах и оказываются значительно ниже, чем у неконкурирующих отраслей. Сохраняется более быстрое изменение цен для случая отсутствия производственной зависимости. Конечное потребление также растет быстрее. В целом наблюдаются схожие с предыдущим экспериментом эффекты, однако они более выражены. Более быстрый рост конкуренции приводит к более резкому изменению показателей вначале участка и к дальнейшей стабилизации. В случае наличия производственной зависимости отраслей стабилизация достигается гораздо медленнее.

Все показатели меняются более медленными темпами с увеличением уровня конкуренции, демонстрируя более быстрый переход к совершенной конкуренции, при которой дальнейший рост показателей несущественен. По добавленной стоимости оптимум конкуренции при наличии зависимости конкурентов так же явно выражен, как в предыдущем эксперименте. Однако маржинальность с увеличением конкуренции снижается постоянно, но в случае наличия производственной зависимости это снижение происходит медленнее.

Заключение

Динамика экономических показателей отраслей при наличии конкуренции в случае тесных производственных взаимозависимости приобретает иной характер, нежели в случае отсутствия таковой зависимости. В данной статье был предложен алгоритм нахождения равновесных цен отраслей с учетом производственных взаимоотношений и взаимозаменяемости продукции отраслей со стороны конечного потребителя. Было проведено три модельных эксперимента, в которых показано, что при наличии производственной зависимости для конкурирующих отраслей достигается оптимальный уровень конкуренции, максимизирующий их добавленную стоимость. Данный результат противоречит современным положениям экономической теории, утверждающей, что монополистическое положение экономического агента (независимость его функции спроса со стороны конечного потребителя от цен других агентов) приносит ему максимум прибыли. В настоящем же исследовании показан и обоснован тот факт, что при технологической зависимости экономических агентов (они потребляют продукцию друг друга) определенный уровень конкуренции между ними позволяет абсолютно всем агентам получить прибыль больше, чем при ее полном отсутствии. Такой эффект возникает из-за того, что при отсутствии конкуренции отрасли находятся в точке субоптимального ценового равновесия с неоправданно высокими ценами для их функций спроса. Тем не менее данное равновесие является устойчивым.

Необходимо отметить, что цены конкурирующих отраслей ниже в случае отсутствия производственной зависимости, а маржинальность — выше. С увеличением уровня конкуренции общий выпуск растет быстрее в случае наличия производственной зависимости, поскольку отраслям необходимо производить больше продукции для промежуточного потребления. При этом цены и конечное потребление отдельных отраслей ведут себя по-разному в случаях технологической зависимости и независимости.

Таким образом, уровень конкуренции влияет на экономическую динамику отраслей по-разному в случае наличия и отсутствия производственной зависимости. Наблюдаемая тенденция к проявлению оптимального уровня конкуренции для всех ее участников может быть экстраполиро-

вана на большее количество отраслей реальной экономики, в которой отрасли неизбежно связаны друг с другом. Значительное влияние производственных взаимоотношений может приводить к появлению неочевидных на первый взгляд эффектов, которые связаны с эффектом мультипликатора и могут быть сложно предсказуемы с помощью традиционного теоретического аппарата. Предлагаемая модель указывает на необходимость включения производственных взаимозависимостей в число детерминант при моделировании и прогнозировании экономических эффектов.

С помощью предложенного алгоритма возможно моделировать как ситуацию конкуренции, так и поведение отраслей, производящих взаимодополняющую для конечного потребителя продукцию. Отдельного внимания требует разработка точного метода, оценивающего параметры линейных функций спроса с различными коэффициентами, отвечающими за замещение и дополнение нескольких видов продукции. Например, это можно осуществить с помощью экспертного метода, путем построения многофакторной линейной модели спроса на данных о покупках потребителями продукции различных отраслей или вывести таблиц «затраты — выпуск».

Список литературы

Горбунов, В. К. (2009). Модель потребительского спроса, основанная на векторном поле предпочтений. *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*, 1, 67–79.

Ершов, Э. Б. (2008). Развитие и реализация идей модели межотраслевых взаимодействий для российской экономики. *Экономический журнал ВШЭ*, 12(1), 3–28.

Иванов, Д. Ю., & Кольчев, С. А. (2021). Экономико-математическая имитационная модель ценовой конкуренции на рынке легких самолетов в условиях дуополии. *Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, (3), 16–24.

Леонтьев, В. В. (1990). Спад и подъем советской экономической науки. *В. В. Леонтьев, Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика*.

Моисеев, Н. А., & Ахмадеев, Б. А. (2021). Алгоритм оценки импортозамещения на основе таблиц затрат — выпуска. *Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова*, (3(117)), 117–129.

Сорокин, С. А., Варпаева, И. А., & Гришина, О. В. (2019). Имитационное моделирование конкурентной стратегии ценообразования. *Историко-экономические исследования*, 2, 294–321.

Яременко, Ю. В. (1981). *Структурные изменения в социалистической экономике*. Мысль.

Aroche Reyes, F., & Marquez Mendoza, M. A. (2013). The Demand driven and the supply-sided input-output models. Notes for the debate. *Munich Personal RePEc Archive, MPRA Paper*, 1–25.

Bergemann, D., & Välimäki, J. (2006). Dynamic price competition. *Journal of Economic Theory*, 127(1), 232–263.

Bodenstein, M., Corsetti, G., & Guerrieri, L. (2020). Social distancing and supply disruptions in a pandemic. *Quantitative Economics*, 13, 681–721.

- Branco, F., & Villas-Boas, J. (2011). Competitive Vices. *Marketing Science eJournal*, 52. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1921617>
- Engelhardt, L. M. (2015). Simulating Price-Taking. *The Journal of Economic Education*, 46, 430–439.
- Farahat, A., & Perakis, G. (2011). On the efficiency of price competition. *Oper. Res. Lett.*, 39, 414–418.
- Kaufman, B. (2013). The Optimal Level of Market Competition: Neoclassical and New Institutional Conclusions Critiqued and Reformulated. *Journal of Economic Issues*, 47, 639–672. <https://doi.org/10.2753/JEI0021-3624470303>
- Kratena, K. (2005). Prices and factor demand in an endogenized input-output model. *Economic Systems Research*, 17, 47–56.
- Martínez-de-Albéniz, V., & Talluri, K. (2011). Dynamic Price Competition with Fixed Capacities. *Management Science*, 57(6), 1078–1093.
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: Foundations and extensions*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 10–68.
- Sharify, N., & Sancho, F. (2011). A new approach for the input–output price model. *Economic Modelling*, 28(1–2), 188–195.
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G.J. (2015). An Illustrated User Guide to the World Input – Output Database: the Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics*, 23, 575–605.

References

- Ershov, E. B. (2008). Development and implementation of the ideas of the model of intersectoral interactions for the Russian economy. *Economic Journal HSE*, 12(1), 3–28.
- Gorbunov, V. K. (2009). A model of consumer demand based on a vector field of preferences. *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Series 6: Economics*, 1, 67–79.
- Ivanov, D. Yu., & Kolychev, S. A. (2021). Economic and mathematical simulation model of price competition in the market for light aircraft under duopoly conditions. *Vector of Science of Togliatti State University. Series: Economics and Management*, 3, 16–24.
- Leontiev, V. V. (1990). The decline and rise of Soviet economic science. In *V. V. Leontiev, Economic Essays. Theories, research, facts and policy*.
- Moiseev, N. A., & Ahmadiev, B. A. (2021). An algorithm for assessing import substitution based on input-output tables. *Vestnik REA im. G. V. Plekhanova*, 3(117), 117–129.
- Sorokin, S. A., Varpaeva, I. A., & Grishina, O. V. (2019). Simulation modeling of competitive pricing strategy. *Historical Economic Research*, 2, 294–321.
- Yaremenko, Yu. V. (1981). *Structural changes in the socialist economy*. Mysl Publishing House.