

# Оценка эластичности замещения производственных импортных и отечественных факторов на микроуровне для отраслей экономики России\*

Е.Г. Молчанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Московский физико-технический институт (государственный университет), г. Долгопрудный, Россия

**Аннотация.** Предложен новый метод оценки эластичности замещения импортных и отечественных производственных факторов на микроуровне. Исследовано импортовывтеснение производственных факторов 2011-2015 гг.

**Ключевые слова:** обобщенная модель Хаутеккера-Иохансена, импортовывтеснение, модель Леонтьева.

**DOI:** 10.14357/20790279180220

## Введение

При изменении общей конъюнктуры российского рынка, вызванного девальвацией национальной валюты, происходят процессы вытеснения импортных производственных факторов отечественными. Когда экономическая ситуация, наоборот, является стабильной и инфляция рубля выше инфляции мировых валют, происходит обратный процесс: вытеснение отечественных товаров импортными. Эти процессы не согласуются с гипотезой Леонтьева о постоянстве предельных производственных факторов и стимулируют разработку альтернативных моделей для исследования импортовывтеснения. Эти процессы, возможно, являются одной из причин того, что российская статистика столкнулась с заметными трудностями в идентификации модели Леонтьева – только в 2017г. впервые за долгое время Росстатом была опубликована симметричная таблица «затраты-выпуск» (за 2011 г).

В [1,2] был предложен метод оценки эластичности замещения импортных и отечественных производственных факторов с помощью обобщенной модели Хаутеккера-Иохансена. В отличие от классической модели Хаутеккера-Иохансена, предполагающей замещение на макроуровне, идея обобщенной модели основана на том, что замещение производственных факторов осуществляется на микроуровне: импортные и отечественные факторы допускают неполное замещение, а производство распределено по технологиям  $(x_1, x_2)$ ,  $x_1, x_2 \geq 0$  потребления импортных и отечественных факторов соответственно на единицу выпускаемой продукции. В каждый период времени

происходит оперативное управление технологиями: прибыльные технологии загружаются на максимальную мощность, убыточные простаивают.

## 1. Проблема моментов. Анализ коэффициента эластичности импортных и отечественных производственных факторов

В российской статистике доступны временные ряды  $y^t, p_0^t, p_1^t, p_2^t$  индексов выпусков, цен на выпускаемую отраслью продукцию и цен на импортный и отечественный производственный фактор, соответственно, где  $t = 1, \dots, T$  – периоды времени (кварталы).

Будем считать, что функция себестоимости выпускаемой продукции  $q(p_1^t x_1, p_2^t x_2)$  имеет вид функции с постоянной эластичностью замещения (CES-функции):

$$q(p_1^t x_1, p_2^t x_2) = \left( (p_1^t x_1)^{-\rho} + (p_2^t x_2)^{-\rho} \right)^{-\frac{1}{\rho}},$$

где  $\rho \in [-1, 0) \cup (0, +\infty)$ .

В [1] показано, что данная функция соответствует производственной функции, имеющей вид:

$$F(u_1, u_2) = \min \left\{ 1, \left[ \left( \frac{u_1}{x_1} \right)^{\frac{\rho}{1+\rho}} + \left( \frac{u_2}{x_2} \right)^{\frac{\rho}{1+\rho}} \right]^{\frac{1+\rho}{\rho}} \right\},$$

где  $(u_1, u_2)$  – вектор затрат производственных факторов. Параметр «эластичность замещения» данной функции равен  $\rho + 1$ .

Для проверки согласованности параметра  $\rho$  с временными рядами  $y^t, p_0^t, p_1^t, p_2^t$  в обобщенной модели Хаутеккера-Иохансена необходимо

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ №17-07-00507.

решить следующую **проблему моментов**, описанную в [1,2]:

При каких  $\rho$  существует неотрицательная мера  $\mu(dx)$ , такая что

$$\int_{\mathbb{R}_+^2} \theta \left( p_0^t - q \left( p_1^t x_1, p_2^t x_2 \right) \right) \mu(dx) = y^t, \quad t = 1, \dots, T,$$

где  $\theta$  – функция Хевисайда.

Исследование данной проблемы моментов приводит к различным комбинаторным структурам, связанным с разрезами плоскости кривыми (см [2]), а ответ зависит от временных рядов  $y^t, t = 1, \dots, T$  и структуры разрезания  $\mathbb{R}_+^2$  кривыми  $p_0^t - q(p_1^t x_1, p_2^t x_2) = 0, t = 1, \dots, T$ . Мера  $\mu(dx)$  можно сконцентрировать в некотором конечном количестве точек и переформулировать **проблему моментов в дискретном виде**:

Существует ли распределение по технологиям  $\{x_1^k, x_2^k, z^k\}, z^k \geq 0, k \in 1, \dots, K$ , такое, что

$$\sum_k \theta \left( p_0^t - q \left( p_1^t x_1^k, p_2^t x_2^k \right) \right) \times z^k = y^t, \quad t = 1, \dots, T?$$

Для данной проблемы найден полиномиальный по  $T$  алгоритм решения, который описан в [2]. Отметим, что наибольший вклад в индекс цен на импортный производственный фактор вносит курс корзины иностранных валют, который значительно вырос в период с конца 2014 г., в связи с чем многие технологии стали убыточны и, согласно модели, стали простаивать.

Для решения проблемы моментов необходимо знание временных рядов цен на выпускаемую отраслью продукцию, в связи с чем было смоделировано распределение мощностей по технологиям для всех отраслей, кроме отраслей сферы услуг, для которых агрегированные по отраслям индексы цен не публикуются.

Приведем результат идентификации коэффициента эластичности импортных и отечественных производственных факторов для некоторых отраслей. В табл. 1 указаны значения  $\rho$  для функции  $q(p_1^t x_1, p_2^t x_2)$ . Величина  $\rho = -1$  соответствует линейной функции себестоимости и незамещаемости импортных и отечественных производственных факторов (т.е. модели Леонтьева). Для всех рассмотренных отраслей характерна в той или иной мере неполная замещаемость импортных и отечественных производственных факторов.

## 2. Построение распределения мощностей по технологиям.

### Анализ импортовытеснения

Решение проблемы моментов позволяет не только найти параметр  $\rho$  функции себестоимости, но и найти допустимое распределение мощностей по технологиям и построить функцию прибыли

каждой отрасли  $\Pi(p_0, p)$ :

$$\sum_k \left( p_0^t - q \left( p_1^t x_1^k, p_2^t x_2^k \right) \right)_+ \times z^k, \quad t = 1, \dots, T,$$

где  $(\cdot)_+ = (\cdot)$ , если  $(\cdot) \geq 0$ , иначе  $(\cdot)_+ = 0$ .

Будем проводить идентификацию распределения мощностей по технологиям по величине импорта производственных факторов:

$$\sum_k x_1^k \times \theta \left( p_0^t - q \left( p_1^t x_1^k, p_2^t x_2^k \right) \right) \times z^k, \quad t = 1, \dots, T.$$

Отметим, что после идентификации распределения производства по технологиям возможно рассчитать функцию прибыли и величины импорта производственных факторов только на основании статистики индексов цен  $p_0^t, p_1^t, p_2^t$ .

Табл. 1

Величина  $\rho$  для некоторых отраслей

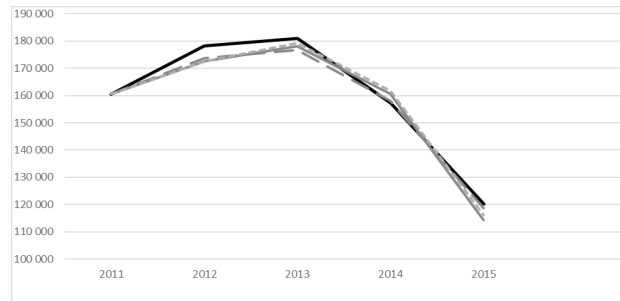
Отрасль	$\rho$
Продукция и услуги сельского хозяйства и охоты	-0,451
Продукция лесоводства, лесозаготовок и связанные с этим услуги	-0,76
Рыба и прочая продукция рыболовства и рыбоводства	-0,872
Продукты пищевые и напитки, табак	-0,956
Текстиль, одежда, меха, кожа и изделия из кожи	-0,764
Древесина и изделия из дерева; Целлюлоза, бумага и изделия из бумаги	-0,827
Вещества, продукты и волокна химические; изделия резиновые и полимерные	-0,728
Металлы	-0,834
Готовые металлические изделия, кроме машин и оборудования	-0,926
Машины и оборудование, не включенные в другие группы	-0,787
Электрические машины и электрооборудование; компоненты электронные	-0,613
Изделия медицинские; приборы и инструменты, кино-, фотооборудование и аппаратура, часы	-0,571
Автотранспортные средства, прицепы и полуприцепы; прочие ТС	-0,891

Сравним полученный анализ потребления импортных производственных факторов с анализом потребления импорта, полученным с использованием симметрической таблицы импорта. Данная таблица была опубликована Росстатом для 2011 г. Для этого номинируем все выпуски и цены в «натуральной величине». В качестве натуральной величины возьмем текущие цены и выпуски, номинированные на величину курса корзины валют ЦБ РФ (0,55 долл. + 0,45 евро), дополнительно данный курс умножим на величину общемировой инфляции по отношению к декабрю 2011г.

На рис. 1 черная линия демонстрирует фактическое потребление производственных факторов (единица изменения – млн валютных корзин ЦБ РФ). Серая линия показывает потребление импорта, соответствующее расчету по фиксированной симметричной таблице импорта 2011 года.

Пунктирные линии будут соответствовать импорту производственных факторов, полученному при идентификации распределения мощностей по технологиям. При этом линия с более частыми прерываниями будет соответствовать идентификации распределения по мощностям для комплекса обрабатывающих отраслей (машиностроение, химическая промышленность, текстильная промышленность); величина импорта остальных отраслей берется фактической. Линия с менее частыми прерываниями будет соответствовать вычислению идентификации распределения по мощностям всех отраслей, кроме комплекса отраслей сферы услуг; импорт сферы услуг берется фактическим (он не является существенным).

**Молчанов Евгений Геннадьевич.** Московский физико-технический институт (государственный университет), г. Долгопрудный, Россия. Ассистент кафедры анализа систем и решений. Количество печатных работ: 8. Область научных интересов: математическое моделирование экономики.  
E-mail: molchanov.eg@mipt.ru



**Рис. 1.** Потребления импортных производственных факторов, млн корзин ЦБ РФ

Из графика видно, что импорт производственных факторов к 2015 году упал на треть по сравнению с 2011г. в натуральных величинах; причина этого – девальвация национальной валюты. Что касается расчета импорта производственных факторов с помощью идентификации распределения производства по технологиям, этот расчет улучшает приближение линии к фактическому описанию импорта по сравнению с расчетом с использованием постоянной таблицы импорта 2011 г.

## Литература

1. Шананин А.А. Непараметрический метод анализа технологической структуры производства. // Математическое моделирование. – 1999. – Т.11, №.9 – С.116-122.
2. Agaltsov A., Molchanov E., Shanani A., Inverse Problems in Models of Resource Distribution // Journal of Geometric Analysis, January 2018, Volume 28, Issue 1, pp 726–765

## Finding the production import and domestic factors substitution elasticity at the micro level for Russian economy

*E.G. Molchanov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny, Russia

**Abstract.** We develop new method of estimation the production import and domestic factors substitution elasticity at the micro level. We investigate import-substitution of production factors for 2011-2015.

**Keywords:** *generalized Khaoutekker-Johansen model, import-substitution, the Leontief model.*

**DOI:** 10.14357/20790279180220

### References

1. *Shananin A.A.* Neparimetrishcheskii metod analiza tekhnologicheskoi struktury proizvodstva [Non-parametric method for the analysis of industry technological structure] // *Math. Modeling.* – 1999. – V.11, I.9. – PP.116–122.
2. *Agaltsov A., Molchanov E., Shananin A.* Inverse Problems in Models of Resource Distribution // *Journal of Geometric Analysis*, January 2018, Volume 28, Issue 1, pp 726–765

**Molchanov E.G.** Assistant, Moscow Institute of Physics and Technology, 141701, 9 Institutskiy per., Dolgoprudny, Moscow Region, Russia. Number of printed works and monographs: 8. Research interests: mathematical modeling of economy. E-mail: molchanov.eg@mipt.ru