

ОТРАСЛЕВАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Н. А. Моисеев¹

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

Д. И. Назарова²

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

Н. С. Семина³

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

УДК: 338.4

doi: 10.55959/MSU0130-0105-6-59-1-7

МЕТОДОЛОГИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФИЦИТНЫХ РЕСУРСОВ ЭКОНОМИКИ⁴

Целью настоящей работы является разработка методологии выявления дефицитных индустрий на основе системы таблиц «Затраты — Выпуск». Теоретической базой исследования стали основные положения и принципы макроэкономики и экономической теории. В условиях тесной взаимосвязи всех сфер экономики отрасли, находящиеся в состоянии дефицита, могут оказывать негативное влияние на прочие элементы системы, в том числе являющиеся стратегически важными для государства. Причиной состояния дефицита является неспособность обеспечения полного покрытия потребительского спроса отраслями, испытывающими явную недостаточность производственных мощностей. Таким образом, своевременное выявление таких отраслей является критической задачей для государственных органов в целях оперативной разработки комплекса предупредительных мер. В работе предложена методика определения оптимальной цены, отклонение от которой сигнализирует о сокращении или наращивании дефицитности. Расчет оптимальной цены осуществляется путем нахождения точки максимума добавленной стоимости отрасли при заданной функции спроса. Модель учитывает такие факторы, как его эластичность и изменение уровня экономических издержек производства. На модельных экспериментах демонстрируется влияние изменения коэффициента наклона указанной функции на динамику дефицитности отраслей. Проведен анализ среднегодовой и кумулятивной дефи-

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

² Назарова Дарья Игоревна — студ. Высшей школы финансов РЭУ имени Г. В. Плеханова; e-mail: nazarovadi68@gmail.com, ORCID: 0009-0009-4786-3659.

³ Семина Наталья Сергеевна — студ. Высшей школы финансов РЭУ имени Г. В. Плеханова; e-mail: rawenklok@gmail.com, ORCID: 0009-0003-6691-0189.

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»).

© Моисеев Никита Александрович, 2024 

© Назарова Дарья Игоревна, 2024 

© Семина Наталья Сергеевна, 2024 

цптности в целом по России, а также исследованы особенности поведения каждого из секторов, представленных в системе таблиц «Затраты — Выпуск». В результате оценена степень влияния мировых финансовых потрясений, таких как кризис 2008 г., на отрасли с эластичным и неэластичным спросом. Данная модель может быть применена государственным сектором для анализа текущей экономической ситуации и разработки стратегии финансового развития.

Ключевые слова: таблицы «Затраты — Выпуск», дефицитность, оптимальная цена, функция спроса, межотраслевой баланс, инфляция спроса, инфляция издержек.

Цитировать статью: Моисеев, Н. А., Назарова, Д. И., & Семина, Н. С. (2024). Методология выявления дефицитных ресурсов экономики. *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*, 59(1), 146–170. <https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-59-1-7>.

N. A. Moiseev

Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia)

D. I. Nazarova

Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia)

N. S. Semina

Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia)

JEL: E31, E32

THE METHODOLOGY OF DEFINING SCARCE RESOURCES OF ECONOMY

The purpose of this work is to develop a methodology for identifying scarce industries based on the system of “Input — Output” tables. The theoretical basis of the study is the basic assumptions and principles of macroeconomics and economic theory. With close interconnection of all spheres of the economy, sectors that are in a state of deficit can have a negative impact on other elements of the system, including those that are strategically important for the state. The reason for the deficit is the inability to meet the consumer demand by the industries that experience the lack of production capacity. Thus, the timely identification of such industries is a crucial task for government agencies in order to promptly develop a set of preventive measures. The paper proposes the method to determine the optimal price, the deviation from which signals the rise or fall in scarcity. The calculation of the optimal price is carried out by finding the point of maximum added value of the industry for a given demand function. The model takes into account factors such as its elasticity and changes in the level of economic costs of production. Model experiments demonstrate the effect of a change in the slope coefficient of this function on the dynamics of the scarcity of industries. We also carried out the analysis of average annual and cumulative deficit in Russia, as well as the peculiarities of the behavior of each of the sectors presented in the “Input — Output” tables. Finally, the authors assess the degree of influence of global financial shocks, such as the 2008 crisis, on industries with elastic and inelastic demand. This model can be applied by the public sector in analyzing the current economic situation and creation of a financial development strategy.

Keywords: input-output tables, scarcity, optimal price, demand function, input-output balance, demand-pull inflation, cost-push inflation.

To cite this document: Moiseev, N. A., Nazarova, D. I., & Semina, N. S. (2024). The methodology of defining scarce resources of economy. *Lomonosov Economics Journal*, 59(1), 146–170. <https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-59-1-7>

Введение

Система таблиц «Затраты — Выпуск», получившая широкое распространение во многих странах мира, направлена на комплексный анализ как экономики страны в целом, так и ее отраслей по отдельности. Столбцы таблицы в рамках методологии отражают производственный процесс, а именно: объемы потребления отрасли из других отраслей и собственных запасов. По строкам же представлена информация о распределении произведенных товаров и услуг по другим секторам экономики. В качестве агрегируемых показателей для каждой отрасли рассчитаны общий объем производства, равный сумме ячеек в разбивке по отдельным отраслям, налоговые сборы, добавленная стоимость и др. Таким образом, данная система позволяет для каждой отрасли определить структуру ее затрат и величину конечного производства.

Оптимальным состоянием экономики страны является ситуация, при которой все отрасли экономики обеспечивают полное покрытие существующего потребительского спроса. Противоположная ситуация — дефицит производства — подразумевает неполное удовлетворение потребностей других экономических агентов. Такая ситуация опасна, поскольку она может оказывать эффект «домино»: например, недостаток запчастей на разных стадиях производства может привести к невозможности достижения уровня выпуска более высокотехнологичных секторов, необходимого для обеспечения национального благосостояния. Так, Россия столкнулась с ситуацией, когда импорт микросхем временно оказался невозможен, а собственное производство в этом направлении развито слабо. В результате это негативно отразилось на автомобильной промышленности: фактический выпуск автомобилей оказался ниже запланированного, а на ряде производств работа производственных цехов была вынужденно приостановлена.

Вышеописанное приводит к выводу о необходимости выявления дефицитных отраслей заблаговременно, поскольку это позволит принять соответствующие меры для предотвращения неблагоприятных для экономики страны ситуаций. Целью данного исследования является разработка методологии такого механизма на основании данных, отраженных в таблице «Затраты — Выпуск». Это предопределило необходимость решения следующих задач: описание технического обоснования определения дефицита в отрасли, интерпретация показателей, полученных при использовании

реальных данных, обобщение полученных результатов и формирование рекомендаций по применению разработанной методологии.

Статья имеет следующую структуру: во введении обоснована актуальность выбранной темы, поставлены цели и задачи исследования; в основной части представлены обзор научной литературы по тематике и оценка степени разработанности проблемы на настоящий момент, описание методологии, экспериментов, проведенных на реальных данных; в заключении приведены основные выводы и определены направления дальнейшей работы над задачей.

Обзор литературы

Система таблиц «Затраты — Выпуск», предложенная в середине прошлого века, имеет длительную историю прикладного применения. Преимущества такой структуры данных, представленные в работе (Гранберг, 2006, с. 476–479), обеспечивают ее приложимость к широкому спектру экономических проблем для разных целей (Miller, Blair, 2009): оценка национальной экономики, построение межрегиональных моделей, характеристики отраслевых процессов и т.д. Исследованию важности применения таблиц для гармоничного развития экономики посвящен ряд работ отечественных и зарубежных экономистов: в (Jensen et al., 1988, p. 219) авторы оценивают возможность дать характеристику экономики региона, опираясь на таблицу, на примере данных по Квинсленду, Австралия; в заключении (Мельникова, 2011, с. 33) отмечается, что использование представленной информации в экономической политике государства может значительно повысить ее эффективность. В (Анфиногентова, 2018, с. 8) автор приходит к выводу о применимости данного способа для достижения устойчивого функционирования агропродовольственных комплексов России. Кроме того, с помощью таблиц «Затраты — Выпуск» в работах отечественных авторов (Кудрявцева, 2008, с. 47) также изучались ранее использование ресурсов в российской экономике и потоки природных ресурсов.

Одним из текущих общемировых трендов является все более сильная экономическая и ресурсная взаимосвязь отраслей. Соответственно, потери, возникающие в одной отрасли, могут вызывать некоторую реакцию в других отраслях (Du et al., 2022). Эта мысль нашла отражение в ряде работ (Yang et al., 2013; Zhao et al., 2019). В частности, в статье (Nugroho, 2021, p. 989) на основе обратной матрицы Леонтьева представлена методика оценки степени влияния изменения объема поставок одного сектора на уровень выпуска прочих. Среди таких отраслей автор выделил поставки электроэнергии и газа.

Тем не менее наблюдается потребность в конкретных методах определения отраслей, в которых возникает дефицит, и на текущий момент

разработка подобных методов актуальна. Существует практика оценки импортозависимости отдельной отрасли: например, как разницы между мультипликаторами затрат и выпусков (Саяпова, 2013, с. 420), расчета доли импорта в ресурсах используемой продукции (Стрижкова, 2016, с. 4), однако эти показатели не являются тождественными дефицитности определенной отрасли.

Помимо работ, описывающих техники использования таблиц «Затраты — Выпуск», интерес представляет исследование (Halvorsen, Smith, 1984). Авторы предлагают модель оценки достаточности природных ресурсов для осуществления производства, основанную на сравнении предсказанного оптимального уровня цен и его фактического значения. Задача решается путем постановки двойственной задачи при минимизации функции затрат. Об использовании сходной концепции упоминается в исследовании П. А. Суворова (Суворов, 2016, с. 57), посвященном использованию метода «Затраты — Выпуск» в оценке инвестиционных проектов. Автор отмечает, что о возникновении дефицита в отрасли промежуточного потребления может сигнализировать повышение цены ее продукции, однако механизм определения таких изменений в работе не описан. Возможность построения производственной функции на основе данных «Затраты — Выпуск» подтверждается в работах отечественных экономистов (Ким, 2006; Суворов, 2008): в качестве переменных они описывают трудовые ресурсы, капитал, а также отношения коэффициентов затрат год к году.

Опираясь на базовые положения экономической теории, можно сделать вывод о том, что резкий рост цены на конечной продукт может быть обусловлен двумя факторами: увеличение сопутствующих затрат и инфляция спроса (Вагго, Grossman, 1974, р. 87). Последняя концепция описывает ситуацию, при которой спрос превышает возможности отрасли для его удовлетворения, что в итоге находит отражение в положительной динамике цены. В таком случае можно говорить о дефицитности (недостаточности мощностей) отрасли. Однако конкретного механизма, который бы позволял рассчитать оптимальный уровень цены, отделяя при этом влияние изменения стоимости производства от фактора спроса, на настоящий момент не представлено.

Методология

Для расчетов используется информация из Всемирной базы данных «Затраты — Выпуск» за 2015 г. (Timmer et al., 2015, р. 575–605). В ней межотраслевые балансы составлены в виде таблиц формата отрасль на отрасль, для каждой страны выделено 56 отраслей. По каждой отрасли возможно получить следующие данные: вектор потребления товаров и услуг других отраслей, суммарное промежуточное потребление и конечный

объем реализации. Все значения представлены в денежном выражении в ценах текущего года и ценах прошлого года.

Рассмотрим объем реализованной продукции в количественном выражении как функцию, зависящую от цены (1). Коэффициент наклона b всегда принимает отрицательные значения и отражает эластичность потребительского спроса на соответствующий товар. Конкретное значение коэффициента устанавливается экспериментальным путем: возможно построение модели на основе исторических данных, проведение опроса потребителей. В рамках проводимого исследования значение b принимается как известное заранее. Свободный член θ отражает минимальный уровень потребления физического объема продукции, который будет осуществлен при условии бесконечно низкой цены на эту продукцию. Обе обозначенные переменные определяются факторами, диктуемыми рынком: потребностью в товаре, степенью свободы конкуренции и пр.

$$Q(P) = bp + \theta, \quad (1)$$

где $Q(P)$ — функция, отражающая созависимость цены и объемов реализованной продукции; b — коэффициент наклона; p — вектор цен; θ — свободный коэффициент.

Тогда значения данных в строке «Конечное производство» (“Total output” в исходных данных), представленной в таблице «Затраты — Выпуск», можно описать как произведение физического объема реализованной продукции и цены, используя квадратичную функцию (2) со свободной переменной p . Поскольку коэффициент b отрицателен, ветви построенной параболы всегда направлены вниз, а функция достигает своего единственного максимума в точке (3), являющейся вершиной. Данная точка отражает оптимальный уровень цены для исследуемой отрасли.

$$pq = bp^2 + \theta p, \quad (2)$$

где q — вектор объемов реализованной продукции;

$$p^* = -\frac{\theta}{2b}, \quad (3)$$

где p^* — вектор оптимальных цен.

Таким образом, графически pq можно представить в виде прямоугольника со сторонами p (цена) и q (спрос), и объем конечного производства будет равен площади этого прямоугольника. Важным замечанием является то, что коэффициент наклона прямой, проложенной от точки начала координат и пересекающей построенную по уравнению спроса линию в точке z (рис. 1), соответствует коэффициенту при линии спроса с противоположным знаком. В свою очередь, точка z отражает уровень оптимального конечного производства при оптимальной цене в базовый год.

Доказательство

Пусть линия спроса пересекает координатные оси, образуя прямоугольный треугольник, как показано на рис. 1. Из формулы (1) следует, что пересечение с осью ординат происходит при $y = \theta$, пересечение с осью абсцисс – при $x = \frac{-\theta}{b}$, таким образом,

$$\tan \alpha = (-\theta / b) / \theta = -\frac{1}{b}. \quad (4)$$

Проведем из начала координат прямую, пересекающую линию спроса в точке оптимального производства z . Так, данная прямая становится гипотенузой прямоугольного треугольника, длины катетов которого равны величинам оптимальной цены и оптимального предложения. Тогда стороны треугольника, образующие прямой угол, имеют длины: $p^* = \frac{-\theta}{2b}$ и, исходя из (1), $q^* = \frac{\theta}{2}$. Соответственно,

$$\tan \beta = (-\theta / 2b) / (\theta / 2) = -\frac{1}{b}. \quad (5)$$

Таким образом, треугольники являются подобными по двум сторонам и углу между ними, углы α и β равны.

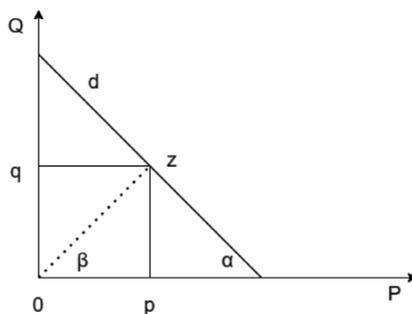


Рис. 1. Нахождение оптимального уровня производства с использованием угла наклона α линии спроса

Источник: составлено авторами на основе (Varro, Grossman, 1974, p. 87–104).

Далее необходимо отделить увеличение себестоимости производства из общего изменения цены товара. В вводных данных себестоимость в денежном выражении отражена как промежуточное потребление по колонке соответствующей отрасли. Так, данное значение представляет собой произведение стоимости изготовления единицы выпуска и величины объема реализованной продукции, описанной в формуле (1). Таким образом, со-

вокупная себестоимость также может быть представлена в виде линейной функции от цены:

$$cq = bpc + \theta c, \quad (6)$$

где c — вектор издержек.

Коэффициент стоимости производства, т.е. доля себестоимости в цене продажи, рассчитывается как отношение промежуточного потребления отрасли к объему выпущенной продукции для соответствующего года

$$\hat{c} = \frac{cq}{pq}. \quad (7)$$

При наличии данных о себестоимости производства оптимальные цена и объем реализации выпуска отрасли достигаются в точке максимума маржи. Таким образом, мы модифицируем ранее введенную целевую функцию с учетом оценки влияния затрат на производство. Для этого из конечного объема производства необходимо вычесть совокупную себестоимость, тогда обновленная целевая функция приобретает вид

$$pq - cq = bp^2 + p \cdot (\theta - bc) + \theta c \rightarrow \max. \quad (8)$$

Аналогично (2), выражение (8) является параболой с ветвями, направленными вниз. Соответственно, функция имеет единственный максимум в своей вершине (9), которая и определяет оптимальную цену.

$$p^* = -\frac{\theta - bc}{2b}. \quad (9)$$

Следуя шагам доказательства, приведенного выше, можно сделать вывод о том, что максимизация прибыли достигается при равенстве углов наклона линии спроса и прямой, выходящей из точки издержек и пересекающей линию спроса в точке z .

Первый (большой) треугольник остается тем же самым, во втором меняются некоторые параметры: если оптимальная цена $p^* = -\frac{\theta - bc}{2b}$, то цена, не обусловленная включением издержек в стоимость товара,

$$\hat{p} = -\frac{\theta - bc}{2b} - c = -\frac{\theta + bc}{2b}. \quad (10)$$

Из (1)

$$q^* = \frac{\theta + bc}{2}, \quad (11)$$

тогда

$$\tan \beta = -\frac{\theta + bc}{2b} / \frac{\theta + bc}{2} = -\frac{1}{b} \quad (12)$$

и треугольники также являются подобными.

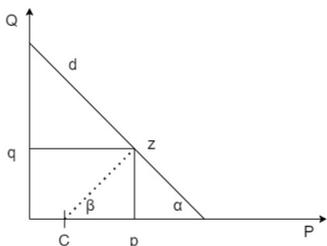


Рис. 2. Нахождение оптимального уровня производства с использованием угла наклона α линии спроса при наличии величины издержек

Источник: составлено авторами на основе (Varro, Grossman, 1974, p. 87–104).

Если говорить о сдвиге цены, определенном увеличением издержек, то при любой степени эластичности спроса можно заметить, что снижается как общая выручка pq , так и прибыль — $pq - cq$ (рис. 3).

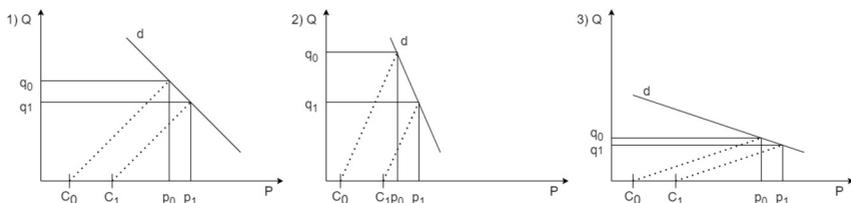


Рис. 3. Воздействие изменения издержек на оптимальную цену при разных уровнях эластичности спроса

Источник: составлено авторами на основе (Varro, Grossman, 1974, p. 87–104).

При повышении спроса, но сохранении издержек на прежнем уровне общие продажи увеличиваются, и рост предложения является прямо пропорциональным росту цены, умноженному на коэффициент наклона (рис. 4). Однако при наличии ограничений производственных мощностей возникает неоправданное повышение цены, и она сдвигается от оптимальной в сторону увеличения.

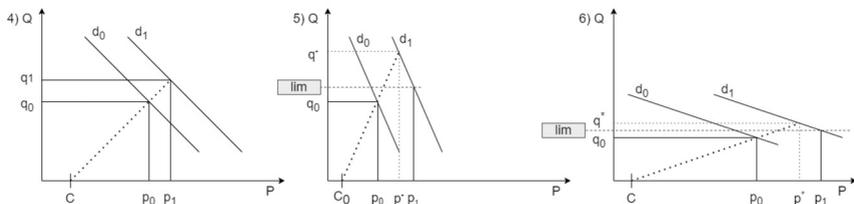


Рис. 4. Влияние повышения спроса на оптимальную цену при наличии ограничения производственных мощностей и сохранении уровня издержек

Источник: составлено авторами на основе (Varro, Grossman, 1974, p. 87–104).

Резюмируя описанное выше, флуктуации цены обусловлены как сдвигами спроса, так и изменением издержек. Кроме того, отрасль может не быть готова предложить необходимое количество товара, запрашиваемого рынком (рис. 5). По этой причине инфляция, или отношение $\frac{p_1}{p_0}$, не является достаточной причиной, исходя из которой возможно было бы с уверенностью утверждать об изменении уровня дефицитности товара. Требуется разграничение влияния на конечную цену инфляции спроса и увеличения стоимости производства, т.е. отделение справедливых причин роста цен от неоправданных.

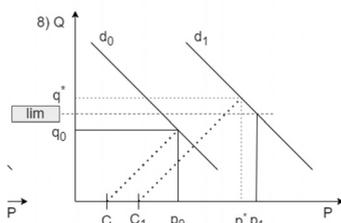


Рис. 5. Влияние повышения спроса и изменения уровня издержек на оптимальную цену при наличии ограничения производственных мощностей

Источник: составлено авторами на основе (Varro, Grossman, 1974, p. 87–104).

Таким образом, для обозначения отрасли как дефицитной необходимо ввести соответствующий индикатор, который бы определял отклонение реальной цены товара p_{real} от оптимальной p_{opt} при заданной функции спроса d . Хотя с помощью данного метода не представляется возможным делать выводы о текущем уровне дефицитности отрасли, такой подход позволяет анализировать относительные изменения — сокращение или увеличение дефицитного состояния индустрии относительно предыдущего года.

В результате индикатор дефицитности принимает следующий вид:

$$Df = \frac{p_{real}}{p_{opt}} - 1, \quad (13)$$

где Df — индикатор дефицитности; p_{real} — реальное изменение цены от года к году; p_{opt} — оптимальное изменение цены.

Таким образом, положительное значение коэффициента сигнализирует о повышении степени дефицитности. С другой стороны, отрицательное число может являться как следствием оптимизации производства со стороны предприятий соответствующих отраслевых групп, так и результатом флуктуаций валютного курса, если речь идет об экономике, находящейся в сильной зависимости от импорта товаров в зарубежных валютах, особенно мировых.

Далее следует перейти к относительным расчетам в рамках последовательных лет, поскольку специфика данных, используемых в рамках исследования, не позволяет производить вычисления с использованием абсолютных величин.

Так, ввиду того, что таблицы «Затраты — Выпуск» не предоставляют достаточно информации об уровне цен и физическом объеме реализованной продукции, а лишь отображают объем выручки pq в денежном выражении, предыдущий год следует считать базисным с параметрами $\hat{p}_0 = 1$, $\hat{q}_0 = 1$, $\hat{c}_0 = 0$. Следует отметить, что издержки в базисный год приняты за 0, так как цена принимается за оптимальную. Свободный член θ выражается из (9) и зависит от коэффициента b , который в рамках проводимого исследования считается известным заранее:

$$\hat{\theta}_0 = -2bp_0 + bc. \quad (14)$$

С другой стороны, коэффициент наклона для текущего года возможно узнать, если известно отношение реальных коэффициентов двух соседних лет. Поэтому

$$b_1 = b_0 \cdot \hat{b}, \quad (15)$$

где \hat{b} — относительное изменение эластичности.

Значения \hat{p} и \hat{q} для текущего года (10) и (11) рассчитываются на основе относительных изменений, которые возможно вычислить с помощью имеющихся данных:

$$\hat{p}_1 = \frac{p_1}{p_0} = \frac{p_1 q_1}{p_0 q_1}, \quad (16)$$

$$\hat{q}_1 = \frac{q_1}{q_0} = \frac{p_0 q_1}{p_0 q_0}. \quad (17)$$

Так как изменения точки пересечения зависят от соответствующих сдвигов в цене (16) и предложении (17), свободный коэффициент текущего года принимает следующий вид:

$$\hat{\theta}_1 = \hat{q}_1 - b\hat{p}_1. \quad (18)$$

Важным замечанием является факт того, что в цены базисного года уже включены издержки, поэтому стоимость производства в текущий год в рамках используемых относительных расчетов выражается как разница изменения издержек от года к году с вычетом единицы (20). Другими словами, если в базисный год мы принимаем q и p за единицу, то издержки считаются равными нулю, а в текущий год они сдвигаются в сторону увеличения, и с помощью их величины мы определяем, насколько изменения цены обусловлены повышением себестоимости производства. При этом необходимо сравнивать издержки в ценах одного

и того же года, чтобы исключить инфляционный фактор, варьирующийся от отрасли к отрасли:

$$\frac{c_1}{p_0} = c_1 \cdot \frac{p_1}{p_0}, \quad (19)$$

$$\frac{c_1}{c_0} = \frac{c_1}{p_0} / c_0 - 1. \quad (20)$$

Таким образом, итоговым выражением оптимальной цены является следующая формула:

$$p_{opt} = - \left(\hat{\theta}_1 - b_1 \cdot \frac{c_1}{c_0} \right) / 2b_1. \quad (21)$$

Модельные эксперименты

В рамках данного исследования проводится анализ таблиц «Затраты — Выпуск» за период с 2000 по 2014 г., размещенных в открытом доступе. Основным преимуществом использования такого рода данных является эффективность их применения в модельном анализе ввиду возможности осуществления ретроспективной оценки событий предыдущих лет, также подкрепленной общепринятым мнением экспертов относительно состояния рассматриваемых отраслей в указанные годы. Таким образом, экспертиза результатов работы модели, полученных посредством обработки информации предыдущих лет, позволит сделать выводы о ее применимости к данным последующих периодов.

Несмотря на то, что описанная ранее модель применима к любой стране, информация о которой содержится во всемирной базе данных «Затраты — Выпуск», в рамках настоящего исследования предлагается рассмотрение отраслей России и исследование их состояния на наблюдаемом временном промежутке. Так, использовались таблицы, в которых столбцы содержали значение RUS, а строки — RUS и TOT. Данный формат отражает межотраслевое потребление России, а также промежуточные и итоговые результаты экономической деятельности.

Объемы реализованной продукции в исходных таблицах «Затраты — Выпуск» указаны в долларах США. Однако, поскольку основным индикатором динамики дефицитного состояния некоторой отрасли является изменение цен ее выпуска, флуктуации валютного курса способны существенно повлиять на точность результатов при использовании данных, представленных в таблице, и исказить картину действительного состояния экономики. Для устранения этой проблемы необходимо учесть вектор взвешенного курса валютной пары доллар/рубли за исследуемый год, информация о котором опубликована в той же всемирной базе данных.

Тестирование модели и анализ полученных результатов для российского рынка в рамках исследования производится посредством использования алгоритма, написанного на языке программирования Python. Так, первым шагом его разработки является написание функции, которая принимает на вход модифицированные таблицы «Затраты — Выпуск» двух соседних лет в ценах текущего и предыдущего года, задает векторы объемов реализованной продукции, промежуточного и итогового потребления, проводит расчеты по описанным ранее формулам и возвращает вектор коэффициентов дефицитности для каждой из отраслей по данным рассматриваемого года.

Проведение такой операции в цикле, каждая итерация которого сдвигает базисный и текущий годы на одно значение вперед, позволяет получить относительные изменения дефицитности отраслей для всего рассматриваемого временного промежутка. В результате получается матрица A со значениями коэффициентов, где строкам соответствуют наименования отраслей, а столбцам — годы.

Исследование общей динамики относительной дефицитности отраслей производится при помощи анализа ряда показателей: средняя совокупная величина изменения дефицитности отраслей, накопленная совокупная дефицитность, отношение отраслей с повышением дефицитности к тем, в которых, напротив, величина коэффициента сократилась, накопленная дефицитность в разрезе каждой отрасли.

Для расчета первого показателя значения матрицы A агрегируются по столбцам посредством нахождения среднего арифметического, в результате чего получается вектор изменений дефицитности в среднем по России в разрезе нескольких лет.

В ходе работы были получены следующие результаты. Так, в целом на протяжении всего периода значения оставались отрицательными, кроме двух выделяющихся годов — 2009 и 2012 (рис. 6). В первом случае это объясняется последствиями мирового экономического кризиса 2008 г. Так, в 2009 г. наблюдалось падение спроса на российское сырье, особенно на нефть, что, в свою очередь, привело к снижению цен на мировом рынке. Это, соответственно, повлекло сокращение доходов экономических субъектов, за чем и последовал спад в экономике в целом (Ханин, Фомин, 2009). Следует отметить, что, хотя основная волна кризиса пришлась на 2008 г., нарастание дефицитности прослеживается именно в 2009 г. Таким образом, показатель является отстающим, как, например, уровень безработицы или инфляция. Это обусловлено тем, что оживление экономической активности приводит к неподготовленности производителей обслужить значительное увеличение спроса на продукцию, и они не успевают пропорционально нарастить объем выпуска.

Во втором же случае это может быть сопряжено с падением темпов роста производства 2012 г. (Луцкая, 2014), спровоцированном рядом при-

чин, включая снижение спроса на российский экспорт, падение цен на нефть и сокращение инвестиций в производственный сектор страны. Так, под влиянием описанных факторов в России замедлились темпы прироста ВВП, составив всего 1,8% по сравнению с 3,4% годом ранее, что и отразилось на показателях дефицитности, описанных в модели. Таким образом, несмотря на то, что значения коэффициента b неизвестны, а потому в процессе анализа по умолчанию были равны -1 , результаты исследования в той или иной мере отражают реальную динамику темпов производства, что может свидетельствовать об относительном качестве используемого подхода.

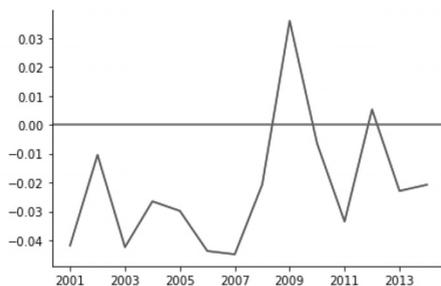


Рис. 6. Средняя совокупная величина изменения дефицитности отраслей
 Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

Второй показатель (рис. 7) представляет собой суммирование всех предыдущих усредненных значений дефицитности для каждого года. Обращение к нему делает более интерпретируемыми значения первого индикатора, наглядно отражая динамику дефицитности рассматриваемых отраслей на некотором временном промежутке. Следует отметить, что не имеет значения, суммировать или перемножать коэффициенты, так как они принимают вид относительных значений.

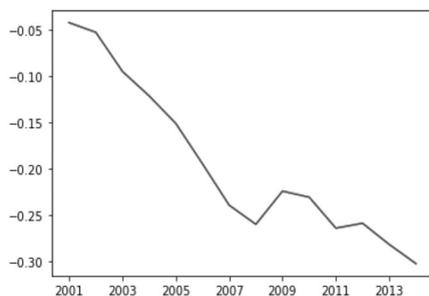


Рис. 7. Накопленная совокупная дефицитность
 Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

Таким образом, накопленная совокупная дефицитность позволяет отметить отрасли, показавшие как наиболее, так и наименее значительное снижение дефицитности (табл. 1 и 2). Кроме того, только в четырех отраслях показатель обернулся положительным числом, а медианное и среднее значение составило -0.29 и -0.30 соответственно, что говорит об улучшении способности российской экономики к обслуживанию существующего на рынке спроса на товары и услуги.

Таблица 1

**Топ-5 отраслей, показавших снижение дефицитности
в период 2001–2014 гг.**

Отрасль	Коэффициент дефицитности
Услуги по финансовому посредничеству	-0.74
Услуги по оптовой торговле, кроме услуг по торговле автотранспортными средствами и мотоциклами	-0.71
Производство резиновых и пластмассовых изделий	-0.70
Воздушный транспорт	-0.66
Телекоммуникации	-0.65

Таблица 2

**Топ-5 отраслей, показавших повышение дефицитности
в период 2001–2014**

Отрасль	Коэффициент дефицитности
Производство мебели	0.15
Производство текстиля, одежды и изделий из кожи	0.10
Образования	0.09
Горнодобывающая промышленность	0.01
Водный транспорт	-0.03

Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

Третий показатель является, в свою очередь, одним из способов резюмирования полученной ранее информации. Отношение количества индустрий, нарастивших дефицит, к тем, где спрос был удовлетворен в более полной мере, показывает общие тенденции динамики производства на российском рынке за исследуемый год с позиции количества сонаправленных отраслей.

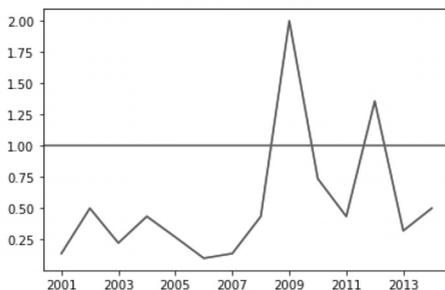


Рис. 8. Соотношение отраслей с различной динамикой роста дефицитности
 Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

Четвертый показатель (рис. 9) позволяет более глубоко рассмотреть структуру дефицитности экономической системы страны. С его помощью становится возможным выделение отраслей, находящихся в наиболее неблагоприятном положении, и отраслей, напротив, преуспевающих в преодолении проблемы нехватки производственных мощностей. Таким образом, схожие по динамике индустрии можно объединить в отдельные кластеры, усреднение по которым даст наиболее полное понимание наблюдаемой ситуации.

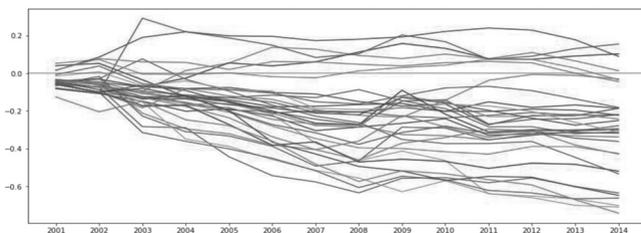


Рис. 9. Накопленная индивидуальная дефицитность
 Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

Важно отметить необходимость поиска релевантного изменения коэффициента b , который, в свою очередь, является настраиваемым гиперпараметром модели. Так, \hat{b} меньше единицы, объявленный на каждом из шагов реализации алгоритма, сворачивает динамику развития дефицитности до прямой линии с отрицательным коэффициентом наклона (рис. 10). Если проводить этот процесс по отношению к каждой из отраслей при достаточно маленьком b , в конце концов совокупность динамик индустрий образует практически одну прямую линию. Таким образом, установление \hat{b} на уровне меньше единицы сжимает динамику дефицитности и проворачивает ее по часовой стрелке. Если же \hat{b} больше единицы, то при достаточно большом его значении динамики дефицитности отраслей принимают

вид более гладких линий, обладающих схожим углом наклона, но различающихся свободным коэффициентом. Причем выбросы на произвольных участках этих прямых оказывают влияние именно на точку пересечения с осью ординат, т.е. в непредвиденный момент поднимают или опускают отдельную прямую на определенный уровень (рис. 11).

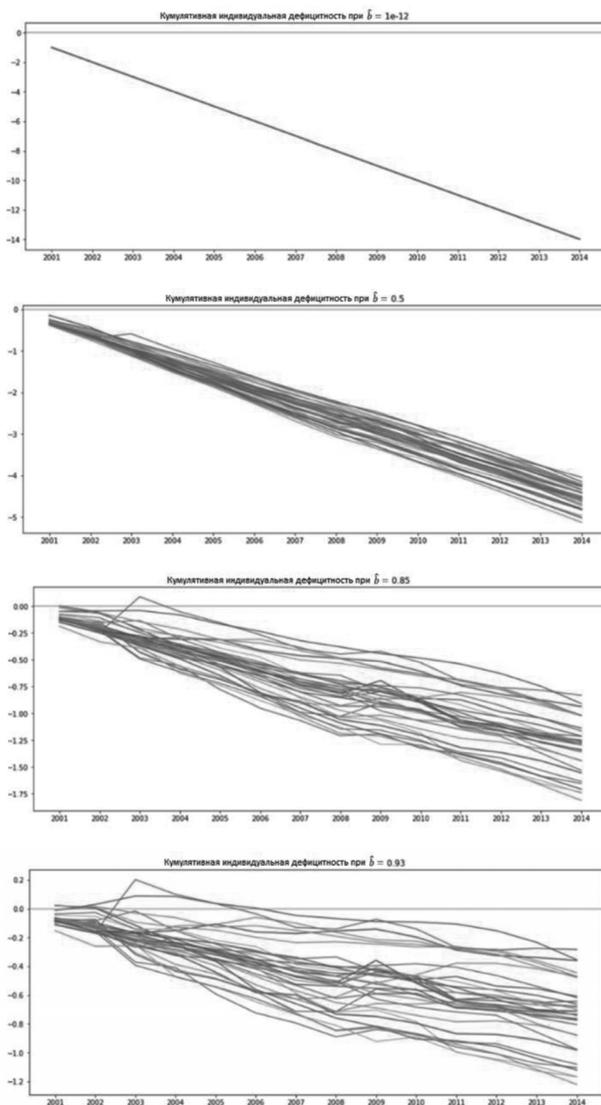


Рис. 10. Влияние величины модуля изменения b коэффициента в меньшую сторону

для каждой отрасли. Определение величины изменения коэффициента, как было отмечено ранее, алгоритмом не предусмотрено: для выполнения этой задачи необходима разработка отдельной методики.

К первой категории, наиболее многочисленной, отнесены индустрии, для которых рассматриваемый период характеризуется сокращением уровня дефицитности в целом. Определяющим фактором включения в этот кластер является заметное негативное влияние кризисной ситуации 2008 г., которая повлекла за собой значительное сокращение объемов производства входящих в группу отраслей в течение двух-трех последующих лет. К ним относятся, прежде всего, индустрии, связанные с обрабатывающей промышленностью, строительством и производством высокотехнологичной продукции. При этом проблемы в индустриях, связанных с производством оборудования (рис. 13), вероятнее всего, были ответной реакцией на перебои в производственных процессах товаров промежуточного потребления (рис. 12): металлов, резины, древесины, продуктов химической отрасли.

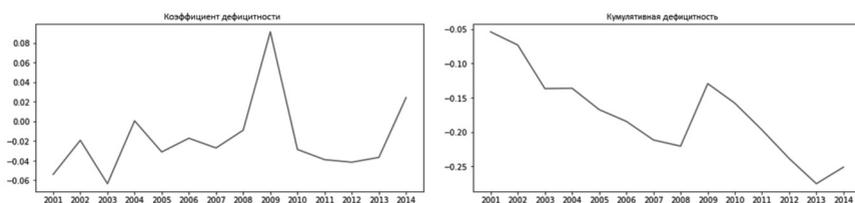


Рис. 12. Производство неблагородных металлов: динамика показателя дефицитности и его накопленное значение

Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

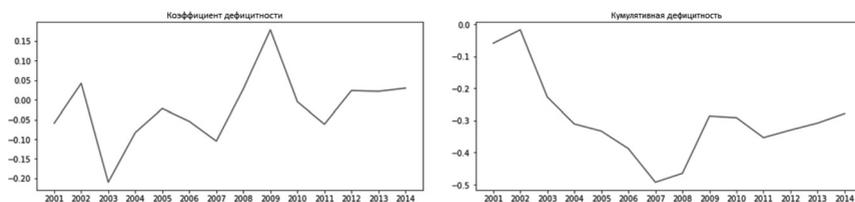


Рис. 13. Производство машин и оборудования:

динамика показателя дефицитности и его накопленное значение

Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

Во второй кластер были включены индустрии, сокращавшие уровень дефицитности, но на показатели которых кризис 2008 г. не оказал никакого влияния, либо это влияние было слабо выражено. В то же время каждая из них отреагировала на замедление мировой экономической активности в 2012 г. Среди таких отраслей оказались обеспечивающие удовле-

ние базовых потребительских потребностей: производство продуктов питания, телекоммуникации, ритейл и оптовые продажи, а также рынок недвижимости и пр. Прежде всего, они характеризуются движением вне общего тренда: например, коэффициент дефицитности сельского хозяйства и животноводства в 2008 г. сократился, а в 2010 г. — в год сильной засухи (Пряхина, др., 2011, с. 41) — напротив, возрос (рис. 14). Таким образом, на подобные индустрии ввиду низкого уровня эластичности спроса оказывают влияние в большей степени факторы, являющиеся специфическими для своей области.

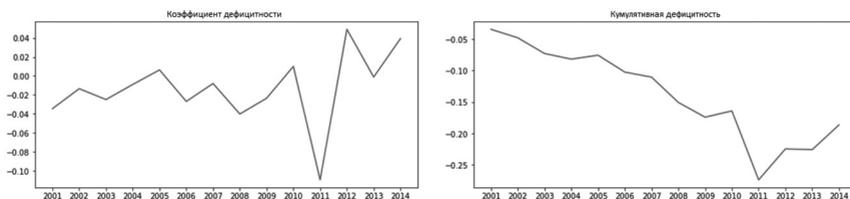


Рис. 14. Сельское хозяйство и животноводство:

динамика показателя дефицитности и его накопленное значение

Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

Следующую рассматриваемую группу представляют отрасли, в которых на протяжении исследуемого периода кумулятивная дефицитность систематически нарастала. Среди них, например, оказались производство мебели, текстиля (рис. 15), горнодобывающая промышленность. Это сигнализирует о существовании значительных проблем в данных отраслях и требует пристального внимания со стороны государства.

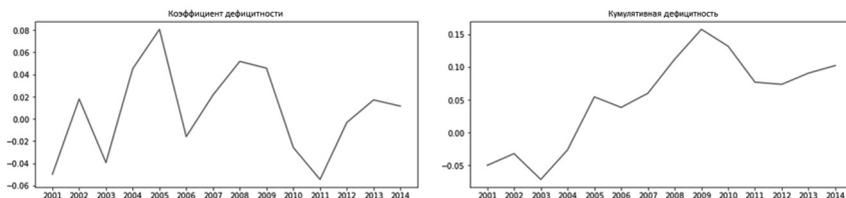


Рис. 15. Производство текстиля, одежды и изделий из кожи:

динамика показателя дефицитности и его накопленное значение

Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

Последняя рассматриваемая группа включает отрасли с наиболее нетипичным поведением и является малочисленной ввиду незначительного количества индустрий, не попавших ни в одну из вышеописанных категорий. Сразу для двух представителей рассматриваемого кластера — образования (рис. 16) и здравоохранения (рис. 17) — был обнаружен схожий паттерн: в течение нескольких лет в начале временного интервала проис-

ходило систематическое накопление дефицитности с последующим длительным периодом стагнации, однако в последние годы обе отрасли значительно сократили величину показателя. В первую очередь, это связано с реформацией системы социального обеспечения страны в 2011–2013 гг. Помимо прочего, выделение общего тренда затруднительно для таких индустрий, как водный транспорт и сфера обеспечения электроэнергией, газоснабжения и кондиционирования воздуха (рис. 18) ввиду непредвиденных флуктуаций уровня дефицитности от года к году. Обоснование предпосылок для такого поведения требует дальнейшего рассмотрения факторов, оказавших влияние на развитие каждой включенной в категорию отрасли.

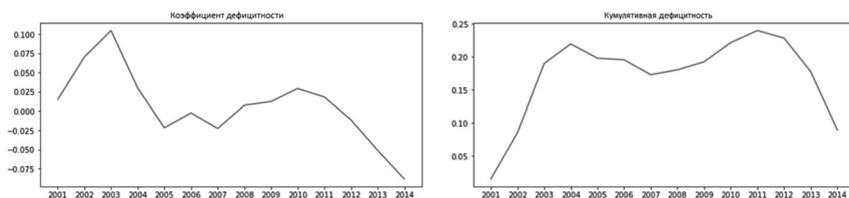


Рис. 16. Образование: динамика показателя дефицитности и его накопленное значение

Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

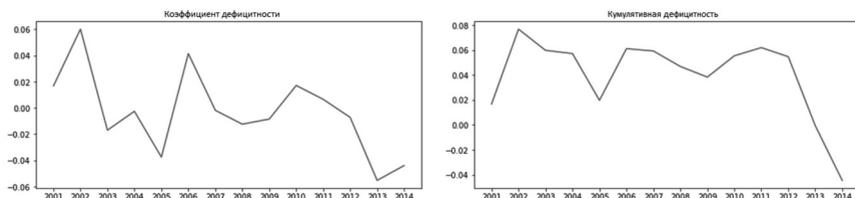


Рис. 17. Здравоохранение: динамика показателя дефицитности и его накопленное значение

Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

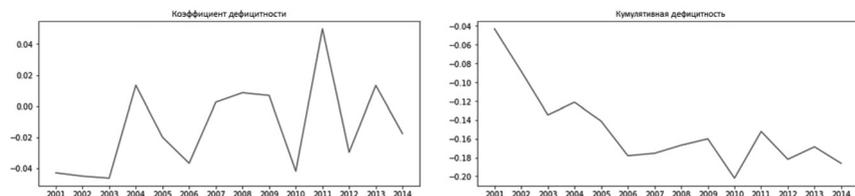


Рис. 18. Электроэнергия, газоснабжение и кондиционирование воздуха: динамика показателя дефицитности и его накопленное значение

Источник: расчеты авторов на основе данных WIOT за период с 2000 по 2014 г.

Таким образом, результаты исследования указывают на уменьшение дефицита в сферах здравоохранения и образования в период с 2012 по 2014 г., несмотря на влияние глобального экономического кризиса. Поддержка этих областей критически важна для государства, поскольку способствует повышению уровня образования и здоровья населения, что положительно влияет на социальное и экономическое развитие страны. В свете этого правительство должно продолжать увеличивать финансирование описываемых отраслей, чтобы укрепить их стабильность и улучшить качество услуг, предоставляемых гражданам.

Важно также обратить внимание на нестабильные отрасли, где дефицитность ресурсов растет или показывает хаотичную динамику. Так, был выявлен рост уровня дефицитности в сферах производства мебели и текстильной промышленности, что является потенциальной угрозой для этих отраслей и может негативно воздействовать на структуру потребительской корзины и занятость населения. Правительство может рассмотреть введение мер поддержки, таких как субсидирование производителей, стимулирование инноваций в этих секторах и содействие экспорту продукции.

Правительству также следует поддерживать инициативы по диверсификации экономики, развитию новых отраслей и укреплению структурной устойчивости. Это снизит зависимость от уязвимых секторов и повысит устойчивость к экономическим колебаниям.

Заключение

На основе данных, представленных в таблице «Затраты — Выпуск», была разработана модель, которая позволяет оценить динамику дефицитности, существующей в той или иной отрасли. Основная идея, заложенная в работу модели, заключается в расчете отклонения фактической цены отрасли от предсказанной оптимальной.

Результаты проведенных экспериментов показывают, что в среднем по всем отраслям России дефицитность за рассматриваемый промежуток 2000–2014 гг. падала, однако мировые кризисы вызывали временные выбросы в сторону увеличения дефицита. Большую часть отраслей можно разделить на две группы: те, для которых на рассматриваемом интервале показатель стабильно падал, и те, для которых в целом было характерно снижение дефицитности, однако они оказались более чувствительны к кризису 2008 г. и в течение нескольких лет боролись с последствиями. Меньше было выделено отраслей, отличающихся ростом дефицитности или хаотичной динамикой.

Таким образом, авторами предложен инструментарий, который может быть использован в целях выявления усиливающегося дефицита ресурсов экономики в отраслевом разрезе для повышения эффективности

макроэкономической политики государства. Следует отметить, что, хотя модель не является прогнозной, она предоставляет возможность мониторинга «здоровья» экономической среды России: отслеживания тенденций и их сопоставления с предпринятыми в прошлом действиями регулятора. Результатом использования методики является оптимизация монетарной и фискальной политики государства на основе полученных с помощью представленной модели выводов.

Дальнейшая работа с моделью состоит, главным образом, в развитии методологических аспектов оценки b коэффициента. Так, усовершенствования могут быть основаны на увеличении объема и улучшении качества статистических данных об отраслях отечественного рынка, которые можно получить, например, опросными методами. Кроме того, классификация секторов в данной работе была осуществлена посредством авторской оценки. В дальнейшем разбиение по категориям возможно проводить с помощью методов классического машинного обучения или глубокого обучения с перспективой разработки собственной модели кластеризации представленных временных рядов.

Список литературы

Анфиногентова, А. А. (2018). Проблемы и перспективы использования метода «Затраты — выпуск» для обоснования стратегических проектов обеспечения продовольственной безопасности России. *Экономика и управление*, 7(153), 4—10.

Гранберг, А. Г. (2006). Василий Леонтьев в мировой и отечественной экономической науке. *Экономический журнал Высшей школы экономики*, 3, 471—491.

Ким, И. А. (2006). *Моделирование межотраслевых потоков в симметричных таблицах «Затраты — Выпуск» России (1995—2002 гг.)*: дис. ... канд. экон. наук. М.: НИУ «Высшая школа экономики. <https://www.hse.ru/sci/diss/565267>

Кудрявцева, О. В. (2008). Экологическая эффективность на макроуровне: потоки ресурсов, модель межотраслевого баланса и экспорт воды в российской экономике. *Экономика и математические методы*, 44(4), 39—48.

Кудрявцева, О. В., & Яковлева, Е. Ю. (2016). Учет потоков воды, используемой в экономике России, и расчет водоемкости продукции, отправляемой на экспорт. *Водные ресурсы*, 43(4), 451—464.

Луцкая, Е. Е. (2014). Зарубежные экономисты о причинах падения темпов экономического роста в России. *Россия и современный мир*, 1, 238—242.

Мельникова, Л. В. (2011). Таблицы «затраты — выпуск»: путь к сближению наций. *Всероссийский экономический журнал ЭКО*, 5, 27—33.

Пряхина, С. И., Гужова, Е. И., & Смирнова, М. М. (2011). Климатические риски в сельскохозяйственном производстве и некоторые пути их преодоления. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле*, 2, 35—41.

Саяпова, А. Р. (2013). Продуктовые и отраслевые таблицы «Затраты — выпуск». *Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*, 11, 405—429.

Стрижкова, Л. А. (2016). Использование таблиц «затраты — выпуск» при оценке зависимости российской экономики от импорта и процессов импортозамещения. *Вопросы статистики*, 5, 3—22. <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2016-0-5-3-22>

Суворов, Н. В. (2008). Методы и результаты макроэкономического анализа эффективности производства в реальном секторе отечественной экономики. *Проблемы прогнозирования*, 3, 3–16.

Суворов, П. А. (2016). *Метод «Затраты — Выпуск» как инструмент оценки макроэкономической эффективности инновационно-инвестиционных проектов*: дис. ... канд. экон. наук. М.: МГУ имени М. В. Ломоносова. <https://istina.msu.ru/dissertations/49932015/>

Ханин, Г. И., & Фомин, Д. А. (2009). Экономический кризис 2008 г. В России: причины и последствия. *Всероссийский экономический журнал ЭКО*, 1, 20–37.

Barro, R. J., & Grossman, H. I. (1974). Suppressed Inflation and the Supply Multiplier. *The Review of Economic Studies*, 1, 87–104. <https://doi.org/10.2307/2296401>

Du, R., Wu, Q., Nan, Z., Dong, G., Tian, L., & Wu, F. (2022). Natural Gas Scarcity Risk in the Belt and Road Economies Based on Complex Network and Multi-Regional Input-Output Analysis. *Mathematics*, 10(5), 788. <https://doi.org/10.3390/math10050788>

Halvorsen, R., & Smith, T. R. (1984). On Measuring Natural Resource Scarcity. *Journal of Political Economy*, 5, 954–964.

Jensen, R. C., West, G. R., & Hewingst, G. J. D. (1988). The Study of Regional Economic Structure using Input–Output Tables. *Regional Studies*, 3, 209–220. <https://doi.org/10.1080/00343408812331344910>

Miller, R. E., & Blair, P. D. (2022). *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. 3rd Edition. Cambridge University Press.

Nugroho, Y. D. (2021). Analysis of Input-Output Table: Identifying Leading Sectors in Indonesia (Case Study in 2010, 2016 and 2020). *Proceedings of 2021 International Conference on Data Science and Official Statistics (ICDSOS)*, 1, 985–997.

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

Yang, H., Pfister, S., & Bhaduri, A. (2013). Accounting for a scarce resource: virtual water and water footprint in the global water system. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6, 599–606. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.10.003>

Zhao, H., Qu, S., Guo, S., Zhao, H., Liang, S., & Xu, M. (2019). Virtual water scarcity risk to global trade under climate change. *Journal of Cleaner Production*, 230, 1013–1026. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.114>

References

Anfinogentova, A. A. (2018). Problems and Prospects of Using the Input-Output Method to Substantiate Strategic Projects for Ensuring Russia's Food Sustainability. *Ėkonomika i upravlenie*, 7(153), 4–10.

Granberg, A. G. (2006). Wassily Leontiev in world and domestic economic science. *The HSE Economic Journal*, 3, 471–491.

Hanin, G. I., & Fomin, D. A. (2009). The economic crisis of 2008 in Russia: causes and consequences. *Vserossiiskij ekonomicheskij zhurnal EKO*, 1, 20–37.

Kim, I. A. (2006). *Modeling of interbranch flows in symmetrical tables “Input — Output” in Russia (1995–2002)*: thesis ... Candidats of Economic. Moscow: Lomonosov Moscow State University. <https://www.hse.ru/sci/diss/565267>

Kudryavtseva, O. V. (2008). Ecological efficiency at the macro level: resource flows, intersectoral balance model and water export in the Russian economy. *Economics and Mathematical Methods*, 44(4), 39–48.

Kudryavtseva, O. V., & Yakovleva, E. Yu. (2016). Accounting of Water Flows Used in Russian Economy and Estimation of the Water Accumulated in Exported Products. *Water Resources*, 43(4), 451–464.

Luckaya, E. E. (2014). Foreign economists on the reasons for the economic growth decline in Russia. *Rossiya i sovremennyy mir*, 1, 238–242.

Mel'nikova, L. V. (2011). Input-output tables: the path to nations convergence. *Vserossijskij ekonomicheskij zhurnal EKO*, 5, 27–33.

Pryahina, S. I., Guzhova, E. I., & Smirnova, M. M. (2011). Climatic Risk in Agricultural Production and Some Ways They Overcome. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2, 35–41.

Sayapova, A. R. (2013). Product and industry input-output tables. *Scientific Articles — Institute of Economic Forecasting Russian Academy of Sciences*, 11, 405–429.

Strizhkova, L. A. (2016). Using “input-output” tables in estimating the dependence of Russian economy on import and import substitution processes. *Voprosy statistiki*, 5, 3–22. <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2016-0-5-3-22>

Suvorov, N. V. (2008). Methods and results of macroeconomic analysis of production efficiency in the real sector of the domestic economy. *Studies on Russian Economic Development*, 3, 3–16.

Suvorov, P. A. (2016). *Method “Costs — Output” as a tool for assessing the macroeconomic efficiency of innovation and investment projects*: thesis ... Doctors of Economics. Moscow: Lomonosov Moscow State University. <https://istina.msu.ru/dissertations/49932015/>