

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ ОТРАСЛЕЙ В РАМКАХ МЕТОДОЛОГИИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА¹

Н. А. Моисеев, И. А. Внуков

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,
Москва, Россия

Тематика межотраслевого баланса хорошо проработана в научной среде, однако недостаточное, на наш взгляд, внимание уделяется встраиванию в модель межотраслевого взаимодействия уровней цен отраслей, которые имеют немаловажное значение при принятии решений относительно производства каждой отрасли. Статья посвящена разработке математического подхода к моделированию поведения отраслей экономики в контексте формирования ценовой политики. Теоретической базой для исследования послужили основные положения экономической теории и теории межотраслевого баланса. Авторами анализируется динамика назначаемых отраслями цен на продукцию с учетом межотраслевой взаимозависимости и соответственное изменение выпуска, добавленной стоимости, маржи и объемов реализованной продукции по каждой отрасли. Результатом исследования является межотраслевая модель формирования ценовой политики отраслей, учитывающая параметры спроса и стремление каждой отрасли максимизировать свою прибыль. Рассматриваются различные сценарии изменения параметров спроса и производственных взаимоотношений. В результате проведенных модельных экспериментов были сделаны выводы, что повышение спроса на продукцию одной отрасли не всегда позволяет повысить производство продукции связанных с ней отраслей. Поскольку повышается и цена продукции данной отрасли, издержки других отраслей растут, что отрицательно сказывается на спросе на их продукцию со стороны конечного потребителя. Напротив, падение спроса на продукцию одной отрасли может оказать поддержку другим связанным отраслям по неизменным функциям спроса за счет снижения издержек. Предлагаемая модель может быть полезна частному и государственному секторам в задачах планирования инвестиционной политики, а также позволит выявить макроэкономические тенденции, что поможет в решении проблемы несвоевременного или неверного реагирования экономических субъектов на возникающие риски.

Ключевые слова: оптимизация, экономическая теория, моделирование, межотраслевая модель.

MODELING PRICE POLICY OF INDUSTRIES WITHIN THE FRAMES OF INTER-SECTORAL BALANCE METHODOLOGY

Nikita A. Moiseev, Ivan A. Vnukov

Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia

The subject of inter-sectoral balance has been adequately developed in scientific community, however, we think that insufficient attention was paid to inserting price rates of industries in the model of inter-sectoral relations, as they produce a serious impact on making decisions concerning each industry production. The article deals with working-out a mathematic approach to modeling industry behavior in view of price policy development. The theoretical base of the research was formed by key provisions of the economic theory and the theory of inter-sectoral balance. The authors analyze dynamics of product prices set by industries with regard to inter-sectoral dependence and respective changes in output, added value, margin and volumes of sold products in each industry. As a result of the research the inter-sectoral model of shaping price policy of industries was built, which takes into account parameters

¹ Статья подготовлена по результатам исследования, выполненного при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 22-78-10150.

of demand and urge of every industry for maximum profits. Different scenarios of changing demand parameters and production interactions were studied. Model experiments allowed authors to come to the conclusion that a rise in demand for one industry product cannot always increase production of related industries. As product price in the industry goes up, costs of other industries also rise, which can have an adverse effect on their product demand on the part of end customer. And on the contrary, a drop in demand for one industry product can support other related industries on constant demand factors at the expense of cost cutting. The proposed model could be useful for private and state sectors in planning investment policy at the same time it could reveal macro-economic trends, which is necessary to resolve problems of tardy or inadequate response of business entity on possible risks.

Keywords: optimization, economic theory, modeling, inter-sectoral model.

Введение

Методология межотраслевого баланса хорошо разработана и развита в отечественной и зарубежной научной литературе. Ее суть заключается в построении таблиц затрат – выпуска, в которых по строкам отражен выпуск каждой отрасли для собственных нужд и других отраслей, а по столбцам – потребление каждой отрасли собственной продукции и продукции других отраслей. Под отраслью понимается совокупность фирм, производящих однородную продукцию. Такие таблицы состоят из четырех частей и включают не только межотраслевое взаимодействие, но и конечное потребление продукции каждой отрасли домохозяйствами, государством и другими экономическими агентами. Также содержится информация о налоговых сборах, валовой добавленной стоимости и т. д. Существуют таблицы, включающие производство множества отраслей по всему миру [30]. На основании данных таблиц есть возможность вычислить производственную матрицу, отражающую структуру производственных взаимоотношений между отраслями, объемы выпуска каждой отрасли с учетом конечного потребления. Преимущество работы с таблицами затрат – выпуска заключается в возможности моделирования сложных взаимозависимостей между большим количеством отраслей и учета мультипликативных эффектов.

В теорию межотраслевого баланса входит также ценовая модель. Влияние цен на принятие производственных решений значительно: отрасли могут существенно снижать объемы потребления при росте цен и наращивать производство при их

снижении. Идея внедрения в межотраслевой баланс уровней цен отраслей достаточно проработана, однако имеются недостаточно рассмотренные вопросы касательно ценового моделирования, которые можно решить, основываясь на имеющейся методологии.

В данной статье отрасли рассматриваются как экономические агенты. Как правило, основной целью экономических агентов является максимизация прибыли. При этом отрасли назначают цены на свою продукцию, от которых зависит величина спроса со стороны конечных потребителей. Помимо конечных потребителей, отраслям также необходимо удовлетворять спрос на продукцию со стороны других связанных отраслей. Если выпуск одной отрасли зависит от другой (у которой она как производитель также приобретает продукт), то при изменении цены на продукт первой отрасли вторая отрасль также реагирует ответным изменением цены. Каждое из этих действий оказывает влияние на конечное и производственное потребление, создавая цепную реакцию в изменении ценовой политики по отраслям. Поэтому при моделировании поведения нескольких отраслей важно учитывать действие мультипликативных эффектов, выражающихся в непропорциональном увеличении масштабов последствий каждого действия отрасли на общий выпуск. С позиции отрасли действия других агентов и изменения производственных взаимозависимостей рассматриваются как экономические шоки.

Задача данного исследования – нахождение оптимальных цен для всех отраслей при действии экономических шоков. На

практике цены для производителей и для конечных потребителей отличаются. Однако в целях упрощения предполагается установление отраслью единой цены для производителей и потребителей.

В данной статье в качестве шоков выступают:

- изменение спроса на продукцию отраслей со стороны конечных потребителей;
- изменение технологических взаимосвязей – при внедрении новых технологий отрасль меняет уровни потребления продукции других отраслей;
- изменение уровней цен отраслей – отрасль реагирует не только на сам шок, но и на его последствия (изменение цен другими отраслями).

Авторами предпринята попытка создать такую модель, которая помогла бы экономическим агентам в прогнозировании рыночной ситуации и принятии инвестиционных решений с учетом сложных взаимодействий между отраслями.

Обзор литературы

Методология межотраслевого баланса имеет широкие области применения. Так, А. Г. Гранберг, В. И. Суслов и С. А. Суспицын [3] обобщили результаты исследований многорегиональных систем на основе использования межотраслевых моделей для анализа межрегиональных экономических взаимодействий, выявления эффективных и неэффективных коалиций регионов. Согласно исследованию Л. В. Мельникова [10], возврат к применению и анализу таблиц затрат – выпуска может значительно повысить эффективность проводимой экономической политики государства, а именно сделать возможным анализ структурных изменений в национальных экономиках, измерения уровня их взаимозависимости, степени влияния на окружающую среду, эквивалентности международной торговли и т. д.

Зарубежными исследователями [28] показано, что агрегирование данных по отраслям приводит к иным результатам,

нежели использование детализированных данных по каждой фирме по причине неоднородности.

Методология межотраслевого баланса активно развивалась в исследовании Ю. В. Яременко [18], где для описания межотраслевого взаимодействия используется производственная функция, трансформированная в уравнение регрессии. Это позволило рассматривать производственные затраты как экзогенную величину. В модель были добавлены такие параметры, как объемы выпуска по каждой отрасли и производственного спроса. Кроме того, уделяется внимание характеристике качественного товара, спрос на который выше предложения. Уровень цен является одним из факторов при построении системы взаимодействия отраслей, поскольку необходимым является условие сопоставимости цен.

Исследователь К. Б. Тиланус [29] сравнивает применение коэффициентов прямых затрат с маржинальными коэффициентами, учитывающими изменения в производственной структуре. Э. Б. Ершов [5] анализирует неоднородность спроса на продукцию отраслей в рамках межотраслевой модели взаимодействия потоков продукции. Им разработан метод оценки зависимости затрат ресурсов от структуры рынка продукции отрасли с учетом сопоставимости цен.

В ряде исследований [8; 15; 21] акцентируется внимание на проблемах сопоставимости и применения таблиц затрат – выпуска касательно российских данных. Так, И. А. Ким уделяет внимание оценке производственной функции отрасли, исходя из таблиц затрат – выпуска и отраслевых индексов цен [7].

В зарубежных исследованиях показано, что функция CES (constant elasticity of substitution) более предпочтительна для описания структуры российской экономики [20]. Большинство работ по данной тематике посвящено моделированию взаимодействия эффектов межотраслевого сотрудничества [23; 30].

В межотраслевом балансе предполагается нахождение цен отраслей в модели равновесных цен Леонтьева [9]. Для нахождения равновесных цен необходимо наличие производственной матрицы и вектора добавленной стоимости. Так, имеется возможность найти статичные цены всех отраслей на определенный момент времени. Однако в данной модели необходимо задавать в явном виде добавленную стоимость, которая на практике выводится из входных параметров. В ценовой модели Леонтьева отсутствует связь со спросом на продукцию отраслей, а также возможность динамического моделирования, позволяющего прогнозировать эффекты от постоянных изменений производственных взаимозависимостей и спроса.

Исследователями предпринимались попытки внедрения ценовой модели Леонтьева в модель экономики Ирана в статике и динамике [19]. В исследовании К. Кратена изучаются производственный спрос и цены на продукцию между отраслями с учетом спроса на факторы производства, моделируется влияние ценовых шоков на изменение производства [22]. Упомянутые работы затрагивают в большей степени производственные отношения в контексте анализа отдельных макроэкономических эффектов в рамках систем линейных уравнений, не исследуют взаимное влияние отраслей на установление цен. Цены рассматриваются экзогенно и находятся согласно ценовой модели Леонтьева.

Близкой к данному исследованию является работа, в которой путем итерационного изменения таблиц затрат – выпуска (компонентов добавленной стоимости с учетом индексов цен) моделируются эффекты ценовых шоков на цены отраслей [27]. Предлагаемый алгоритм имеет множество преимуществ, таких как простота вычислений, возможность его распространения на любое количество отраслей и учет мультипликативного эффекта в ценовом прогнозировании. Однако в нем не уделяется внимание ценовой оптимизации на уровне отдельной отрасли и не учиты-

вается изменение спроса конечных потребителей. Модель хотя и преодолевает проблему узкой направленности ценовой модели Леонтьева, но все же имеет схожие результаты и недостатки.

Имеющиеся на данный момент работы не акцентируют внимание на процессе принятия решения относительно установления цены отдельной отраслью, а фокусируются на иных задачах. Не было создано методики, учитывающей, что экономический агент нацелен на максимизацию собственной прибыли и действует на микроуровне. Цель данной статьи – введение индивидуальных уровней спроса и алгоритма выбора средних цен на продукцию отраслей на основе частных функций прибыли в модель межотраслевого баланса. Преимущество такого моделирования межотраслевого взаимодействия видится в более точном приближении к реальным условиям, когда отрасли самостоятельно назначают оптимальные для них цены в текущих условиях.

Теоретическое обоснование модели межотраслевого взаимодействия

Для описания предлагаемого алгоритма вводятся следующие обозначения из теории межотраслевого баланса:

1. Матрица затрат – выпуска, по строкам которой отражен выпуск i -й отрасли в объеме x_{ij} , потребленный j -й отраслью; по столбцам – потребление j -й отрасли в объеме x_{ij} продукции i -й отрасли для собственного производства:

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

2. Производственная матрица, в которой факторами прямых затрат являются коэффициенты пропорциональности (каждый продукт может быть произведен только в одной отрасли, а производственное потребление прямо пропорционально производству в потребляющих отраслях):

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

где a_{ij} – каждый элемент производственной матрицы A ;

x_{ij} – каждый элемент таблицы затрат – выпуска прямых затрат (по строкам);

x_j – общий выпуск каждой отрасли [25].

3. Производственная матрица:

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

4. Конечное потребление реализованной отраслями продукции (домохозяйствами, государством и т. д.) – Y . Вектор конечного выпуска – X . Конечный выпуск представляет собой сумму производственных затрат и конечного потребления:

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

5. Вектор конечного выпуска:

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

где I – единичная матрица размерности матрицы A [26].

Для моделирования динамики цен и связанных с ними показателей первоначально определяются основные детерминанты, влияющие на решения отраслей относительно ценовой и производственной политики. В данной модели в качестве таких факторов выступают спрос со стороны конечных потребителей и спрос со стороны отраслей.

Величина спроса конечных потребителей на продукцию задана в виде линейной функции от цены в матричном виде (6). Она определяет физический объем конечного потребления продукции каждой отрасли. Рассматривается линейная модель спроса, поскольку предполагается, что в окрестности точки текущего ценового баланса любую зависимость спроса от цены можно сгладить линейной функцией (для нормальных экономических благ рост цены отрицательно сказывается на спросе) [2]. Модель предполагает изменение параметров спроса θ и b для каждой отрасли в экспериментальных целях:

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

где Q – вектор величины спроса на продукцию отраслей;

P – вектор цен отраслей;

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

θ_i и b_{ij} – параметры спроса на продукцию i -й отрасли.

Из экономической теории известно, что параметру θ_i соответствует порог потребления физического объема продукции при бесконечно малой цене, а параметры b_{ij} косвенно отражают эластичность спроса на продукцию i -й отрасли по цене j -й отрасли (насколько меняется спрос на продукцию при увеличении цены). В экспериментах данной статьи рассматривается только случай, когда спрос на продукцию каждой отрасли независим от других, т. е. продукция отраслей не является по отношению друг к другу ни субститутами, ни complementами для конечных потребителей (матрица B диагональная). Однако предлагаемая модель может учитывать замещаемость и complementарность продукции различных отраслей, что задается элементами матрицы B вне диагонали. Одно из допущений модели состоит в том, что нам известны параметры спроса на продукцию отраслей, однако их возможно получить эмпирически путем анализа статистических данных или с помощью опросного метода.

Конечное потребление можно представить в виде

$$Y = P \circ Q(P), \quad (7)$$

где $\circ$ – произведение Адамара (поэлементное умножение матриц).

Тогда из (5) и (7) конечный выпуск выражается в виде

$$X = (I - A)^{-1} \cdot P \circ Q(P). \quad (8)$$

Совокупный объем реализованной продукции рассчитывается как отношение выпуска и уровня цен:

$$QT = X \circ \frac{1}{P}. \quad (9)$$

Производственный спрос на продукцию любой отрасли задается структурой производства, которая выражается производственной матрицей. Каждый ее столбец показывает затраты отрасли на продукцию и услуги своей и остальных отраслей для производства единицы продукции. Производственная матрица может меняться под влиянием цен отраслей и технологических изменений.

Влияние цен обусловливается пропорциональным ростом затрат с ростом цен комплектующих. Одна отрасль, потребляя продукцию другой отрасли для создания единицы продукта, несет затраты, которые в общем итоге увеличиваются пропорционально повышению цены на комплектующие, поставляемые другой отраслью. Это означает, что производственная матрица для отраслей может быть переписана в виде

$$A_p = PN \circ A, \quad (10)$$

$$\text{где } PN = \begin{pmatrix} 1 & \frac{p_1}{p_2} & \dots & \frac{p_1}{p_n} \\ \frac{p_2}{p_1} & 1 & \dots & \frac{p_2}{p_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{p_n}{p_1} & \frac{p_n}{p_2} & \dots & 1 \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Под влиянием технологических изменений подразумевается изменение доли потребляемой продукции определенной отрасли в общих затратах на производство единицы продукции другой отрасли. Производственная матрица примет следующий вид:

$$A_1 = \begin{pmatrix} a_{11} + k_{11} & \dots & a_{1n} + k_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} + k_{n1} & \dots & a_{nn} + k_{nn} \end{pmatrix}, \quad (12)$$

где k_{ij} – изменение в структуре потребления i -й отрасли продукции j -й отрасли.

Предполагается установление параметров $k_{11} - k_{nn}$ экспертным методом исходя из потребностей отраслей либо из анализа структуры прямых затрат по соседним годам в исторических данных.

В данной статье мы предполагаем, что затраты на оплату труда и налоги пропорциональны добавленной стоимости, поэтому задача максимизации прибыли эквивалентна задаче максимизации добавленной стоимости. Таким образом, отрасли при максимизации своих прибылей (добавленных стоимостей) руководствуются новой модифицированной производственной матрицей и принимают решения с учетом цен других отраслей:

$$A_p = A_1 \circ PN. \quad (13)$$

После того как определены шоковые факторы (спрос и структура производства), важно определить целевую функцию, которую будет максимизировать отрасль при принятии решений. В качестве такой функции выступает добавленная стоимость по отрасли, задающаяся как разность между выпуском и затратами:

$$PR = X - (E_n^T \cdot A_p)^T \circ X, \quad (14)$$

$$PR = (E_n - (PN \circ A_1)^T \cdot E_n) \circ$$

$$\circ ((I_n - PN \circ A_1)^{-1} \cdot P \circ Q(P)) \rightarrow \max, \quad (15)$$

где PR – вектор добавленной стоимости отраслей;

E_n – единичный вектор-столбец размерности n ;

I_n – единичная матрица размерности $n \times n$.

Добавленную стоимость после некоторых математических преобразований можно представить в следующем виде:

$$PR = ((I_n - A_1^T) \cdot P) \circ ((I_n - A_1)^{-1} \cdot (B \cdot P + \theta)). \quad (16)$$

Нашей задачей является поиск ценового и производственного равновесия системы по Нэшу, которое можно характеризовать ситуацией, когда ни одной отрасли невыгодно изменять свои цены при неизменных ценах других отраслей. Такое равно-

весие достигается в точке, удовлетворяющей условию $\frac{\partial PR_i}{\partial p_i} = 0$.

Поскольку функция (16) имеет параболический вид, то приведенное условие

$$P_{opt} = -\left(B + (I_n - A_1) \cdot \left(\text{diag}(I_n - A_1^T)\right)^{-1} \cdot \text{diag}\left((I_n - A_1)^{-1}\right) \cdot B \cdot (I_n - A_1^T)\right)^{-1} \cdot \theta, \quad (17)$$

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

Также будем вычислять маржу добавленной стоимости по отраслям, чтобы судить об эффективности производства:

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

Отрасли, ориентируясь на спрос и производственные затраты, выбирают такие цены, при которых достигается максимальный уровень добавленной стоимости и, как следствие, прибыли. Это взаимодействие можно смоделировать, отслеживая, как будут реагировать отрасли на изменения параметров спроса, уровней цен и технологических изменений с точки зрения объемов производства и маржинальности.

Необходимым условием получения точных результатов взаимодействия отраслей является сходимость цен к общему равновесию при заданном спросе. Если в текущей точке отрасль имеет один оптимальный уровень цен, при котором достигается максимальная прибыль, то для нее нет необходимости отклоняться от выбранной цены. Ограничением для отрасли при установлении цены является спрос конечного потребителя. Имея конечного потребителя, отрасли невыгодно чрезмерно завышать цены. Условие наличия сходимости цены справедливо для каждой отрасли, имеющей конечное потребление, при любом состоянии экономики (ценах, выпуске других отраслей, производственных связях и конечном потреблении).

Отрасль, не имеющая конечного потребителя и выпускающая продукцию только для промежуточного потребления, в дан-

представляет собой систему линейных уравнений, для которой доступно аналитическое решение. Данное решение выглядит следующим образом:

ной модели не имеет видимых ограничений на цену и поэтому теоретически может установить максимально возможную цену. Поведение отраслей без конечного потребления нуждается в отдельной модели.

Функция добавленной стоимости для всех отраслей будет квадратичной при конечном потреблении больше нуля. При равенстве нулю конечного потребления снимаются ограничения на установление цены, поскольку функция добавленной стоимости становится линейной.

Приведем пример формы графика зависимости добавленной стоимости отрасли от ее цены (рис. 1).

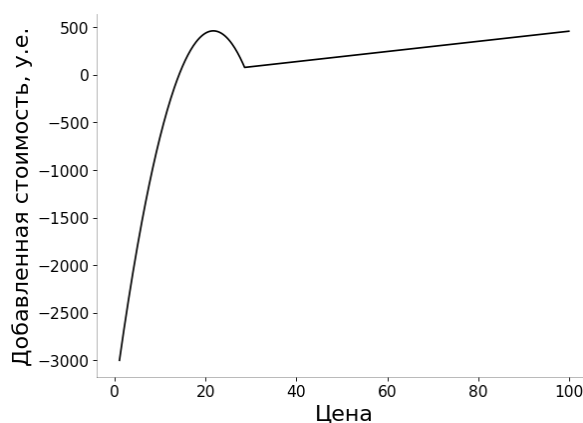


Рис. 1. Пример зависимости добавленной стоимости от цены отрасли

В статье представлен набор экспериментов, где параметры спроса и производственной структуры непрерывно меняются во времени. Таким образом, моделируются динамическое изменение рыночной конъюнктуры и соответствующие реакции отраслей на внешние стимулы.

Для иллюстрации модели было проведено два эксперимента: при условиях меняющегося спроса и структуры производства. В первом эксперименте для анализа реакции цен отраслей на изменение спроса как в положительную, так и в отрицательную сторону моделируются две ситуации на каждый случай – условие роста и падения спроса. Во втором эксперименте рассмотрены различные варианты изменения производственной структуры – увеличение и уменьшение зависимости одной отрасли от другой.

Модельные эксперименты

Для отслеживания показателей отраслей было установлено 25 циклов (условно временной период). Базовые значения и величины их изменения были получены эмпирическим путем на основе изученной литературы и наблюдений.

Производственная матрица задана как

$$A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,15 & 0,12 \\ 0,2 & 0,3 & 0,27 \\ 0,11 & 0,3 & 0,21 \end{pmatrix}. \quad (19)$$

Функция спроса для отрасли явно выражается через цену этой отрасли, но неявно зависит также от цен других отраслей. Для трех отраслей параметры спроса приняли следующий вид:

$$B = \begin{vmatrix} -7 & 0 & 0 \\ 0 & -6 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{vmatrix}, \theta = \begin{vmatrix} 200 \\ 180 \\ 120 \end{vmatrix}. \quad (20)$$

Параметры спроса θ и b менялись только для двух отраслей. Параметр θ менялся для отрасли 3, параметр b – для отрасли 2, поскольку эта отрасль больше связана с отраслью 3. Изменение параметров происходило в положительную и отрицательную сторону (увеличение и уменьшение спроса) относительно исходного положения:

$$\Delta\theta_3 = \pm 3, \quad (21)$$

$$\Delta b_2 = \pm 0,15. \quad (22)$$

Остальные параметры не менялись со временем. Изменение параметра b для от-

расли 2 происходило также для того, чтобы уравновесить положение отраслей.

Был достигнут первоначальный баланс цен:

$$P = \begin{pmatrix} 22 \\ 26 \\ 30 \end{pmatrix}. \quad (23)$$

Для моделирования изменения структуры производства был взят прирост коэффициента прямых затрат для второй отрасли в отношении третьей отрасли. Изменение производилось в обе стороны:

$$k_{23} = \pm 0,01. \quad (24)$$

Остальные коэффициенты прямых затрат не менялись. Таким образом, моделировалось изменение взаимозависимости двух отраслей, наиболее связанных между собой, чтобы отследить динамику по всем трем отраслям. При увеличении производственного потребления определенной отрасли только у самой себя выпуск смещается в сторону данной отрасли. Это приводит к снижению у нее маржи, поскольку эта отрасль все большую часть выпуска тратит на собственные производственные нужды.

Результаты эксперимента 1

В этом эксперименте моделируются две ситуации: меняется спрос на продукции второй и третьей отраслей в положительную и отрицательную сторону соответственно. На протяжении 25 циклов параметр спроса θ для отрасли 3 растет (падает) на 3 единицы. Для отрасли 2 параметр спроса b растет (падает) на 0,15 единиц, тем самым меняются объемы реализованной продукции отраслей ($\Delta\theta_3 = 3$, $\Delta b_3 = 0,15$ и $\Delta\theta_3 = -3$, $\Delta b_3 = -0,15$).

На рис. 2 показана динамика пяти показателей. С левой стороны рисунка изображены графики, отражающие ситуацию роста спроса, с правой стороны – падения спроса. Снижение спроса для отрасли 3 привело к нулевому конечному потреблению продукции данной отрасли, что способствовало ускоренному падению цен и

соответственному изменению остальных показателей отрасли 3.

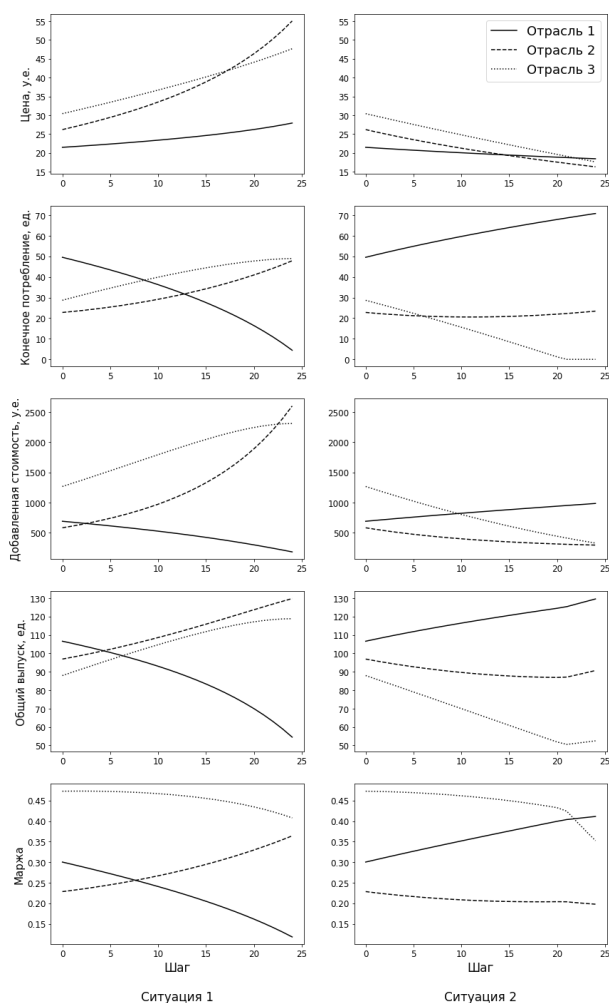


Рис. 2. Динамика показателей производства в условиях роста и падения спроса

На графиках показано, что при росте спроса добавленная стоимость отрасли 2 растет выпукло, а добавленная стоимость отрасли 3 – вогнуто; маржа отрасли 3 снижается, а отрасли 2 – растет. Нелинейно падает добавленная стоимость и маржа по отрасли 1. Влияние параметра b оказалось существеннее влияния параметра θ на длительном промежутке времени, что видно из динамики цен, добавленной стоимости и маржи в условиях роста спроса.

Рост спроса со стороны конечных потребителей на продукцию отраслей 2 и 3 привел к росту цен этих отраслей, что в свою очередь привело к увеличению из-

держек отрасли 1. При росте спроса все отрасли стали повышать цены, однако для сохранения постоянной маржи у отрасли 1 не хватает мощностей, так как издержки у нее повышаются из-за роста цен других отраслей. Отрасль 3 также теряет часть маржи, установившейся на первых пяти периодах. Если бы отрасль 1 не поставляла продукцию конечным потребителям, она бы смогла избежать такого падения выпуска и прибыли (добавленной стоимости), поскольку меньше зависела бы от потребительского рынка. В этом случае выпуск отрасли 1 был бы постоянным. Кроме того, у отрасли 1 очень эластичный спрос, поэтому она теряет в производстве при повышении цены, и наоборот, производит больше остальных отраслей, когда цены падают.

В ситуации падения спроса отрасль 2 теряет в производстве и добавленной стоимости значительно меньше, чем отрасль 3. Это произошло за счет того, что отрасль 3 покинула рынок и сильно потеряла в марже, отрасль 2 нарастила производство и добавленную стоимость. У отрасли 2 не наблюдается значительного снижения производства и добавленной стоимости за счет снижения издержек и падения цен.

В результате, хотя система межотраслевого взаимодействия линейна, прослеживаются как линейные, так и нелинейные тенденции. При этом воздействие шоков на одни отрасли сказывается и на других отраслях. В данной модели спрос конечных потребителей не распределяется по всем отраслям, а зависит только от цены конкретной отрасли. При росте спроса замедление роста конечного потребления и падение маржи отрасли 3 связаны с ростом цены на ее продукцию вследствие увеличения ее издержек. Издержки у всех отраслей растут в связи с ростом цен.

Еще один результат эксперимента заключается в том, что, несмотря на наличие явной зависимости конечного потребления только от цены отрасли, большое влияние могут оказывать неявные взаимосвязи. Например, конечное потребление от-

расли падает при росте спроса на продукцию связанных с ней отраслей вопреки интуитивному сценарию, когда ожидаются поддержка и рост производства этой отрасли. Поскольку эта отрасль потребляет продукцию связанных отраслей, цены на продукцию которых растут, у данной отрасли растут издержки при неизменном спросе. Единственным возможным решением для данной отрасли в целях сохранения прибыли является повышение цены, что ведет к падению величины спроса на конечное потребление и, как следствие, прибыли.

Результаты эксперимента 2

В этом эксперименте моделируются две ситуации: меняется структура производства отрасли 3 по отношению к отрасли 2 в положительную и отрицательную сторону соответственно ($\Delta k_{23} = 0,01$ и $\Delta k_{23} = -0,01$). На рис. 3 с левой стороны изображены графики, иллюстрирующие ситуацию увеличения зависимости отрасли 3 от отрасли 2, а с правой стороны – уменьшения этой зависимости (коэффициент прямых затрат на каждом шаге меняется на 0,01).

В данном случае не наблюдается явных нелинейных тенденций, однако присутствуют контринтуитивные эффекты. Так, появление дополнительного спроса на продукцию отрасли 2 не привело к росту ее маржи. Напротив, маржинальность и конечное потребление отрасли 2 снизились, поскольку при возросших издержках отрасль 3 стала повышать цены. Это повысило издержки остальных отраслей, поскольку они связаны с отраслью 3. В итоге издержки всех отраслей увеличились, что заставило их поднять цену, а это в свою очередь привело к падению спроса и маржи всех отраслей.

При обратной ситуации уменьшение зависимости отрасли 3 от отрасли 2 можно было бы ожидать падение маржи отрасли 2 вследствие падения выпуска. Однако добавленная стоимость отрасли 2 падает, а маржа увеличивается. В данном эксперименте продемонстрировано, что поскольку

у отрасли 3 снижаются издержки, цены на ее продукцию снижаются. Это привело к сокращению издержек остальных отраслей, которые также снизили цены и нарастили спрос. Таким образом, маржа отрасли 2 увеличивается.

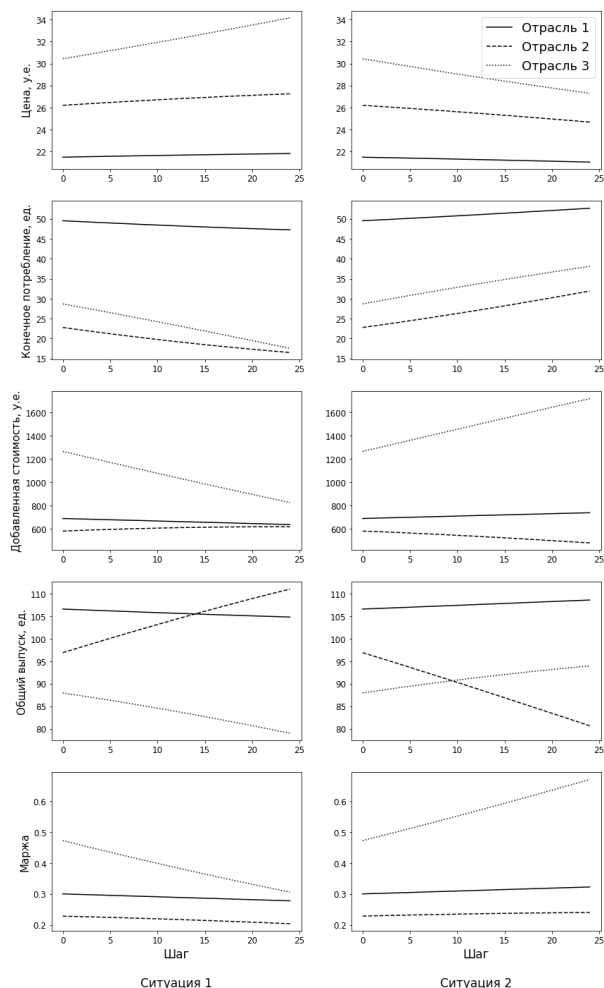


Рис. 3. Динамика показателей производства в условиях роста и падения производственного потребления отраслью 3 продукции отрасли 2

Модель указала на наличие неочевидных на первый взгляд эффектов, которые возможно отследить. При наличии корректных оценок параметров спроса и таблиц затрат – выпуска имеется возможность моделирования технологических зависимостей реальной среды и получения допустимых сценариев, которые затруднительно предсказать с помощью экспертной оценки. Детальный анализ взаимодей-

ствий показывает состоятельность полученных результатов.

Обсуждения

Нахождение параметров спроса является одним из важнейших аспектов, от которых зависит получение достоверных результатов модели. Линейные функции спроса могут быть получены путем опроса населения. На основе полученных ответов можно вычислить средние оценки параметров спроса для каждой отрасли. Целью проведения такого опроса является получение ответов на следующие вопросы:

1. Какую максимальную цену готовы заплатить потребители за продукт определенной отрасли?
2. Какое количество товара определенной отрасли приобрели бы потребители за ту или иную цену?

Еще одним способом может быть нахождение закономерностей в исторических данных. Нормируя цены на уровень инфляции, можно посмотреть, какое количество продукции отраслей было продано при разных ценах. На основе этих данных можно построить линейную регрессию для функции спроса, оценивая константу и коэффициент при переменной цене.

Производственные матрицы, информацию о выпуске и конечном потреблении для моделирования реальной ситуации можно вычислить из опубликованных в открытых государственных или коммерческих источниках таблиц затрат – выпуска. Также можно получить и уровни цен по отраслям: из информации о физическом объеме производства или из информации о средних ценах по отраслям.

Представленная модель имеет ряд ограничений и не учитывает (либо учитывает только косвенно) влияние других макроэкономических факторов и шоков, таких как изменение заработных плат, изменения на рынке труда, государственное вмешательство (изменение налогов, субсидий и т. д.), изменения на денежном рынке (например, процентной ставки), инфля-

ция, межстрановое сотрудничество и т. д. Отдельного внимания требует изучение отраслей, не имеющих конечного потребления. Такие отрасли ориентируются на другой вид спроса – со стороны других отраслей, который зависит от уровня прибыли при заданных ценах. Поэтому предполагается, что для отраслей без конечного потребления также найдется оптимальная точка цены, в которой будет достигаться максимальная прибыль, т. е. функция зависимости добавленной стоимости от цены принимает параболический вид. В дальнейших исследованиях данные аспекты планируется учесть и включить в новую модель.

Преимущества предлагаемой модели состоят в том, что она учитывает спрос со стороны конечных потребителей, оптимизируя уровни цен для каждой отрасли с учетом межотраслевых взаимосвязей и мультипликативных эффектов, а также находит неочевидные тенденции в производстве от воздействия внешних шоков.

Заключение

На основе теории межотраслевого баланса была построена модель, учитывающая межотраслевое взаимодействие и ценовую политику каждой отрасли, которая помогает изучить реакции отраслей на внешние шоки – изменение спроса на конечную продукцию, изменение технологических особенностей и поставок, изменение цен отраслей. Основная идея, положенная в эту модель, заключается в том, что экономические агенты выбирают те цены, при которых достигается максимальный уровень прибыли (добавленной стоимости).

На двух экспериментах были проиллюстрированы тенденции показателей отраслей при воздействии внешних факторов, а также показано установление равновесия по Нэшу для отраслей, выявлены роли параметров спроса и производственной структуры для экономических и финансовых показателей отраслей. Хотя функции спроса и выпуска заданы линейно, возникают как линейные, так и нелинейные

эффекты от изменения параметров спроса θ и b .

В результате первого эксперимента было обнаружено, что повышение спроса на продукцию одной отрасли не всегда позволяет повысить производство связанных с ней отраслей. Поскольку повышается и цена продукции данной отрасли, издержки других отраслей растут, что отрицательно сказывается на спросе на их продукцию со стороны конечного потребителя. Напротив, падение спроса на продукцию одной отрасли может оказать поддержку другим связанным отраслям по неизменным функциям спроса за счет снижения издержек. Маржинальность отрасли тоже не всегда растет вследствие роста спроса, поскольку цены других отраслей также повышаются.

В результате второго эксперимента было показано, что увеличение зависимости одной отрасли от других не всегда оказывает положительный эффект на эту отрасль. По причине увеличения издержек

зависимая отрасль начинает поднимать цены, что приводит к росту издержек остальных отраслей. Рост издержек приводит к росту цен и падению спроса со стороны конечных потребителей, что в итоге наносит ущерб всем отраслям. Наоборот, снижение зависимости одной отрасли от других может привести к росту маржинальности всех отраслей, поскольку снижаются издержки менее зависимой отрасли. Снижение издержек приводит к снижению цен и росту конечного потребления продукции всех отраслей.

Эти факты могут быть неочевидными на первый взгляд для агента, принимающего решение о выпуске. Модель показывает возможный долгосрочный сценарий от изменения спроса и производственной взаимозависимости, что может быть полезно для прогнозирования при оценке эффектов внешних шоков при принятии решений о государственном или частном инвестировании в отрасли экономики.

Список литературы

1. Алмон К. В чем важность таблиц «затраты – выпуск»? // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 6 (171). – С. 7–11.
2. Горбунов В. К. Модель потребительского спроса, основанная на векторном поле предпочтений // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. – 2009. – № 1. – С. 67–79.
3. Гранберг А. Г., Суслов В. И., Суслицын С. А. Экономико-математические исследования многорегиональных систем // Регион: Экономика и Социология. – 2008. – № 2. – С. 120–150.
4. Дондоков З. Б. Д., Дырхеев К. П. Опыт построения и использования региональной таблицы «затраты – выпуск» в анализе экономического развития региона // Всероссийская научно-практическая конференция «Статистика и вызовы современности»: сборник материалов конференции «День работника статистики». – М., 2015. – С. 159–162.
5. Еришов Э. Б. Развитие и реализация идей модели межотраслевых взаимодействий для российской экономики // Экономический журнал ВШЭ. – 2008. – Т. 12. – № 1. – С. 3–28.
6. Калинин А. М., Коротеев С. С., Крупин А. А., Нефедов А. В. Технологическая импортозависимость российской экономики: оценка с использованием таблиц «затраты – выпуск» // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 1 (184). – С. 83–93.
7. Ким И. А. Моделирование межотраслевых потоков в симметричных таблицах «затраты – выпуск» России (1995–2002 гг.): дис. ... канд. экон. наук. – М., 2006.

8. Ким И. А. Построение систем таблиц «затраты – выпуск» России для 1995–2003 гг. в «смешанной» номенклатуре ОКОНХ – ОКВЭД // Экономический журнал ВШЭ. – 2011. – № 3. – С. 336–352.
9. Леонтьев В. В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика. – М., 1990.
10. Мельникова Л. В. Таблицы «затраты – выпуск»: путь к сближению наций // ЭКО. – 2011. – № 5 (443). – С. 27–33.
11. Мусеев Н. А., Ахмадеев Б. А. Алгоритм оценки импортозамещения на основе таблиц затрат – выпуска // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2021. – № 3 (117). – С. 117–129.
12. Моторин В. И. Линейные функции производственных затрат в прямоугольных таблицах и моделях «затраты – выпуск» // Сборник научных трудов ИМЭИ. – 2016. – № 1. – С. 344–362.
13. Никифорова П. Н. Использование таблиц «затраты – выпуск» в современной науке // Вестник современных исследований. – 2018. – № 5.4 (20). – С. 272–273.
14. Руднев Ю. А. Оценка тесноты экономических связей стран с помощью таблиц «затраты – выпуск» // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. – 2018. – С. 249–255.
15. Узяков М. Н. Проблемы построения межотраслевой модели равновесия российской экономики // Проблемы прогнозирования. – 2000. – № 2. – С. 1–14.
16. Шамшин В. Н. Таблицы В. В. Леонтьева: «затраты – выпуск» и их применение к рыночной экономике // Европейский журнал экономических наук и управления. – 2022. – № 1. – С. 44–51.
17. Яковенко Д. Н. Применение линейной алгебры при моделировании экономических процессов // Аллея науки. – 2018. – Т. 5. – № 6 (22). – С. 270–273.
18. Яременко Ю. В. Структурные изменения в социалистической экономике. – М. : Мысль, 1981.
19. Bazzazan F., Batey P. The Development and Empirical Testing of Extended Input-Output Price Models // Economic Systems Research. – 2003. – Vol. 15. – N 1. – P. 69–86.
20. De Boer P. M. C., Donkers H. W. J. On the Relationship Between Input-Output Production Coefficients and the CES Production Function // Zeitschrift Für Nationalökonomie. Journal of Economics. – 1985. – Vol. 45. – N 3. – P. 331–335.
21. Ershov Yu. S., Ibragimov N. M., Dushenin A. I. Input-Output Table Regionalization and Multiregional Input-Output Model Development Algorithm // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. – 2021. – Vol. 14. – N 7. – P. 1018–1027.
22. Kratena K. Prices and Factor Demand in an Endogenized Input-Output Model // Economic Systems Research. – 2005. – Vol. 17. – P. 47–56.
23. Kratena K., Temursho U. Dynamic Econometric Input-Output Modeling: New Perspectives // Regional Research Frontiers. – 2017. – Vol. 2. – P. 3–21.
24. Meyer C. D. Matrix Analysis and Applied Linear Algebra. – Philadelphia : Society for Industrial and Applied Mathematics, 2000. – Vol. 12.
25. Miller R. E., Blair P. D. Input-Output Analysis: Foundations and Extensions : 2nd ed. – Cambridge : New York : Cambridge University Press, 2009. – P. 10–68.
26. Reyes A. F., Mendoza M. A. M. The Demand Driven and the Supply-Sided Input-Output Models. Notes for the Debate // Munich Personal RePEc Archive. MPRA Paper. – 2013. – P. 1–25.
27. Sharify N., Sancho F. A New Approach for the Input-Output Price Model // Economic Modelling. – 2011. – Vol. 28. – N 1–2. – P. 188–195.

28. Theil H. Linear Aggregation in Input-Output Analysis // *Econometrica*. – 1957. – Vol. 25. – N 1. – P. 111–122.
29. Tilanus C. B. Marginal Versus Average Input Coefficients in Input-Output Forecasting // *The Quarterly Journal of Economics*. – 1967. – Vol. 81. – N 1. – P. 140–145.
30. Timmer M. P., Dietzenbacher E., Los B., Stehrer R., de Vries G. J. An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production // *Review of International Economics*. – 2015. – Vol. 23. – P. 575–605.

References

1. Almon K. V chem vazhnost tablits «zatraty – vypusk»? [Why are Tables ‘Costs-Output’ Important]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Problems], 2018, No. 6 (171), pp. 7–11. (In Russ.).
2. Gorbunov V. K. Model potrebitelskogo sprosa, osnovannaya na vektornom pole predpochteniy [The Customer Demand Model Based on Vector Field of Preferences]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika* [Bulletin of the Moscow University. Series 6. Economics], 2009, No. 1, pp. 67–79. (In Russ.).
3. Granberg A. G., Suslov V. I., Suspitsyn S. A. Ekonomiko-matematicheskie issledovaniya mnogoregionalnykh sistem [Economic and Mathematic Research of Multi-Regional Systems]. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya* [Region: Economics and Sociology], 2008, No. 2, pp. 120–150. (In Russ.).
4. Dondokov Z. B. D., Dyrkheev K. P. Opyt postroeniya i ispolzovaniya regionalnoy tablitsy «zatraty – vypusk» v analize ekonomicheskogo razvitiya regiona [The Experience of Plotting and Using Regional Table ‘Costs-Output’ in Analysis of Economic Development of Region]. *Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Statistika i vyzovy sovremennosti»: sbornik materialov konferentsii «Den rabotnika statistiki»* [All-Russian Conference ‘Statistics and Challenges of Our Times’: collection of materials ‘The Day of Statistics Worker’]. Moscow, 2015, pp. 159–162. (In Russ.).
5. Ershov E. B. Razvitie i realizatsiya idey modeli mezhotraslevykh vzaimodeystviy dlya rossiyskoy ekonomiki [Development and Implementation of Ideas of Inter-Sectoral Relation Model for Russian Economy]. *Ekonomicheskii zhurnal VSHE* [Economic Journal of VShE], 2008, Vol. 12, No. 1, pp. 3–28. (In Russ.).
6. Kalinin A. M., Koroteev S. S., Krupin A. A., Nefedov A. V. Tekhnologicheskaya importozavisimost rossiyskoy ekonomiki: otsenka s ispolzovaniem tablits «zatraty – vypusk» [Technological Import-Dependence of Russian Economy: Assessment by Tables ‘Costs – Output’]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Problems], 2021, No. 1 (184), pp. 83–93. (In Russ.).
7. Kim I. A. Modelirovanie mezhotraslevykh potokov v simmetrichnykh tablitsakh «zatraty – vypusk» Rossii (1995–2002 gg.). Diss. kand. ekon. nauk [Modeling Inter-Sectoral Flows in Symmetric Tables ‘Costs – Output’ in Russia (1995–2002). PhD econ. sci. diss.]. Moscow, 2006. (In Russ.).
8. Kim I. A. Postroenie sistem tablits «zatraty – vypusk» Rossii dlya 1995–2003 gg. v «smeshannoy» nomenklature OKONKH – OKVED [Plotting Systems of Tables ‘Costs – Output’ in Russian for 1995–2003 in ‘Mixed’ Assortment OKONKH – OKVED]. *Ekonomicheskii zhurnal VSHE* [Economic Journal VShE], 2011, No. 3, pp. 336–352. (In Russ.).
9. Leontev V. V. Ekonomicheskie esse. Teorii, issledovaniya, fakty i politika [Economic Essays. Theories, Research, Facts and Policy]. Moscow, 1990. (In Russ.).
10. Melnikova L. V. Tablitsy «zatraty – vypusk»: put k sblizheniyu natsiy [Tables ‘Costs – Output’: Way to Get Nations Closer]. *EKO*, 2011, No. 5 (443), pp. 27–33. (In Russ.).

11. Moiseev N. A., Akhmadeev B. A. Algoritm otsenki importozameshcheniya na osnove tablits zatrat – vypuska [Algorithm of Assessing Import-Substitution on the Basis of Tables Costs-Output]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2021, No. 3 (117), pp. 117–129. (In Russ.).
12. Motorin V. I. Lineynye funktsii proizvodstvennykh zatrat v pryamougolnykh tablitsakh i modelyakh «zatraty – vypusk» [Linear Functions of Production Costs in Rectangular Tables and Models 'Costs – Output']. *Sbornik nauchnykh trudov IMEI* [Collection of academic works of IMEI], 2016, No. 1, pp. 344–362. (In Russ.).
13. Nikiforova P. N. Ispolzovanie tablits «zatraty – vypusk» v sovremennoy nauke [Studying Tables 'Costs – Output' in Today's Science]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy* [Bulletin of Current Research], 2018, No. 5.4 (20), pp. 272–273. (In Russ.).
14. Rudnev Yu. A. Otsenka tesnoty ekonomicheskikh svyazey stran s pomoshchyu tablits «zatraty – vypusk» [Assessing Closeness of Economic Links of Countries with the Help of Tables 'Costs – Output']. *Bolshaya Evraziya: razvitie, bezopasnost, sotrudnichestvo* [Large Eurasia: Development, Security, Cooperation], 2018, pp. 249–255. (In Russ.).
15. Uzyakov M. N. Problemy postroeniya mezhotraslevoy modeli ravnovesiya rossiyskoy ekonomiki [The Problem of Developing Inter-Sectoral Model of Russian Economy Balance]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Problems], 2000, No. 2, pp. 1–14. (In Russ.).
16. Shamshin V. N. Tablitsy V. V. Leonteva: «zatraty – vypusk» i ikh primeneniye k rynochnoy ekonomike [Leontiev's Tables 'Costs – Output' and their Use in Market Economy]. *Evropeyskiy zhurnal ekonomicheskikh nauk i upravleniya* [European Journal of Economics and Management], 2022, No. 1, pp. 44–51. (In Russ.).
17. Yakovenko D. N. Primeneniye lineynoy algebry pri modelirovanii ekonomicheskikh protsessov [Using Linear Algebra in Modeling Economic Processes]. *Alleya nauki* [Alley of Science], 2018, Vol. 5, No. 6 (22), pp. 270–273. (In Russ.).
18. Yaremenko Yu. V. Strukturnye izmeneniya v sotsialisticheskoy ekonomike [Structural Changes in Socialist Economics]. Moscow, Mysl, 1981. (In Russ.).
19. Bazzazan F., Batey P. The Development and Empirical Testing of Extended Input-Output Price Models. *Economic Systems Research*, 2003, Vol. 15, No. 1, pp. 69–86.
20. De Boer P. M. C., Donkers H. W. J. On the Relationship Between Input-Output Production Coefficients and the CES Production Function. *Zeitschrift Für Nationalökonomie. Journal of Economics*, 1985, Vol. 45, No. 3, pp. 331–335.
21. Ershov Yu. S., Ibragimov N. M., Dushenin A. I. Input-Output Table Regionalization and Multiregional Input-Output Model Development Algorithm. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*, 2021, Vol. 14, No. 7, pp. 1018–1027.
22. Kratena K. Prices and Factor Demand in an Endogenized Input-Output Model. *Economic Systems Research*, 2005, Vol. 17, pp. 47–56.
23. Kratena K., Temursho U. Dynamic Econometric Input-Output Modeling: New Perspectives. *Regional Research Frontiers*, 2017, Vol. 2, pp. 3–21.
24. Meyer C. D. Matrix Analysis and Applied Linear Algebra. Philadelphia, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2000, Vol. 12.
25. Miller R. E., Blair P. D. Input-Output Analysis: Foundations and Extensions, 2nd ed. Cambridge, New York, Cambridge University Press, 2009, pp. 10–68.
26. Reyes A. F., Mendoza M. A. M. The Demand Driven and the Supply-Sided Input-Output Models. Notes for the Debate. *Munich Personal RePEc Archive. MPRA Paper*, 2013, pp. 1–25.
27. Sharify N., Sancho F. A New Approach for the Input-Output Price Model. *Economic Modelling*, 2011, Vol. 28, No. 1–2, pp. 188–195.
28. Theil H. Linear Aggregation in Input-Output Analysis. *Econometrica*, 1957, Vol. 25, No. 1, pp. 111–122.

29. Tilanus C. B. Marginal Versus Average Input Coefficients in Input-Output Forecasting. *The Quarterly Journal of Economics*, 1967, Vol. 81, No. 1, pp. 140–145.
30. Timmer M. P., Dietzenbacher E., Los B., Stehrer R., de Vries G. J. An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics*, 2015, Vol. 23, pp. 575–605.

Сведения об авторах

Никита Александрович Моисеев

доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры математических методов
в экономике РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический
университет имени Г. В. Плеханова», 109992,
Москва, Стремянный пер., д. 36.
E-mail: Moiseev.NA@rea.ru
ORCID: 0000-0002-5632-0404

Иван Андреевич Внуков

аспирант кафедры
математических методов в экономике
РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский
экономический университет
имени Г. В. Плеханова»,
109992, Москва,
Стремянный пер., д. 36.
E-mail: jvnukov@yandex.ru

Information about the authors

Nikita A. Moiseev

Doctor of Economics, Professor, Professor
of the Department for Mathematical Methods
in Economics of the PRUE.
Address: Plekhanov Russian University
of Economics, 36 Stremyanny Lane,
Moscow, 109992, Russian Federation.
E-mail: Moiseev.NA@rea.ru
ORCID: 0000-0002-5632-0404

Ivan A. Vnukov

Post-Graduate Student
of the Department
for Mathematical Methods
in Economics of the PRUE.
Address: Plekhanov Russian University
of Economics, 36 Stremyanny Lane,
Moscow, 109992,
Russian Federation.
E-mail: jvnukov@yandex.ru