
НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Моделирование динамики оплаты труда различных специальностей средствами методологии межотраслевого баланса

© 2025 г. Н.А. Моисеев, И.А. Внуков, Е.Е. Ребека, К.Г. Саргсян

Н.А. Моисеев,

РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва; e-mail: moiseev.na@rea.ru

И.А. Внуков,

РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва; e-mail: jvnukov@yandex.ru

Е.Е. Ребека,

РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва; e-mail: rebeka.ee@yandex.ru

К.Г. Саргсян,

РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва; e-mail: kristina.sargsyan.2002@mail.ru

Поступила в редакцию 17.03.2024

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»).

Аннотация. Данная статья посвящена моделированию заработных плат рабочих специальностей средствами методологии межотраслевого баланса. Целью исследования является выявление основных факторов, влияющих на динамику оплаты труда специалистов различных профессий. Авторы предлагают расширить ранее предложенную модель ценового равновесия отраслей в части добавления рабочих специальностей как отраслей экономики, не обладающих ни конечным, ни промежуточным потреблением. Анализируются эффекты от изменения параметров спроса на продукцию отраслей со стороны конечных потребителей и коэффициентов прямых затрат на оплату труда. В результате модельного эксперимента на примере двух отраслей и двух рабочих специальностей были сделаны следующие выводы: уровень заработной платы тесно связан с распределением специалистов различных специальностей по отраслям; на рост заработных плат положительно влияет ограниченность трудовых ресурсов. Снижение производственных коэффициентов для рабочей специальности, выражающейся в снижении потребности отрасли в труде данных специалистов, вопреки распространенному убеждению, приводит к росту заработных плат, поскольку труд по мере снижения производственного коэффициента становится более эффективным. Результаты исследования могут быть полезны государственным органам при формировании стратегии развития секторов экономики, а также крупным компаниям при проведении кадровой политики.

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

Классификация JEL: A12, C31, C54, C67.

УДК: 330.44.

Для цитирования: Моисеев Н.А., Внуков И.А., Ребека Е.Е., Саргсян К.Г. (2025). Моделирование динамики оплаты труда различных специальностей средствами методологии межотраслевого баланса // Экономика и математические методы. Т. 61. № 1. С. 45–55. DOI: 10.31857/S0424738825010054

ВВЕДЕНИЕ

С помощью методологии межотраслевого баланса имеется возможность вычислять и моделировать основные показатели производства. Данная методология была разработана В.В. Леонтьевым (Леонтьев, 1990). В ней учитываются межотраслевые связи (Шамшин, 2022) и затраты труда (Зайцева, 2012). Средствами этой методологии можно учитывать ограничения на затраты отраслей, размеры налогов, добавленную стоимость (Калинин и др., 2021) и уровни цен (Sharify et al., 2011). Межотраслевой баланс (МОБ) использует таблицы «затраты–выпуск», в которых по строкам отображен выпуск каждого сектора, а по столбцам — его потребление (Timmer et al., 2015). На основе

этих таблиц можно рассчитать производственные зависимости, рассматривая каждую отрасль в качестве самостоятельного экономического агента.

Существует множество задач, решаемых балансовыми моделями, среди которых большое значение имеет использование трудовых ресурсов (Зайцева, 2012). Основной моделью для решения задач использования трудовых ресурсов является балансовая модель труда Леонтьева, получившая развитие во множестве работ. Например, она позволяет моделировать производительность труда в разрезе отраслей (Sauian, Kamarudin, Rani, 2013), учитывать влияние конечного спроса на продукцию отраслей на производительность труда (Belegri-Roboli, Michaelides, Markaki, 2007). В исследовании (Hasanli, Musayeva, Rahimli, 2021) данная модель используется для вычисления прямых и косвенных эффектов от инвестиций на создание рабочих мест в различных отраслях экономики.

Кроме того, с помощью балансовой модели труда в исследовании (Korovkin, Sinitsa, Korolev, 2021) оценивается влияние перемещения рабочей силы между отраслями на ситуацию на рынке труда, вычисляются индексы напряженности и влияние на них межотраслевой миграции. В работе (Kim, Hewings, 2015) комбинируются байесовский подход с методологией межотраслевого баланса для нахождения зависимости между спросом на рабочую силу и возрастными характеристиками рабочих.

Однако при моделировании реальной экономической среды возникают вопросы, связанные с деятельностью рабочих специальностей как независимых экономических агентов, имеющих собственные интересы. В литературе на данную тематику не предполагается дифференциации труда на специальности, а труд рассматривается как агрегированный параметр. Тем не менее расходы, связанные с трудовыми ресурсами различной профессионально-квалификационной принадлежности, могут значительно варьировать, а потребности в определенном профессионально-квалификационном сегменте рабочей силы могут колебаться и более заметно влиять на отрасль, чем изменения в других сегментах. Каждая из профессионально-квалификационных групп способствует внесению различного вклада в производственный процесс за единицу времени, следовательно, обобщенная оценка трудовых ресурсов может привести к неточностям при проведении оптимизации производственных процессов.

Поскольку рабочие специальности, как и отрасли экономики, состоят из отдельных экономических субъектов, объединенных одним видом деятельности, их также можно *представить в качестве экономических агентов* в модели межотраслевого баланса. Такие новые «отрасли» качественно отличаются от производственных отраслей, поскольку они не работают на конечного потребителя и не имеют производственного потребления, обеспечивая одновременно производство всем отраслям. Поэтому, рассматривая рабочие специальности как экономических агентов с наличием рыночной власти (обеспечение предложения труда), возникает вопрос интеграции этих агентов в общую модель равновесия. У рабочих специальностей также возникает проблема определения оптимального уровня цен на труд.

Эта статья основана на предыдущих исследованиях, проведенных авторами, где использовалась методология межотраслевого баланса для моделирования ценовой политики (Моисеев, Внуков, 2024) внутри отраслей. Были введены частные функции спроса и учтено стремление отраслей к максимизации прибыли при моделировании их поведения. Была разработана математическая модель для определения оптимальных цен для отраслей, производящих продукцию для конечного и промежуточного потребления.

В рамках углубления методологии анализа межотраслевых взаимосвязей, представленной в данной статье, следует акцентировать внимание на аспекте, получившем значительное освещение в научном дискурсе как на международном, так и на отечественном уровнях с момента возникновения концепции межотраслевого баланса. Теоретический и практический интерес к изучению межотраслевых связей в приведенной работе ограничивает фокус основным спросом на рабочую силу в ракурсе рыночных отношений и занятости. В то же время, обращая внимание на заслуживающий упоминания опыт Центрального экономико-математического института Академии наук СССР конца 1960-х годов прошлого столетия, напомним, что уже тогда начались разработки балансов движения населения и трудовых ресурсов внутри и между регионами. Исследования базировались на принципах межотраслевого баланса и стремились интегрировать баланс трудовых ресурсов, что ориентировалось на комплексное рассмотрение как спроса, так и предложения рабочей силы (Кашепов, 2022).

Целью данного исследования является создание модели на основе теории МОБ для нахождения оптимального уровня заработных плат для групп рабочих специальностей. Рассматривается

динамика изменения производства и цен относительно изменения конечного спроса на продукцию отраслей и изменения технологических связей (например, внедрение новых технологий, приводящих к изменению потребления продукции других отраслей). На основе предложенного алгоритма проводятся эксперименты, целью которых является изучение влияния экономических шоков на производственные показатели отраслей.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В предлагаемой методологии используются обозначения из теории межотраслевого баланса. Вводится матрица межотраслевых поставок, в которой выпуск отрасли i в объеме, потребленный отраслью j , обозначается x_{ij} . К традиционной матрице межотраслевых поставок снизу добавляется матрица затрат труда в денежном выражении по каждой отрасли c_{ij} , которую можно получить, например, из данных статистических организаций (Кашепов, 2022). Поскольку добавляются новые «отрасли», которые не имеют производственного потребления, то дополненная справа часть матрицы будет состоять из нулей:

$$V = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & \dots & x_{nn} \\ c_{11} & \dots & c_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & \dots & c_{mn} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где x_{ij} — выпуск отрасли i , потребленный отраслью j ; c_{ij} — выпуск рабочей специальности i для отрасли j ; n — число отраслей; m — число рабочих специальностей.

Таким образом, в матрицу межотраслевых поставок, которая отражает затраты на труд лишь косвенно, добавляются прямые затраты на труд каждой отрасли по каждой рабочей специальности, что значительно расширяет существующую модель межотраслевого баланса затрат труда (Дашян, Мастепанова, 2016), тем самым учитывается мультипликативная структура замкнутой системы производства. Для отслеживания динамики по рабочим специальностям не имеет значения число человеко-часов, затраченных рабочими специальностями. Основным фокусом модели является относительное изменение показателей производства и труда, для чего используются единичные цены в качестве исходной точки.

Для описания производственных взаимозависимостей на основе (1) рассчитывается производственная матрица (Моисеев, Ахмадеев, 2021), в которой элементами являются коэффициенты пропорциональности $a_{ij} = x_{ij} / x_j$ и $w_{ij} = c_{ij} / x_j$, где a_{ij} — элемент производственной матрицы A (Miller, Blair, 2009); w_{ij} — доля рабочей специальности i в отрасли j ; x_j — сумма выпуска каждой отрасли и рабочих специальностей.

Сохраняется предположение о том, что каждый продукт может быть произведен только в одной отрасли, производственное потребление прямо пропорционально производству в потребляющих отраслях. Производственная матрица представляется в виде:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} & 0 & \dots & 0 \\ w_{11} & \dots & w_{1n} & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{m1} & \dots & w_{mn} & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Конечное потребление реализованной отраслями продукции (домохозяйствами, государством и т.д.) Y состоит из положительных элементов, соответствующих конечному потреблению продукции отраслей, и из нулей, поскольку рабочие специальности напрямую не производят продукцию для реализации на конечном рынке. Вектор выпуска обозначен X . Интерпретация выпуска рабочих специальностей сводится к их вкладу в общий выпуск отраслей — как часть промежуточного выпуска. Валовой выпуск представляет собой сумму производственных затрат и конечного потребления,

т.е. $X = AX + Y$. Вектор конечного выпуска может быть выражен как $X = (I - A)^{-1}Y$, где I — единичная матрица размерности матрицы A (Reyes, Mendoza, 2013).

Если параметры спроса на продукцию отраслей известны (из статистических данных или опросов), можно вычислить конечное потребление, выраженное в натуральных единицах. Предполагается, что в окрестности текущего ценового баланса любую зависимость спроса от цены можно с достаточно высокой точностью аппроксимировать линейной функцией (Горбунов, 2009).

Параметр θ обозначает максимальный уровень потребления физического объема продукции при минимальной цене, а матрица B характеризует изменение спроса на продукцию при изменении цены. Аналогично матрице производственных поставок, по диагонали отражены собственные ценовые коэффициенты, а вне диагонали — коэффициенты замещения (дополнения) продукции отрасли относительно продукции остальных отраслей. В данной работе элементы вне диагонали матрицы B полагаются равными нулю. Линейная функция спроса конечных потребителей от цены на продукцию примет вид $Q(P) = B P + \theta$, где

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1N} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ b_{N1} & \cdots & b_{NN} \end{bmatrix}, \quad \theta = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \cdots \\ \theta_N \end{bmatrix},$$

где Q — спрос на продукцию отрасли i ; θ и B — параметры спроса на продукцию отрасли i ; $N = n + m$ — общее число экономических агентов системы; P — вектор цен агентов.

Вектор θ и матрица B содержат нули после элемента n , соответствующие нулевому спросу на продукцию рабочих специальностей конечного потребителя. Вектор цен задается вектором-столбцом $P = (p_i)$, где p_i — уровень цен экономического агента i , $i = 1, \dots, N$.

Цены конечных отраслей отражают общий уровень цен в отрасли на условную единицу продукции, а цены рабочих специальностей — вклад труда каждой специальности в единицу продукции в денежном выражении, или цену условной единицы труда (например, человеко-часы).

Конечное потребление в денежном выражении можно представить как $Y = P \circ Q(P)$, где « $\circ$ » — произведение Адамара (поэлементное умножение матриц). Тогда конечный выпуск выразим в виде $X = (I - A)^{-1} \times P \circ Q(P)$.

Физический объем реализованной продукции вычисляется как отношение общего выпуска и уровня цен $QT = X \circ P^{-1}$.

Производственная матрица может изменяться под воздействием технологических изменений и цен отраслей. Воздействие цен связано с пропорциональным увеличением затрат отрасли при росте цен на комплектующие товары. Тогда производственная матрица представляется в виде $A_p = PN \circ A$, где

$$PN = \begin{pmatrix} 1 & p_1/p_2 & \cdots & p_1/p_N \\ p_2/p_1 & 1 & \cdots & p_2/p_N \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_N/p_1 & p_N/p_2 & \cdots & 1 \end{pmatrix}.$$

Технологические изменения выражаются в изменении доли потребляемой продукции отраслью продукции другой отрасли. Эти изменения на практике можно оценить экспертным методом либо путем анализа структуры прямых затрат по соседним годам. Таким образом, производственная матрица в общем виде может быть изменена:

$$A_1 = \begin{pmatrix} a_{11} + k_{11} & \cdots & a_{1n} + k_{1n} & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ w_{N1} + k_{N1} & \cdots & w_{Nn} + k_{Nn} & \cdots & 0 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где k_{ij} — изменение в структуре потребления отрасли i продукции отрасли j .

Если предположить, что налоговая нагрузка пропорциональна прибыли до налогообложения, то задача максимизации чистой прибыли сводится к задаче максимизации прибыли до налогообложения. Тогда при максимизации прибыли отрасли руководствуются новой производственной матрицей $A_p = A_1 \circ PN$.

Рассматривая в качестве агентов без конечного потребления рабочие специальности, отметим, что в краткосрочном периоде рабочим недоступен переход в статус независимых домашних хозяйств, производящих продукт на конечное потребление. Таким образом, рабочие соглашаются на такую цену их труда, которая была бы приемлема как для них, так и для бизнеса.

Трудовые «отрасли» отличаются от промежуточных (Внуков, Моисеев, Ребека, 2023) отраслей тем, что рабочие не имеют промежуточного потребления. Отсутствие промежуточного потребления не позволяет трудовым агентам использовать тот же оптимизатор прибыли по цене, как для промежуточных отраслей, по причине обращения в нуль определителя производственной матрицы. В целях разграничения по типам экономических агентов, чтобы избежать нулевого определителя производственной матрицы и сформулировать задачу оптимизации для трудовых агентов, разделим вектор цен на два вектора: для отраслей с ненулевым конечным потреблением и рабочих специальностей

$$P_K = \begin{pmatrix} p_1 \\ \dots \\ p_n \end{pmatrix}, P_W = \begin{pmatrix} p_{n+1} \\ \dots \\ p_{n+m} \end{pmatrix}, \quad (4)$$

где P_K — вектор цен на продукцию отраслей с конечным потреблением размерности $n \times 1$; P_W — вектор цен на трудовые ресурсы $m \times 1$.

Число конечных отраслей принимается равным n , число рабочих специальностей — m . Для вычисления вектора цен конечных отраслей из исходной производственной матрицы были выделены матрицы, описывающие производственные связи отраслей с конечным потреблением (K) и потребности в трудовых ресурсах (C):

$$K = (a_{ij}), W = (w_{ij}), \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m. \quad (5)$$

Предлагаемая модель рассматривает трудовые ресурсы как часть производственного потребления, расширяя исходную модель. Это позволяет вычислять показатели затрат труда каждой рабочей специальности на конечную продукцию (или межотраслевые затраты труда) путем перемножения матрицы C на вектор Y (или на матрицу межотраслевых поставок X).

Выражение для вычисления вектора оптимальных цен для конечных отраслей после преобразований примет вид:

$$P_K^* = \left(\text{diag}(I - K^T)(I - K)^{-1} \hat{B} + \text{diag}\left((I - K)^{-1} \hat{B}\right)(I - K^T) \right)^{-1} \times \\ \times \left(\text{diag}\left((I - K)^{-1} \hat{B}\right) W^T P_W - \text{diag}(I - K^T) \times (I - K)^{-1} \hat{\theta} \right), \quad (6)$$

где K — усеченная производственная матрица размерности $n \times n$ (длины P_{opt}); W — усеченная матрица размерности $m \times n$ (длины P_W); B — усеченная матрица B размерности $n \times n$ для конечных отраслей; θ — усеченный вектор-столбец θ размерности $n \times 1$ для конечных отраслей.

Для вычисления прибыли до налогообложения всех экономических агентов используется формула (7) как разница между выручкой и затратами:

$$PR = X - \left(E_n^T \times A_p \right)^T \circ X, \quad (7)$$

где PR — вектор добавленной стоимости отраслей; E_n — единичный вектор-столбец размерности n .

Для рабочих специальностей найдется ценовое равновесие, поскольку добавленная стоимость выражается в виде полиномиальной зависимости второй степени от вектора цен рабочих отраслей. Имеет место наложение парабол, поскольку зависимость прибыли каждой отрасли от цен других отраслей параболическая (рис. 1). По формуле (6) вычисляется вектор оптимальных цен отраслей с конечным потреблением. Путем подстановки в этот вектор возможных цен рабочих специальностей вычисляется вектор добавленной стоимости для всех экономических агентов. Возможна ситуация, представленная на рис. 1б, когда имеется несколько экстремумов функции добавленной стоимости от цены по причине перехода к нулевому конечному потреблению отраслей при достижении определенного уровня цен. Такая перемена состояния отраслей с конечным потреблением меняет конъюнктуру рынка, процесс поиска максимума добавленной стоимости обновляется. Предлагаемый алгоритм находит состояние глобального максимума финансового результата каждой рабочей специальности.

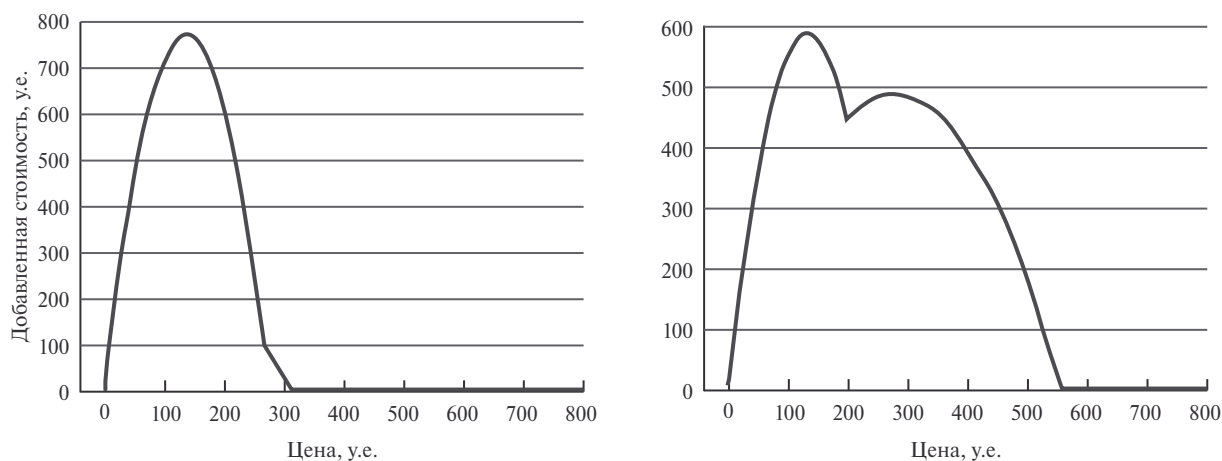


Рис. 1. Примеры зависимости добавленной стоимости от цены рабочих специальностей (по тестовым данным)

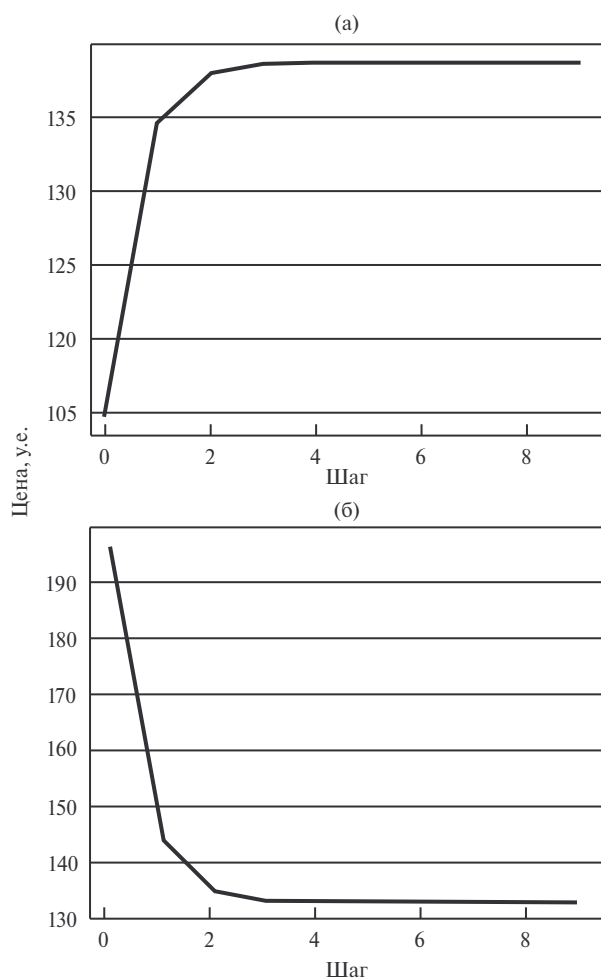


Рис. 2. Сходимость вектора цен к равновесному для рабочей специальности а) T1 и б) T2

Алгоритм итеративно подбирает равновесные цены, начиная с исходной точки, основываясь на параметрах спроса и производственной матрице. Не имеет значения, какие именно цены будут установлены для рабочих специальностей на первой итерации, поскольку с каждой последующей итерацией вектор цен сходится к равновесному.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Введем следующие обозначения для отраслей: «Конечная 1» (K1) и «Конечная 2» (K2) — отрасли, имеющие конечное потребление; «Трудовая 1» (T1) и «Трудовая 2» (T2) — объединения рабочих специальностей. Число шагов для отслеживания показателей отраслей — 15. Исходные значения всех коэффициентов и величины их изменения были получены эмпирическим путем.

Производственная матрица приняла вид

$$A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,4 & 0 & 0 \\ 0,3 & 0,2 & 0 & 0 \\ 0,15 & 0,05 & 0 & 0 \\ 0,05 & 0,15 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Для отраслей K1 и K2 показатели функции спроса заданы как

$$B = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad \theta = \begin{pmatrix} 110 \\ 100 \end{pmatrix}.$$

При заданных условиях на четвертой итерации (рис. 2) был достигнут первоначальный баланс цен $P = (96 \ 94 \ 139 \ 133)^T$.

Для отрасли K2 менялся параметр спроса θ и зависимость от рабочей специальности T2. Изменение θ происходило в положительную сторону на 2 единицы (или на 2%), а изменение коэффициента прямых затрат — на 0,003 (или на 2%), т.е. $\Delta\theta_2 = 2$ и $k_{42} = 0,003$.

Эксперимент. В рамках проведенного экспериментального исследования были смоделированы две ситуации: рост спроса на продукцию отрасли K2 и уменьшение зависимости отрасли K2 от T2 (рис. 3). С левой стороны рисунка представлены графики, иллюстрирующие первую ситуацию, с правой — вторую.

Анализируя первую ситуацию, можно заметить, что в течение 15 итераций при росте спроса наблюдается постепенное увеличение цен всех экономических субъектов, за исключением первой рабочей специальности.

Цена в T2 растет быстрее цен остальных агентов, поскольку от нее сильно зависит отрасль K2, в то время как для T1 цена снижается. Цены же в K1 растут по причине роста издержек (так как она зависима от остальных отраслей и их цен), а цены в отрасли K2 увеличиваются из-за роста спроса на ее продукцию. Уровень цен в T1 снижается, поскольку снижается реализация продукции отрасли K1, от которой она наиболее зависима.

Конечное потребление для K1 уменьшается линейно, что связано с повышением цен на ее продукцию при неизменном спросе. Прибыль для K1 и T1 снижается вследствие падения конечного потребления, в то время как для остальных экономических агентов прибыль растет, особенно для T2. Рост спроса отразился прежде всего на рабочих той специальности, которая имеет существенный вес в производственном процессе.

Изменение выпуска конечных отраслей соответствует изменению конечного выпуска (производственное потребление практически не изменилось). Выпуск T2 незначительно вырос, а выпуск T1 — снизился. Маржа отрасли K1 падает вследствие роста ее издержек преимущественно из-за повышения цены T2. Маржа K2 растет нелинейно вследствие мультипликативных эффектов. Для рабочих специальностей выпуск в основных ценах равен заработной плате (маржа равна единице).

Вторая ситуация характеризуется повышением цены T2 и снижением цены T1. Незначительно растет цена K1 и снижается цена K2. Вследствие этого падает конечный выпуск K1 и растет конечный выпуск K2. Примечательно, что при уменьшении зависимости отрасли K2 от T2 наблюдается нелинейный рост цены T2. Поскольку для производства единицы продукции требуется меньше труда T2 (рост эффективности труда), отрасль готова платить за труд больше.

Цена T2 и прибыль K2 растут незначительно, поскольку отрасль K2, несмотря на повышение цен, становится менее зависимой от T2. Цена T1 и прибыль K1 снижаются из-за роста издержек и снижения спроса на продукцию отрасли K1.

Динамика выпуска, как и в предыдущем случае, соответствует динамике конечного потребления. Незначительно снижается выпуск T2 и T1 по причине изменений в производственных потребностях в труде T2 и снижения конечного спроса K1. Маржа K1 снижается вследствие роста издержек, а маржа K2 растет по причине уменьшения доли затрат на T2.

Результаты демонстрируют, что применение разработанной модели позволяет прогнозировать динамику изменений в экономических показателях, связанных с рабочими специальностями, в ответ на колебания спроса на конечный продукт и изменения в производственных взаимосвязях отраслей. Модель подтверждает интуитивно понятную зависимость между спросом на продукцию и необходимостью в рабочей силе и обеспечивает количественные оценки этих зависимостей. Так, например, можно оценить рост производства в отрасли K2 за счет увеличения производительности труда в T2.

Уменьшение потребности в трудовых ресурсах для производства единицы продукции определенной отрасли повышает цену на труд, а не снижает ее. В модели изменение коэффициентов прямых затрат для рабочих специальностей не является фактором спроса на труд, поскольку при снижении спроса на труд цена труда также снизилась бы. Напротив, данный показатель является оценкой эффективности труда рабочей специальности в производстве.

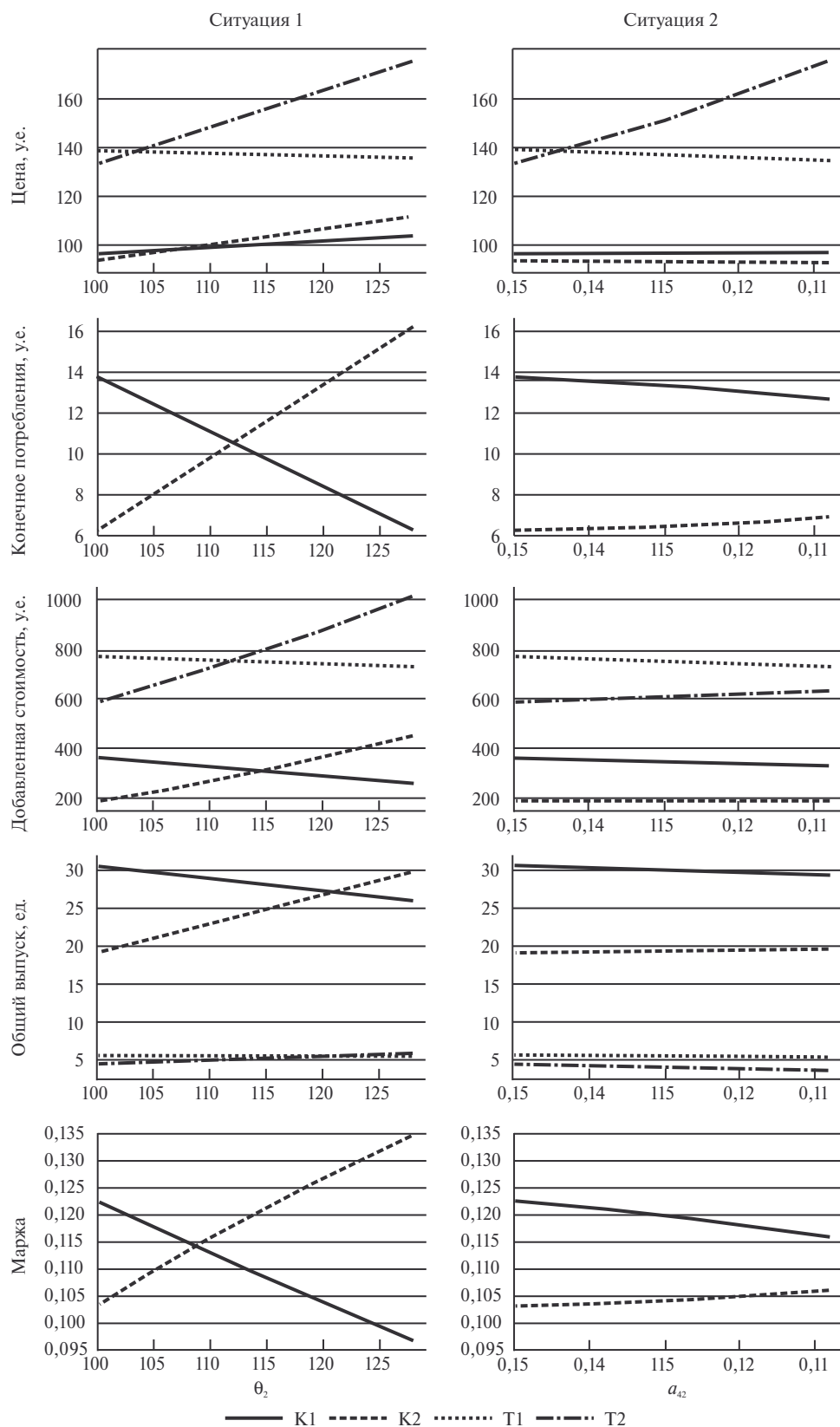


Рис. 3. Динамика показателей производства в условиях роста спроса и уменьшения зависимости отрасли K2 от T2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данного исследования была предпринята попытка разработать межотраслевой баланс затрат труда. Принимая во внимание дифференциацию труда, в качестве экономических агентов в межотраслевую модель включаются трудовые ресурсы различных специальностей. Это дополнение к традиционной модели межотраслевого баланса позволяет более точно учитывать реалии процесса принятия решений в отраслях.

Преимуществом предложенной модели является ее способность предоставлять аналитический взгляд на формирование цен, основываясь на существующих производственных отношениях и конечном спросе. Однако следует также отметить ограничения модели. Например, она не учитывает таких важных параметров, как налоги и процентные ставки.

На примере четырех экономических агентов были проиллюстрированы механизмы, которые регулируют установление заработной платы. Была продемонстрирована зависимость между эффективностью труда и заработной платой — чем меньше доля в производстве имеет рабочая специальность, тем выше цена за условную единицу ее труда. Выявлены сложные нелинейные зависимости, которые могут оставаться незамеченными при использовании более упрощенных моделей.

Предложенная модель расширяет существующую на сегодняшний день методологию и предоставляет инструментарий для анализа и прогнозирования ценовой динамики отраслей с учетом трудовых ресурсов, что может служить основой для принятия экономических решений и стратегий в условиях закрытой экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Внуков И.А., Моисеев Н.А., Ребека Е.Е.** (2023). Моделирование ценового баланса отраслей с учетом роли промежуточного производителя в условиях закрытой экономики // *Экономика и математические методы*. Т. 59. № 4. С. 32–44. [Vnukov I.A., Moiseev N.A., Rebeka E.E. (2023). Modeling the price balance of sectors taking into account the role of the intermediate producer in a closed economy. *Economics and Mathematical Methods*, 59 (4), 32–44 (in Russian).]
- Горбунов В.К.** (2009). Модель потребительского спроса, основанная на векторном поле предпочтений // *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*. № 1. С. 67–79. [Gorbunov V.K. (2009). Model of consumer demand based on a vector field of preferences. *Moscow University Economics Bulletin. Series 6. Economy*, 1, 67–79 (in Russian).]
- Дашян К.А., Мастепанова М.С.** (2016). Межотраслевой баланс затрат труда // *Международный студенческий научный вестник*. № 3–3. С. 377–378. [Dashyan K.A., Mastepanova M.S. (2016). Intersectoral balance of labor costs. *International Student Scientific Bulletin*, 3–3, 377–378 (in Russian).]
- Зайцева И.В.** (2012). Балансовые модели как основа экономико-математических методов исследования трудовых ресурсов // *Наука. Инновации. Технологии*. № 2. С. 38–43. [Zaitseva I.V. (2012). Balance models as the basis of economic and mathematical methods of labor resources research. *Science. Innovation. Technologies*, 2, 38–43 (in Russian).]
- Калинин А.М., Коротеев С.С., Крупин А.А., Нефедов А.В.** (2021). Технологическая импортозависимость российской экономики: оценка с использованием таблиц «затраты–выпуск» // *Проблемы прогнозирования*. № 1 (184). С. 83–93. [Kalinin A.M., Koroteev S.S., Krupin A.A., Nefedov A.V. (2021). Technological import dependence of the Russian economy: An assessment using input–output tables. *Studies on Russian Economic Development*, 1 (184), 83–93 (in Russian).]
- Кашепов А.В.** (2022). Баланс трудовых ресурсов: история и методология прогнозирования // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. № 9–1. С. 83–90. [Kashepov A.V. (2022). The balance of labor resources: The history and methodology of forecasting. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*, 9–1, 83–90 (in Russian).]
- Леонтьев В.В.** (1990). Спад и подъем советской экономической науки. В кн.: «Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика». 415 с. [Leontief V.V. (1990). The rise and decline of Soviet economic science. In: *Economic essays: Theories, research, facts and policy*. 415 p. (in Russian).]
- Моисеев Н.А., Ахмадеев Б.А.** (2021). Алгоритм оценки импортозамещения на основе таблиц «затраты–выпуск» // *Вестник РЭА им. Г.В. Плеханова*. № 3 (117). С. 117–129. [Moiseev N.A., Akhmadeev B.A. (2021). Algorithm for assessing import substitution based on input–output tables. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 3 (117), 117–129 (in Russian).]
- Моисеев Н.А., Внуков И.А.** (2024). Моделирование ценовой политики отраслей в рамках методологии межотраслевого баланса // *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*. Т. 21. № 1

- (133). С. 40–55. [Moiseev N.A., Vnukov I.A. (2024). Modeling of pricing policy of industries within the framework of the intersectoral balance methodology. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 21 (1), 40–55 (in Russian).]
- Шамшин В.Н.** (2022). Таблицы В.В. Леонтьева: «затраты–выпуск» и их применение к рыночной экономике // *Европейский журнал экономических наук и управления*. № 1. С. 44–51. [Shamshin V.N. (2022). Tables of V.V. Leontiev: «input–output» and their application to the market economy. *European Journal of Economics and Management Sciences*, 1, 44–51 (in Russian).]
- Belegri-Roboli A., Michaelides P.G., Markaki M.** (2008). Input-output modelling of labour productivity and the working time in Greece. *Economic Systems Research*, 23 (3), 329–339.
- Hasanli Y., Musayeva F., Rahimli G.** (2021). Assessment of the impact of investment on employment using intersectoral labor balance model. In: *7th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (COIA)*.
- Kim K., Hewings G.J.D.** (2015). Bayesian estimation of labor demand by age: Theoretical consistency and an application to an input–output model. *Economic Systems Research. (Taylor & Francis Journals)*, 31 (1), 44–69.
- Korovkin A., Sinita A., Korolev I.** (2021). Labor force intersectoral movement as a factor of Russian labor market development. *Competitiveness and the Development of Socio-Economic Systems*, 105, European Proceedings of Social and Behavioural Sciences, 582–592 (in English). DOI: 10.15405/epsbs.2021.04.62
- Miller R.E., Blair P.D.** (2009). *Input–output analysis: Foundations and extensions*. 2nd ed. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 10–68.
- Reyes A.F., Marquez Mendoza M.A.** (2013). The demand driven and the supply-sided input–output models: Notes for the debate. *Munich Personal RePEc Archive*. MPRA Paper, 1–25.
- Sauian M.S., Kamarudin N., Rani R.M.** (2013). Labor productivity of services sector in Malaysia: Analysis using input–output approach. *Procedia Economics and Finance*, 7, 35–41.
- Sharify N., Sancho F.** (2011). A new approach for the input–output price model. *Economic Modelling*, 28, 1–2, 188–195.
- Timmer M.P., Dietzenbacher E., Los B., Stehrer R., Vries G.J. de** (2015). An illustrated user guide to the world input–output database: The case of global automotive production. *Review of International Economics*, 23, 575–605.

Modeling the dynamics of remuneration of various professions using the methodology of intersectoral balance

© 2025 N.A. Moiseev, I.A. Vnukov, E.E. Rebeka, K.G. Sargsyan

N.A. Moiseev,

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; e-mail: moiseev.na@rea.ru

I.A. Vnukov,

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; e-mail: jvnukov@yandex.ru

E.E. Rebeka,

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; e-mail: rebeka.ee@yandex.ru

K.G. Sargsyan,

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; e-mail: kristina.sargsyan.2002@mail.ru

Received 17.03.2024

The work was carried out within the framework of the project of the Russian Science Foundation (project 22-78-10150) ("Development of a system for assessing and optimal planning of the implementation of state economic projects in conditions of geo-political risks").

Abstract. This article is devoted to modeling the salaries of working professions using the methodology of intersectoral balance. The purpose of the study is to identify the main factors influencing the dynamics of remuneration for the specialists in various professions. The authors propose to extend the previously proposed model of price equilibrium of industries in terms of adding working specialties as branches of the economy that have neither final nor intermediate consumption. The effects of changes in the parameters of demand for industrial products from end consumers and the coefficients of direct labor costs are analyzed. As a result of the model experiment, using the example of two industries and two working professions, the following conclusions were drawn: the salary level is closely related to the distribution of employees of various professions by industry; limited labor resources positively affect the wage growth. A decrease in production coefficients for a working specialty, expressed in a decrease in the industry's need for the labor of these specialists, contrary to popular belief, leads to an increase in wages, i.e. labor becomes more efficient as the production coefficient decreases. The results of the study can be useful to government agencies in forming a strategy for the development of economic sectors, as well as to large companies in controlling personnel policy.

Keywords: intersectoral balance, human resources, optimization, pricing policy, economic theory, modeling.

JEL Classification: A12, C31, C54, C67.

UDC: 330.44.

For reference: **Moiseev N.A., Vnukov I.A., Rebeka E.E., Sargsyan K.G.**(2025). Modeling the dynamics of remuneration of various professions using the methodology of intersectoral balance. *Economics and Mathematical Methods*, 61, 1, 45–55. DOI: 10.31857/S0424738825010054 (in Russian).