

МЕТОД ДЕКОМПОЗИЦИИ В ОЦЕНКЕ МАКРОСТРУКТУРНЫХ СДВИГОВ В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

РАКОЧ Роман Евгеньевич, студент, rins9@mail.ru, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.
<https://orcid.org/0000-0001-8152-7901>

САЯПОВА Алсу Рафгатовна, д.э.н., asaia pova@mail.ru, профессор, гл. научный сотрудник, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия.
Scopus Author ID: 25655353500; <https://orcid.org/0000-0002-6805-9952>

В статье с применением модели «затраты-выпуск» выполнена многокомпонентная декомпозиция структурных сдвигов в российской экономике за 2011-2016 гг. Приоритеты отраслей за исследуемый период разложены на составляющие, связанные с технологическими изменениями, с динамикой и структурой конечного спроса.

Ключевые слова: таблицы «затраты-выпуск», структурная декомпозиция.

DOI: 10.47711/2076-318-2021-81-98.

Сравнительные показатели динамики выпусков и ее факторов для различных отраслей входят в перечень ключевых характеристик структурных сдвигов в экономике. Например, выпуск отрасли «Электроэнергия, газ, пар и горячая вода» РФ за 2011-2016 гг. уменьшился на 1,9% (на 104587 млн руб.¹). При этом потребление электроэнергии на производственные нужды уменьшилось на 89719 млн руб. Оно уменьшилось как за счет изменения технологических коэффициентов, так и за счет изменения выпусков отраслей. Как оценить снижение промежуточного спроса за счет снижения электроемкости, то есть, за счет изменения технологических коэффициентов? Кроме этого, необходимо учесть не только прямые затраты электроэнергии, но и косвенные – через коэффициенты косвенных затрат. На все

¹ Здесь и далее расчеты выполнены в сопоставимых ценах 2011-го года.

эти вопросы позволяет ответить метод структурной декомпозиции, применяемый в оценке структурных сдвигов в экономике.

Инструментарий многокомпонентной структурной декомпозиции. Рассматриваемый подход структурной декомпозиции основывается на статической модели межотраслевого баланса. Для описания проведенной многокомпонентной декомпозиции структурных сдвигов в экономике необходимо изложить содержание метода² следуя [1; 2]. Введем обозначения, большинство из которых является стандартным:

X_i - выпуск i -ой отрасли;

f_i – конечный спрос на продукцию отрасли i ;

x_{ij} – объем продукта i -ой отрасли, потребляемый j -ой отраслью;

Z_j – добавленная стоимость j -ой отрасли;

\mathbf{X} – вектор выпусков размерности $(n \times 1)^3$;

\mathbf{f} - вектор конечного спроса размерности $(n \times 1)$;

$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$ – объем i -ой продукции, требуемый на единицу выпуска j -ой продукции.

Тогда модель «затраты-выпуск» выглядит как:

$$\mathbf{AX} + \mathbf{f} = \mathbf{X}. \quad (1)$$

Отсюда:

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{f} = \mathbf{L}\mathbf{f}, \quad (2)$$

где \mathbf{I} – единичная матрица; $\mathbf{L} = [l_{ij}]$ – матрица коэффициентов полных затрат; l_{ij} – объем продукции отрасли i , необходимый для производства единицы конечной продукции отрасли j .

Рассмотрим изменения в выпуске отраслей за два периода времени (года). Верхним индексом 0 будем обозначать данные за первый период (базовый), а индексом 1 – за второй. Тогда:

$$\mathbf{X}^1 = \mathbf{L}^1 \mathbf{f}^1 \quad \text{и} \quad \mathbf{X}^0 = \mathbf{L}^0 \mathbf{f}^0 \quad (3)$$

и наблюдаемое изменение в выпусках за рассматриваемый период:

$$\Delta \mathbf{X} = \mathbf{X}^1 - \mathbf{X}^0 = \mathbf{L}^1 \mathbf{f}^1 - \mathbf{L}^0 \mathbf{f}^0. \quad (4)$$

Задача заключается в разложении общего изменения объемов выпусков на изменения в различных компонентах. В данном

² Изложенный метод и уровень детализации опубликованных межотраслевых балансов РФ за 2011 г., 2016 г. позволяют выполнить более подробный поотраслевой анализ структурных сдвигов в российской экономике. В данной статье акцент сделан на инструментарии и оценке возможностей его прикладного применения.

³ Здесь и далее жирным шрифтом обозначены матрицы и векторы.

случае это изменения в векторе конечного спроса $\Delta f = f^1 - f^0$, и изменения в матрице полных затрат $\Delta L = L^1 - L^0$. Для того, чтобы исключить влияние изменения цен, будем считать, что все компоненты выражены в ценах базового года.

На основе (4) можно получить следующие соотношения:

$$\Delta X = L^1 (f^0 - \Delta f) - (L^1 - \Delta L) f^0 = (\Delta L) f^0 + L^1 (\Delta f), \quad (5)$$

$$\Delta X = (L^0 - \Delta L) f^1 - L^0 (f^1 - \Delta f) = (\Delta L) f^1 + L^0 (\Delta f), \quad (6)$$

В первом выражении мы можем наблюдать разложение прироста выпусков на две составляющие: первая из которых связана с изменениями в технологиях, с весовым коэффициентом конечного спроса за первый период, а вторая – с изменениями в конечном спросе, с весовым коэффициентом матрицы полных затрат для второго периода. Каждый член в правой части выражений имеет определенную интерпретацию. Например, в $\Delta L = (\Delta L) f^0 = L^1 f^0 - L^0 f^0$ первый член количественно определяет объем производства требуемый для удовлетворения старого спроса на базе новых технологий, второй член – объем производства, необходимый для удовлетворения старого спроса с помощью старых технологий. Аналогично расшифровываются остальные компоненты в выражениях (5) и (6).

Аналогично, можно получить выражения, в которых в качестве весовых коэффициентов используются только данные первого или второго периода:

$$\Delta X = (L^0 + \Delta L)(f^0 + \Delta f) - L^0 f^0 = (\Delta L) f^0 + L^0 (\Delta f) + (\Delta L)(\Delta f);$$

$$\Delta X = L^1 f^1 - (L^1 - \Delta L)(f^1 - \Delta f) = (\Delta L) f^1 + L^1 (\Delta f) - (\Delta L)(\Delta f).$$

Первоначальное представление данных выражений и более подробный анализ можно найти в следующих источниках [3; 4].

Сложив левые и правые части (5) и (6) получаем:

$$2\Delta X = (\Delta L) f^0 + L^1 (\Delta f) + (\Delta L) f^1 + L^0 (\Delta f),$$

следовательно

$$\Delta X = \frac{1}{2} (\Delta L)(f^0 + f^1) + \frac{1}{2} (L^0 + L^1)(\Delta f). \quad (7)$$

Формула (7) – декомпозиция изменения вектора выпусков на две составляющие. Первый член данного выражения отвечает за изменения выпусков за счет изменения в матрице коэффициентов полных затрат (т.е. изменений в технологиях), а второй – за изменения выпусков за счет изменения в конечном спросе.

Получив двухфакторное разложение, можно заметить, что для каждого из полученных составляющих существует дальнейшее разложение. Например, изменения в конечном спросе могут быть за счет трех разных факторов: изменение общего количества конечного спроса – уровень конечного спроса; изменение в структуре конечного спроса (изменение долей различных товаров и услуг в векторе конечного спроса); изменение в долях функциональных элементов (категорий) в конечном спросе (потребления домашних хозяйств, чистый экспорт и т.д.).

Предположим, что в модели «затраты-выпуск» p различных категорий конечного спроса. Тогда, если количество отраслей равняется n , то можно рассмотреть матрицу конечного спроса размерности $(n \times p)$: $F^t = [f_1^t, \dots, f_p^t]$, где вектор-столбец $f_k^t = \begin{pmatrix} f_{1k}^t \\ \vdots \\ f_{nk}^t \end{pmatrix}$, и f_{ik}^t – конечный спрос категории k на продукцию i -ой отрасли.

Пусть $i = \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$ – единичный вектор-столбец $(p \times 1)$, а $i' = (1 \dots 1)$ – единичная вектор-строка длины n . Тогда можно ввести следующие обозначения:

$F^t i = f^t$ – вектор-столбец $(n \times 1)$, где j -ый компонент конечного спроса отрасли j в году t ;

$$(i' F^t)' = y^t = \begin{pmatrix} y_1^t \\ \vdots \\ y_p^t \end{pmatrix} \text{ – вектор-столбец } (p \times 1), \text{ где } y_k^t \text{ – конечный спрос категории } k \text{ в году } t;$$

$i' F^t i = i' f^t = f^t$ – общий уровень конечного спроса (суммарный по всем отраслям) в году t .

Распределение общего уровня конечного спроса по категориям конечного спроса в году t обозначим через d^t – вектор-столбец $(p \times 1)$.

Распределение общего уровня конечного спроса по категориям конечного спроса в году t обозначим через d^t – вектор-столбец $(p \times 1)$.

$$d^t = [d_k^t] = \left(\frac{1}{f^t}\right) y^t = \begin{pmatrix} y_1^t / f^t \\ \vdots \\ y_p^t / f^t \end{pmatrix}. \quad (8)$$

То есть, d_k^t — показывает долю конечного спроса категории k в году t от общего уровня конечного спроса в данный период.

Введем матрицу \mathbf{B}^t размерности $(n \times p)$, как матрицу конечного спроса F^t , нормированную на сумму ее столбцов (сумму конечного спроса в каждой категории).

$$\mathbf{B}^t = [b_{ik}^t] = \mathbf{F}^t (\hat{y}^t)^{-1},$$

$$\text{где } (\hat{y}^t)^{-1} = \begin{pmatrix} 1/y_1^t & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1/y_p^t \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Соответственно, $b_{ik}^t = f_{ik}^t / y_k^t$ — доля конечного спроса категории k на продукцию i -ой отрасли в общем объеме конечного спроса категории k в году t . Часто матрицу \mathbf{B}^t называют «бридж» матрицей.

С помощью введенных нами обозначений можно заметить, что

$$\mathbf{f}^t = \mathbf{B}^t \mathbf{y}^t. \quad (10)$$

Действительно,

$$\begin{aligned} \mathbf{B}^t \mathbf{y}^t &= \begin{pmatrix} b_{11}^t & \cdots & b_{1p}^t \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1}^t & \cdots & b_{np}^t \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1^t \\ \vdots \\ y_p^t \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} f_{11}^t / y_1^t & \cdots & f_{1p}^t / y_p^t \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1}^t / y_1^t & \cdots & f_{np}^t / y_p^t \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1^t \\ \vdots \\ y_p^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{k=1}^p f_{1k}^t \\ \vdots \\ \sum_{k=1}^p f_{nk}^t \end{pmatrix} = \mathbf{f}^t. \quad (11) \end{aligned}$$

Из определения распределения общего уровня конечного спроса по категориям конечного спроса следует, что $f^t \mathbf{d}^t = \mathbf{y}^t$. Тогда уравнение (11) можно переписать в следующем виде $\mathbf{f}^t = \mathbf{B}^t \mathbf{y}^t = f^t \mathbf{B}^t \mathbf{d}^t$.

Нас интересуют изменения в векторе конечного спроса

$$\Delta \mathbf{f} = \mathbf{f}^1 - \mathbf{f}^0 = f^1 \mathbf{B}^1 \mathbf{d}^1 - f^0 \mathbf{B}^0 \mathbf{d}^0. \quad (12)$$

Соответственно, применяя формулы декомпозиции по трем переменным⁴ можем переписать (12) в следующих видах:

⁴ См. источник [1].

$$\Delta \mathbf{f} = (\Delta f) \mathbf{B}^1 \mathbf{d}^1 + f^0 (\Delta \mathbf{B}) \mathbf{d}^1 + f^0 \mathbf{B}^0 (\Delta \mathbf{d}); \quad (13)$$

$$\Delta \mathbf{f} = (\Delta f) \mathbf{B}^0 \mathbf{d}^0 + f^1 (\Delta \mathbf{B}) \mathbf{d}^0 + f^1 \mathbf{B}^1 (\Delta \mathbf{d}), \quad (14)$$

где $\Delta \mathbf{d} = \mathbf{d}^1 - \mathbf{d}^0$.

Объединяя две формулы получаем:

$$\Delta \mathbf{f} = \frac{1}{2} (\Delta f) (\mathbf{B}^0 \mathbf{d}^0 + \mathbf{B}^1 \mathbf{d}^1) + \frac{1}{2} (f^0 (\Delta \mathbf{B}) \mathbf{d}^1 + f^1 (\Delta \mathbf{B}) \mathbf{d}^0) + \frac{1}{2} (f^0 \mathbf{B}^0 + f^1 \mathbf{B}^1) (\Delta \mathbf{d}). \quad (15)$$

Данное выражение имеет три компоненты в правой части, которые объясняют изменения в конечном спросе, первая – за счет общего уровня конечного спроса, вторая – за счет структурных сдвигов в конечном спросе по отраслям, третья – за счет структурных сдвигов в категориях конечного спроса.

Если же конечный спрос состоит только из одной категории,

т.е. $p = 1$, то $\mathbf{F}^t = \mathbf{f}^t = \begin{pmatrix} f_1^t \\ \vdots \\ f_n^t \end{pmatrix}$ вектор-столбец ($n \times 1$);

$f^t = y^t$; $d^t = 1$; $\mathbf{B}^t = \begin{pmatrix} f_1^t / f^t \\ \vdots \\ f_n^t / f^t \end{pmatrix}$ – вектор-столбец ($n \times 1$).

В таком случае декомпозиция конечного спроса будет выглядеть следующим образом:

$$\Delta \mathbf{f} = \frac{1}{2} (\Delta f) (\mathbf{B}^0 + \mathbf{B}^1) + \frac{1}{2} (f^0 + f^1) (\Delta \mathbf{B}). \quad (16)$$

Далее перейдем к декомпозиции изменения матрицы полных затрат $\Delta \mathbf{L}$. Изменения в матрице полных затрат между двумя периодами времени, очевидно, зависят от изменений в матрице прямых затрат. Это следует из представления матрицы полных затрат через матрицу прямых затрат: $\mathbf{L}^t = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^t)^{-1}$. Итак, для двух моментов времени $t = 0, 1$ имеем:

$$\mathbf{L}^1 = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^1)^{-1} \text{ и } \mathbf{L}^0 = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^0)^{-1}.$$

Домножив первое с двух сторон на $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^1)$ справа и второе на $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^0)$ слева соответственно, получим следующие выражения:

$$\mathbf{L}^1 (\mathbf{I} - \mathbf{A}^1) = \mathbf{L}^1 - \mathbf{L}^1 \mathbf{A}^1 = \mathbf{I}; \quad (17)$$

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A}^0) \mathbf{L}^0 = \mathbf{L}^0 - \mathbf{A}^0 \mathbf{L}^0 = \mathbf{I}. \quad (18)$$

Реорганизовав множители в (17) и (18), и домножая на L^0 справа и на L^1 слева, соответственно, получаем:

$$\begin{aligned} L^1 - I = L^1 A^1 &\Rightarrow L^1 L^0 - L^0 = L^1 A^1 L^0 \Rightarrow L^0 = \\ &= L^1 L^0 - L^1 A^1 L^0; \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} L^0 - I = A^0 L^0 &\Rightarrow L^1 L^0 - L^1 = L^1 A^0 L^0 \Rightarrow L^1 = \\ &= L^1 L^0 - L^1 A^0 L^0. \end{aligned} \quad (20)$$

С помощью полученных двух выражений (19) и (20) можно оценить изменение в матрице полных затрат за данный период:

$$\begin{aligned} \Delta L = L^1 - L^0 &= L^1 L^0 - L^1 A^0 L^0 - L^1 L^0 + L^1 A^1 L^0 = \\ &= L^1 (A^1 - A^0) L^0 = L^1 (\Delta A) L^0. \end{aligned} \quad (21)$$

Данное выражение показывает связь между изменениями в матрице полных затрат L и матрице прямых затрат A за определенный временной период.

Изменения в Леонтьевской матрице можно также получить используя веса только первого или второго периода⁵. Для этого достаточно подставить в (21) следующие выражения:

$$\begin{aligned} L^1 &= \Delta L + L^0; \quad L^0 = L^1 - \Delta L. \\ \Delta L &= L^0 (\Delta A) L^0 + (\Delta L) (\Delta A) L^0; \\ \Delta L &= L^1 (\Delta A) L^1 - L^1 (\Delta A) (\Delta L). \end{aligned} \quad (22)$$

Итак, при изменениях в матрице прямых затрат имеем следующее соотношение:

$$A^1 = A^0 + \Delta A = \begin{pmatrix} a_{11}^0 + \Delta a_{11} & \cdots & a_{1n}^0 + \Delta a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}^0 + \Delta a_{n1} & \cdots & a_{nn}^0 + \Delta a_{nn} \end{pmatrix}. \quad (23)$$

Изменения технологий в отрасли j обозначим

$$\Delta A^{(j)} = \begin{pmatrix} 0 & \cdots & \Delta a_{1j} & \cdots & 0 \\ \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 0 & \cdots & \Delta a_{nj} & \cdots & 0 \end{pmatrix}.$$

Тогда общие изменения технологической матрицы можно представить в соответствующем виде:

$$\Delta A = \Delta A^{(1)} + \cdots + \Delta A^{(n)} = \sum_{j=1}^n \Delta A^{(j)}. \quad (24)$$

⁵ Продолжение данного подхода (переход от изменений в Леонтьевской матрице к изменениям в матрице прямых затрат) можно найти в источнике [5].

Также, декомпозицию изменения матрицы прямых затрат можно получить различными другими способами, например, с помощью модели RAS⁶.

Декомпозицию ΔA можем использовать в выражении для декомпозиции изменений в матрице полных затрат ΔL :

$$\Delta L = L^1(\Delta A)L^0 = L^1(\sum_{j=1}^n \Delta A^{(j)})L^0, \quad (25)$$

где элемент под номером j отвечает за эффект за счет изменений технологий в отрасли j .

Таким образом, объединяя полученные разложения конечного спроса (15), матрицы полных затрат (21) и матрицы прямых затрат (24), и подставляя все в разложение (7), получаем полную декомпозицию для изменения выпусков за временной период:

$$\begin{aligned} \Delta X &= X^1 - X^0 = \frac{1}{2}(\Delta L)(f^0 + f^1) + \frac{1}{2}(L^0 + L^1)(\Delta f) = \\ &= \frac{1}{2}[L^1(\sum_{j=1}^n \Delta A^{(j)})L^0](f^0 + f^1) + \frac{1}{2}(L^0 + L^1)(\Delta f) = \\ &= \frac{1}{2}[L^1(\Delta A^{(1)})L^0](f^0 + f^1) + \dots + \frac{1}{2}[L^1(\Delta A^{(n)})L^0](f^0 + f^1) + \\ &+ \frac{1}{4}(L^0 + L^1)(\Delta f)(B^0 d^0 + B^1 d^1) + \frac{1}{4}(L^0 + L^1)(f^0(\Delta B)d^1 + \\ &+ f^1(\Delta B)d^0) + \frac{1}{4}(L^0 + L^1)(f^0 B^0 + f^1 B^1)(\Delta d). \end{aligned} \quad (26)$$

Каждая компонента данной декомпозиции отвечает за изменения, произошедшие в связи с соответствующей ей причиной, как было показано и расшифровано ранее.

Анализ структурных сдвигов в российской экономике за 2011-2016 гг. Теперь вернемся к задаче, поставленной в начале статьи: к оценке совокупного снижения электроемкости производства. Непосредственный расчет соотношений промежуточного спроса на электроэнергию к сумме выпусков всех отраслей в 2011 г. показывает, что производственное потребление электроэнергии на 1000 руб. суммарных выпусков отраслей составляет 45 руб., в 2016 г., соответственно, 42 руб., т.е. снижается на 3 руб. на 1000 руб. выпусков. Хотя некоторое снижение электроемкости производства и наблюдается, но вопрос о том, насколько данное снижение вызвано технологическими факторами и насколько – изменениями в структуре производства в пользу менее электроемких отраслей, остается открытым.

⁶ См. источники [6, 7].

Если для анализа привлечь данные табл. 1, можно заключить, что производство электроэнергии за исследуемый период уменьшилось на 1,9%. В существенной степени это сокращение произошло за счет снижения электроемкости производства и при неизменном конечном спросе могло бы составить 2,9%, но изменения в конечном спросе замедлили данное снижение до 1,9%.

Таблица 1

Структурная декомпозиция динамики производства отдельных отраслей РФ за 2011-2016 гг., ранжированных по возрастающим темпам роста за счет технологических коэффициентов

Отрасль	Темпы роста производства (2016 / 2011 г., %)		
	Всего	в том числе, обусловленный изменением	
		конечного спроса	технологических коэффициентов
Древесина и изделия из дерева и пробки (кроме мебели), изделия из соломки и материалов для плетения	99,4	116,9	82,5
Прочие минеральные неметаллические продукты	90,4	101,5	88,9
Уголь каменный и уголь бурый (лигнит); торф	113,1	122,0	91,1
Продукция горнодобывающих производств прочая	107,5	112,4	95,1
Металлы	95,4	99,0	96,4
Услуги по оптовой торговле, включая торговлю через агентов, кроме услуг по торговле автотранспортными средствами и мотоциклами	92,1	95,0	97,1
Электроэнергия, газ, пар и горячая вода	98,1	101,0	97,1
Услуги сухопутного транспорта и транспортирования по трубопроводам	101,6	102,7	98,9
Продукция коксовых печей и нефтепродукты	106,2	105,5	100,7
Компоненты электронные; аппаратура для радио, телевидения и связи	97,6	92,0	105,6
Услуги водного транспорта	118,1	110,5	107,6
Готовые металлические изделия, кроме машин и оборудования	106,1	98,1	108,0
Нефть и газ природный; услуги, связанные с добычей нефти и газа, кроме геологоразведочных работ	107,1	98,7	108,4
Прочие услуги, связанные с предпринимательской деятельностью	112,8	96,7	116,1
Услуги по финансовому посредничеству	136,4	118,2	118,2
Вещества химические, продукты химические и волокна химические, кроме веществ взрывчатых	119,8	97,9	121,9
Изделия резиновые и полимерные	125,7	93,4	132,3
Программные продукты и услуги, связанные с использованием вычислительной техники и информационных технологий	158,0	125,6	132,4

Источник: расчеты авторов по ТЗВ России за 2011, 2016 г.⁷

⁷ Федеральная служба государственной статистики – официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/accounts>.

Таким образом, интерпретация последних двух столбцов таблицы сводится к их отождествлению с возможными темпами изменения выпусков за счет изменения конечного спроса при неизменных технологических коэффициентах и за счет технологических коэффициентов – при неизменном конечном спросе по отраслям. Отрасли расположены по возрастанию темпов изменения выпусков за счет технологических коэффициентов. Поскольку период анализа непродолжительный⁸, можно сказать, что кардинальных технологических прорывов не произошло. Тем не менее, определенная тенденция влияния технологических коэффициентов на выпуски заметна. Во-первых, наблюдается экономия выпусков (соответствующие темпы изменения за счет технологических коэффициентов менее 100%) для некоторых видов первичных ресурсов: дерева, угля, прочих минеральных неметаллические продуктов, прочей горнодобывающей продукции, металла, электроэнергии. Во-вторых, уменьшаются отдельные виды торгово-транспортных наценок (сухопутного и трубопроводного транспорта, оптовой торговли. В-третьих, наблюдается рост выпусков высокотехнологичных и среднетехнологичных отраслей, вызванный изменением удельных затрат указанных отраслей в производстве: компоненты электронные, программные продукты и услуги, связанные с использованием вычислительной техники и информационных технологий, финансовые услуги и наукоемкие бизнес-услуги (которые составляют большую часть отрасли «Прочие услуги, связанные с предпринимательской деятельностью»), продукты химического производства, полимеры. Следует в то же время отметить, что снижения добычи нефти и газа, выпуска нефтепродуктов за счет технологических изменений не произошло, то есть, «нефтегазоемкость» не снизилась. В то же время не удастся это интерпретировать как углубление переработки отечественных сырьевых ресурсов, скорее произошло замещение, например, угля в электроэнергетике – природным газом.

Поскольку модификация формулы (4) к виду (26) позволяет выполнить поотраслевое разложение изменения выпуска за

⁸ Для выбора периода анализа существуют ограничения, определяемые сопоставимостью классификаторов ОКВЭД и ОКПД российских ТЗВ.

счет технологических коэффициентов, рассмотрим состав отраслей, в наибольшей степени снизивших удельное потребление первичных ресурсов. В таких отраслях, как электроэнергетика и металлургия, наибольшие объемы снижения относятся к внутриотраслевому обороту. Например, в электроэнергетике снижение внутриотраслевого оборота составляет 87% общего снижения выпуска за счет технологических коэффициентов, в металлургии – 34%. Если для электроэнергетики снижение внутриотраслевого потребления явление, в целом, положительное (хотя некоторое разочарование происходит из-за отсутствия существенного снижения электроемкости по другим отраслям), то для металлургии это означает снижение глубины переработки сырья. Вместе с тем существенное снижение выпуска некоторых первичных ресурсов произошло за счет потребления в смежных отраслях в силу изменения технологических коэффициентов. Так, наибольший удельный вес в снижении выпуска угля за счет изменения технологических коэффициентов принадлежит продукции коксовых печей и нефтепродуктам, металлургии, электроэнергетике. Аналогично в снижении выпуска древесины и изделий из дерева наибольший удельный вес (44%) принадлежит строительству, прочей продукции горнодобывающих производств - химическому производству и строительным материалам, прочих минеральных неметаллических продуктов – строительству. В то же время, можно заметить замену рассмотренных первичных ресурсов продукцией «конкурирующих» отраслей: угля в электроэнергетике – природным газом, металла и дерева в строительстве – полимерами.

Касательно высокотехнологичных отраслей, нарастивших выпуски за счет изменения технологий в других отраслях, можно сделать следующие выводы. Выпуск электронных компонент вполне объяснимым образом увеличился прежде всего за счет роста их использования в машиностроении, в отраслях «Изделия медицинские; приборы и инструменты для измерения, контроля, испытаний, навигации, управления; приборы оптические, кино-, фотооборудование; и аппаратура, часы», «Прочие транспортные средства и оборудование, прочая продукция машиностроения и нефтехимии», вызванного технологиче-

скими изменениями. Несколько неожиданными оказались факторы роста выпуска отрасли «Программные продукты и услуги, связанные с использованием вычислительной техники и информационных технологий». Рост прежде всего связан с увеличением потребления данных услуг в оптовой и розничной торговле, в отраслях «Услуги, связанные с недвижимым имуществом», «Услуги почты и электросвязи», «Прочие услуги, связанные с предпринимательской деятельностью», «Услуги в сфере государственного управления, обеспечения военной безопасности и социального обеспечения», только затем в машиностроении и некоторых других отраслях промышленности. Хотя и несколько озадачивает наибольший спрос на данный вид услуг со стороны торговли и операций с недвижимым имуществом, в целом, отрасль относится к наиболее динамично развивающимся, факторами роста являются как технологические изменения в отраслях, так и изменения в конечном спросе. Примерно такая же картина складывается для динамики отрасли «Прочие услуги, связанные с предпринимательской деятельностью», позиционируемой как наукоемкие бизнес-услуги. Таким образом, за исследуемый период наиболее быстрые темпы роста потребности в высокотехнологичных услугах наблюдались в торговле и в операциях с недвижимым имуществом.

Основные факторы роста выпуска добычи нефти и газа за счет изменения технологических коэффициентов относятся к внутриотраслевому потреблению (31%) и к росту потребления в электроэнергетике (составляет 36% прироста выпуска за счет технологических коэффициентов и отражает, по всей видимости, замену угля природным газом), которые в целом компенсируют небольшое снижение за счет изменения конечного спроса.

Как уже отмечалось выше, динамика отраслевых выпусков определяется не только изменением технологических коэффициентов, но и изменением конечного спроса на товары и услуги отраслей. За исследуемый период темп роста суммарных выпусков отраслей составил 105,4%, в том числе за счет изменения технологических коэффициентов (при неизменном конечном спросе) – 102,6%, за счет изменения конечного спроса (при неизменных технологических коэффициентах) – 102,8% (табл. 2).

Формула (26) позволяет установить влияние на динамику выпусков не только изменений объемов конечного спроса на продукцию

отраслей, но и структурных сдвигов в конечном спросе: отраслевых, в направлениях использования.

Таблица 2

Структурная декомпозиция динамики производства отдельных отраслей РФ за 2011-2016 гг., ранжированных по убывающим темпам роста за счет конечного спроса

Отрасль	Темпы роста производства (2011 г.=100%)		
	Всего	в том числе обусловленный изменением	
		технологических коэффициентов	конечного спроса
Услуги по организации отдыха, развлечений, культуры и спорта	172,1	117,1	155,0
Услуги, связанные с научными исследованиями и экспериментальными разработками	147,0	100,5	146,5
Программные продукты и услуги, связанные с использованием вычислительной техники и информационных технологий	158,0	132,4	125,6
Уголь каменный и уголь бурый (лигнит); торф	113,1	91,2	122,0
Услуги воздушного и космического транспорта	115,3	95,1	120,2
Изделия медицинские; приборы и инструменты для измерения, контроля, испытаний, навигации, управления; приборы оптические, кино- фотооборудование; и аппаратура, часы	125,5	106,1	119,5
Древесина и изделия из дерева и пробки (кроме мебели), изделия из соломки и материалов для плетения	99,4	82,5	116,9
Продукция горнодобывающих производств прочая	107,5	95,2	112,4
Услуги водного транспорта	118,1	107,6	110,5
Продукция коксовых печей и нефтепродукты	106,2	100,7	105,5
Нефть и газ природный; услуги, связанные с добычей нефти и газа, кроме геологоразведочных работ	107,1	108,4	98,7
Изделия резиновые и полимерные	125,7	132,3	93,4
Компоненты электронные; аппаратура для радио, телевидения и связи	97,6	105,6	92,0
Машины и оборудование, не включенные в другие группировки (кроме оружия и боеприпасов)	78,9	106,9	72,0
Автотранспортные средства, прицепы и полуприцепы	73,2	110,2	63,0
Всего	105,4	102,6	102,8

Источник: расчеты авторов по ТЗВ России за 2011, 2016 г.⁹

Рассмотрим подробнее данные табл. 2.

Среди отраслей, существенно нарастивших выпуск за счет изменения вектора конечного спроса, – ранее рассмотренная

⁹ Федеральная служба государственной статистики – официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/accounts>

нами отрасль «Программные продукты и услуги, связанные с использованием вычислительной техники и информационных технологий». Причем наибольшую роль в росте выпуска сыграли структурные сдвиги конечного спроса в пользу отраслей с высоким уровнем потребления данных услуг. Решающую роль в росте выпуска угля сыграли структурные сдвиги в направлениях использования конечного продукта. В добыче угля, также ранее рассмотренной, существенное снижение выпуска за счет изменения технологических коэффициентов компенсируется ростом за счет изменений конечного спроса. Причем основная часть роста выпуска приходится на структурные изменения в направлениях использования конечного продукта, по-другому, категориях или функциональных элементах конечного спроса. Напомним, что структурные изменения в категориях конечного спроса выражаются вектором Δd (см. формулу (13)). Значения Δd за исследуемый период приведены в табл. 3. Как видим, наибольшие сдвиги в долях функциональных элементов в общем объеме конечного спроса происходили в запасах и чистом экспорте. Так, рост добычи угля в большей части произошел за счет структурных сдвигов в категориях конечного спроса, в том числе, и за счет роста экспорта угля. Добыча нефти и газа находится среди отраслей, снизивших выпуск за счет изменений в векторе конечного спроса при неизменных технологических коэффициентах. Фактором небольшого, но все же, снижения, послужили сдвиги в структуре конечного спроса в пользу менее «нефтегазоемких»¹⁰ отраслей.

Рост выпуска высокоточных приборов (отрасль «Изделия медицинские; приборы и инструменты для измерения, контроля, испытаний, навигации, управления; приборы оптические, кино-, фотооборудование; и аппаратура, часы») произошел, в основном, за счет отраслевых структурных сдвигов в конечном спросе в пользу отраслей, использующих высокотехнологичные компоненты в производстве. К сожалению, за счет элементов конечного спроса, при прочих равных условиях, снизили выпуски такие высокотехнологичные отрасли, как «Компоненты электронные; аппаратура для радио, телевидения и связи», «Машины и оборудование, не включенные в другие группировки (кроме оружия и боеприпасов)».

¹⁰ Имеются в виду коэффициенты полных потребностей в продукции отрасли.

Заметим, что наибольший рост выпусков за счет изменения вектора конечного спроса, наблюдается в отраслях «Услуги по организации отдыха, развлечений, культуры и спорта» (155%) и «Услуги, связанные с научными исследованиями и экспериментальными разработками» (146%), в основном, конечно, за счет роста собственного конечного спроса, в первой отрасли – за счет роста спроса домашних хозяйств и государственных расходов на индивидуальное потребление данных услуг, во второй – за счет роста накопления интеллектуального капитала¹¹. Но наибольший вес в росте выпуска отрасли «Услуги, связанные с научными исследованиями и экспериментальными разработками» принадлежит отраслевым структурным сдвигам в конечном спросе, предположительно в пользу наукоемких отраслей.

Таблица 3

Изменения в структуре функциональных элементов
совокупного конечного спроса РФ за 2011-2016 гг.

Категории конечного спроса	Δd
Расходы домашних хозяйств на конечное потребление	0,0087
Расходы государственного управления на индивидуальные товары и услуги	-0,0070
Расходы государственного управления на коллективные услуги	0,0034
Расходы некоммерческих организаций, обслуживающих домашние хозяйства	-0,0001
Валовое накопление основного капитала	-0,0037
Изменение запасов материальных оборотных средств	-0,0209
Приобретение за вычетом выбытия ценностей	-0,0020
Чистый экспорт	0,0214

Источник: расчеты авторов по ТЗВ России за 2011, 2016 гг.¹².

Несмотря на то, что проведенный анализ структурных сдвигов в российской экономике является, в основном, иллюстративным¹³, и в силу непродолжительности исследуемого периода замеченные сдвиги выражены не столь выпукло, определенные выводы, тем не менее, удается сделать.

¹¹ Следует отметить, что для обеих отраслей доля выпуска, направляемая на нужды промежуточного потребления, невелика. Отсюда – определяющая роль изменения конечного спроса в динамике выпусков.

¹² Федеральная служба государственной статистики – официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/accounts>

¹³ Анализ структурных сдвигов в экономике можно также найти в источниках [8; 9].

Заключение. За исследуемый период темп роста суммарных выпусков отраслей составил 105,4%, в том числе, за счет изменения технологических коэффициентов (при неизменном конечном спросе) – 102,6%, за счет изменения конечного спроса (при неизменных технологических коэффициентах) – 102,8%. В структуре производственных затрат наблюдается сдвиг в сторону экономии некоторых первичных ресурсов (дерева, угля, прочих минеральных неметаллических продуктов, прочей горнодобывающей продукции, металла, электроэнергии). Одновременно в отдельных отраслях происходит опережающий рост затрат на высокотехнологичные комплектующие изделия и наукоемкие услуги. При этом, наибольшими потребителями высокотехнологичных услуг оказываются торговля и операции с недвижимым имуществом. Следует также отметить, что экономия некоторых первичных ресурсов (электроэнергия, металлы) происходит, в основном, за счет внутриотраслевого потребления. Для некоторых первичных ресурсов характерен рост выпусков за счет технологических изменений в других отраслях, например, для отрасли «Нефть и газ природный; услуги, связанные с добычей нефти и газа, кроме геологоразведочных работ» – за счет замещения угля, используемого в электроэнергетике, природным газом. Динамику отраслей определяли не только технологические факторы, но также уровень и структурные характеристики конечного спроса. Рост выпусков высокотехнологичных отраслей, таких как «Изделия медицинские; приборы и инструменты для измерения, контроля, испытаний, навигации, управления; приборы оптические, кино- фотооборудование; и аппаратура, часы», «Программные продукты и услуги, связанные с использованием вычислительной техники и информационных технологий», произошел как за счет технологических изменений в других отраслях, так и за счет структурных сдвигов в конечном спросе в пользу отраслей с высоким уровнем потребления высокотехнологичных комплектующих и наукоемких услуг.

Список литературы

1. Miller R., Blair P. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions, Second Edition. Cambridge: Unedited Final Manuscript, 2008. 738 с.*
2. Саяпова А.Р., Широков А.А. *Основы метода «Затраты-Выпуск». Учеб. для вузов. М.: МАКС Пресс, 2019. 336 с.*

3. Skolka, J. 1989. *Input-Output Structural Decomposition Analysis for Austria* // *Journal of Policy. Modeling*. 1989. № 11. Pp. 45-66.
4. Rose, Adam and C.Y. Chen. 1991. "Sources of Change in Energy Use in the U.S. Economy, 1972-1982: A Structural Decomposition Analysis" // *Resources and Energy*. 1991. № 13. Pp. 1-21.
5. Rose, Adam and Stephen D. Casler. 1996. *Input-Output Structural Decomposition Analysis: A Critical Appraisal* // *Economic Systems Research*. 1996. № 8. Pp. 33-62.
6. Dietzenbacher, Erik and Rutger Hoekstra. 2002. *The RAS Structural Decomposition Approach* // in Geoffrey J.D. Hewings, Michael Sonis and David Boyce (eds.). *Trade, Networks and Hierarchies. Modeling Regional and Interregional Economies*. Berlin: Springer-Verlag, 2002. Pp. 179-199.
7. De Mesnard, Louis. 2004. *Viproportional Methods of Structural Change Analysis: a Typological Survey* // *Economic Systems Research*. 2004. № 16. Pp. 205-230.
8. Широков А.А. Многоуровневые исследования и долгосрочная стратегия развития экономики. М.: МАКС Пресс, 2015. 264 с.
9. Саяпова А.Р. Оценка вклада технологического фактора в динамику и структуру производства // *Научные труды ИИП РАН*. М.: МАКС Пресс, 2016. С. 196-208.

Для цитирования: Ракоч Р.Е., Саяпова А.Р. Метод декомпозиции в оценке макроструктурных сдвигов в российской экономике // *Научные труды. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*. 2021. С. 81-98.
DOI: 10.47711/2076-318-2021-81-98.

Summary

DECOMPOSITION METHOD IN ASSESSING MACRO- STRUCTURAL SHIFTS IN THE RUSSIAN ECONOMY

RAKOCH Roman E., rins9@mail.ru, 6th year student of the Faculty of Mechanics and Mathematics of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

<https://orcid.org/0000-0001-8152-7901>

SAYAPOVA Alsu R., Dr. Sci. (Econ.), asaiapova@mail.ru, Professor, Institute of Economic Forecasting RAS, Moscow, Russia. JEL: C67.

Scopus Author ID: 25655353500; <https://orcid.org/0000-0002-6805-9952>.

Abstract. In the article, a multicomponent decomposition of structural shifts in the Russian economy for years 2011-2016 is performed using the input-output model. The growth in industries over the period under study was decomposed into components associated with technological changes, with the dynamics and structure of final demand.

Keywords: input-output tables, structural decomposition.

For citation: *Rakoch R.E., Sayapova A.R.* Decomposition Method in Assessing Macrostructural Shifts in the Russian Economy // Scientific works: Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences. 2021. Pp. 81-98.

DOI: 10.47711/2076-318-2021-81-98.