

ISSN 2523-4714

## 4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ

### 4. MATHEMATICAL AND INSTRUMENTAL METHODS OF ECONOMICS

УДК 330.53(476)

**М. К. Кравцов, Т. А. Дехтярь, А. А. Гладкая**Научно-исследовательский экономический институт  
Министерства экономики Республики Беларусь, Минск, Беларусь

#### ДЕКОМПОЗИЦИЯ МУЛЬТИПЛИКАТОРОВ РЕГИОНАЛЬНО-ОТРАСЛЕВОЙ МАТРИЦЫ СОЦИАЛЬНЫХ СЧЕТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

*В статье рассмотрены методические основы декомпозиции общего мультипликатора на внутригрупповой и межгрупповой (с обратной связью и без обратной связи). Приведена методика декомпозиции с учетом особенностей белорусских матриц социальных счетов и по ней проведены расчеты на основе регионально-отраслевой матрицы социальных счетов Республики Беларусь за 2021 г.*

**Ключевые слова:** система национальных счетов, система таблиц «затраты-выпуск», матрица социальных счетов, мультипликативные эффекты

**Для цитирования:** Кравцов, М. К. Декомпозиция мультипликаторов регионально-отраслевой матрицы социальных счетов Республики Беларусь: методика и результаты расчетов / М. К. Кравцов, Т. А. Дехтярь, А. А. Гладкая // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. — Минск, 2024. — Вып. 9. — С. 165–180.

**M. Kravtsov, T. Dekhtyar, A. Gladkaya**

The Economy Research Institute of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

#### MULTIPLIER DECOMPOSITION OF THE REGIONAL-SECTORAL SOCIAL ACCOUNTING MATRIX OF THE REPUBLIC OF BELARUS: A METHODOLOGY AND CALCULATION RESULTS

*The article considers the methodological basis for the multiplier decomposition into transfer, open-loop and closed-loop and intergroup effects. The decomposition methodology is given, taking into account the structure of the Belarusian social accounting matrices, and calculations are made on the basis of the regional-sectoral SAM of the Republic of Belarus for 2021.*

**Keywords:** system of national accounts, input-output tables, social accounting matrix, multiplicative effects

**For citation:** Kravtsov M., Dekhtyar T., Gladkaya A. Multiplier decomposition of the regional-sectoral social accounting matrix of the Republic of Belarus: a methodology and calculation results. *Biznes. Innovatsii. Ekonomika* = *Business. Innovations. Economics*. Minsk, 2024, iss. 9, pp. 165–180 (in Russian).

### Введение

Обоснование мер государственной политики, стратегии развития страны, а также прогнозирования экономической динамики на национальном и региональном уровнях должно носить научный характер. В современном мире имеется большое разнообразие инструментов, позволяющих проводить анализ текущего и будущего состояний структуры экономики. Однако наиболее перспективным инструментом для такого рода приложений является матрица социальных

счетов<sup>1</sup> (МСС), которая в полной мере отражает трансакции в экономике, возникающие в рамках производства, первичного распределения и перераспределения доходов между различными институциональными секторами (домашними хозяйствами (ДХ), корпорациями, государством).

Активное развитие инструментария МСС пришлось на 70–80-е гг. XX в. и связано с работами [4–6], в которых изложены методические основы для расчета мультипликаторов с помощью моделей, основанных на МСС, а также описаны два принципиально разных подхода к их декомпозиции. Декомпозиция мультипликаторов позволяет глубже понять природу возникающих в экономике мультипликативных эффектов, поэтому оба подхода используются в различных странах мира для анализа последствий внешних шоков и принимаемых мер макроэкономической политики [7–12].

Подход, предложенный в работе [4], связан с распределением счетов МСС по группам на основании некоторого признака и изучением характера взаимодействий внутри группы и за ее пределами. В этом случае мультипликатор можно разложить на внутригрупповой, межгрупповой без обратной связи и межгрупповой с обратной связью. Внутригрупповой мультипликатор описывает эффекты от взаимодействия счетов в рамках одной группы без учета их взаимосвязи со счетами других групп. Межгрупповой мультипликатор без обратной связи отражает эффекты от первичного перекрестного взаимодействия счетов из различных групп, а с обратной связью — эффекты, возникающие ввиду существования циклической связи между рассматриваемыми группами (эффекты от перераспределения доходов).

Другой подход, предложенный авторами работы [6], основан на разложении общего мультипликатора по путям ориентированного графа, построенного с использованием МСС. Вершины этого графа соответствуют эндогенным счетам МСС, а дуги отражают взаимосвязи между этими счетами, определяемые матрицей средних склонностей к расходованию. Данный подход позволяет проследить, по каким основным путям передается первоначальное влияние экзогенного шока и определить ключевых посредников в передаче экономического влияния.

Особое внимание в данной статье предлагается уделить первому подходу и его применению к отраслевой и регионально-отраслевой МСС, методические основы построения которых изложены в работах [13–15]. В регионально-отраслевой МСС выделен 31 вид экономической деятельности (ЭД) и семь регионов — г. Минск, Брестская, Витебская, Гомельская, Гродненская, Минская и Могилевская области<sup>2</sup>.

### **Методические основы декомпозиции общих мультипликаторов на внутригрупповые и межгрупповые (с обратной связью и без обратной связи)**

Для расчета мультипликаторов и последующей их декомпозиции сперва необходимо определить спецификацию модели, основанной на МСС, т. е. разделить все счета на экзогенные и эндогенные. К экзогенным обычно относят счета, значения показателей которых задаются извне (внешние шоки), а к эндогенным — показатели, значения которых зависят от экзогенных счетов. В статье [4] авторы предложили выделять три группы эндогенных счетов: производства; факторов производства; институциональных секторов, включающих сектор ДХ и корпораций. В этом случае экзогенными становятся счета сектора государственного управления (ГУ), остального мира, чистых косвенных налогов, а также капитальный счет, которые для удобства представления и проведения расчетов объединяются в один счет. Разбиение МСС на блоки в соответствии

<sup>1</sup> Зачастую исследователями используются как синонимичные термины «матрицы финансовых потоков» [1], «интегрированная матрица финансовых потоков» [2], «social accounting matrix» [3].

<sup>2</sup> Эти матрицы разработаны в рамках научно-исследовательской работы по теме «Разработать методику декомпозиции мультипликаторов регионально-отраслевой матрицы социальных счетов Республики Беларусь» (рег. № 20230852).

с данным выделением трех групп эндогенных счетов представлено на рис. 1, на котором буквой «О» обозначены все нулевые блоки (даже если они имеют различные размеры), а символом «'» — операция транспонирования.

|        |                       |                                | №                                                                                                                                | Расходы          |               |               |                     |         |         |
|--------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------------|---------|---------|
|        |                       |                                |                                                                                                                                  | эндогенные счета |               |               | экзогенные<br>счета | всего   |         |
|        |                       |                                |                                                                                                                                  | 1                | 2             | 3             | 4                   | 5       |         |
| Доходы | Эндогенные<br>счета   | Факторы произ-<br>водства      | 1                                                                                                                                | О                | О             | $T_{13}^{NN}$ | $Y_1^N$             | $X_1^N$ | } $r_1$ |
|        |                       | Институцио-<br>нальные секторы | 2                                                                                                                                | $T_{21}^{NN}$    | $T_{22}^{NN}$ | О             | $Y_2^N$             | $X_2^N$ | } $r_2$ |
|        |                       | Производство                   | 3                                                                                                                                | О                | $T_{32}^{NN}$ | $T_{33}^{NN}$ | $Y_3^N$             | $X_3^N$ | } $r_3$ |
|        | Экзоген-<br>ные счета | Сумма остальных<br>счетов      | 4                                                                                                                                | $F_1^X$          | $F_2^X$       | $F_3^X$       | $Q^X$               | $X^X$   | } 1     |
|        | <i>Всего</i>          |                                | 5                                                                                                                                | $X_1^{N'}$       | $X_2^{N'}$    | $X_3^{N'}$    | $X^X$               | —       | } 1     |
|        |                       |                                | <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> <div><math>r_1</math><math>r_2</math><math>r_3</math>11</div> |                  |               |               |                     |         |         |

Рис. 1. Разбиение МСС на блоки в соответствии с выделением трех групп эндогенных счетов: производства, факторов производства и институциональных секторов

Источник: [6].

Fig. 1. Partitioning of the SAM into blocks according to the three identified groups of endogenous accounts: production, factors of production and institutional sectors

Source: [6].

В соответствии с рис. 1 трансакции между эндогенными счетами описываются блочной матрицей размером  $r \times r$ :

$$T^{NN} = (t_{ij}^{NN})_{r \times r} = \begin{pmatrix} \text{О} & \text{О} & T_{13}^{NN} \\ T_{21}^{NN} & T_{22}^{NN} & \text{О} \\ \text{О} & T_{32}^{NN} & T_{33}^{NN} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где  $r$  — количество эндогенных счетов, а на главной диагонали расположены такие квадратные матрицы размерами  $r_1 \times r_1$ ,  $r_2 \times r_2$ ,  $r_3 \times r_3$ , что  $r_1 + r_2 + r_3 = r$ .

В блоке  $T_{13}^{NN}$  отражаются основные элементы валовой добавленной стоимости, создаваемой в результате производственной деятельности и передаваемой со счетов производства на счета факторов производства. Блок  $T_{21}^{NN}$  соответствует распределению первичных доходов (оплаты труда, валовой прибыли) по домохозяйствам и корпорациям, а блок  $T_{22}^{NN}$  отражает текущие трансферты между этими институциональными секторами. Элементы блока  $T_{32}^{NN}$  характеризуют структуру конечного потребления домохозяйствами произведенных товаров и услуг, а блок  $T_{33}^{NN}$  — трансакции между отраслями производства, т. е. отражает промежуточный спрос на продукцию. Вектор-столбец  $Y^N = (y_j^N)_{r \times 1} = (Y_1^N \ Y_2^N \ Y_3^N)'$  отражает доходы, полученные эндогенными счетами от экзогенных счетов, и называется *инъекциями*. Под инъекциями понимаются любые вливания денежных средств в кругооборот материальных и финансовых потоков, не являющиеся выплатами за приобретение домохозяйствами и корпорациями благ и ресурсов на внутренних товарных рынках за счет доходов от собственной хозяйственной деятельности. К инъекциям относятся инвестиции (валовое накопление), государственные расходы и доходы от экспорта.

В вектор-строке  $F^X = (F_1^X \ F_2^X \ F_3^X)$  представлены доходы, полученные экзогенными счетами от эндогенных счетов, а сама вектор-строка  $F^X$  называется *утечками*. Утечками считаются любые изъятия денежных средств, направляемых корпорациями и домохозяйствами на приобретение благ и ресурсов. К утечкам относятся сбережения, налоги и расходы на импорт. Элемент  $Q^x$  описывает транзакции между экзогенными счетами и включает в себя сбережения сектора ГУ, международные трансферты и сальдо по текущим внешним операциям.

Суммарные значения по строкам МСС представлены вектор-столбцом  $X = (X^N \ X^X)'$ . Его подвектор  $X^N = (X_1^N \ X_2^N \ X_3^N)'$  показывает общую величину доходов, полученных эндогенными счетами, а элемент  $X^X$  – величину доходов, полученных экзогенными счетами. Согласно рис. 1 модель, основанная на МСС, выглядит следующим образом:

$$X^N = A^{NN} X^N + Y^N, \quad (2)$$

где  $A^{NN} = (a_{ij}^{NN})$  – матрица средних склонностей к расходованию. Ее элементы показывают, какую долю расходы  $j$ -го эндогенного счета в адрес  $i$ -го эндогенного счета занимают в общем объеме расходов  $j$ -го счета:

$$a_{ij}^{NN} = \frac{t_{ij}^{NN}}{x_j^N}, \quad i, j = \overline{1, r}, \quad (3)$$

где  $x_j^N$  – элемент вектора  $X^N = (x_1^N, x_2^N, \dots, x_r^N)'$ . В случае, когда  $\det(E - A^{NN}) \neq 0$ <sup>1</sup>, где  $E$  – единичная матрица размеров  $r \times r$ , уравнение (2) можно записать в виде

$$X^N = (E - A^{NN})^{-1} Y^N = M^{NN} Y^N, \quad (4)$$

где  $M^{NN} = (m_{ij}^{NN})_{r \times r}$  – матрица мультипликаторов счетов; их правомерно называть общими мультипликаторами, поскольку они характеризуют только итоговые значения мультипликативных эффектов. Элемент  $m_{ij}^{NN}$  матрицы мультипликаторов счетов  $M^{NN}$  показывает, во сколько раз изменятся совокупные доходы  $i$ -го эндогенного счета при инъекции в  $j$ -й эндогенный счет.

Для любой матрицы  $\tilde{A}$  таких же размеров, как и  $A^{NN}$ , в предположении, что  $\det(E - \tilde{A}) \neq 0$ , на основании (2) можно записать уравнение

$$X^N = (A^*)^k X^N + (E + A^* + (A^*)^2 + \dots + (A^*)^{k-1})(E - \tilde{A})^{-1} Y^N, \quad (5)$$

где  $k$  – некоторое натуральное число,

$$A^* = (E - \tilde{A})^{-1} (A^{NN} - \tilde{A}). \quad (6)$$

Предполагая, что  $\det(E - (A^*)^k) \neq 0$ , уравнение (5) можно представить в виде

$$X^N = M_3^{NN} M_2^{NN} M_1^{NN} Y^N, \quad (7)$$

где

$$M_3^{NN} = (E - (A^*)^k)^{-1}, \quad (8)$$

$$M_2^{NN} = E + A^* + (A^*)^2 + \dots + (A^*)^{k-1}, \quad (9)$$

$$M_1^{NN} = (E - \tilde{A})^{-1}. \quad (10)$$

Сравнивая уравнения (4) и (7), получаем следующую формулу разложения (декомпозиции) матрицы общих мультипликаторов  $M^{NN}$  на произведение трех матриц:

$$M^{NN} = M_3^{NN} M_2^{NN} M_1^{NN}. \quad (11)$$

<sup>1</sup> Здесь и далее запись  $\det(A)$  означает определитель матрицы  $A$ .

Отметим, что для существования матриц мультипликаторов,  $M_1^{NN}$ ,  $M_2^{NN}$  и  $M_3^{NN}$  необходимо, чтобы в модели, основанной на МСС, хотя бы один счет относился к экзогенным и все элементы матрицы  $A^{NN}$  являлись неотрицательными [4, р. 860]. Последнего всегда можно добиться за счет избавления от имеющихся отрицательных элементов. Если в МСС отрицательный элемент находится в  $i$ -й строке и  $j$ -м столбце, то его значение по модулю следует прибавить к данному элементу, а при  $i \neq j$  это значение необходимо добавить также к элементу на пересечении  $j$ -й строки и  $i$ -го столбца. Такое преобразование обеспечивает сохранение балансов по счетам, т. е. равенство суммы элементов каждой строки МСС и соответствующего ей столбца с тем же индексом.

В дальнейшем будем предполагать о неотрицательности всех элементов МСС, так как в противном случае этим простым преобразованием можно всегда воспользоваться.

В работе [4] авторы предложили матрицу  $\tilde{A}$  определить исходя из структуры матрицы средних склонностей к расходованию  $A^{NN}$ , которая вычисляется на основе матрицы транзакций между эндогенными счетами  $T^{NN}$  в соответствии с выбранной спецификацией. Поскольку согласно (1)  $T^{NN}$  является блочной матрицей, то и  $A^{NN}$  в силу (3) также блочная:

$$A^{NN} = \begin{pmatrix} O & O & A_{13}^{NN} \\ A_{21}^{NN} & A_{22}^{NN} & O \\ O & A_{32}^{NN} & A_{33}^{NN} \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Размеры всех блоков матрицы  $A^{NN}$  (в том числе нулевых, обозначенных буквой  $O$ ) соответствуют размерам блоков матрицы  $T^{NN}$ . С учетом этого в качестве матрицы  $\tilde{A}$  выступает блочная матрица таких же размеров, что и  $A^{NN}$ , у которой на главной диагонали стоят соответствующие блоки из  $A^{NN}$ :

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} O & O & O \\ O & A_{22}^{NN} & O \\ O & O & A_{33}^{NN} \end{pmatrix}. \quad (13)$$

Для практического применения формулы декомпозиции (11) помимо  $\tilde{A}$  необходимо также знать матрицу  $(E - \tilde{A})^{-1}$ , где  $E$  – единичная матрица, состоящая из блоков таких же размеров, что и  $A^{NN}$ :

$$E = \begin{pmatrix} E_{11} & O & O \\ O & E_{22} & O \\ O & O & E_{33} \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Учитывая, что матрица  $(E - \tilde{A})$  имеет блочную структуру, для нахождения обратной к ней можно воспользоваться формулой Фробениуса<sup>1</sup> [16, с. 39]. Тогда

$$(E - \tilde{A})^{-1} = \begin{pmatrix} E_{11} & O & O \\ O & E_{22} - A_{22}^{NN} & O \\ O & O & E_{33} - A_{33}^{NN} \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} E_{11} & O & O \\ O & (E_{22} - A_{22}^{NN})^{-1} & O \\ O & O & (E_{33} - A_{33}^{NN})^{-1} \end{pmatrix}. \quad (15)$$

Зная матрицу  $(E - \tilde{A})^{-1}$ , по формуле (6) можно вычислить матрицу  $A^*$ :

$$A^* = (E - \tilde{A})^{-1} (A^{NN} - \tilde{A}) = \begin{pmatrix} O & O & A_{13}^* \\ A_{21}^* & O & O \\ O & A_{32}^* & O \end{pmatrix}, \quad (16)$$

где

$$A_{13}^* = A_{13}^{NN}, \quad A_{21}^* = (E_{22} - A_{22}^{NN})^{-1} A_{21}^{NN}, \quad A_{32}^* = (E_{33} - A_{33}^{NN})^{-1} A_{32}^{NN}. \quad (17)$$

<sup>1</sup> Формула Фробениуса сводит обращение невырожденной блочной матрицы размеров  $n \times n$  к обращению двух матриц размеров  $n_1 \times n_1$  и  $n_2 \times n_2$  соответственно ( $n_1 + n_2 = n$ ).

В работе [4] показано, что структура матрицы подразумевает наличие замкнутой системы (цикла), отражающей взаимодействия между тремя группами эндогенных счетов в модели, основанной на МСС. С учетом алгебры блочных матриц уравнение (5) при  $k = 1$  можно записать в виде следующей системы:

$$\begin{cases} X_1^N = A_{13}^* X_3^N + Y_1^N, \\ X_2^N = A_{21}^* X_1^N + (E_{22} - A_{22}^{NN})^{-1} Y_2^N, \\ X_3^N = A_{32}^* X_2^N + (E_{33} - A_{33}^{NN})^{-1} Y_3^N. \end{cases} \quad (18)$$

Систему уравнений (18) можно представить в виде *ориентированного графа* (рис. 2), вершинами которого являются блоки векторов доходов эндогенных и экзогенных счетов (соответственно  $X_1^N$ ,  $X_2^N$ ,  $X_3^N$  и  $Y_1^N$ ,  $Y_2^N$ ,  $Y_3^N$ ), а его дуги отражают взаимосвязи между блоками, определяемые системой (18).

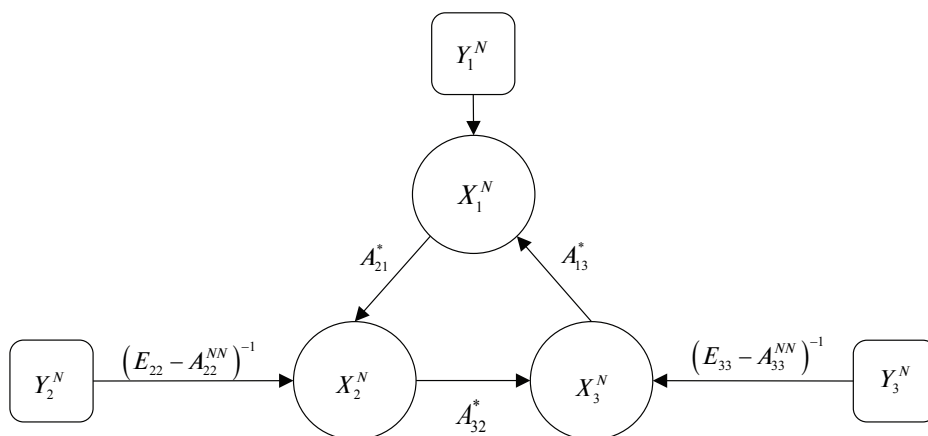


Рис. 2. Замкнутая структура, определяемая системой (18)

Источник: [4, p. 859].

Fig. 2. Closed structure defined by the system (18)

Source: [4, p. 859].

С помощью системы (18) можно проследить механизмы распространения мультипликативных эффектов, вызванных инъекцией в экономику. Предположим, что внешний спрос на продукцию увеличился на величину  $\Delta Y_3^{N0} > 0$ . Считая, что на данном этапе доходы институциональных секторов не изменятся ( $\Delta X_2^{N0} = 0$ ), по третьему уравнению из системы (18) получим величину прироста доходов счетов производства  $\Delta X_3^{N0}$  вследствие инъекции  $\Delta Y_3^{N0}$ :  $\Delta X_3^{N0} = (E_{33} - A_{33}^{NN})^{-1} \Delta Y_3^{N0}$ . Эта формула описывает движение инъекции из вершины  $Y_3^N$  в  $X_3^N$ . Матрица  $(E_{33} - A_{33}^{NN})^{-1}$  здесь выступает в качестве аналога матрицы полных затрат, и прирост  $\Delta X_3^{N0}$  достигается за счет распространения первоначальной инъекции  $\Delta Y_3^{N0}$  по системе межотраслевых связей. Это означает, что в соответствии с первым уравнением системы (18) прирост доходов счетов производства  $\Delta X_3^{N0}$  повлечет за собой увеличение факторных доходов на  $\Delta X_1^{N0} = A_{13}^* \Delta X_3^{N0}$ , а прирост факторных доходов  $\Delta X_1^{N0}$  согласно второму уравнению из системы (18) повлечет за собой увеличение доходов институциональных секторов  $\Delta X_2^{N0} = A_{21}^* \Delta X_1^{N0} = A_{21}^* A_{13}^* \Delta X_3^{N0}$ . В итоге, рост доходов институциональных секторов  $\Delta X_2^{N0}$  приведет к росту доходов счетов производства:  $\Delta X_3^{N1} = A_{32}^* \Delta X_2^{N0} = A_{32}^* A_{21}^* A_{13}^* \Delta X_3^{N0} = B \Delta X_3^{N0}$ , где  $B = A_{32}^* A_{21}^* A_{13}^*$ .

Таким образом, в рассматриваемом орграфе формируется *циклический путь*, который можно задать последовательностью вершин  $(X_3^N, X_1^N, X_2^N)$ . Распространение инъекции возможно только в рамках образовавшегося цикла. Каждая его итерация будет вызывать дополнительный прирост доходов счетов производства, так что величина общего эффекта, возникающего ввиду наличия замкнутого цикла, будет определяться следующей суммой:

$$S = \Delta X_3^{N0} + B \Delta X_3^{N0} + B^2 \Delta X_3^{N0} + \dots + B^l \Delta X_3^{N0} + \dots \quad (19)$$

Поскольку при  $l \rightarrow \infty$  справедливо равенство<sup>1</sup>

$$E + B + B^2 + \dots + B^l + \dots = (E - B)^{-1}, \quad (20)$$

то формулу (19) можно записать в следующем виде:

$$S = (E - B)^{-1} \Delta X_3^{N0} = (E_{33} - A_{32}^* A_{21}^* A_{13}^*)^{-1} \Delta X_3^{N0}. \quad (21)$$

Матрица  $(E_{33} - A_{32}^* A_{21}^* A_{13}^*)^{-1}$  отражает мультипликативные эффекты, возникающие вследствие распространения первоначальной инъекции в рамках повторяющихся циклов перераспределения доходов: движения денежных потоков от производителей продукции к экономическим агентам (домохозяйствам, фирмам и др.) через рынки факторов производства и затем обратно к производителям в виде потребительского спроса («производство — факторы производства — институциональные секторы»).

Авторы работы [4] считают, что можно ограничиться рассмотрением эффектов лишь в рамках одного полного цикла, что на рис. 2 соответствует движению из любой вершины ( $X_1^N$ ,  $X_2^N$  или  $X_3^N$ ) по циклическому пути с возвращением в начальную вершину всего за три шага. Поэтому будем рассматривать только случай, когда  $k = 3$ . Тогда с помощью формул (8)–(10) можно вычислить матрицы  $M_1^{NN}$ ,  $M_2^{NN}$  и  $M_3^{NN}$ :

$$M_1^{NN} = (E - \tilde{A})^{-1} = \begin{pmatrix} E_{11} & O & O \\ O & (E_{22} - A_{22}^{NN})^{-1} & O \\ O & O & (E_{33} - A_{33}^{NN})^{-1} \end{pmatrix}, \quad (22)$$

$$M_2^{NN} = E + A^* + (A^*)^2 = \begin{pmatrix} E_{11} & A_{13}^* A_{32}^* & A_{13}^* \\ A_{21}^* & E_{22} & A_{21}^* A_{13}^* \\ A_{32}^* A_{21}^* & A_{32}^* & E_{33} \end{pmatrix}, \quad (23)$$

$$M_3^{NN} = (E - (A^*)^3)^{-1} = \begin{pmatrix} (E_{11} - A_{13}^* A_{32}^* A_{21}^*)^{-1} & O & O \\ O & (E_{22} - A_{21}^* A_{13}^* A_{32}^*)^{-1} & O \\ O & O & (E_{33} - A_{32}^* A_{21}^* A_{13}^*)^{-1} \end{pmatrix}. \quad (24)$$

Матрицу  $M_1^{NN}$  называют матрицей *внутригрупповых мультипликаторов*, так как она отражает эффекты от распространения первоначальной инъекции в рамках той группы счетов, в которую эта инъекция изначально поступила. Первый диагональный блок  $M_1^{NN}$  является единичной матрицей, так как между факторами производства нет прямых трансфертов. Второй диагональный блок отражает мультипликативный эффект, возникающий вследствие прямых трансфертов между институциональными секторами и равен  $(E_{22} - A_{22}^{NN})^{-1}$ . Третий диагональный блок  $(E_{33} - A_{33}^{NN})^{-1}$  обозначает мультипликативный эффект от межотраслевых взаимодействий, который обеспечивает прирост доходов  $\Delta X_3^{N0}$ .

Матрицу  $M_2^{NN}$  называют матрицей *межгрупповых мультипликаторов с обратной связью*, поскольку она показывает эффекты от прироста доходов некоторой группы эндогенных счетов за счет межгрупповых взаимодействий с другими эндогенными счетами в рамках одного полного цикла кругооборота доходов. Получаемые мультипликаторы отражают, как прирост доходов одной группы счетов повлияет на доходы той же группы.

Влияние прироста доходов одной группы счетов на другую описывается в матрице  $M_3^{NN}$ , которую называют матрицей *межгрупповых мультипликаторов без обратной связи*. В ней учитываются мультипликативные эффекты, связанные с прямым взаимодействием счетов между собой.

<sup>1</sup>Справедливость этого равенства доказана в работе [17, с. 140].





В обоих вариантах структура матриц не совпадает со структурой, описываемой формулой (1): в первом случае появляется непустой блок  $T_{23}^{NN}$ , а во втором – блок  $T_{12}^{NN}$ .

|      | Эндогенные счета |                         |            |                           |             |            |            |            |             |              |            |            | Экзогенные<br>счета |             |
|------|------------------|-------------------------|------------|---------------------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|------------|------------|---------------------|-------------|
|      |                  | Факторы<br>производства |            | Институциональные секторы |             |            |            |            |             | Производство |            |            |                     |             |
| Счет | №                | 1                       | 2          | 9                         | 10          | 3          | 4          | 5          | 11          | 6            | 7          | 8          | 12                  | 13          |
| ОТ   | 1                |                         |            |                           |             |            |            |            |             | $T_{1,6}$    |            |            |                     | $T_{1,13}$  |
| ВП   | 2                |                         |            |                           |             |            |            |            |             | $T_{2,6}$    |            |            |                     |             |
| ЧНП  | 9                |                         |            |                           |             |            | $T_{9,4}$  |            | $T_{9,11}$  | $T_{9,6}$    |            |            | $T_{9,12}$          | $T_{9,13}$  |
| ДЧНП | 10               |                         |            |                           |             |            |            |            |             | $T_{10,6}$   |            |            |                     |             |
| ДС   | 3                |                         |            |                           |             |            | $T_{3,4}$  | $T_{3,5}$  | $T_{3,11}$  |              |            |            | $T_{3,13}$          |             |
| ДХ   | 4                | $T_{4,1}$               | $T_{4,2}$  |                           |             | $T_{4,3}$  |            | $T_{4,5}$  | $T_{4,11}$  |              |            |            |                     |             |
| К    | 5                |                         | $T_{5,2}$  |                           |             | $T_{5,3}$  | $T_{5,4}$  | $T_{5,5}$  | $T_{5,11}$  |              |            |            |                     |             |
| ГУ   | 11               |                         | $T_{11,2}$ | $T_{11,9}$                | $T_{11,10}$ | $T_{11,3}$ | $T_{11,4}$ | $T_{11,5}$ | $T_{11,11}$ |              |            |            |                     | $T_{11,13}$ |
| ВЭД  | 6                |                         |            |                           |             |            | $T_{6,4}$  |            | $T_{6,11}$  | $T_{6,6}$    | $T_{6,7}$  | $T_{6,8}$  | $T_{6,12}$          | $T_{6,13}$  |
| ТоН  | 7                |                         |            |                           |             |            | $T_{7,4}$  |            | $T_{7,11}$  | $T_{7,6}$    |            |            | $T_{7,12}$          | $T_{7,13}$  |
| ТрН  | 8                |                         |            |                           |             |            | $T_{8,4}$  |            | $T_{8,11}$  | $T_{8,6}$    |            |            | $T_{8,12}$          | $T_{8,13}$  |
| КС   | 12               |                         |            |                           |             |            | $T_{12,4}$ | $T_{12,5}$ | $T_{12,11}$ |              |            |            |                     | $T_{12,13}$ |
| ОМ   | 13               |                         |            |                           |             | $T_{13,3}$ | $T_{13,4}$ | $T_{13,5}$ | $T_{13,11}$ | $T_{13,6}$   | $T_{13,7}$ | $T_{13,8}$ | $T_{13,12}$         | $T_{13,13}$ |

Рис. 4. Разбиение МСС Республики Беларусь на блоки в соответствии со спецификацией 4 в случае, когда счета ЧНП и ДЧНП относятся к группе институциональных секторов

И с т о ч н и к : разработано авторами.

Fig. 4. Partitioning of the SAM of the Republic of Belarus into blocks according to specification 4 with net product taxes and other taxes on production accounts included into institutional sector group

S o u r c e : author's developed.

| Счет | №  | 9          | 1         | 2          | 10          | 3          | 4          | 5          | 11          | 6          | 7          | 8          | 12          | 13          |
|------|----|------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| ЧНП  | 9  |            |           |            |             |            | $T_{9,4}$  |            | $T_{9,11}$  | $T_{9,6}$  |            |            | $T_{9,12}$  | $T_{9,13}$  |
| ОТ   | 1  |            |           |            |             |            |            |            |             | $T_{1,6}$  |            |            | $T_{1,13}$  |             |
| ВП   | 2  |            |           |            |             |            |            |            |             | $T_{2,6}$  |            |            |             |             |
| ДЧНП | 10 |            |           |            |             |            |            |            |             | $T_{10,6}$ |            |            |             |             |
| ДС   | 3  |            |           |            |             |            | $T_{3,4}$  | $T_{3,5}$  | $T_{3,11}$  |            |            |            | $T_{3,13}$  |             |
| ДХ   | 4  |            | $T_{4,1}$ | $T_{4,2}$  |             | $T_{4,3}$  |            | $T_{4,5}$  | $T_{4,11}$  |            |            |            |             |             |
| К    | 5  |            |           | $T_{5,2}$  |             | $T_{5,3}$  | $T_{5,4}$  | $T_{5,5}$  | $T_{5,11}$  |            |            |            |             |             |
| ГУ   | 11 | $T_{11,9}$ |           | $T_{11,2}$ | $T_{11,10}$ | $T_{11,3}$ | $T_{11,4}$ | $T_{11,5}$ | $T_{11,11}$ |            |            |            | $T_{11,13}$ |             |
| ВЭД  | 6  |            |           |            |             |            | $T_{6,4}$  |            | $T_{6,11}$  | $T_{6,6}$  | $T_{6,7}$  | $T_{6,8}$  | $T_{6,12}$  | $T_{6,13}$  |
| ТоН  | 7  |            |           |            |             |            | $T_{7,4}$  |            | $T_{7,11}$  | $T_{7,6}$  |            |            | $T_{7,12}$  | $T_{7,13}$  |
| ТрН  | 8  |            |           |            |             |            | $T_{8,4}$  |            | $T_{8,11}$  | $T_{8,6}$  |            |            | $T_{8,12}$  | $T_{8,13}$  |
| КС   | 12 |            |           |            |             |            | $T_{12,4}$ | $T_{12,5}$ | $T_{12,11}$ |            |            |            | $T_{12,13}$ |             |
| ОМ   | 13 |            |           |            |             | $T_{13,3}$ | $T_{13,4}$ | $T_{13,5}$ | $T_{13,11}$ | $T_{13,6}$ | $T_{13,7}$ | $T_{13,8}$ | $T_{13,12}$ | $T_{13,13}$ |

Рис. 5. Разбиение МСС Республики Беларусь на блоки в соответствии со спецификацией 4 в случае, когда счета ЧНП и ДЧНП относятся к группе факторов производства

И с т о ч н и к : разработано авторами.

Fig. 5. Partitioning of the SAM of the Republic of Belarus into blocks according to specification 4 with net product taxes and other taxes on production accounts included into factors of production group

S o u r c e : author's developed.

Усовершенствованная методика декомпозиции общих мультипликаторов на внутригрупповые и межгрупповые (с обратной связью и без обратной связи) для первого варианта разбиения МСС на блоки состоит из 11 шагов.

Шаг 1. Осуществляется выбор МСС (например, отраслевая МСС или регионально-отраслевая, в разрезе 19 или 31 вида ЭД).

Шаг 2. Выбранная МСС преобразуется в соответствии со схемой, представленной на рис. 4, и формируется блочная матрица  $T_1^{NN}$  транзакций между эндогенными счетами (см. формулу (26)).

Шаг 3. На основе матрицы  $T_1^{NN}$  с использованием формулы (3) вычисляются элементы матрицы средних склонностей к расходованию  $A^{NN} = (a_{ij}^{NN})_{r \times r}$ :

$$A^{NN} = \begin{pmatrix} O & O & A_{13}^{NN} \\ A_{21}^{NN} & A_{22}^{NN} & A_{23}^{NN} \\ O & A_{32}^{NN} & A_{33}^{NN} \end{pmatrix}. \quad (27)$$

Шаг 4. Матрица общих мультипликаторов  $M^{NN}$  вычисляется по формуле

$$M^{NN} = (E - A^{NN})^{-1}. \quad (28)$$

Шаг 5. В качестве матрицы  $\tilde{A}$  выбирается матрица, имеющая такие же размеры, как и  $A^{NN}$ , и у которой на главной диагонали стоят соответствующие блоки  $A^{NN}$  (см. формулу (13)).

Шаг 6. С помощью формулы Фробениуса вычисляется блочная матрица  $(E - \tilde{A})^{-1}$ .

Шаг 7. Матрица  $A^*$  вычисляется по формуле

$$A^* = (E - \tilde{A})^{-1} (A^{NN} - \tilde{A}) = \begin{pmatrix} O & O & A_{13}^* \\ A_{21}^* & O & A_{23}^* \\ O & A_{32}^* & O \end{pmatrix}, \quad (29)$$

где

$$\begin{aligned} A_{13}^* &= A_{13}^{NN}, \quad A_{21}^* = (E_{22} - A_{22}^{NN})^{-1} A_{21}^{NN}, \\ A_{23}^* &= (E_{22} - A_{22}^{NN})^{-1} A_{23}^{NN}, \quad A_{32}^* = (E_{33} - A_{33}^{NN})^{-1} A_{32}^{NN}. \end{aligned} \quad (30)$$

*Замечание 2.* Структура матрицы  $A^*$  изменилась по сравнению со структурой, описываемой формулой (17). Это происходит вследствие включения счетов налогов в рассматриваемую модель кругооборота доходов, что приводит к образованию дополнительного цикла между вершинами  $(X_2^N, X_3^N)$  помимо уже существующего  $(X_1^N, X_2^N, X_3^N)$ .

Шаг 8. Матрица внутригрупповых мультипликаторов  $M_1^{NN}$  определяется по формуле (22).

Поскольку элементы  $M_1^{NN}$  описывают взаимодействия между счетами одной группы, то структура этой матрицы не меняется, меняются лишь соответствующие значения.

Шаг 9. Матрица межгрупповых мультипликаторов без обратной связи  $M_2^{NN}$  рассчитывается по формуле

$$M_2^{NN} = E + A^* + (A^*)^2 = \begin{pmatrix} E_{11} & A_{13}^* A_{32}^* & A_{13}^* \\ A_{21}^* & E_{22} + A_{23}^* A_{32}^* & A_{23}^* + A_{21}^* A_{13}^* \\ A_{32}^* A_{21}^* & A_{32}^* & E_{33} + A_{32}^* A_{23}^* \end{pmatrix}. \quad (31)$$

Матрицу  $M_2^{NN}$  также можно представить в виде суммы двух матриц:

$$M_2^{NN} = \begin{pmatrix} E_{11} & A_{13}^* A_{32}^* & A_{13}^* \\ A_{21}^* & E_{22} & A_{21}^* A_{13}^* \\ A_{32}^* A_{21}^* & A_{32}^* & E_{33} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} O & O & O \\ O & A_{23}^* A_{32}^* & A_{23}^* \\ O & O & A_{32}^* A_{23}^* \end{pmatrix}. \quad (32)$$

В первой матрице описываются взаимодействия между счетами в случае незамкнутого цикла «факторы производства – институциональные секторы – производство», или  $(X_1^N, X_2^N, X_3^N)$ . Во второй матрице отображаются эффекты от цикла «институциональные секторы – производство» –  $(X_2^N, X_3^N)$ . Итак, данное разложение позволяет отделить эффекты от включения счетов налогов от других межгрупповых эффектов.



Окончание таблицы  
Ending of the table

| Счет ВЭД, в который поступает инъекция         | Общий мультипликатор доходов ДХ региона и его составляющие |                   |                    |                     |               |                 |                     |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------|-----------------|---------------------|
|                                                | Брестская область                                          | Витебская область | Гомельская область | Гродненская область | г. Минск      | Минская область | Могилевская область |
| Межгрупповой без обратной связи                | 0,1224                                                     | 0,0996            | 0,1279             | 0,0981              | 0,2373        | 0,1237          | 0,0941              |
| Межгрупповой с обратной связью                 | 0,0794                                                     | 0,0641            | 0,0755             | 0,0623              | 0,1956        | 0,0943          | 0,0567              |
| <b>Государственное управление (О)</b>          | <b>0,1944</b>                                              | <b>0,1644</b>     | <b>0,1779</b>      | <b>0,1643</b>       | <b>0,4323</b> | <b>0,2082</b>   | <b>0,1448</b>       |
| Внутригрупповой                                | 0,0000                                                     | 0,0000            | 0,0000             | 0,0000              | 0,0000        | 0,0000          | 0,0000              |
| Межгрупповой без обратной связи                | 0,1168                                                     | 0,1017            | 0,1042             | 0,1035              | 0,2411        | 0,1161          | 0,0894              |
| Межгрупповой с обратной связью                 | 0,0776                                                     | 0,0626            | 0,0737             | 0,0609              | 0,1912        | 0,0921          | 0,0553              |
| <b>Информация и связь (J)</b>                  | <b>0,1196</b>                                              | <b>0,0992</b>     | <b>0,1209</b>      | <b>0,0954</b>       | <b>0,7457</b> | <b>0,1357</b>   | <b>0,0852</b>       |
| Внутригрупповой                                | 0,0000                                                     | 0,0000            | 0,0000             | 0,0000              | 0,0000        | 0,0000          | 0,0000              |
| Межгрупповой без обратной связи                | 0,0456                                                     | 0,0392            | 0,0500             | 0,0373              | 0,5545        | 0,0481          | 0,0322              |
| Межгрупповой с обратной связью                 | 0,0740                                                     | 0,0600            | 0,0708             | 0,0581              | 0,1912        | 0,0876          | 0,0530              |
| <b>Здравоохранение и социальные услуги (Q)</b> | <b>0,1697</b>                                              | <b>0,1456</b>     | <b>0,1738</b>      | <b>0,1328</b>       | <b>0,3647</b> | <b>0,2030</b>   | <b>0,1294</b>       |
| Внутригрупповой                                | 0,0000                                                     | 0,0000            | 0,0000             | 0,0000              | 0,0000        | 0,0000          | 0,0000              |
| Межгрупповой без обратной связи                | 0,1002                                                     | 0,0896            | 0,1078             | 0,0783              | 0,1944        | 0,1206          | 0,0799              |
| Межгрупповой с обратной связью                 | 0,0694                                                     | 0,0561            | 0,0660             | 0,0545              | 0,1703        | 0,0824          | 0,0496              |
| <b>Сельское, лесное и рыбное хозяйство (A)</b> | <b>0,1283</b>                                              | <b>0,0963</b>     | <b>0,1134</b>      | <b>0,1005</b>       | <b>0,1964</b> | <b>0,1576</b>   | <b>0,0830</b>       |
| Внутригрупповой                                | 0,0000                                                     | 0,0000            | 0,0000             | 0,0000              | 0,0000        | 0,0000          | 0,0000              |
| Межгрупповой без обратной связи                | 0,0806                                                     | 0,0577            | 0,0681             | 0,0630              | 0,0813        | 0,1011          | 0,0489              |
| Межгрупповой с обратной связью                 | 0,0477                                                     | 0,0386            | 0,0453             | 0,0375              | 0,1151        | 0,0565          | 0,0341              |
| <b>Горнодобывающая промышленность (B)</b>      | <b>0,1247</b>                                              | <b>0,0899</b>     | <b>0,2313</b>      | <b>0,0792</b>       | <b>0,2353</b> | <b>0,1343</b>   | <b>0,0709</b>       |
| Внутригрупповой                                | 0,0000                                                     | 0,0000            | 0,0000             | 0,0000              | 0,0000        | 0,0000          | 0,0000              |
| Межгрупповой без обратной связи                | 0,0695                                                     | 0,0452            | 0,1786             | 0,0357              | 0,1026        | 0,0688          | 0,0312              |
| Межгрупповой с обратной связью                 | 0,0552                                                     | 0,0447            | 0,0527             | 0,0435              | 0,1328        | 0,0655          | 0,0397              |
| <b>Производство химических продуктов (CE)</b>  | <b>0,0730</b>                                              | <b>0,0670</b>     | <b>0,0792</b>      | <b>0,0718</b>       | <b>0,1705</b> | <b>0,1455</b>   | <b>0,0600</b>       |
| Внутригрупповой                                | 0,0000                                                     | 0,0000            | 0,0000             | 0,0000              | 0,0000        | 0,0000          | 0,0000              |
| Межгрупповой без обратной связи                | 0,0346                                                     | 0,0358            | 0,0425             | 0,0415              | 0,0780        | 0,1000          | 0,0324              |
| Межгрупповой с обратной связью                 | 0,0385                                                     | 0,0312            | 0,0367             | 0,0303              | 0,0925        | 0,0455          | 0,0276              |

Источник: разработано авторами.

Source: author's developed.

По данным таблицы можно заметить существенную дифференциацию доходов ДХ по регионам: значения всех мультипликаторов для г. Минска почти всегда оказываются больше, чем в других областях; причем наибольший разрыв в доходах наблюдается при инъекции в «информацию и связь». Исключения наблюдаются только для межгрупповых мультипликаторов без обратной связи при инъекциях в отдельные счета сферы производства, например, в «Горнодобывающую промышленность» (больше всего увеличатся доходы домохозяйств Гомельской области), а также в «Сельское, лесное и рыбное хозяйство» и «Производство химических продуктов» (наибольший рост доходов населения Минской области).

### Заключение

Разработанную методику декомпозиции общих мультипликаторов регионально-отраслевой МСС Республики Беларусь можно успешно использовать во многих других случаях. Например, с ее помощью можно оценить эффекты от увеличения выплат домохозяйствам различных регионов от государства, например, социальных пособий (пенсии, стипендии, пособия по безработице и родам и т. д.). Эти выплаты отражены в элементе  $T_{4,11}$ , поэтому согласно данному сценарию инъекция поступает в счет сектора ДХ. Также существует возможность оценить эффекты от трудовой миграции, в частности, влияние увеличения денежных переводов от трудовых эмигрантов. В этом случае инъекция производится в счет оплаты труда посредством изменения элемента  $T_{1,13}$ .

Можно оценить эффекты от трансфертов в рамках международного сотрудничества, т. е. между органами ГУ различных стран или органами ГУ и международными организациями. Это гранты, гуманитарная и техническая помощь, а также взносы и поступления из международных и межгосударственных организаций. Однако это потребует некоторого уточнения предложенной методики.

Таким образом, предложенная методика имеет широкую область применения на практике: от обоснования основных направлений структурной экономической политики до изучения последствий увеличения или сокращения государственных расходов на социальную сферу, за счет которых обеспечивается повышение материального и культурного уровня жизни населения в целом по республике и по регионам. Увеличение уровня детализации МСС за счет использования региональных межотраслевых балансов при построении МСС или иная дезагрегация счета сектора ДХ (по уровню образования, полу, составу ДХ, доходов, типу местности и т. д.) позволит осуществлять: оценку и планирование развития экономик регионов; исследование экологических проблем и проблем социально-экономической дифференциации; оценку реализации инвестиционных проектов в регионах.

### Список использованных источников

1. Матрица финансовых потоков – инструмент реализации экономической политики страны / В. Л. Макаров [и др.] // Экон. стратегии. – 2021. – № 4. – С. 22–35.
2. Белоусов, А. Р. Экспериментальная разработка интегрированных матриц финансовых потоков / А. Р. Белоусов, Е. А. Абрамова // Вопр. статистики. – № 7. – С. 11–24.
3. A programme for growth : in 3 vol. / ed.: R. Stone. – London : Chapman and Hall, 1962–1963. – Vol. 2 : A social accounting matrix for 1960 / R. Stone (gen. ed.) [et al.]. – 1962. – 96 p.
4. Pyatt, G. Accounting and fixed price multipliers in a social accounting matrix framework / G. Pyatt, J. I. Round // The Economic J. – 1979. – Vol. 89, № 356. – P. 850–873.
5. Pyatt, G. Social accounting matrices: a basis for planning / ed.: G. Pyatt, J. I. Round. – Washington, DC : The World Bank, 1985. – 281 p.
6. Defourny, J. Structural path analysis and multiplier decomposition within a social accounting matrix framework / J. Defourny, E. Thorbecke // The Economic J. – 1984. – Vol. 94, № 373. – P. 111–136.
7. Захарченко, Н. Г. ТЭК в экономике региона: оценка мультипликативных эффектов / Н. Г. Захарченко, О. В. Демина // Пространственная экономика. – 2013. – № 1. – С. 33–54.
8. Itoh, H. 2016. Understanding of economic spillover mechanism by structural path analysis: a case study of interregional social accounting matrix focused on institutional sectors in Japan [Electronic resource] / H. Itoh //

J. of Economic Structures. — 2016. — № 5 (22). — Mode of access: <https://doi.org/10.1186/s40008-016-0052-9>. — Date of access: 21.03.2024.

9. Kim, E. Structural path analysis of fuel subsidy and road investment policies: application of Indonesian financial social accounting matrix / E. Kim, Y. N. Samudro // J. of Transport Research. — 2016. — Vol. 23, № 4. — P. 119–143.

10. Nguyen, C. V. Transmission paths of COVID-19 impact on energy supply and production chain in Vietnam / C. V. Nguyen // International J. of Supply and Operations Management. — 2022. — Vol. 9, iss. 4. — P. 473–482.

11. Li, Y. Structural path analysis of India's carbon emissions using input-output and social accounting matrix frameworks / Y. Li, D. Su, S. Dasgupta // Energy economics. — 2018. — Vol. 76. — P. 457–469.

12. Mansury, Y. Structural path analysis of extreme weather events: an application to hurricane Katrina and superstorm Sandy [Electronic resource] / Y. Mansury, X. Ye, D. K. Yoon // Applied Geography. — 2021. — Vol. 136. — Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102561>. — Date of access: 21.03.2024.

13. Кравцов, М. К. Методические основы формирования матрицы социальных счетов для Республики Беларусь в разрезе видов экономической деятельности / М. К. Кравцов, А. А. Юралевиц, Т. А. Дехтярь, Д. А. Красовский // Белорус. экон. журн. — 2022. — № 3. — С. 7–24.

14. Оценка мультипликативных эффектов для белорусской экономики на основе матрицы социальных счетов / М. К. Кравцов [и др.] // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития : материалы XXIII Междунар. науч. конф., Минск, 20–21 окт. 2022 г. : в 3 т. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь; редкол.: Н. Г. Берченко [и др.]. — Минск, 2022. — Т. 1. — С. 92–105.

15. Методические основы формирования матрицы социальных счетов для Республики Беларусь в разрезе регионов и видов экономической деятельности / М. К. Кравцов [и др.] // Экономика, моделирование, прогнозирование : сб. науч. тр. / редкол.: М. К. Кравцов (гл. ред.) [и др.]. — Минск : НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь, 2023. — Вып. 17. — С. 174–202.

16. Данилов-Данильян, В. И. Экономико-математический энциклопедический словарь / редкол.: В. И. Данилов-Данильян (гл. ред.) [и др.]. — М. : Большая Российская энциклопедия, 2003. — 688 с.

17. Саяпова, А. Р. Основы метода «затраты-выпуск» : учебник / А. Р. Саяпова, А. А. Широков. — М. : МАКС Пресс, 2019. — 336 с.

18. Красовский, Д. А. Методика декомпозиции мультипликаторов регионально-отраслевой матрицы социальных счетов Республики Беларусь / Д. А. Красовский // Экономика, моделирование, прогнозирование : сб. науч. тр. / редкол.: М. К. Кравцов (гл. ред.) [и др.]. — Минск : НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь, 2019. — Вып. 13. — С. 209–229.

## References

1. Makarov V. L., Ageev A. I., Bakhtizin A. R., Bakhtizina N. V., Narayanan B., Steinbuks E., Khabriev B. R. Financial flows matrix — a tool for implementing the country's economic policy. *Ekonomicheskie strategii* [Economic strategies], 2021, no 4, pp. 22–35 (in Russian).

2. Belousov A. R., Abramova E. A. Experimental development of integrated financial flow matrices. *Voprosy statistiki* [Statistics Problems], no 7, pp. 11–24 (in Russian).

3. *A social accounting matrix for 1960*. Stone R. (ed.). London, 1962. 96 p.

4. Pyatt G., Round J. I. Accounting and fixed price multipliers in a social accounting matrix framework. *The Economic Journal*, 1979, vol. 89, no 356, pp. 850–873.

5. *Social accounting matrices: a basis for planning*. Pyatt G., Round J. I. (ed.). Washington, 1985. 281 p.

6. Defourny J., Thorbecke E. Structural path analysis and multiplier decomposition within a social accounting matrix framework. *The Economic Journal*, 1984, vol. 94, no 373, pp. 111–136.

7. Zakharchenko N. G., Demina O. V. The role of the energy sector in regional economy: estimating multiplicative effects. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial Economics*, 2013, no 1, pp. 33–54 (in Russian).

8. Itoh H. 2016. Understanding of economic spillover mechanism by structural path analysis: a case study of interregional social accounting matrix focused on institutional sectors in Japan. *Journal of Economic Structures*, 2016, no 5 (22). Available at: <https://journalofeconomicstructures.springeropen.com/articles/10.1186/s40008-016-0052-9> (accessed 21 March 2024).

9. Kim E., Samudro Y. N. Structural path analysis of fuel subsidy and road investment policies: application of Indonesian financial social accounting matrix. *Journal of Transport Research*, 2016, vol. 23, no 4, pp. 119–143.
10. Nguyen C. V. Transmission paths of COVID-19 impact on energy supply and production chain in Vietnam. *International Journal of Supply and Operations Management*, 2022, vol. 9, iss. 4, pp. 473–482.
11. Li Y., Su D., Dasgupta S. Structural path analysis of India's carbon emissions using input-output and social accounting matrix frameworks. *Energy economics*, 2018, vol. 76, pp. 457–469.
12. Mansury Y., Ye X., Yoon D. K. Structural path analysis of extreme weather events: an application to hurricane Katrina and superstorm Sandy. *Applied Geography*, 2021, vol. 136. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622821001776> (accessed 21 March 2024).
13. Kravtsov M. K., Yuralevich A. A., Dekhtyar' T. A., Krasovskii D. A. Methodological foundations for construction a social accounting matrix of the Republic of Belarus disaggregated by type of economic activity. *Belorusskii ekonomicheskii zhurnal = Belarusian Economic Journal*, 2022, no 3, pp. 7–24 (in Russian).
14. Kravtsov M. K., Yuralevich A. A., Dekhtyar' T. A., Krasovskii D. A. Assessment of multiplier effects for the Belarusian economy based on the social accounting matrix. *Materialy XXIII Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Problemy prognozirovaniya i gosudarstvennogo regulirovaniya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya»* [Materials of the XXIII International scientific conference "Problems of forecasting and state regulation of socio-economic development"]. Minsk, 2022, vol. 1, pp. 92–105 (in Russian).
15. Kravtsov M. K., Yuralevich A. A., Dekhtyar' T. A., Krasovskii D. A. Methodological foundations for the formation of a social accounts matrix for the Republic of Belarus in the context of regions and types of economic activity. *Sbornik nauchnykh trudov «Ekonomika, modelirovanie, prognozirovanie»* [Collection of studies «Economics, modelling, forecasting»], 2023, iss. 17, pp. 174–202 (in Russian).
16. Danilov-Danil'yan V. I. *Economic and mathematical encyclopedic dictionary*. Moscow, 2003. 688 p. (in Russian).
17. Sayapova A. R., Shirov A. A. *Foundations of the input-output method*. Moscow, 2019. 336 p. (in Russian).
18. Krasovskii D. A. Methods for decomposing multipliers of multi-regional and multi-industry social accounting matrix of the Republic of Belarus. *Sbornik nauchnykh trudov «Ekonomika, modelirovanie, prognozirovanie»* [Collection of studies «Economics, modelling, forecasting»], 2019, iss. 13, pp. 209–229 (in Russian).

#### Информация об авторах

**Кравцов Михаил Константинович** – доктор физико-математических наук, профессор; заведующий отделом, Научно-исследовательский экономический институт Министерства экономики Республики Беларусь, e-mail: [kravtsov@niei.by](mailto:kravtsov@niei.by)

**Дехтярь Татьяна Александровна** – сотрудник, Научно-исследовательский экономический институт Министерства экономики Республики Беларусь, e-mail: [tatiana.dehtyar.niei@gmail.com](mailto:tatiana.dehtyar.niei@gmail.com)

**Гладкая Александра Анатольевна** – сотрудник, Научно-исследовательский экономический институт Министерства экономики Республики Беларусь, [gladkayaalexandra@gmail.com](mailto:gladkayaalexandra@gmail.com)

#### Information about the authors

**Kravtsov M.** – Grand PhD in Physico-mathematical sciences, Professor, head of department, The Economy Research Institute of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus, email: [kravtsov@niei.by](mailto:kravtsov@niei.by)

**Dekhtyar T.** – researcher, The Economy Research Institute of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus, email: [tatiana.dehtyar.niei@gmail.com](mailto:tatiana.dehtyar.niei@gmail.com)

**Gladkaya A.** – researcher, The Economy Research Institute of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus, email: [gladkayaalexandra@gmail.com](mailto:gladkayaalexandra@gmail.com)

Статья поступила в редколлегию 25.03.2024

Received by editorial board 25.03.2024