

УДК 338.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ БЕЛАРУСИ И НАПРАВЛЕНИЯ ЕЕ ТРАНСФОРМАЦИИ

А. И. КОРОТКЕВИЧ¹⁾, Б. В. ЛАПКО¹⁾, Д. В. ШПАРУН¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Разработана модель национальной экономической системы Республики Беларусь, использующая в качестве производственной функции модифицированный авторами метод Леонтьева. Изменение модели *затраты – выпуск* проведено в целях создания инструментария, который позволяет определять и планировать полные затраты не только ресурсов, производимых традиционными видами экономической деятельности, но и рабочей силы, поставляемой домашними хозяйствами. При этом рассматриваются возможности рабочей силы в зависимости от групп занятий. Предлагаемая модель позволяет планировать полные затраты любого из ресурсов на любой вид конечного продукта. Разработанный алгоритм позволяет построить модель национальной экономической системы на основе существующей отчетной модели *затраты – выпуск* и статистических данных по структуре рабочей силы и оплате труда.

Ключевые слова: моделирование национальной экономики; модель *затраты – выпуск*; затраты рабочей силы; группы занятий; полные затраты ресурсов; прогнозирование и планирование экономики.

MODELING OF NATIONAL ECONOMIC SYSTEM OF BELARUS AND THE DIRECTION OF ITS TRANSFORMATION

A. I. KOROTKEVICH^a, B. V. LAPKO^a, D. V. SHPARUN^a

^aBelarusian State University, Niezaliežnasci Avenue, 4, 220030, Minsk, Belarus
Corresponding author: A. I. Korotkevich (alexeyk75@mail.ru)

In the article is developed a model of national economic system of the Republic of Belarus, using as a model production function Leontiev modified by the authors. *Input-output* model modification carried out with the aim of creating a toolkit to identify and plan the total cost not only the resources supplied by normal economic activities, but also manpower supplied by households. Resources are considered labour force depending on the occupations. The proposed model allows plan total cost of any of the resources on any kind of final product. The algorithm allows you to build a model of the national economic system on the basis of existing reporting *input-output* model and statistical data on the labour force and wages.

Key words: simulation of the national economy; input-output model; the cost of labour; group classes; the total cost of resources; forecasting and planning of the economy.

Образец цитирования:

Короткевич А. И., Лапко Б. В., Шпарун Д. В. Моделирование национальной экономической системы Беларуси и направления ее трансформации // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экономика. 2017. № 1. С. 126–135.

For citation:

Korotkevich A. I., Lapko B. V., Shparun D. V. Modeling of national economic system of Belarus and the direction of its transformation. *J. Belarus. State Univ. Econ.* 2017. No. 1. P. 126–135 (in Russ.).

Авторы:

Алексей Иванович Короткевич – кандидат экономических наук, доцент; заведующий кафедрой банковской экономики экономического факультета.

Борис Васильевич Лапко – кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры банковской экономики экономического факультета.

Дина Валентиновна Шпарун – аспирантка кафедры банковской экономики экономического факультета.

Authors:

Aleksei Korotkevich, PhD (economics), docent; head of the department of banking economics, faculty of economics. alexeyk75@mail.ru

Boris Lapko, PhD (physics and mathematics), docent; associate professor at the department of banking economics, faculty of economics.

Dina Shparun, postgraduate student at the department of banking economics, faculty of economics.

Высокоэффективная экономика базируется на знаниях и инновациях, требует увеличения отдачи труда и капитала. В условиях ее формирования в Беларуси работники организаций, обладающие определенным потенциалом (физическим и интеллектуальным), являются наиболее значимым фактором успешного развития национальной экономической системы (НЭС). НЭС рассматривается как взаимодействие субъектов экономических отношений: домашних хозяйств (ДХ), организаций и государства. Центральное место в структуре НЭС с точки зрения приоритетов ее развития занимают домашние хозяйства. В свою очередь, двойственный подход к рассмотрению ДХ (с одной стороны, как потребителей, с другой – как поставщиков рабочей силы) требует включения в модель НЭС деятельности ДХ по предоставлению рабочей силы организациям других видов экономической деятельности (ВЭД) и потреблению продуктов¹ других ВЭД. При этом цена услуги ДХ по предоставлению рабочей силы должна быть равна размеру заработной платы.

В разрабатываемой модели НЭС учитывается не только общее количество работников, но и их распределение по группам занятий [1]. Классификация этих групп представлена ниже в соответствии с ОКРБ 006-2009² (далее – ОКПД):

- 1) законодатели, руководители органов государственного управления, общественных организаций (объединений), коммерческих и некоммерческих организаций;
- 2) специалисты-профессионалы. Здесь выделена подгруппа «инженеры» с кодами 2111–2149;
- 3) специалисты;
- 4) работники, занятые подготовкой и обработкой информации, учетом и предоставлением услуг потребителям;
- 5) работники сферы обслуживания, торговли и родственных видов деятельности;
- 6) квалифицированные рабочие сельского, лесного хозяйств, рыболовства и рыбоводства;
- 7) квалифицированные рабочие промышленности, строительства и рабочие родственных профессий (за исключением работников, вошедших в основную группу 8);
- 8) операторы, аппаратчики, машинисты установок и машин, сборщики изделий;
- 9) неквалифицированные рабочие.

В представленной в ОКПД классификации отсутствует группа «предприниматели», т. е. владельцы предприятий³. Для формирования более полной картины мы введем дополнительную группу «предприниматели» с номером 10. В отличие от других групп занятий предпринимателями могут быть как физические, так и юридические лица, а в случае акционерного общества – лица, имеющие в совокупности контрольный пакет акций. (Далее термин «предприниматель» будет употребляться именно в этом смысле.)

Необходимость распределения по группам занятий обусловлена тем, что работники организаций обладают рядом особенностей, которые накладывают определенные ограничения на формирование оптимальной структуры. Воздействие этих ограничений определяется следующим:

- в каждый момент времени численность работников ограничена в абсолютном выражении, поскольку их количество – это часть населения;
- чтобы человек мог войти в состав работников, он должен достигнуть определенного возраста и, как правило, получить соответствующее профессии образование;
- человек, обладая свободой выбора, должен выбрать нужную для развития экономики специальность;
- этот ресурс не может быть абсолютно заменим.

Из этого следует, что планирование количественных и качественных характеристик рабочей силы в краткосрочном и долгосрочном периодах необходимо осуществлять в соответствии с группами занятий. При этом на уровне НЭС при планировании затрат ресурсов особенно важен учет ВЭД. Если на мезо- или микроуровне достаточно учитывать только затраты ВЭД или организации соответственно, то на уровне НЭС при изменении объемов производства в каком-либо ВЭД необходимо учитывать и затраты других ВЭД, причем связи на уровне НЭС могут иметь глубокий уровень рекуррентности. Результаты исследований, опубликованные в статье «Модификация модели *затраты – выпуск* для определения и планирования полных затрат импорта на экспортную продукцию» [2], показывают, насколько полные затраты ресурсов могут превышать прямые.

С учетом вышепредставленных замечаний разрабатываемый инструментарий прогнозирования и планирования развития НЭС должен позволять моделировать различные сценарии развития в целях

¹Для соответствия международным стандартам в области статистики при построении системы национальных счетов термин «товары и услуги» используется наравне с термином «продукт». При этом под продуктом понимается совокупность однородных групп товаров и услуг.

²Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 006-2009 «Профессии рабочих и должности служащих»: утв. постановлением М-ва труда и социальной защиты Респ. Беларусь от 22 окт. 2009 г. № 125 (с изм. и доп.), Минск, 2009.

³В подгруппу 13 (код по ОКПД) включены только индивидуальные предприниматели.

выбора оптимальных вариантов осуществления экономических процессов. В. Л. Макаров, А. Р. Бахтин и С. С. Сулашкин сформулировали следующие основные требования к таким моделям [3]:

1) модель должна отражать деятельность и взаимодействие *экономических агентов*, участвующих в формировании соответствующих постановке задачи финансово-материальных потоков;

2) модель должна быть равновесной, т. е. представляться в виде системы математических уравнений, решение которой дает равновесное (на определенный момент времени) состояние экономического процесса;

3) модель должна быть вычисляемой, т. е. давать количественные значения анализируемых параметров.

К моделям, отвечающим этим требованиям, относятся: модель В. В. Леонтьева *затраты – выпуск* [4], CGE (computable general equilibrium, или вычисляемые модели общего равновесия) [3], модель прогнозирования основных экономических показателей (включая технологические коэффициенты) ВЭД, разработанная М. К. Кравцовым [5; 6]. Такие модели в основном создаются в целях количественных оценок следствий планируемых изменений в национальной экономике. Наиболее известная из этих моделей – DRAM (анализ доходов штата Калифорния), которая разработана под контролем Министерства финансов Калифорнии в 1996 г. Успешное использование DRAM способствовало созданию подобных вычисляемых моделей общего равновесия CGE в других штатах США и многих иных странах. Прообраз моделей, которые предназначены для решения реальных экономических проблем, – модель Леонтьева *затраты – выпуск*. Даже если в модели CGE используется другая производственная функция (например, в моделях, создаваемых в Российской Федерации), матрица Леонтьева используется для калибровки параметров. Поэтому при создании CGE в первую очередь нужно анализировать возможность модификации метода Леонтьева для отображения моделируемых процессов.

Исходя из вышесказанного основу модели должна составлять симметричная матрица *затраты – выпуск*, в которую в качестве ВЭД входят все интересующие плановиков поставщики ресурсов. Тогда можно будет путем обращения соответствующей матрицы определить полные затраты этих ресурсов. Более подробно следует разобрать обоснования выбора предлагаемой модели.

Модель НЭС должна позволять планировать и прогнозировать с максимально возможной степенью детализации экономических агентов. Для этого необходимо иметь достоверную статистическую информацию о деятельности экономических агентов. Национальный статистический комитет Республики Беларусь представляет такую информацию по ВЭД и ДХ. В качестве дополнительной информации к национальным счетам ежегодно подготавливается система таблиц *затраты – выпуск*, что позволяет строить модели с такой же степенью детализации. При разработке модели необходимо определить вид производственной функции, которая является основным уравнением любой модели НЭС. Производственная функция определяет взаимосвязь между объемом выпуска конечного продукта и потребляемыми ресурсами:

$$Y = F(X),$$

где Y – вектор, компоненты которого – объемы выпуска различных видов конечного продукта; X – вектор, компоненты которого дают объемы потребляемых ресурсов.

Различие между существующими моделями состоит в виде и способах определения функции F и в размерности векторов X и Y .

Производственная функция Кобба – Дугласа, как и другие подобные степенные производственные функции, имеет вид

$$Y = A \cdot L^\alpha \cdot K^\beta,$$

где L – труд; K – капитал; A – технологический коэффициент; α – коэффициент эластичности по труду; β – коэффициент эластичности по капиталу.

Как видно из представленной производственной функции, в качестве ресурсов выступают труд L и капитал K .

Основные недостатки подобных функций:

1) искусственность математического отображения процессов производства, представляющего лишь возможность взаимозаменяемости труда и капитала вместе с их объемами. Эта производственная функция является результатом применения регрессионного анализа и не отражает реально существующие причинно-следственные отношения;

2) невозможность аналитического способа задания коэффициента A и показателей, задаваемых с использованием регрессионных методов;

3) невозможность явно отобразить в математических формулах взаимодействие экономических субъектов, которое статистически представлено в коэффициенте A ;

4) отсутствие в модели в явном виде других ресурсов, кроме рабочей силы и капитала. Если ранее в эти модели включалась в качестве ресурса земля, то сейчас она не рассматривается, и это еще больше

снизило возможность применения данной модели на практике, также оказала влияние увеличивающаяся в денежном выражении доля материальных ресурсов в стоимости национального продукта. Кроме того, под капиталом в этой модели обычно понимаются только основные средства, а оборотный капитал регрессионно учитывается в коэффициенте A . Такого рода функции используются при решении задач стабильной и находящейся на высоком уровне развития экономики.

Первый и третий пункты из представленных присущи всем регрессионным производственным функциям и не позволяют использовать их в моделях, ориентированных на практическое использование в планировании и прогнозировании экономических процессов на уровне взаимодействия субъектов экономических отношений.

Наиболее рациональным является использование производственной функции Леонтьева, которую можно записать в виде следующей системы уравнений:

$$Y = X - AX, \quad (1)$$

$$X_j = \sum_{i=1}^n L_{ij} + H_{t_j} + \text{ЧНал}_{t_i} + 3П_j + \text{Взн}_{3П_j} + П_j + \Delta K_j, \quad (2)$$

где i, j – ВЭД ($i, j = 1, 2, \dots, n$); n – число ВЭД, рассматриваемых в модели; Y – вектор (Y_1, \dots, Y_n), i -й элемент которого равен объемам производства конечного продукта i -го ВЭД; X – вектор (X_1, \dots, X_n), элементы которого равны объемам производства каждого ВЭД, задаваемым уравнением (2); A – матрица размерностью $n \times n$ с элементами A_{ij} , равными стоимости ресурсов, произведенных i -м ВЭД для единицы продукта j -го ВЭД (матрица технологических коэффициентов или прямых затрат); L_{ij} – элементы матрицы L , равные затратам ресурсов i -го ВЭД, которые используются для производства продукта j -м ВЭД; H_{t_j} – наценки на товары, используемые j -м ВЭД; ЧНал_{t_j} – чистые налоги на товары, используемые j -м ВЭД; $3П_j$ – заработная плата работников j -го ВЭД; $\text{Взн}_{3П_j}$ – взносы работодателей j -го ВЭД на государственное социальное страхование (отчисления на социальное страхование и обеспечение, обязательное страхование от несчастных случаев); $П_j$ – прибыль j -го ВЭД; ΔK_j – потребление основного капитала (амортизационные отчисления).

Модель Леонтьева формируется после присоединения к производственной функции матричного уравнения, показывающего распределение конечного продукта:

$$Y = P_{\text{ДХ}} + P_{\text{Г}} + P_{\text{НекО}} + \Delta \text{ОК} + \Delta \text{Зап} + \text{Э} - \text{И},$$

где $P_{\text{ДХ}}$ – расходы ДХ на конечное потребление; $P_{\text{Г}}$ – расходы государства; $P_{\text{НекО}}$ – расходы некоммерческих организаций; $\Delta \text{ОК}$ – изменение основного капитала; $\Delta \text{Зап}$ – изменение запасов; $\text{Э} - \text{И}$ – чистый экспорт.

Эта функция, в случае классической модели *затраты – выпуск*, включает n видов экономической деятельности (Национальный статистический комитет Республики Беларусь представляет отчетную форму такой модели при $n = 31$). Компоненты вектора X равны объемам производства соответствующих ВЭД.

Многие исследователи одним из недостатков метода Леонтьева называют трудность использования его в равновесных моделях из-за отсутствия отражения взаимодействия цены, спроса и предложения. В настоящее время для белорусской экономики важно капитальное равновесие, достигаемое сближением уровня отдачи капитала различных ВЭД. Для расчета такого равновесия модель Леонтьева – самый оптимальный инструмент. В работах П. Сраффа на основе метода Леонтьева создается модель, в которой изменение цен фактически является следствием относительного изменения уровня отдачи капитала в разных ВЭД [7].

Одно из достоинств метода Леонтьева – возможность моделирования инновационных процессов путем изменения коэффициентов прямых затрат (или технологических коэффициентов). Однако в классическом виде модели в технологических коэффициентах не отражается динамика производительности труда, что снижает возможность использования данного метода для более детализированного прогнозирования и планирования развития НЭС.

Необходимо отметить, что одно из важнейших качеств модели Леонтьева – возможность определить полные затраты ресурсов каждого ВЭД при заданном значении элементов вектора Y путем решения уравнения относительно X :

$$X = (E - A)^{-1}Y. \quad (3)$$

Однако таким путем полные затраты на производимые экономическими субъектами продукты можно определить только для тех экономических субъектов, которые включены в матрицу A (т. е. представлены ВЭД). Поэтому из-за отсутствия в матрице A деятельности ДХ по предоставлению рабочей силы другим ВЭД оказывается невозможным определить для каждой группы занятий полные затраты труда, которые необходимы для производства экономическими субъектами заданных объемов конечного продукта.

Для решения обозначенной проблемы предлагается включить в состав ВЭД деятельность ДХ по предоставлению рабочей силы другим ВЭД. Похожая модель была предложена в ряде работ, посвященных моделированию НЭС, например модель социальных показателей (Р. Стоун, Д. Пайетт), модель Миядзавы [8] и др. [9–11]. В указанных работах анализ влияния доходов на экономические процессы проводится с учетом включения ДХ в матрицу *затраты – выпуск*. Поэтому ДХ делятся по уровню доходов и включаются в модель как создатели части добавленной стоимости и как потребители части производимого продукта. В предлагаемой нами модели вводится k видов деятельности ДХ по предоставлению рабочей силы – работников k групп занятий. Кроме того, включается еще один вид деятельности – деятельность предпринимателей, результаты которой оцениваются размерами прибыли. При этом в число предпринимателей входят все владельцы коммерческих организаций – как физические, так и юридические лица. Деятельность ДХ оценивается оплатой труда работников, предоставленных каждому ВЭД. Таким образом, к n ВЭД добавляется еще $k+1$ ВЭД.

Предлагаемая модель содержит следующие элементы:

- 1) производственную функцию;
- 2) матрицу коэффициентов прямых затрат;
- 3) матрицу производства продуктов;
- 4) матрицу производства и распределения ресурсов (аналог матрицы *затраты – выпуск* в модели Леонтьева);
- 5) таблицу работников по группам занятий;
- 6) таблицу зарплат по группам занятий;
- 7) таблицу структуры распределения доходов.

Производственная функция в предлагаемой модели имеет вид

$$Y = X - AX, \quad (4)$$

$$X_j = \sum_{i=1}^m L_{ij} + H_{тp_j} + H_{т_j} + ЧНал_{т_j} + ЗП_{Нак_j} + Взн_{ЗП_j}, \quad (5)$$

где i, j – ВЭД ($i, j = 1, \dots, m$); m – число ВЭД, рассматриваемых в модели; Y – вектор (Y_1, \dots, Y_m) , i -й элемент которого равен объемам производства конечного продукта i -го ВЭД; X – вектор (X_1, \dots, X_m) , элементы которого равны объемам производства каждого ВЭД, задаваемым системой уравнений (5); A – матрица размерностью $m \times m$ с элементами A_{ij} , равными стоимости ресурсов, которые производятся i -м ВЭД для единицы продукта j -го ВЭД; L_{ij} – элементы матрицы L , равные затратам ресурсов i -го ВЭД, которые используются для производства продукта j -м ВЭД; $H_{тp_j}$ – транспортная наценка на товары, используемые j -м ВЭД; $H_{т_j}$ – торговая наценка на товары, используемые j -м ВЭД; $ЧНал_{т_j}$ – чистые налоги на товары, используемые j -м ВЭД; $ЗП_{Нак_j}$ – часть заработной платы работников j -го ВЭД, направляемая на накопление; $Взн_{ЗП_j}$ – взносы работодателей j -го ВЭД на государственное социальное страхование (отчисления на социальное страхование и обеспечение, обязательное страхование от несчастных случаев).

Отличие уравнения (3) от уравнения (1) состоит в том, что с включением в ВЭД деятельности ДХ по предоставлению услуг работников k групп занятий, а также деятельности предпринимателей матрица A приобрела размерность $m \times m$, где $m = n + k + 1$. При этом если матрицу функции Леонтьева обозначить как $A_{л}$, то матрица A предлагаемой модели будет иметь вид, представленный в табл. 1.

Таблица 1

Структура матрицы предлагаемой производственной функции с учетом деятельности ДХ по предоставлению услуг работников k групп занятий и деятельности предпринимателей

Table 1

The matrix structure of the proposed production functions taking into consideration the activities of the service workers households k occupations and activities of entrepreneurs

$A_{л}$	Расходы ДХ на конечное потребление из заработной платы	Расходы ДХ на конечное потребление из прибыли и амортизации
Заработная плата на потребление		
Прибыль и амортизация на потребление		

Примечание. Разработано автором.

Проведенные выше преобразования производственной функции изменяют смысл итогового вектора Y . В классической модели Леонтьева Y определяется как разность между общим объемом производства и промежуточным потреблением и показывает объем конечного продукта НЭС. В новой модели

вектор Y представляет собой разность между общим объемом производства и промежуточным потреблением, включающим расходы на конечное потребление из заработной платы и прибыли.

Система уравнений (5) отличается от системы уравнений (2), во-первых, увеличившимся с n до m числом уравнений, во-вторых, тем, что заработная плата работников, которая расходуется на потребление, а также направляемые на потребление прибыль и амортизацию включены в матрицу A , и, следовательно, разность $X - AX$ в этом случае уже не совпадает с добавленной стоимостью.

Следует отметить, что представленный прием построения модели (на основе модели Леонтьева путем включения потребителей конечного продукта в состав ВЭД) может быть использован и для других экономических субъектов, не вошедших в матрицу A . Авторами таким образом уже была разработана модель для расчета полных затрат импорта на производство конечной продукции [1]. При этом определяемые по уравнению (3) полные затраты показывают, сколько ресурсов различных ВЭД необходимо для производства продукта, объем которого задается уравнением (4).

Далее методика построения модели будет ориентирована на НЭС Беларуси и систему таблиц *затраты – выпуск*, представленных Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь. Поскольку специфика модели заключается только в числе используемых ВЭД, представленный подход может быть использован при моделировании НЭС любых стран.

Разрабатываемая модель НЭС Беларуси включает 38 ВЭД: 28 из них (с 1 по 28) – классические, которые используются в большинстве таблиц *затраты – выпуск* Национального статистического комитета Республики Беларусь, 9 (с 29 по 37) предполагают деятельность ДХ по предоставлению услуг работников k групп занятий и один (38) – деятельность предпринимателей.

Выбор первых 28 ВЭД объясняется тем, что для калибровки модели наиболее оптимально использовать отчетные таблицы *затраты – выпуск* Национального статистического комитета Республики Беларусь. С 2014 г. в данных таблицах представлен 31 ВЭД, хотя в большинстве статистических изданий Национального статистического комитета Республики Беларусь приводится 28 ВЭД. Таким образом, в таблицах *затраты – выпуск* количество ВЭД также сведено к 28. Для этого объединили ВЭД-1 «сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях» и ВЭД-2 «лесное хозяйство и предоставление услуг в этой области»; ВЭД-4 «добыча топливно-энергетических полезных ископаемых» и ВЭД-5 «добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических»; ВЭД-24 «транспорт» и ВЭД-25 «связь».

Разработка модели НЭС Беларуси требует решения ряда задач [12], одна из которых – построение:

- 1) таблиц работников по группам занятий и их заработных плат;
- 2) матрицы производства L ;
- 3) матрицы коэффициентов прямых затрат A ;
- 4) системы уравнений производственной функции.

1. Построение таблиц работников по группам занятий и их заработных плат. Таблицы работников по группам занятий, зарплат по группам занятий и структуры распределения доходов для удобства объединены в одну таблицу (табл. 2), содержащую 9 блоков (по одному для каждой группы занятий, следовательно, всего 72 строки, не считая заглавной).

Таблица 2

Работники по группам занятий и их заработные платы

Table 2

Employees of groups of occupations and their salaries

№ п/п	Наименование показателя	ВЭД-1	...	ВЭД-28
1	Группа занятий (1–9), j			
2	Численность работников по i -му ВЭД ($ЧР_i$)			
3	Средняя заработная плата работников по i -му ВЭД ($ЗП_{ср_i}$)			
4	Удельный вес численности работников j -й группы занятий в общей их численности i -го ВЭД ($ЧР_{уд_{ij}}$)			
5	Численность работников j -й группы занятий по i -му ВЭД ($ЧР_{ij}$)			
6	Удельный вес средней заработной платы работников j -й группы занятий в средней заработной плате i -го ВЭД ($ЗП_{сруд_{ij}}$)			

Окончание табл. 2
Ending table 2

№ п/п	Наименование показателя	ВЭД-1	...	ВЭД-28
7	Заработная плата за месяц работников j -й группы занятий i -го ВЭД ($ЗП_{mj}$)			
8	Удельный вес заработной платы работников j -й группы занятий i -го ВЭД, расходуемой на потребление ($ЗП_{потрудj}$)			

Примечания: 1. i – номер ВЭД; j – номер группы занятий; значения связаны следующими равенствами: $ЗП_{mj} = ЗП_{срi} \cdot ЧР_{улj}$, $ЧР_{ij} = ЧР_i \cdot ЧР_{улj}$). 2. Разработано автором.

В качестве данных для заполнения таблиц используются материалы Национального статистического комитета Республики Беларусь и корректируются в процессе работы с моделью в соответствии с плановыми показателями.

2. Построение матрицы производства. Построение модели начинается с построения матрицы производства, которую обозначим L (табл. 3). Ее левая верхняя часть размерностью 28×28 – это первый квадрант таблицы *затраты – выпуск*, каждая из следующих девяти строк – один из видов деятельности ДХ по предоставлению услуг работников соответствующей группы занятий, десятая строка с номером 38 – деятельность предпринимателей.

Таблица 3

Матрица производства L

Table 3

Production matrix L

№ строки	Наименование строк	1–28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
			Расходы на конечное потребление ДХ									
1–28	1–28 ВЭД	A_L										
29	Услуги группы занятий 1											
30	Услуги группы занятий 2											
31	Услуги группы занятий 3											
32	Услуги группы занятий 4											
33	Услуги группы занятий 5											
34	Услуги группы занятий 6											
35	Услуги группы занятий 7											
36	Услуги группы занятий 8											
37	Услуги группы занятий 9											
38	Услуги предпринимателей											
39	Используемые на потребление чистая прибыль и чистый смешанный доход, потребление основного капитала											
40	Транспортная наценка											
41	Торговая наценка											
42	Чистые налоги на продукты и использованные товары											
43	Итого использовано в ценах покупателей											
44	Взносы работодателей на государственное социальное страхование											
45	Используемые на накопление заработная плата, чистая прибыль, смешанный доход и амортизация											
46	Другие налоги на производство											
47	Выпуск товаров и услуг в основных ценах X											

Примечания: 1. Числами 1–38 обозначены виды экономической деятельности. 2. Разработано автором.

В модели предполагается, что услуги работников, предоставляемые каждому виду деятельности, определяются размерами заработной платы, выплаченной работникам. Информация для заполнения ячеек L_{vs} ($v = 29, \dots, 38; s = 1, \dots, 28$) берется из табл. 2. Расходы на конечное потребление продуктов (РКПП) каждого из первых 28 ВЭД работниками каждой группы занятий определяется по формуле

$$P_{\text{КПП}_{ij}} = K_{\text{ППК}_{ij}} \cdot \text{ЗП}_{kj},$$

где $K_{\text{ППК}_{ij}}$ – коэффициент, задающий процент конечного потребления продукта i -го ВЭД работниками j -й группы занятий k -го ВЭД, задается в зависимости от принятых тенденций потребления; ЗП_{kj} – заработная плата работников j -й группы занятий k -го ВЭД.

Строки 37–41 первоначально берутся из таблицы *затраты – выпуск* Национального статистического комитета Республики Беларусь с учетом того, что в столбцах 29–38 соответствующие значения получаются из столбца, дающего значения затрат ДХ. Строки 43, 45 заполняются на основе статистических данных, строка 44 – на основе данных табл. 2 и данных Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Эта матрица предоставляет необходимый для производственной функции вектор объемов производства X .

3. Построение матрицы коэффициентов прямых затрат A . На основании полученной таблицы строится матрица коэффициентов прямых затрат (38×38), которую обозначим A , ее элементы $a_{ij} = L_{ij} / L_{46j}$ ($i = 1, \dots, 38; j = 1, \dots, 38$).

Если в качестве вектора-столбца X взять вектор с компонентами L_{46j} ($j = 1, \dots, 38$), то этот вектор покажет объемы производства всех 38 ВЭД, при этом формула AX дает промежуточное потребление ресурсов 38 ВЭД, а формула $X - AX$ – сумму произведенных ресурсов, оставшихся после промежуточного потребления.

4. Построение системы уравнений производственной функции. На основании полученного в матрице L вектора объемов производства и матрицы коэффициентов прямых затрат строится система уравнений производственной функции, дающей вектор Y :

$$Y = X - AX,$$

$$X_j = \sum_{i=1}^{38} L_{ij} + N_{\text{тр}_j} + N_{\text{т}_j} + \text{ЧНал}_{\text{т}_j} + \text{ЗП}_j + \text{ЧП}_j + \text{СД}_j + A_{\text{нак}_j} + \text{Взн}_{\text{ЗП}_j} + \text{Нал}_{\text{др}_j}, \quad (6)$$

где i, j – ВЭД ($i, j = 1, \dots, m$); $m = 38$ – число ВЭД, рассматриваемых в модели; Y – вектор (Y_1, \dots, Y_{38}), i -й элемент которого равен объемам производства конечного продукта i -го ВЭД; X – вектор (X_1, \dots, X_{38}), элементы которого равны объемам производства каждого ВЭД, задаваемым системой уравнений (6); A – матрица размерностью $m \times m$ с элементами A_{ij} , равными стоимости ресурсов (продуктов), которые производятся i -м ВЭД для единицы произведенного продукта j -го ВЭД; $N_{\text{тр}_j}$ – транспортная наценка на товары, используемые j -м ВЭД; $N_{\text{т}_j}$ – торговые наценки на товары, используемые j -м ВЭД; $\text{ЧНал}_{\text{т}_j}$ – чистые налоги на товары, используемые j -м ВЭД; ЗП_j , ЧП_j , СД_j , $A_{\text{нак}_j}$ – заработная плата, чистая прибыль, смешанный доход и амортизация j -го ВЭД, направляемые на накопление; $\text{Взн}_{\text{ЗП}_j}$ – взносы работодателей j -го ВЭД на государственное социальное страхование (отчисления на социальное страхование и обеспечение, обязательное страхование от несчастных случаев); $\text{Нал}_{\text{др}_j}$ – другие налоги на производство продуктов j -го ВЭД.

Вторая часть модели представляет собой уравнения, задающие распределение произведенных ВЭД конечных ресурсов (матрица распределения ресурсов).

$$Y = P_{\text{ДХ}} + P_{\text{г}} + P_{\text{неко}} + \Delta\text{ОК} + \Delta\text{Зап} + \text{Э} - \text{И},$$

где $P_{\text{ДХ}}$ – расходы ДХ из трансфертов на конечное потребление; $P_{\text{г}}$ – расходы государства; $P_{\text{неко}}$ – расходы некоммерческих организаций; $\Delta\text{ОК}$ – изменение основного капитала; $\Delta\text{Зап}$ – изменение запасов; $\text{Э} - \text{И}$ – чистый экспорт.

Как и в предыдущих уравнениях, первоначальные значения берутся из системы таблиц *затраты – выпуск* Национального статистического комитета Республики Беларусь и меняются согласно выбранному сценарию.

В предлагаемой модели технологические коэффициенты квадранта матрицы A , образованного пересечением строк 29–37 и столбцов 29–37, совместно с табл. 2 характеризуют производительность труда в отличие от модели Леонтьева, в которой, как отмечалось ранее, непосредственно не отражаются данные изменения. Более того, модель позволяет определить инновации как способ уменьшения технологических коэффициентов.

Объединив матрицу производства и матрицу распределения ресурсов, можно построить матрицу производства и распределения ресурсов, аналогичную матрице использования товаров и услуг в основных ценах модели межотраслевого баланса Леонтьева. Назовем ее матрицей K .

В конечный продукт в классической модели входят продукты, потребляемые ДХ за счет всех доходов, а в продукт Y из конечных продуктов, потребляемых ДХ, входят только те, которые приобретаются ДХ за счет трансфертов. Чтобы подчеркнуть различия между ними, продукт Y будем называть итоговым продуктом. **Итоговый продукт Y** – это продукты, приобретаемые за счет трансфертов ДХ, расходов государства и некоммерческих организаций, а также изменение основного капитала, запасов и чистый экспорт. Таким образом, итоговый продукт обуславливает изменение национального богатства и экспорт.

Предлагаемая модель реализована в системе Microsoft Excel. Выбор именно этой системы, а не какого-либо специализированного языка моделирования объясняется наличием в ней возможности работы с матрицами, простотой внесения изменений, а также отсутствием необходимости дополнительного обучения навыкам программирования потенциальных пользователей. Например, для расчета производительности труда работников (по информации об объемах выпуска продуктов, о размерах заработной платы и средств, затраченных на оплату труда) используется таблица, построенная очевидным образом. Вся модель представляет собой систему взаимосвязанных таблиц Excel, что значительно облегчает понимание принципов ее работы и корректировку.

Данная модель может использоваться для решения различных задач:

- 1) для определения прямых затрат анализируемых ресурсов (включая рабочую силу) на единицу либо на любую часть выпускаемого продукта рассматриваемого ВЭД;
- 2) определения полных затрат анализируемых ресурсов (включая рабочую силу) на единицу либо на любую часть итогового продукта Y рассматриваемого ВЭД;
- 3) моделирования сценариев развития и направлений трансформации НЭС при прогнозируемых изменениях объемов итогового продукта, объемов выпуска продуктов, технологических изменений (изменение производительности ресурсов, в том числе и производительности труда) анализируемых ВЭД;
- 4) решения балансово-оптимизационных задач методом М. К. Кравцова [5; 6].

В отличие от классической модели Леонтьева разработанная модель позволяет включить в анализ системы взаимодействий наряду с деятельностью обычных ВЭД девять видов деятельности ДХ и деятельность предпринимателей. Такое включение делает картину взаимодействия ВЭД более полной с точки зрения решения задач прогнозирования и планирования развития НЭС.

Таким образом, на основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что разработанная модель позволяет проводить прогнозирование и планирование развития национальной экономической системы на уровне ВЭД и обоснованно подходит к формированию направлений трансформации системы ВЭД. При этом основными объектами прогнозирования и планирования являются ВЭД, основными планируемыми параметрами – объемы выпуска продуктов, объемы используемых ресурсов (в том числе рабочей силы), прибыль, цена ресурсов (в том числе заработная плата), объемы и цены конечного, итогового и промежуточного продуктов, объемы накопления и потребления, движение национального богатства, импорта и экспорта.

Библиографические ссылки

1. Короткевич А. И., Лапко Б. В. Сравнительный анализ состава и структуры работников промышленности Беларуси и Швеции и направления их оптимизации // Белорус. эконом. журн. 2016. № 4 (77). С. 39–57.
2. Короткевич А. И., Лапко Б. В. Модификация модели «затраты – выпуск» для определения и планирования полных затрат импорта на экспортную продукцию // Белорус. эконом. журн. 2015. № 4 (73). С. 113–126.
3. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сулакишин С. С. Применение вычислимых моделей в государственном управлении. М., 2007.
4. Леонтьев В. В. Избранные произведения : в 3 т. / науч. ред., вступ. ст. А. Г. Гранберга. М., 2006–2007. 3 т.
5. Кравцов М. К., Антаневич А. А. Прогнозирование важнейших показателей белорусской экономики на основе балансово-оптимизационной модели // Белорус. эконом. журн. 2015. № 1 (70). С. 110–123.
6. Кравцов М. К., Антаневич А. А. Прогнозирование макроэкономических показателей на основе балансово-оптимизационной модели // Эконом. бюл. 2015. № 7. С. 4–13.
7. Сраффа П. Производство товаров посредством товаров : пер. с англ. М., 1999.
8. Sonis M., Hewings G. J. D. Expanded Miyazawa framework: labor and capital income, savings, consumption, and investment links. REAL 00-T-14. [Israel], 2000.
9. Дондоков З. Б.-Д., Дырхеев К. П. Межотраслевые модели с расширенным составом эндогенных переменных // Вестн. Бурят. гос. ун-та. 2014. № 2. С. 3–5.
10. Счета сектора домашних хозяйств: опыт использования понятий и составления счетов. Т. 2 : Расширения вспомогательных счетов сектора домашних хозяйств. Сер. F., № 75 (vol. 2). Нью-Йорк, 2003.
11. Miller R. E., Blair P. D. Input-Output Analyses. Foundation and Extensions. 2nd ed. Cambridge, 2009.
12. Короткевич А. И., Лапко Б. В., Шпарун Д. В. Разработка модели национальной экономической системы Беларуси // Беларусь-2030: государство, бизнес, наука, образование : материалы 3-й Междунар. науч. конф. (Минск, 27 окт. 2016). Минск, 2016. С. 21–31.

References

1. Korotkevich A. I., Lapko B. V. Comparative analysis of composition and structure of industrial employees in Belarus and Sweden: conclusions for Belarus. *Belarus. Econ. J.* 2016. No. 4 (77). P. 39–57 (in Russ.).
2. Korotkevich A. I., Lapko B. V. Modification of input-output model and its application for identifying and planning total import costs of exported products. *Belarus. Econ. J.* 2015. No. 4 (73). P. 113–126 (in Russ.).
3. Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Sulakshin S. S. [Application of computable models in public administration]. Moscow, 2007 (in Russ.).
4. Leontev V. V. [Selected works]: in 3 vol. Moscow, 2006–2007. 3 vol. (in Russ.).
5. Kravtsov M. K., Antanovich A. A. Forecasting main indicators of Belarus economy based on balance-optimization model. *Belarus. Econ. J.* 2015. No. 1 (70). P. 110–123 (in Russ.).
6. Kravtsov M. K., Antanovich A. A. [Forecasting macroeconomic indicators on the basis of protecting-optimization models]. *Econ. Bulletin*. 2015. No. 7. P. 4–13 (in Russ.).
7. Sraffa P. [Production of goods by goods]. Moscow, 1999 (in Russ.).
8. Sonis M., Hewings G. J. D. Expanded Miyazawa framework: labor and capital income, savings, consumption, and investment links. REAL 00-T-14. [Israel], 2000.
9. Dondokov Z. B.-D., Dyrheev K. P. Cross-industry models with extended endogenous variables. *Vestnik Buryatskogo gos. univ.* 2014. No. 2. P. 3–5 (in Russ.).
10. Household accounting: experiences in the use of concepts and compilation. Vol. 2 : Expansion of the satellite accounts of the household sector. *Series F*, № 75 (vol. 2). New York, 2003 (in Russ.).
11. Miller R. E., Blair P. D. Input-Output Analyses. Foundation and Extensions. 2nd ed. Cambridge, 2009.
12. Korotkevich A. I., Lapko B. V., Shparun D. V. [Model national economic system of Belarus] : papers 3rd Int. sci. conf. (Minsk, 27 Oct., 2016). Minsk, 2016. P. 21–31 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 24.02.2017.
Received by editorial board 24.02.2017.