

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ бюллетень



Научно-исследовательского экономического института
Министерства экономики Республики Беларусь

Основан в 1997 г.

Издается ежемесячно

№ 9 (291) сентябрь 2021

Главный редактор

Я.М. Александрович

Редакционный совет:

**А.В. Червяков – зам. гл. редактора, Н.В. Радченко – отв. секретарь,
Н.Г. Берченко, А.В. Богданович, Л.С. Боровик, Г.И. Гануш, В.Г. Гусаков,
А.М. Заборовский, М.К. Кравцов, Л.М. Крюков, Ю.А. Медведева,
С.Ф. Миксюк, Л.Н. Нехорошева, П.Г. Никитенко, В.В. Пинигин, В.В. Пузиков,
К.В. Рудый, В.С. Фатеев, Г.А. Хацкевич, К.К. Шебеко,
А.П. Шпак, В.Ю. Шутилин, А.Г. Шумилин**

Международный совет:

**В. Маевский (Россия), В.И. Видяпин (Россия),
М. Кламут (Польша), В. Коседовский (Польша), С. Станайтис (Литва),
В. Меньшиков (Латвия), Ф. Вельтер (Германия)**

Экономический бюллетень включен Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь в Перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований.

Мнение авторов статей не обязательно совпадает с позицией редколлегии.

При перепечатке ссылка на Экономический бюллетень обязательна.

Публикуемые материалы рецензируются.

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Кравцов М.К., Федченко Л.В. Прогнозирование макроэкономических показателей на основе метода матричной балансировки и его модификаций	4
---	---

СУЩНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Котлярова Т.В, Драгун Н.П. Цифровая трансформация мировой экономики: новые возможности для Республики Беларусь	14
---	----

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Федоренчик Е.Л. Тенденции развития и образ будущего машиностроения Беларуси	22
--	----

**ТРАНСПОРТНЫЕ УСЛУГИ ВО ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛЕ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Галова А.Г., Сайковская Д.А. Транспортные услуги во внешней торговле Республики Беларусь в контексте цифровой трансформации	31
--	----

ТАРИФНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ В ЕАЭС

Цыкунов И.В. Таможенный тариф ЕАЭС: препятствия для оптимизации	39
--	----

**НЕМОНЕТАРНЫЕ ФАКТОРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ
НА ИНФЛЯЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ**

Пархименко В.А. Оценка инфляционных эффектов в экономике посредством межотраслевой ценовой модели Леонтьева	45
--	----

Резюме	57
---------------------	----

Summary	59
----------------------	----

MACROECONOMIC FORECASTING

M. Kravtsov, L. Fedchenko. Macroeconomic indicators forecasting based on the matrix balancing method and its modifications	4
---	---

ESSENCE AND MAIN TRENDS OF THE ECONOMY DIGITALIZATION

T. Katliarova, M. Drahun. Digital transformation of the world economy: new opportunities for the Republic of Belarus	14
---	----

TRENDS AND PROSPECTS FOR MECHANICAL ENGINEERING DEVELOPMENT

Y. Fedarenchyk. Development trends and the future image of mechanical engineering in Belarus	22
---	----

TRANSPORTATION SERVICES IN BELARUSIAN FOREIGN TRADE

D. Saykovskaya, H. Halava. Transport services in Belarusian foreign trade in the context of digital transformation	31
---	----

FOREIGN TRADE TARIFF REGULATION IN THE EAEU

I. Tsykunov. EAEU customs tariff: obstacles to optimization	39
--	----

NON-MONETARY FACTORS AND THEIR INFLUENCE ON INFLATION PROCESSES

U. Parkhimenka. Assessment of inflationary effects in the economy using Leontiev's intersectoral pricing model	45
---	----

Summary in Russian	57
---------------------------------	----

Summary in English	59
---------------------------------	----

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА МАТРИЧНОЙ БАЛАНСИРОВКИ И ЕГО МОДИФИКАЦИЙ

Кравцов М.К., Федченко Л.В.

Введение и постановка задачи. Разработка прогнозов основных параметров социально-экономического развития страны является перспективным направлением современной экономики (Шимов, Александрович, Богданович, Ткачев, 2001). В последние годы отмечается непрерывно растущая потребность в них, связанная с постоянным усложнением всех сторон жизни общества, динамичным развитием экономических процессов, тесным взаимодействием экономики, науки и техники, отражением различий в условиях производства и жизнедеятельности по странам и регионам.

В теоретических исследованиях экономико-математического моделирования и прогнозирования, экспериментальных и прикладных разработках во многих странах (США, Россия, Китай, Германия, Польша, Италия, Япония, ЮАР, Чили, Беларусь и др.) широко применяются межотраслевые модели (Алмон, 2016; Широ, Янтовский, 2017; Баранов, Пионтковский, Старицына, 2019; Устинов, 2020; Lamonica, Recchioni, Chelli, Salvati, 2020; Быков, Шаблинская, 2020). Они, как правило, базируются на системе таблиц «Затраты-Выпуск»¹ и используются в сочетании с нормативным и генетическим подходами. Межотраслевые модели применяются на международном, национальном и региональном уровнях: от проведения межстрановых сопоставлений и макроструктурного прогнозирования до оценки комплексных эффектов реализации крупных инвести-

ционных проектов (в том числе международных) и моделирования климатических изменений.

При практической реализации моделей прогнозирования отечественной экономики на основе МОБ исследователи сталкиваются со значительными информационными трудностями (Кравцов, Борейко, Никитина, 2014), связанными: с разработкой методики для перевода показателей МОБ из текущих цен в сопоставимые; переходом от таблицы «Затраты-Выпуск» в ценах покупателей к таблице «Затраты-Выпуск» в основных ценах; адаптацией МОБ, построенного на основе ОКОНХ, к условиям перехода на общегосударственный классификатор видов экономической деятельности (ОКЭД); с отражением импортной продукции в схеме МОБ с учетом ее подразделения на конкурирующую и неконкурирующую, в зависимости от места производства аналогичных групп товаров – внутри страны или за ее пределами.

ОБ АВТОРАХ



КРАВЦОВ

Михаил Константинович

(kravtsov@niei.by), доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом макроструктурных и межотраслевых моделей НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь (г. Минск, Беларусь).

Сфера научных интересов: моделирование экономических процессов; макроэкономика, МОБ.



ФЕДЧЕНКО

Лидия Викторовна, младший научный сотрудник отдела макроструктурных и межотраслевых моделей НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь (г. Минск, Беларусь).

Сфера научных интересов: макроэкономический анализ, методологические и прикладные аспекты прогнозирования МОБ.

¹ В советской и белорусской практике таблицы «Затраты-Выпуск» носят название «Межотраслевой баланс» (МОБ). Эти таблицы дают возможность описать экономику страны комплексно, в целом, учесть объективное единство и взаимосвязь всех элементов и аспектов воспроизводственного процесса, оценить последствия структурных изменений в экономике и затраты ресурсов на эти изменения (Леонтьев, 1958).

В НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь разработаны динамические межотраслевые модели:

- балансово-эконометрическая (Кравцов, 2017; Кравцов, Лазовский, Федченко, 2018; Кравцов, Гладкая, Дехтярь, 2020 и др.);
- балансово-оптимизационная (Кравцов, Антаневич, 2015; Кравцов, Гладкая, 2019).

Данные модели описывают функционирование экономики в любой момент времени и связаны с реализацией новых возможностей, открывающихся в результате исключения переменных, характеризующих коэффициенты прямых затрат (КПЗ), из набора экзогенных показателей. Так, в балансово-эконометрической модели элементы матрицы КПЗ прогнозируются на основе неструктурных моделей (Никитина, 2018; Кравцов, Гладкая, 2019) или расширенной версии метода Хорафаса (Кравцов, Лазовский, 2018), а в балансово-оптимизационной модели КПЗ наряду с объемными показателями конечной продукции (КП), промежуточного потребления (ПП), промежуточных затрат (ПЗ) и валовой добавленной стоимостью (ВДС) по видам экономической деятельности (ЭД) рассматриваются как единая органическая часть моделируемого объекта и включаются в число эндогенных переменных.

В основу построенных динамических межотраслевых моделей положены эконометрические уравнения прогнозирования валовых выпусков (ВВ) в разрезе 6-отраслевой номенклатуры², позволяющие количественно оценить влияние внешних и внутренних факторов на их динамику. Однако описать процесс моделирования и прогнозирования ВВ для номенклатуры с высоким уровнем детализации видов ЭД крайне сложно.

Существенной причиной, сдерживающей применение моделей МОБ на практике, также является чрезвычайная сложность прогнозирования как межотраслевых потоков, занимающих центральное место в конструкции таблицы «Затраты-Выпуск», так и элементов матрицы КПЗ,

² Здесь и далее под 6-отраслевой номенклатурой подразумевается агрегация всех видов ЭД в 6 укрупненных агрегатов (Кравцов, Борейко, Никитина, 2014): «промышленность», «строительство», «сельское, лесное и рыбное хозяйство», «транспорт, информация и связь», «торговля, ремонт автомобилей и мотоциклов, услуги по временному проживанию и питанию», «прочие услуги».

которые требуются для определения числовых значений КП и ВДС по видам ЭД.

Методические вопросы, связанные с разработкой вариантов прогноза важнейших показателей социально-экономического развития Республики Беларусь на 2019 г. в зависимости от изменения отраслевой структуры экономики на основе динамических межотраслевых моделей (балансово-эконометрической и балансово-оптимизационной) рассматриваются в работе (Кравцов, 2018). Балансово-эконометрическая межотраслевая модель применялась при разработке проекта Прогноза основных параметров социально-экономического развития Республики Беларусь на 2019–2022 гг.

В данной статье для прогнозирования таблицы «Затраты-Выпуск» Республики Беларусь используется метод матричной балансировки (ММБ), разработанный Лонгом и Вангом (Long, Wang, 2008). В качестве входного параметра при этом выступает лишь целевое значение ВВП на прогнозный год и предполагается, что все элементы рассматриваемых матриц положительны. Указанное предположение на практике не выполняется для матриц с высоким уровнем детализации видов ЭД. Предложены различные модификации ММБ (алгоритмы β , γ , δ , φ и ψ), основанные на снятии этого предположения и упрощении вычислительного процесса, реализующего ММБ. Проведены вычислительные эксперименты на информации отчетных МОБ Республики Беларусь за 2003–2018 гг. для 6-отраслевой номенклатуры с целью выбора наилучшего алгоритма.

Начальная версия ММБ. Этот метод предназначен для прогнозирования специальным образом составленной таблицы «Затраты-Выпуск» национальной экономики. Исходные требования, касающиеся входной информации, ограничиваются в данном методе лишь требованием задания целевого значения ВВП страны на прогнозный год.

Последовательность действий при моделировании таблицы «Затраты-Выпуск» национальной экономики с использованием ММБ может быть такой: цепочки матричных преобразований, экстраполяции преобразованных матричных значений на прогнозный год, решения системы

линейных алгебраических уравнений и цепочки обратных матричных преобразований.

Алгоритм α , реализующий ММБ, состоит из 11 шагов.

Шаг 1. Информационной базой для алгоритма является «Таблица использования товаров и услуг в основных ценах», ежегодно публикуемая Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь в системе таблиц «Затраты-Выпуск». Эту таблицу за год t обозначим через S^t . Приведем ее к матрице X^t размеров $n \times n$ вида:

$$X^t = \begin{bmatrix} x_{11}^t & x_{12}^t & \cdots & x_{1,n-1}^t & x_{1n}^t \\ x_{21}^t & x_{22}^t & \cdots & x_{2,n-1}^t & x_{2n}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ x_{n-1,1}^t & x_{n-1,2}^t & \cdots & x_{n-1,n-1}^t & x_{n-1,n}^t \\ x_{n1}^t & x_{n2}^t & \cdots & x_{n,n-1}^t & x_{nn}^t \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $t = \overline{1, T}$, T – количество лет в рассматриваемом временном интервале; $(n-1)$ – число видов ЭД, учитываемых в МОБ; x_{ij}^t ($i, j = \overline{1, n-1}$) – межотраслевые потоки (агрегированный первый квадрант) за год t ; $(x_{1n}^t, x_{2n}^t, \dots, x_{n-1,n}^t)'$ – вектор-столбец КП видов ЭД (агрегированный второй квадрант) за год t ; $(x_{n1}^t, x_{n2}^t, \dots, x_{n,n-1}^t)$ – вектор-строка ВДС видов ЭД (агрегированный третий квадрант) за год t ; x_{nn}^t – значение чистых налогов на продукты (ЧНП) на использованные товары в составе КП за год t . Здесь и далее ' (штрих) – знак транспонирования. Такое представление матриц X^1, X^2, \dots, X^T позволяет получить следующие балансовые соотношения:

$$\sum_{k=1}^n x_{ki}^t = \sum_{k=1}^n x_{ik}^t = x_i^t, \quad i = \overline{1, n}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (2)$$

где $x_i^t, i = \overline{1, n-1}$ – ВВ i -го вида ЭД за год t , x_n^t – ВВП за год t .

Заметим, что для приведения исходных таблиц S^1, S^2, \dots, S^T к виду (1) строки торговой и транспортной наценок добавляются к соответ-

ствующим видам ЭД торговли и транспорта; строка ЧНП на использованные товары в составе ПП добавляется к строке ВДС³.

Шаг 2. Переход от матрицы X^t к матрице $Y^t = (y_{ij}^t)_{n \times n}$ осуществляется с помощью формулы

$$y_{ij}^t = \frac{x_{ij}^t}{x_{i1}^t}, \quad i, j = \overline{1, n}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (3)$$

где предполагается, что все элементы первого столбца матриц $X^t = (x_{ij}^t)_{n \times n}, t = \overline{1, T}$ положительны⁴, т.е. выполняются неравенства $x_{i1}^t > 0, i = \overline{1, n}, t = \overline{1, T}$.

Шаг 3. Вычисление элементов матрицы $C = (c_{lt})_{n^2 \times T}$ проводится по формуле

$$c_{lt} = y_{ij}^t, \quad l = n(i-1) + j, \quad i, j = \overline{1, n}, \quad t = \overline{1, T}. \quad (4)$$

Шаг 4. Переход от матрицы C к матрице $A = (a_{lt})_{n^2 \times (T-1)}$ проводится с помощью формулы

$$a_{lt} = \frac{c_{l,t+1}}{c_{lt}}, \quad l = \overline{1, n^2}, \quad t = \overline{1, T-1}, \quad (5)$$

где также предполагается, что все элементы матрицы C положительны.

Из (5) получаем

$$c_{l,t+1} = a_{lt} c_{lt}, \quad l = \overline{1, n^2}, \quad t = \overline{1, T-1}. \quad (6)$$

Шаг 5. Переход от матрицы A к матрице $B = (b_{lt})_{n^2 \times (T-1)}$ осуществляется по формулам

$$b_{l1} = a_{l1}, \quad l = \overline{1, n^2}, \quad (7)$$

$$b_{lt} = b_{l,t-1} + a_{lt}, \quad l = \overline{1, n^2}, \quad t = \overline{2, T-1}. \quad (8)$$

Шаг 6. Экстраполяция элементов $(T-1)$ -го столбца матрицы B на прогнозный год (т.е. по-

³ Здесь и далее под i -й компонентой вектора ВДС будем понимать суммарное значение ВДС i -го вида ЭД и ЧНП 1-го квадранта, относящихся к i -му виду ЭД.

⁴ Данное предположение является препятствием при реализации алгоритма ММБ с высоким уровнем детализации видов ЭД.

строение компонент вектора $B^T = (b_{lT})_{n^2 \times 1}$, являющегося T -м столбцом матрицы B), проводится посредством различных типов эконометрических моделей (Магнус, Катышев, Пересецкий, 2007), адаптивных моделей (Лукашин, 2003).

Шаг 7. Обратный переход от вектора B^T к вектору $A^T = (a_{lT})_{n^2 \times 1}$, являющегося T -м столбцом матрицы A , как следует из (8), проводится по формуле

$$a_{lT} = b_{lT} - b_{l,T-1}, \quad l = \overline{1, n^2}. \quad (9)$$

Шаг 8. Обратный переход от вектора A^T к вектору $C^{(T+1)} = (c_{l,T+1})_{n^2 \times 1}$, являющегося $(T+1)$ -м столбцом матрицы C , как следует из (6), осуществляется по формуле

$$c_{l,T+1} = a_{lT} c_{lT}, \quad l = \overline{1, n^2}. \quad (10)$$

Шаг 9. Обратный переход от вектора $C^{(T+1)}$ к матрице $Y^{T+1} = (y_{ij}^{T+1})_{n \times n}$, как следует из (4), проводится по формуле

$$y_{ij}^{T+1} = c_{l,T+1}, \quad l = n(i-1) + j, \quad i, j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

Шаг 10. В силу равенств (3) естественно предположить, что прогнозная матрица $X^{T+1} = (x_{ij}^{T+1})_{n \times n}$ обладает следующим свойством: $x_{ij}^{T+1} = y_{ij}^{T+1} x_{i1}^{T+1}$, $i, j = \overline{1, n}$. Для нахождения

переменных $x_{11}^{T+1}, x_{21}^{T+1}, \dots, x_{n-1,1}^{T+1}$ составляется и решается следующая система линейных алгебраических уравнений (12), основанная на балансовых соотношениях (2).

Здесь и далее g^{T+1} – заданное целевое значение ВВП на прогнозный год.

Отметим, что система (12), сформированная на информации отчетных МОБ Республики Беларусь, имеет единственное решение, поскольку матрица, составленная из коэффициентов при неизвестных $x_{11}^{T+1}, x_{21}^{T+1}, \dots, x_{n-1,1}^{T+1}$, является невырожденной. Обозначим это решение через $\tilde{x}_{11}^{T+1}, \tilde{x}_{21}^{T+1}, \dots, \tilde{x}_{n-1,1}^{T+1}$.

Шаг 11. Переменные $x_{n1}^{T+1}, x_{n2}^{T+1}, \dots, x_{nm}^{T+1}$ рассчитываются по формулам

$$x_{nj}^{T+1} = \begin{cases} d_j, & \text{если } j = \overline{1, n-1}, \\ g^{T+1} - \sum_{l=1}^{n-1} d_l, & \text{если } j = n, \end{cases} \quad (14)$$

а остальные элементы прогнозных матрицы $X^{T+1} = (x_{ij}^{T+1})_{n \times n}$ – по формуле

$$x_{ij}^{T+1} = y_{ij}^{T+1} \tilde{x}_{i1}^{T+1}, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad j = \overline{2, n}. \quad (15)$$

Алгоритм α дает возможность для прогнозирования таблицы «Затраты-Выпуск» Республики Беларусь, включающей матрицу межотрас-

$$\left(\begin{bmatrix} 1 + \sum_{j=2}^n y_{1j}^{T+1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 + \sum_{j=2}^n y_{2j}^{T+1} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 + \sum_{j=2}^n y_{n-1,j}^{T+1} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ y_{12}^{T+1} & y_{22}^{T+1} & \dots & y_{n-1,2}^{T+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{1,n-1}^{T+1} & y_{2,n-1}^{T+1} & \dots & y_{n-1,n-1}^{T+1} \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} x_{11}^{T+1} \\ x_{21}^{T+1} \\ \vdots \\ x_{n-1,1}^{T+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_{n-1} \end{bmatrix}, \quad (12)$$

где

$$d_j = y_{nj}^{T+1} d_1, \quad j = \overline{2, n-1}; \quad d_1 = \frac{g^{T+1}}{1 + \sum_{j=2}^n y_{nj}^{T+1}}. \quad (13)$$

левых потоков, ЧНП на использованные товары в составе КП, ВДС и КП в разрезе видов ЭД, с сохранением балансовых соотношений по строкам и столбцам; в качестве входного параметра принимается лишь целевое значение ВВП на прогнозный год. С использованием спрогнозированных показателей нетрудно рассчитать значения ПП, ПЗ и ВВ в разрезе видов ЭД, а также матрицу КПЗ.

Модифицированные версии ММБ. Возможны следующие модификации алгоритма α – алгоритмы β , γ и δ .

В алгоритме β после выполнения шагов 1–3 алгоритма α осуществляется переход, минуя шаги 4 и 5 (связанные с матрицами A и B), к шагу 6, на котором производится экстраполяция элементов T -го столбца матрицы C на прогнозный год, а затем, минуя шаги 7 и 8 (связанные с матрицами A и B), производятся шаги 9–11 алгоритма α .

Алгоритм γ отличается от алгоритма α лишь процедурой нахождения матриц Y^1, Y^2, \dots, Y^T , согласно которой на шаге 2 вместо элементов первого столбца матриц X^1, X^2, \dots, X^T используются их максимальные элементы строк, т. е. формула (3) заменяется формулой

$$y_{ij}^t = \frac{x_{ij}^t}{x_{i,j_i}^t}, \quad i, j = \overline{1, n}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (16)$$

где

$$x_{i,j_i}^t = \max \{x_{ij}^t : 1 \leq j \leq n\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad t = \overline{1, T}. \quad (17)$$

Здесь максимальный элемент в строке i обозначен индексом j_i .

В алгоритме α на шаге 10 решается система линейных алгебраических уравнений для нахождения переменных $x_{11}^{T+1}, x_{21}^{T+1}, \dots, x_{n-1,1}^{T+1}$. В алгоритме γ эту систему можно записать следующим образом:

$$(M - N)x^{T+1} = d, \quad (18)$$

где M – диагональная матрица размеров $(n-1) \times (n-1)$, у которой i -й диагональный эле-

мент равен сумме элементов i -й строки матрицы Y^{T+1} , $i = \overline{1, (n-1)}$; N – матрица размеров $(n-1) \times (n-1)$, представляющая собой подматрицу транспонированной матрицы Y^{T+1} , полученную вычеркиванием n -й строки и n -го столбца; $x^{T+1} = (x_{1,j_1}^{T+1}, x_{2,j_2}^{T+1}, \dots, x_{n-1,j_{n-1}}^{T+1})'$ – вектор-столбец неизвестных системы (18); $d = (d_1, d_2, \dots, d_{n-1})'$ – вектор-столбец свободных членов системы (18), рассчитываемых по формулам

$$d_j = y_{nj}^{T+1} d_{j_n}, \quad j = \overline{1, n-1}; \quad d_{j_n} = \frac{g^{T+1}}{\sum_{j=1}^n y_{nj}^{T+1}}. \quad (19)$$

Так как матрица $(M - N)$, сформированная на информации отчетных МОБ Республики Беларусь, является невырожденной, то система (18) имеет единственное решение. Обозначим это решение через $\tilde{x}_{1,j_1}^{T+1}, \tilde{x}_{2,j_2}^{T+1}, \dots, \tilde{x}_{n-1,j_{n-1}}^{T+1}$. Тогда переменные $x_{n1}^{T+1}, x_{n2}^{T+1}, \dots, x_{nn}^{T+1}$ рассчитываются по формулам (14), а вместо формулы (15) используется следующая формула:

$$x_{ij}^{T+1} = y_{ij}^{T+1} \tilde{x}_{i,j_i}^{T+1}, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad j = \overline{1, n}, \quad j \neq j_i. \quad (20)$$

Иными словами, алгоритм γ получается из алгоритма α , если вместо формул (3), (12), (13) и (15) использовать соответственно формулы (16), (18), (19) и (20).

В алгоритме δ после выполнения шагов 1–3 алгоритма γ осуществляется переход, минуя шаги 4 и 5 (связанные с матрицами A и B), к шагу 6, на котором производится экстраполяция элементов T -го столбца матрицы C на прогнозный год, а затем, минуя шаги 7 и 8 (связанные с матрицами A и B), производятся шаги 9–11 алгоритма γ .

При некоторых дополнительных условиях, налагаемых на ВДС видов ЭД, а также ЧНП на использованные товары в составе КП, построенные алгоритмы φ и ψ (модификации алгоритма δ).

Алгоритм φ предполагает, что для прогноз-ного года заданы вектор-строка $(x_{n1}^{T+1}, x_{n2}^{T+1}, \dots, x_{nn}^{T+1})$ ВДС видов ЭД и ЧНП на использованные това-ры в составе КП (x_{nm}^{T+1}) . Через $\bar{X}^t = (\bar{x}_{ij}^t)_{(n-1) \times n}$ обо-значим матрицу за год t , полученную из матри-цы $X^t = (x_{ij}^t)_{n \times n}$ вычеркиванием ее n -й строки.

Алгоритм φ состоит из 7 шагов.

Шаг 1. Переход от матрицы $\bar{X}^t = (\bar{x}_{ij}^t)_{(n-1) \times n}$ к матрице $\bar{Y}^t = (\bar{y}_{ij}^t)_{(n-1) \times n}$ осуществляется с помо-щью формулы

$$\bar{y}_{ij}^t = \frac{\bar{x}_{ij}^t}{x_{i,j_i}^t}, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad j = \overline{1, n}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (21)$$

где

$$\bar{x}_{i,j_i}^t = \max \{ \bar{x}_{ij}^t : 1 \leq j \leq n \}, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad t = \overline{1, T}. \quad (22)$$

Шаг 2. Вычисление элементов матрицы $\bar{C} = (\bar{c}_{lt})_{k \times T}$, $k = (n-1)n$, проводится по формуле

$$\bar{c}_{lt} = \bar{y}_{ij}^t, \quad l = n(i-1) + j, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad j = \overline{1, n}, \quad t = \overline{1, T}. \quad (23)$$

Шаг 3. Проводится экстраполяция элементов T -го столбца матрицы \bar{C} на прогнозный год (т.е. построение компонент вектора $\bar{C}^{T+1} = (\bar{c}_{l,T+1})_{k \times 1}$, являющегося $(T+1)$ -м столбцом матрицы \bar{C}).

Шаг 4. Обратный переход от вектора \bar{C}^{T+1} к матрице $\bar{Y}^{T+1} = (\bar{y}_{ij}^{T+1})_{(n-1) \times n}$ осуществляется по формуле

$$\bar{y}_{ij}^{T+1} = \bar{c}_{l,T+1}, \quad l = n(i-1) + j, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (24)$$

Шаг 5. Компоненты матрицы $Y^{T+1} = (y_{ij}^{T+1})_{n \times n}$ вычисляются по формулам:

$$y_{ij}^{T+1} = \bar{y}_{ij}^{T+1}, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (25)$$

$$y_{nj}^{T+1} = \frac{x_{nj}^{T+1}}{x_{n,j_n}^{T+1}}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (26)$$

где

$$x_{n,j_n}^{T+1} = \max \{ x_{nj}^{T+1} : 1 \leq j \leq n \}. \quad (27)$$

Шаг 6. Для нахождения переменных $x_{1,j_1}^{T+1}, x_{2,j_2}^{T+1}, \dots, x_{n-1,j_{n-1}}^{T+1}$ решается система линейных алгебраических уравнений (18).

Шаг 7. Остальные элементы прогнозной мат-рицы $X^{T+1} = (x_{ij}^{T+1})_{(n-1) \times n}$ рассчитываются по фор-муле

$$x_{ij}^{T+1} = \bar{y}_{ij}^{T+1} \tilde{x}_{i,j_i}^{T+1}, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad j = \overline{1, n}, \quad j \neq j_i, \quad (28)$$

где \tilde{x}_{i,j_i}^{T+1} , $i = \overline{1, n-1}$ – решение системы (18).

В алгоритме ψ входными параметрами явля-ются целевое значение ВВП (g^{T+1}) и ЧНП на использованные товары в составе КП (x_{nm}^{T+1}) на прогнозный год. Алгоритм ψ отличается от ал-горитма δ тем, что:

1) вместо формулы (3) используются формулы

$$y_{ij}^t = \frac{x_{ij}^t}{x_{i,j_i}^t}, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad j = \overline{1, n}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (29)$$

$$y_{nj}^t = \frac{x_{nj}^t}{x_{n,j_n}^t}, \quad j = \overline{1, n-1}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (30)$$

где

$$x_{i,j_i}^t = \max \{ x_{ij}^t : 1 \leq j \leq n \}, \quad i = \overline{1, n-1}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (31)$$

$$x_{n,j_n}^t = \max \{ x_{nj}^t : 1 \leq j \leq n-1 \}, \quad t = \overline{1, T}; \quad (32)$$

2) проводится экстраполяция элементов y_{ij}^T , $i, j = \overline{1, n}$, $(i, j) \neq (n, n)$ на прогнозный год, а значение y_{nn}^{T+1} вычисляется по формуле

$$y_{nn}^{T+1} = \frac{x_{nn}^{T+1}}{x_{n,j_n}^{T+1}}; \quad (33)$$

3) вместо формулы (19) используется формула

$$d_j = y_{nj}^{T+1} d_{j_n}, \quad j = \overline{1, n-1}; \quad d_{j_n} = \frac{g^{T+1} - x_{nn}^{T+1}}{\sum_{j=1}^{n-1} y_{nj}^{T+1}}. \quad (34)$$

Адаптивные модели прогнозирования временных рядов. Большую роль в предложенных алгоритмах играет шаг, на котором проводится экстраполяция временных рядов (В.р.) на прогнозный год. В алгоритмах β , δ , φ и ψ экстраполяция проводится с помощью модели коррекции Савинова-Светунькова (МКСС) (Савинов, Светуньков, 2006; Клебанова, Кизим, 2010. С. 12), а в алгоритмах α и γ – на основе модели Хольта (Лукашин, 2003)⁵.

В основе МКСС лежит модель простого экспоненциального сглаживания (Клебанова, Кизим, 2010. С. 12), которая может быть записана следующим образом:

$$\hat{Z}_{t+1} = \alpha Z_t + (1-\alpha)\hat{Z}_t, \quad (35)$$

где Z_t – фактическое значение переменной за год t ; \hat{Z}_t – прогнозное значение переменной за год t ; α – параметр сглаживания ($0 < \alpha < 1$). В МКСС реализована идея одновременного прогнозирования значения Z_t и отклонения фактического значения от полученного прогнозного $\varepsilon_t = Z_t - \hat{Z}_t$. Для этого показатель Z_t и отклонение от него записываются в виде комплексной переменной $Z_t + i\varepsilon_t$, где Z_t – действительная часть комплексного числа, ε_t – его мнимая часть, $i = \sqrt{-1}$, а прогнозное значение этой переменной обозначается $\hat{Z}_t + i\hat{\varepsilon}_t$. По аналогии с (35) получаем модель:

$$\hat{Z}_{t+1} + i\hat{\varepsilon}_{t+1} = (\alpha_0 + i\alpha_1)(Z_t + i\varepsilon_t) + ((1+i) - (\alpha_0 + i\alpha_1))(\hat{Z}_t + i\hat{\varepsilon}_t), \quad (36)$$

⁵ Причина использования различных моделей (МКСС и модели Хольта) при реализации алгоритмов состоит в том, что алгоритмы β , δ , φ и ψ подразумевают экстраполяцию В.р., образующих строки матрицы C и характеризующихся отсутствием явной тенденции и сезонности; алгоритмы α и γ , в свою очередь, подразумевают экстраполяцию В.р., представляющих собой строки матрицы B и характеризующихся явным возрастающим линейным трендом. При этом, как отмечается в работе (Клебанова, Кизим, 2010. С. 11) Светуньковым С.Г. и Светуньковым И.С., при наличии априорного предположения о линейном тренде во В.р. лучшие прогнозы могут быть получены по модели Хольта, нежели по МКСС.

которая с учетом свойств комплексных переменных сводится к системе действительных уравнений:

$$\hat{Z}_{t+1} = (\alpha_0 Z_t + (1-\alpha_0)\hat{Z}_t) - (\alpha_1 \varepsilon_t + (1-\alpha_1)\hat{\varepsilon}_t), \quad (37)$$

$$\hat{\varepsilon}_{t+1} = (\alpha_0 \varepsilon_t + (1-\alpha_0)\hat{\varepsilon}_t) + (\alpha_1 Z_t + (1-\alpha_1)\hat{Z}_t). \quad (38)$$

Чтобы на текущее прогнозное значение большее влияние оказывала вновь поступающая информация и ряд весов в МКСС сходиллся, достаточно, чтобы параметры сглаживания α_0 , α_1 удовлетворяли следующим неравенствам (Клебанова, Кизим, 2010. С.18):

$$0 < \alpha_0 < 2, \\ 1 - \sqrt{1 - (1 - \alpha_0)^2} < \alpha_1 < 1 + \sqrt{1 - (1 - \alpha_0)^2}. \quad (39)$$

Нахождение параметров α_0 и α_1 в уравнениях (37) и (38) может быть осуществлено путем решения оптимизационной задачи с квадратичным критерием «Минимизация суммы квадратов отклонений расчетных значений \hat{Z}_t от фактических значений Z_t ». При этом первое прогнозное значение \hat{Z}_1 полагается равным среднему арифметическому трех фактических значений Z_1, Z_2, Z_3 ; $\hat{\varepsilon}_1$ полагается равным 0.

Следует также заметить, что экстраполяция элементов T -го столбца матрицы C на прогнозный год может быть осуществлена посредством расширенной версии метода Хорафаса (Кравцов, Лазовский, 2018), применяемой к столбцам матрицы C по аналогии с прогнозированием столбцов матрицы КПЗ. Данный подход может иметь определенное преимущество над МКСС, заключающееся в простоте и скорости реализации, поскольку прогнозирует весь столбец матрицы C целиком в противоположность поэлементному прогнозированию столбца матрицы C , характеризующему МКСС.

Модель Хольта записывается в виде (Клебанова, Кизим, 2010, с.14):

$$\begin{cases} \hat{Z}_{t+\tau} = l_t + \tau b_t, \\ l_t = \alpha_1 Z_t + (1-\alpha_1)(l_{t-1} + b_{t-1}), \\ b_t = \alpha_2 (l_t - l_{t-1}) + (1-\alpha_2)b_{t-1}, \end{cases} \quad (40)$$

где $\hat{Z}_{t+\tau}$ – прогноз, делающийся в момент времени t на τ единиц времени вперед; l_t – коэффициент уровня ряда; b_t – коэффициент тренда

(пропорциональности); α_1 и α_2 – постоянные сглаживания. При этом стартовые значения коэффициентов уровня ряда и тренда полагаются равными: $l_1 = Z_1$, $b_1 = Z_2 - Z_1$.

Вычислительные эксперименты. Информационной базой для проведения вычислительных экспериментов, согласно алгоритмам α , β , γ , δ , φ и ψ , являются отчетные МОБ Республики Беларусь за 2003–2018 гг. Расчеты проводились по 6-отраслевой номенклатуре. В этом случае все элементы рассматриваемых матриц являются положительными.

В связи с мировым финансовым кризисом 2008–2011 гг., переходом в 2011 г. от Общесоюзного классификатора отраслей народного хозяйства (ОКОНХ) к Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Виды экономической деятельности» (ОКРБ 005-2006), повторным изменением классификатора в 2016 г. (переход к новой версии ОКЭД (ОКРБ 005-2011)), отразившимися на В.р. резкими изменениями уровней, авторами было принято решение о раздельном прогнозировании на периодах 2003–2010 гг. и 2011–2018 гг., а также об изменении уровней прогнозного значения показателя \hat{Z}_t и прогнозного значения ошибки $\hat{\varepsilon}_t$ для 2009, 2016 гг. в МКСС: \hat{Z}_{2016} полагается равным среднему арифметическому трех фактических значений Z_{2016} , Z_{2017} , Z_{2018} , а $\hat{\varepsilon}_{2016}$ – равным 0; \hat{Z}_{2009} полагается равным среднему арифметическому двух фактических значений Z_{2009} , Z_{2010} ; а $\hat{\varepsilon}_{2009}$ – равным 0. При реализации модели Хольта во В.р., погрешность прогнозирования которых на заданный год (из интервала прогнозирования) оказывалась большей 6%, производилась замена прогнозных уровней ряда их фактическими значениями, что эквивалентно замене коэффициентов уровня ряда и тренда: $l_t = Z_t$, $b_t = Z_{t+1} - Z_t$.

Для программной реализации алгоритмов α , β , γ , δ , φ и ψ были использованы Wolfram Mathematica (матричные преобразования и решение системы линейных алгебраических уравнений) и надстройка «Поиск решений» в Microsoft Excel для реализации МКСС (алгоритмы β , γ , δ , φ и ψ) и модели Хольта (алгоритмы α и γ). С помощью данных программных средств

спрогнозированы показатели таблицы «Затраты-Выпуск» Республики Беларусь за 2008–2010, 2016–2018 гг. и вычислены их погрешности⁶.

На основе полученных данных для указанных показателей были рассчитаны средние ошибки их прогнозов, построенных по алгоритмам α , β , γ , δ , φ и ψ для 6-отраслевой номенклатуры Республики Беларусь за 2008–2010 гг. (табл. 1) и 2016–2018 гг. (табл. 2)

Анализ табл. 1–2 приводит к следующим выводам:

1) алгоритмы α и γ показывают большие среднегодовые погрешности прогнозируемых показателей, нежели алгоритмы β и δ ;

2) алгоритмы β и δ несколько занижают (завышают) значение ЧНП на использованные товары в составе КП и дают приемлемую точность прогноза остальных показателей таблицы «Затраты-Выпуск»;

3) в алгоритмах φ и ψ средние относительные погрешности прогнозируемых показателей не превосходят аналогичные погрешности в алгоритме δ для временного интервала 2008–2010 гг., однако данный факт не всегда подтверждается для временного интервала 2016–2018 гг.

Заключение. По результатам проведенных экспериментов сделан вывод о том, что предложенные алгоритмы β , δ , φ и ψ дают приемлемую точность прогнозирования показателей таблицы «Затраты-Выпуск». Использование этих алгоритмов в балансово-эконометрической межотраслевой модели выступает здесь альтернативным подходом к прогнозированию основных параметров социально-экономического развития Республики Беларусь, благодаря чему можно избежать сложностей, связанных с разработкой эконометрических уравнений для элементов матрицы КПЗ и ВВ в разрезе расширенной номенклатуры МОБ.

⁶ Для вычисления погрешности прогноза матрицы КПЗ использовалась следующая формула (Кравцов, Антаневич, 2015):

$$\delta(A, A') = \sqrt{\frac{\sum_{i,j=1}^n (a'_{ij} - a_{ij})^2}{\sum_{i,j=1}^n (a'_{ij})^2}}, \text{ где } A = (a_{ij})_{n \times n} - \text{ матрица КПЗ прогнозного года, рассчитанная по модели (методу), а } A' = (a'_{ij})_{n \times n} - \text{ фактическая матрица КПЗ на прогнозный год. Аналогичным образом определяются погрешности векторов ВВ, ПП, ПЗ, ВДС, КП агрегатов и матрицы межотраслевых потоков.}$$

Таблица 1

Среднегодовые погрешности прогнозирования показателей таблицы «Затраты-Выпуск» Республики Беларусь за 2007–2010 гг. на основе алгоритмов $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varphi$ и ψ для 6-отраслевой номенклатуры, %

Показатель	Погрешность					
	Алгоритм					
	α	β	γ	δ	φ	ψ
По укрупненным агрегатам						
Матрица КПЗ	6,14	2,87	5,63	2,77	2,76	2,77
Матрица межотраслевых потоков	8,26	4,77	9,66	5,51	4,45	5,19
Вектор ВДС	7,31	2,69	7,31	2,69	-	2,04
Вектор КП	7,46	4,95	7,87	5,20	3,75	4,67
Вектор ВВ	6,24	3,14	7,37	3,82	2,63	3,51
Вектор ПЗ	6,88	3,96	8,75	5,03	3,82	4,70
Вектор ПП	6,75	2,58	8,15	3,32	2,31	3,04
По республике						
Суммарное значение ВДС (суммарное значение КП)	2,06	1,78	2,06	1,78	-	0,00
Суммарное значение ПЗ (суммарное значение ПП)	4,08	1,66	6,22	2,67	1,59	2,38
Суммарное значение ВВ	3,23	1,17	4,45	1,66	0,93	1,39
ЧНП на использованные товары в составе КП	19,56	10,12	19,56	10,12	-	-

Примечание. Прочерки в таблице означают, что расчеты по данным показателям не проводились.

Источник: авторская разработка.

Таблица 2

Среднегодовые погрешности прогнозирования показателей таблицы «Затраты-Выпуск» Республики Беларусь за 2016–2018 гг. на основе алгоритмов $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varphi$ и ψ для 6-отраслевой номенклатуры, %

Показатель	Погрешность					
	Алгоритм					
	α	β	γ	δ	φ	ψ
По укрупненным агрегатам						
Матрица КПЗ	8,46	3,36	7,78	3,57	3,64	3,57
Матрица межотраслевых потоков	8,92	4,92	9,25	5,51	4,86	5,37
Вектор ВДС	8,92	1,78	8,92	1,78	-	1,49
Вектор КП	8,52	3,08	7,59	2,76	2,23	2,57
Вектор ВВ	6,08	1,95	6,22	2,44	3,70	3,27
Вектор ПЗ	7,33	3,75	7,84	4,55	5,87	5,42
Вектор ПП	7,70	4,33	7,90	4,90	6,26	5,77
По республике						
Суммарное значение ВДС (суммарное значение КП)	1,51	0,90	1,51	0,90	-	0,00
Суммарное значение ПЗ (суммарное значение ПП)	4,91	3,00	6,29	3,66	4,90	4,57
Суммарное значение ВВ	2,56	1,20	3,30	1,56	2,05	2,46
ЧНП на использованные товары в составе КП	12,98	7,92	12,98	7,92	-	-

Примечание. Прочерки в таблице означают, что расчеты по данным показателям не проводились.

Источник: авторская разработка.

ЛИТЕРАТУРА

- Алмон К.** 2016. Межотраслевые модели INFORUM: происхождение, развитие и преодоление проблем. *Проблемы прогнозирования*. №2. С. 3–15.
- Баранов Э.Ф., Пионтковский Д.И., Старичина Е.А.** 2019. Методологические проблемы использования метода структурной декомпозиции в модели «Затраты-Выпуск» на современном этапе. *Проблемы прогнозирования*. №2. С. 27–36.
- Быков А.А., Шаблинская Т.В.** 2020. Декомпозиция факторов экономического роста, основанного на спросе, с применением методологии межотраслевого баланса. *Белорусский экономический журнал*. №1. С. 4–21.
- Клебанова Т.С., Кизим Н.А. (ред.)** 2010. *Модели оценки, анализа и прогнозирования социально-экономических систем*. Харьков: ФЛП Павленко А. Г.; ИД «ИНЖЭК». 280 с.
- Кравцов М.К.** 2017. Методический подход к построению комплексной динамической межотраслевой модели среднесрочного прогнозирования основных макропоказателей белорусской экономики. *Экономика, моделирование, прогнозирование*. Сборник научных трудов. Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. Выпуск. 11. С. 202–213.
- Кравцов М.К., Антаневич А.А.** 2015. Прогнозирование важнейших показателей белорусской экономики на основе балансово-оптимизационной модели. *Белорусский экономический журнал*. №1. С. 110–123.
- Кравцов М.К., Борейко Н.Н., Никитина А.К.** 2014. Информационные и методические аспекты построения балансово-эконометрической межотраслевой модели отечественной экономики. *Экономика, моделирование, прогнозирование*. Сборник научных трудов. Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. Выпуск 8. С. 39–49.
- Кравцов М.К., Гладкая А.А.** 2019. Применение различных версий балансово-оптимизационной межотраслевой модели для прогнозирования основных показателей социально-экономического развития Республики Беларусь. *Экономика, моделирование, прогнозирование*. Сборник научных трудов. Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. Выпуск 13. С. 176–191.
- Кравцов М.К., Гладкая А.А., Дехтярь Т.А.** 2020. Прогнозирование основных параметров социально-экономического развития Республики Беларусь на основе динамической межотраслевой модели. *Белорусский экономический журнал*. №2. С. 4–24.
- Кравцов М.К., Лазовский В.Г.** 2018. Прогнозирование коэффициентов прямых затрат на основе расширенной версии метода Хорафаса. *Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь*. №11. С. 4–12.
- Кравцов М.К., Лазовский В.Г., Федченко Л.В.** 2018. Прогнозирование макропоказателей белорусской экономики на основе динамической балансово-эконометрической межотраслевой модели. *Экономика, моделирование, прогнозирование*. Сборник научных трудов. Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. Выпуск 12. С. 202–219.
- Леонтьев В.В.** 1958. *Исследование структуры американской экономики*. Пер. с англ. Москва: Госстатиздат. 640 с.
- Никитина А.К.** 2018. Прогнозирование коэффициентов прямых затрат на основе неструктурных эконометрических моделей. *Экономика, моделирование, прогнозирование*. Сборник научных трудов. Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. Выпуск 12. С. 267–278.
- Савинов Г.В., Светульников С.Г.** 2006. Комплексные переменные в экономическом анализе и моделировании. *Известия Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов*. №4. С. 21–35.
- Широв А.А., Янговский А.А.** 2017. Межотраслевая макроэкономическая модель RIM – развитие инструментария в современных экономических условиях. *Проблемы прогнозирования*. №3. С. 2–18.
- Lamonica G.R., Recchioni M.C., Chelli F.M., Salvati L.** 2020. The efficiency of the cross-entropy method when estimating the technical coefficients of input-output tables. *Spatial Economic Analysis*. Vol. 15. Issue 1. P. 62–91.
- Long W., Wang H.** 2008. *Predictive Modeling of Large-Scale Sequential Curves based on Clustering*. 8th International Conference on Computational Science. Krakow, Poland, 2008, June 23–25, Proceedings. Springer: Computational Science – ICCS 2008. Part II. P. 486–493.

Статья поступила 21.06.2021 г.



ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Котлярова Т.В., Драгун Н.П.

В Основных положениях программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. принят курс на цифровую трансформацию экономики, состоящую во внедрении и интеграции информационно-коммуникационных и передовых производственных технологий во все сферы жизнедеятельности¹. В этой связи актуальным является научное обоснование содержания данного процесса, определение порождаемых им новых возможностей экономического роста помимо традиционно анализируемого в этом случае изменения бизнес-процессов организаций.

Рассматривая такие экономические категории, как цифровизация (англ. – digitization, digitalization), цифровая трансформация, информатизация экономики и общества, попытаемся установить отношения между ними.

По нашему мнению, автоматизация, информатизация, цифровизация и цифровая трансформация – это последовательные этапы в развитии процессов создания добавленной стоимости и в целом экономического развития. На первом этапе происходит замена ручного труда машинным (механизация и автоматизация), затем – автоматизация интеллектуальной деятельности, а именно внедрение информационных технологий в различные сферы общества (информатизация). На третьем этапе по мере развития цифровых технологий, а также с внедрением интегрированных информационных систем и систем аналитики осуществляется процесс цифровизации. Наконец, результатом массовой цифровизации различных областей человеческой деятельности является качественное изменение структуры экономики. Этот процесс и представляет собой циф-

ровую трансформацию – создание (построение) цифровой экономики.

Проведенное нами исследование показало, что в литературе пока нет общепринятого определения цифровой экономики. В большинстве зарубежных источников при ее описании акцент делается на технологиях и связанных с их использованием изменениях в бизнес-процессах и способах взаимодействия участников экономической деятельности. При этом могут упоминаться либо конкретные технологии, либо те или иные формы изменений экономических процессов, с ними связанные. Часто при определении цифровой экономики перечисляют ее основные направления.

В зарубежной литературе выделяют ряд этапов эволюции подходов к трактовке сущности цифровой экономики. Одним из первых был

ОБ АВТОРАХ

**КОТЛЯРОВА**

Татьяна Викторовна
(tatyana_kotlyarova@mail.ru),
аналитик, Белорусская
универсальная товарная биржа
(г. Минск, Беларусь).

Сфера научных интересов:
экономика сферы услуг,
цифровизация экономики.

**ДРАГУН**

Николай Павлович
(dragunnp@gmail.com),
кандидат экономических наук,
доцент, заведующий отделом
сводного планирования и
методологии регионального
развития НИЭИ Министерства
экономики Республики Беларусь
(г. Минск, Беларусь).

Сфера научных интересов:
региональная экономика,
теория отраслевых рынков.

¹ URL: <https://www.sb.by/articles/osnovnye-polozeniya-proekta-programmy-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-respubliki-belarus-na-2021-2025.html>.

техноцентристский подход (90-е годы XX в. – 2000-е годы), согласно которому цифровая экономика рассматривается как процесс изменения существующих отраслей (секторов) национальной экономики посредством информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и интернета (Тапскотт, 1996; Негропonte, 1995; Бриньольфссон, Кахин, 2000; Йоханссон, Карлссон, Стоу, 2006; Карлссон, 2004). В 2000-е годы представитель трансформационного подхода Шарма (Кехал, Сингх, 2005) обозначал цифровую экономику как формирование новых бизнес-моделей, рынков и отраслей в результате интеграции ИКТ в бизнес-процессы. В 2010-е годы в экосистемном подходе Скилтона (2015) цифровая экономика трактуется как часть цифровой экосистемы, взаимодействие технологий в бизнесе, способствующее созданию новых видов рыночной конъюнктуры, бизнеса, потребителей, опыта согласования действий контрагентов на рынке.

С точки зрения экспертной группы по налогообложению Еврокомиссии (2014 г.) цифровая экономика рассматривается как экономика, которой присущи мобильность, сетевые эффекты, способствующие созданию стоимости посредством многосторонних моделей бизнеса, которые представляют собой взаимодействие нескольких групп пользователей в рамках цифровой платформы, в результате чего образуются положительные или отрицательные внешние эффекты и данные как источник стоимости².

Концептуальные основы опыта формирования цифровой экономики Великобритании, изложенные в «UK Digital Strategy», подразумевают ее трактовку как совокупности рабочих мест, включающих: рабочие места собственно цифрового (ИКТ) сектора, а также рабочие места вне вышеуказанного сектора, применяющие цифровые технологии в производственном процессе³.

Анализ результатов российских исследований феномена цифровой экономики позволяет вы-

делить три основных подхода: воспроизводственный, киберсистемный и институциональный. С позиций воспроизводственного подхода (Кульков, 2017; Лapidус, 2017; Юдина, 2016) феномен цифровой экономики в широком смысле трактуется как совокупность отношений, складывающихся в результате производства, распределения, обмена и потребления благ, основанных на онлайн-технологиях; стадия развития неэкономике, для которой характерны масштабное использование цифровых технологий в экономических процессах, а также формирование нового типа экономических отношений – М2М (машинное взаимодействие).

В свою очередь, с позиций киберсистемного подхода (Ведута, Джакубова, 2017) цифровая экономика трактуется как экономическая киберсистема, допускающая возможность управления ею с целью обеспечения необходимого направления развития.

Анализируя цифровую экономику в институциональном контексте, Е.В. Богомолов и Е.В. Купчишина трактуют ее как совокупность взаимосвязанных институтов и организаций, способствующих ускорению воспроизводственного процесса и созданию цифровых благ.

Обобщая описанные выше результаты исследований, определим цифровую экономику как совокупность хозяйственных отношений, а также институтов, их регламентирующих, характеризующихся использованием бизнес-моделей и способов взаимодействия контрагентов на основе инфраструктуры цифровой связи и мониторинга, цифровых платформ и ИКТ, результатов их применения в виде новых рынков, продуктов, видов экономической деятельности, для эффективности которых решающее значение имеют сетевые эффекты и цифровые данные как «цифровой след» названного взаимодействия.

В цифровой экономике выделяются три сектора⁴: собственно цифровой (разработка ИКТ, цифровых решений и платформ); сектор, появившийся в результате использования циф-

² Working Paper: Digital Economy – Facts & Figures. European Commission, Expert Group on Taxation of the Digital Economy. 2014. URL: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/taxation/gen_info/good_governance_matters/digital/2014-03-13_fact_figures.pdf.

³ UK Digital Strategy. Department for Digital, Culture, Media and Sport. 2017. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/uk-digital-strategy/uk-digital-strategy>.

⁴ Доклад о цифровой экономике 2019. Создание стоимости и получение выгод: последствия для развивающихся стран. Обзор ЮНКТАД. 2019. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/der2019_overview_ru.pdf.

ровых платформ и ИКТ; сектор цифровизированных традиционных отраслей. В соответствии с этим цифровизация экономики предполагает развитие каждого из этих секторов.

По нашему мнению, для экономического роста Республики Беларусь в среднесрочной перспективе приоритетным является развитие не только цифровизированных традиционных отраслей экономики, но и собственно цифрового сектора. Обусловлено это тем обстоятельством, что на ранних стадиях процесса цифровой трансформации отдача от внедряемых инноваций (цифровая трансформация бизнес-процессов организаций традиционных отраслей) определяется нижним сегментом S-образной кривой, и связано это с недостаточной пока отдачей от масштаба и обучения, а также начальными стадиями кривой жизненного цикла новых цифровизированных продуктов. В данном случае основной эффект получают производители цифровых решений, создатели цифровых технологий и платформ, у которых масштаб деятельности и накопленный эффект обучения к этому времени значительно выше. Целесообразным в связи с этим при планировании и реализации мер по цифровой трансформации экономики Беларуси представляется делать акцент как на изменении бизнес-процессов в традиционных сферах экономики, так и на развитии сектора, разрабатывающего цифровые технологии и цифровые решения. По нашему мнению, наиболее перспективными из них в коммерческом плане являются перечисленные ниже.

1. *Роботизированные руки и «ловкие роботы»*, цифровое решение, заключающееся в придании функциональных способностей роботам на основе роботизированных рук, которые могут самостоятельно манипулировать незнакомыми предметами. По данным International Data Corporation (IDC), мировой рынок робототехнических систем в 2019 г. составил 95,4 млрд долл. США. В 2020 г. эксперты прогнозировали его рост на 17,8%, до 112,4 млрд долл. США. По данным Международной федерации робототехники, объем продаж промышленных роботов в 2019 г. составил 16,5 млрд долл. США; установлено 422 тыс. роботов, а их общее число достиг-

ло 2,4 млн ед.⁵ Объем мирового рынка сервисных роботов оценивается Research and Markets в 14,1 млрд долл. США. По прогнозам Research and Markets, глобальный рынок роботизированных манипуляторов будет демонстрировать среднегодовой темп роста, превышающий 13,8% в течение прогнозируемого периода: 17,9 млрд долл. США в 2018 г. и 39,2 млрд долл. к 2024 г.⁶

Беларусь обладает необходимыми компетенциями по разработке и созданию роботов-манипуляторов и коллаборативных роботов, а также их компонентов (сервоприводов, двигателей и т.д.). Ярким примером являются решения на базе робота PULSE, предлагаемые компанией Rozum Robotics⁷.

2. *Технологии «больших данных»*, включающие ряд новых решений, позволяющих собирать, хранить и извлекать информацию из «больших данных», т. е. из чрезвычайно обширных массивов данных, которыми трудно управлять с помощью обычных аналитических инструментов. В 2018 г. объем глобального рынка Big Data и бизнес-аналитики (global big data and business analytics market) достиг 168,8 млрд долл. США. В соответствии с оценкой IDC, объем глобального рынка больших данных по итогам 2019 г. увеличился на 12% по сравнению с показателями предыдущего года и достиг 189,1 млрд долл. США. Кроме того, в период 2018–2022 гг. предполагается рост рынка со среднегодовым темпом 13,2%. Таким образом, к 2022 г. объем рынка может увеличиться до 274,3 млрд долл. США. Research And Markets прогнозирует возможные темпы роста глобального рынка Big Data на уровне 19,7% ежегодно на период 2019–2025 гг.⁸

⁵ URL: <https://russian.eurasianet.org/россия---лидер-или-аутсайдер-в-сфере-робототехники>.

⁶ Global Robotic Arm Market by Payload Capacity, By Type, By End User Industry, By Application, By Region, Competition, Forecast & Opportunities, 2024. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4758453/global-robotic-arm-market-by-payload-capacity-by#pos-2>.

⁷ Rozum Robotics. URL: <https://rozum.com/>.

⁸ Global big data and business analytics revenue from 2015 to 2022. URL: [https://www.statista.com/statistics/551501/worldwide-big-data-business-analytics-revenue/#:~:text=Big%20data%20and%20business%20analytics%20revenue%20worldwide%202015%2D2022&text=The%20global%20big%20data%20and,\(CAGR\)%20of%2013.2%20percent](https://www.statista.com/statistics/551501/worldwide-big-data-business-analytics-revenue/#:~:text=Big%20data%20and%20business%20analytics%20revenue%20worldwide%202015%2D2022&text=The%20global%20big%20data%20and,(CAGR)%20of%2013.2%20percent).

В Республике Беларусь необходимыми для разработки технологий «больших данных» компетенциями обладает достаточно большое количество организаций в сфере науки (например, Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси), образования (прежде всего, БГУИР), а также информации и связи (например, IT-компании-резиденты ПВТ).

3. *Технологии социальных сетей и социальной коммерции*, позволяющие пользователям образовывать виртуальные группы на основе таких факторов, как общие интересы, биографические и географические характеристики. Согласно отчету исследовательской компании Grand View Research, в 2020 г. объем рынка социальной коммерции оценивался в 474,8 млрд долл. США. Ожидается, что с 2021 по 2028 г. он будет расти с совокупным среднегодовым темпом роста 28,4%⁹. Объем рынка продаж в социальных каналах (соцсетях, мессенджерах и на сайтах объявлений) в период с июля 2017 по июнь 2018 г. составил, по оценке компании Data Insight, 590 млрд росс. руб. Эти каналы продаж использует большинство компаний и продавцов, предлагающих товары или услуги в интернете¹⁰.

Согласно итоговому отчету Digital 2021 компании Data Reportal совместно с We Are Social и Hootsuite, число пользователей социальных сетей в Беларуси составляет 3,9 млн чел. (41,3% населения), а сайты VK.COM и OK.RU занимают третье и шестое места соответственно среди наиболее посещаемых сайтов Байнета (согласно данным Alexa за январь 2021 г.). В Беларуси активная аудитория Facebook составляет 320 тыс. чел., Instagram – 2,5 млн чел., аудитория Linkedin – 630 тыс. чел., Twitter – 146,8 тыс. чел.¹¹ Несмотря на то что все популярные в настоящее время в Беларуси социальные сети иностранные, в стране есть компетенции по их созданию – примером могут служить такие прекратившие свое существование социальные сети, как Parta.by, Moe.by, Vseti.by и др.

⁹ Social Commerce Market Share Report, 2021–2028. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/social-commerce-market>.

¹⁰ Data Insight: Более половины интернет-пользователей совершают покупки в социальных сетях. URL: <https://www.sostav.ru/publication/data-insight-39589.html>.

¹¹ DIGITAL 2021: BELARUS. URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2021-belarus>.

4. *Технологии и решения «умных городов»*, позволяющие с использованием информационных технологий существенно повысить производительность инфраструктуры и качество жизни горожан, одновременно сводя к минимуму потребление ресурсов и ущерб экологии. Объем глобального рынка решений Smart City («Умный город») к 2025 г. может превысить 2,5 трлн долл. США, по оценке Grand View Research. Сегодня на нем доминируют Северная Америка и страны Евросоюза^{12,13}.

В Беларуси технологии «умных городов» определены одним из приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг., а механизмом его реализации – проект будущего «Умные города Беларуси»¹⁴. Уже реализован пилотный проект на базе Полоцкого района и разработано приложение «Мой Полоцк», в котором реализовано 25 городских сервисов, разделенных на два блока. Первый – организации: Полоцкий РИК, банки, здравоохранение, образование, спорт, транспорт и другие, второй – отдых: туризм, торговля, кафе и рестораны.

5. *Технологии искусственного интеллекта (ИИ) и нейронных сетей*, при внедрении которых автоматизация выходит за рамки, задаваемые жесткими моделями программирования, а искусственный интеллект используется для более естественного взаимодействия с окружением и людьми. Перспективными для Республики Беларусь направлениями использования ИИ являются: автомобили с автоматическим (беспилотным) управлением; социальные роботы (используют искусственный интеллект, чтобы преобразовывать информацию, полученную через камеры и другие датчики; распознавать голоса, лица и эмоции; интерпретировать речь и жесты; адекватно реагировать на сложные словесные и невербальные сигналы; устанавливать зритель-

¹² Город набирается ума. URL: <https://rg.ru/2020/02/09/obem-rynka-reshenij-smart-city-k-2025-godu-mozhet-prevysit-25-trln.html>.

¹³ Social Commerce Market Share Report, 2021–2028. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/social-commerce-market>.

¹⁴ Состоялась презентация платформы цифровых коммуникаций «Мой город». Министерство связи и информатизации Республики Беларусь. URL: <https://www.mpt.gov.by/ru/news/19-02-2021-7015>.

ный контакт; разговаривать и адаптироваться к потребностям людей, учась на обратной связи (похвале и критике); терапевтические роботы (для работы с пожилыми людьми); говорящие ИИ-помощники (способствуют прогрессу в обработке естественного языка). Ожидалось, что мировой рынок технологий искусственного интеллекта (программного, аппаратного обеспечения и услуг) в 2020 г. вырастет до 156,5 млрд долл. США, что на 12,3% больше, чем в 2019 г. Несмотря на некоторое замедление роста в 2020 г. из-за пандемии COVID-19, аналитики IDC считают, что темп инвестиций в технологии искусственного интеллекта скоро восстановится. К 2024 г. объем рынка превысит 300 млрд долл. США¹⁵. Согласно исследованию компании Adroit Market Research, мировой рынок цифровых решений для транспорта и логистики может достичь 145,28 млрд долл. США к 2025 г.¹⁶

Республика Беларусь является одним из лидеров в Европе по разработке технологий искусственного интеллекта и нейронных сетей, а также их применению для решения прикладных задач. Примером являются продукты белорусских компаний InData Labs (прогнозирование временных рядов, синтез и анализ речи); Ideanomix Digital (прогнозирование циклов); Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси (диагностика заболеваний на основе распознавания изображений); Masquerade, Synesis (распознавание образов) и многих других.

6. *Технологии Blockchain и криптографических якорей*, имеющие потенциал во всех сферах – от здравоохранения до выборов, недвижимости и правоохранительных органов. К 2025 г. рынок блокчейн-технологий достигнет 21 млрд долл. США, говорится в отчете аналитической компании Fortune Business Insights. Согласно прогнозам Global Industry Analysts, Inc, мировой рынок технологии блокчейн, оцениваемый 4,4 млрд долл. США в 2020 г., достигнет размера 142,5 млрд долл.

¹⁵ IDC: К 2020 г. рынок технологий искусственного интеллекта превысит 300 миллиардов долларов. URL: <https://www.computerworld.ru/news/IDC-K-2020-godu-rynok-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta-prevysit-300-milliardov-dollarov>.

¹⁶ «Умные» комбайны и дроны-геологи: как цифровизация меняет экономику. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/5efb5b0a9a79473caae9518c>.

США к 2027 г., при этом среднегодовой темп роста за 2020–2027 гг. составит 64,2%^{17,18}.

В Республике Беларусь разработкой продуктов на основе технологии Blockchain занимается множество компаний, лидерами среди которых являются SMARTYM PRO (Ethereum, Hyperledger, Corda, EOS), ONTID, HF-solution¹⁹. Создана ассоциация Blockchain-разработчиков «Технологии Распределенных Реестров»²⁰.

7. *Дополненная реальность и виртуальная реальность (VR и AR)*, технологии, объединяющие физический и цифровой миры, когда VR блокирует реальный мир и погружает пользователя в цифровой, а AR добавляет элементы цифрового мира в реальный.

Экосистема разработчиков технологий дополненной и виртуальной реальности в Беларуси прежде всего представлена такими компаниями, как Masquerade (AR-приложение MSQRD); Wannaby (приложения виртуальной примерки обуви, украшений и др.); Vanuba (дополненная реальность и компьютерное зрение); Grymala (приложения для измерения объектов с помощью технологии AR); Wargaming (VR-версия World of Tanks) и другими.

8. *Технологии совместного телеприсутствия (совместная виртуальная реальность) Collaborative Telepresence*, являющиеся комплексом технологий дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR), технологий 5G, сенсорных датчиков. Согласно IDC, в 2020 г. ожидалось, что объем рынка в денежном выражении окажется на уровне 12 млрд долл. США. Среднегодовой темп роста в течение пятилетнего периода прогнозируется на уровне 54,0%. В результате в 2024 г. отрасль достигнет объема 72,8 млрд долл. США. Таким образом, по сравнению с 2020 г. расходы увеличатся шестикратно. На аппаратные решения в 2024 г. придется около $\frac{2}{3}$ в общем объеме затрат. Почти

¹⁷ Blockchain Technology – Global Market Trajectory & Analytics. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4070981/blockchain-technology-global-market-trajectory#pos-1>.

¹⁸ Fortune Business Insights: блокчейн-рынок достигнет 21 млрд долл. США за 5 лет. URL: <https://www.rbc.ru/crypto/news/5ebc0b679a794711d9b652d9>.

¹⁹ Беларусь: рейтинг разработчиков на Blockchain. URL: <https://wadline.ru/blockchain/by>.

²⁰ Ассоциация «Технологии Распределенных Реестров». URL: <http://blockchainbelarus.by/>.

25% займут программные продукты. Оставшаяся часть рынка достанется поставщикам сопутствующих сервисов. Отмечается также, что до 2024 г. среднегодовой темп роста в потребительском сегменте составит около 34,1%, что существенно ниже среднего показателя по рынку в целом²¹.

В настоящее время лидерами в разработке технологий телеприсутствия являются компании Cisco Systems, Tandberg, Polycom, LifeSize и Huawei. В то же время у белорусских компаний есть необходимые компетенции по разработке программного компонента продуктов Collaborative Telepresence, которые могут быть реализованы в кооперации с зарубежными компаниями, например, Huawei.

9. *Облачные вычисления и сервисы*, предполагающие размещение и обработку информации, располагающейся на множестве серверов – «облаке» интернета. По данным IDC, мировой рынок общедоступных облачных сервисов, включая IaaS, PaaS и SaaS, в 2019 г. увеличился на 26% к уровню 2018 г. и составил 233,4 млрд долл. США. IDC прогнозирует, что тенденция сохранится в течение следующих пяти лет. Ожидалось, что в 2020 г. расходы на облачные услуги вырастут на 32%. Темпы роста сохранятся, и в 2025 г. общие затраты достигнут 1235 млрд долл. США (+430% к 2020 г.)²².

По информации Национального статистического комитета Республики Беларусь, в 2020 г. 30,5% белорусских организаций пользовались сервисами облачных вычислений, в том числе сервисами для приема и передачи электронной почты (66,2% от числа организаций, использующих подобные сервисы); для размещения баз данных и хранения файлов (62,1%); для доступа к программному обеспечению, предоставляемому провайдером облачных сервисов (61,1%); для размещения собственного программного обеспечения (34,3%)²³. Таким образом, в стране сфор-

мировалась, прежде всего на базе ПВТ, целая экосистема разработчиков технологий и продуктов облачных вычислений и сервисов.

10. *Интернет вещей (IoT)* – сеть подключенных устройств, которые собирают и обмениваются данными о том, как они используются, и об условиях, в которых они работают. С IoT можно создать «умные города» с оптимизированной системой дорожного движения, эффективным управлением отходами и т.д. Компания IDC оценила мировой рынок «экосистемы IoT» в 2023 г. в 1,1 трлн долл. США; компания Cision полагает, что к указанному времени сегмент достигнет примерно 0,84 трлн долл. США; мнение Statista – 0,8 трлн долл. США; оценка Fortune Business Inside – 0,57 трлн долл. США; Orbis Research – 0,42 трлн долл. США. Мировой рынок интернета вещей вырастет до 24,1 млрд устройств к 2030 г., принося годовой доход в 1,5 трлн долл. США. К концу 2019 г. этот рынок насчитывал 7,6 млрд активных IoT-устройств. С точки зрения выручки общий объем рынка IoT в 2019 г. составил 465 млрд долл. США, и эта сумма вырастет до 1,5 трлн долл. США в 2030 г.^{24,25}

В Беларуси созданы и успешно эксплуатируются решения на базе технологий интернета вещей, например, программно-аппаратные комплексы дистанционного контроля рельсовых путей, процессов выращивания и хранения урожая, изоляционного слоя трубопроводов тепловых сетей, состояния складских помещений, системы «умного дома», здания, города, аналитические системы мониторинга транспорта и системы слежения с использованием сетей NB-IoT белорусских мобильных операторов.

11. *Цифровые двойники*, представляющие собой интерактивные цифровые модели функционирования систем (города, предприятия, организация и др.), виртуальную копию физического объекта или процесса. Аналитическое бюро Gartner прогнозировало, что уже к 2021 г. половина крупных промышленных компаний будет использовать цифровые двойники, что повысит их эффективность на 10%. Ожидается, что к 2024 г.

²¹ Мировой рынок виртуальной и дополненной реальности ждет взрывной рост, и коронавирус ему не помешает. URL: <https://3dnews.ru/1025590/mirovoy-rynok-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti-gdyot-vzrivnoy-rost-i-koronavirus-emu-nepomeshayet>.

²² Что происходит на рынке облачных сервисов. URL: <https://journal.tinkoff.ru/cloud-invest/>.

²³ URL: https://www.belstat.gov.by/o-belstate_2/novosti-i-meropriyatija/novosti/ob_iskolzovanii_informatsionno-kommunikatsionnykh_tekhnologiy_v_respublike_belarus_v_2020_godu/.

²⁴ IoT – рынок, тренды, проблемы и перспективы. URL: <http://sib.com.ua/sib-02-111-2020/iot.html>.

²⁵ URL: <https://www.comnews.ru/content/207533/2020-06-09/2020-w24/umnye-datchiki-ne-dlya-neudachnikov>.

рынок Digital Twins достигнет 16 млрд долл. США. Согласно результатам исследований компании Deloitte, объем глобального рынка технологий цифровых двойников к 2023 г. приблизится к 16 млрд долл. США, тогда как обороты рынка технологий, формирующих базу для этого прогресса (в частности, IoT и машинного обучения), к 2020 г., по прогнозам, должны были удвоиться. По оценкам международной исследовательской фирмы Markets and Markets, индустрия Digital twin в США вырастет с 3,8 млрд долл. США в 2020 г. до почти 36 млрд долл. США к 2025 г., отчасти из-за пандемии COVID-19^{26, 27, 28}.

В настоящее время белорусские компании предлагают услуги, например, по разработке цифровых двойников контейнерного терминала, морского порта, атомной электростанции (ИВА Group), предприятия и его отдельного цеха (компания «Гросвер Консалт»).

²⁶ Как цифровые двойники помогают российской промышленности. URL: <https://rb.ru/longread/digital-twin/>.

²⁷ URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/cifrovoj-dvojniki-digital-twin>.

²⁸ URL: <https://blogs.3ds.com/russia/digital-twins-global-trend-of-digitalization/>.

Таким образом, мировой рынок цифровых технологий и решений по отношению к масштабу экономики Беларуси является чрезвычайно емким, а прогнозируемые среднегодовые темпы его роста на период до 2025 г. составляют более 10,0% (см. таблицу).

Следует отметить, что Беларусь обладает необходимыми для развития всех вышеперечисленных технологий компетенциями. Используя имеющийся в сфере ИКТ потенциал, а также институциональные условия, созданные декретами Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 г. №8 «О развитии цифровой экономики»; от 22 сентября 2005 г. «О Парке высоких технологий»; Указом от 12 мая 2017 г. №166 «О совершенствовании специального правового режима Китайско-Белорусского индустриального парка «Великий камень», страна расширит возможности выхода на мировой рынок цифровых технологий и достижения темпов экономического роста, предусмотренных Основными положениями Программы социально-экономического развития на 2021–2025 годы.

Таблица

Оценки мирового рынка цифровых технологий и решений

Цифровая технология / Решение	Оцениваемая емкость рынка, млрд долл. США	Прогнозный среднегодовой темп роста рынка, %*
Роботизированные руки и «ловкие роботы»	17,9 (2018 г.)	13,8 (2019–2024 гг.)
Технологии «больших данных»	189,1 (2019 г.)	13,2 (2018–2022 гг.) 19,7 (2019–2025 гг.)
Технологии социальных сетей и социальной коммерции	474,8 (2020 г.)	28,4 (2021–2028 гг.)
Технологии и решения «умных городов»	2500,0 (2025 г.)	–
Технологии искусственного интеллекта и нейронных сетей	156,5 (2020 г.)	17,7 (2021–2024 гг.)
Технологии блокчейн и криптографических якорей	4,4 (2020 г.)	64,2 (2020–2027 гг.)
Дополненная реальность и виртуальная реальность (VR и AR), технологии совместного телеприсутствия (совместная виртуальная реальность)	12,0 (2020 г.)	54,0 (2020–2025 гг.)
Облачные вычисления и сервисы	233,4 (2019 г.)	26,0 (2020–2024 гг.)
Интернет вещей (IoT)	465,0 (2019 г.)	12,4 (2020–2030 гг.)
Цифровые двойники	3,8 (США, 2020 г.) 16,0 (2024 г.)	–

* С учетом альтернативных прогнозов.

Источник: авторская разработка.

ЛИТЕРАТУРА

Ведута Е.Н. 2017. Стратегии цифровой экономики. *Электронный вестник*. №63. С. 43–66.

Кульков В.М. 2017. Цифровая экономика: надежды и иллюзии. *Философия хозяйства*. №5. С. 145–156.

Лепидус Л.В. 2017. BIG DATA, Sharing Economy, интернет вещей, роботизация: взгляд в будущее российского бизнеса. *Перспективы развития электронного бизнеса и электронной коммерции*. Материалы III Межфакультетской научно-практической конференции молодых ученых. Москва. С. 5–24.

Юдина Т.Н. 2017. Цифровизация в контексте сопряженности Евразийского экономического союза и Экономического пояса Шелкового пути. *Философия хозяйства*. №4. С. 161–174.

Brynjolfsson E., Kahin B. 2000. *Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research*. Massachusetts, and London, England: The MIT Press. 408 p.

Carlsson B. 2004. The Digital Economy: what is new and what is not? *Structural Change and Economic Dynamics*. № 15 (3). P. 245–264.

Johansson B., Karlsson Ch., Stough R. 2006. *The Emerging Digital Economy: Entrepreneurship, Clusters, and Policy*. Berlin: Springer Science & Business Media. 352 p.

Kehal H.S., Singh V.P. 2005. *Digital Economy: Impacts, Influences and Challenges*. Hershey, London, Melbourne, Singapore: Idea Group Publishing. 395 p.

Negroponte N. 1995. *Being Digital*. New York: Knopf. 243 p.

Skilton M. 2015. *Building the Digital Enterprise: A Guide to Constructing Monetization Models Using Digital Technologies*. Berlin: Springer. 230 p.

Tapscott D. 1996. *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. New York: McGraw-Hill. 342 p.

Статья поступила 7.05.2021 г.



ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ОБРАЗ БУДУЩЕГО МАШИНОСТРОЕНИЯ БЕЛАРУСИ

Федоренчик Е.Л.

В современных условиях машиностроительная отрасль сталкивается с проблемой адаптации как к традиционным, так и новым экономическим, экологическим и технологическим вызовам. В их числе: возросшая неопределенность и риск при принятии инвестиционных решений, волатильность цен на сырьевые товары, перенасыщенность рынка произведенной продукцией, повышенные требования к охране окружающей среды, безопасности персонала в условиях пандемии COVID-19 и др.

Машиностроение является одним из лидеров в промышленном секторе с позиций использования высоких технологий. Традиционно его считают менее наукоемким по сравнению с такими инновационными отраслями, как информационно-коммуникационные технологии или фармацевтика. Однако именно машиностроению принадлежит определяющая роль в производстве прогрессивных машин и технологий в других отраслях. Значительная часть био- и нанотехнологий, производства современных материалов, микро- и фотоэлектроники зависит от инноваций в машиностроении. Продукция машиностроения в качестве промежуточных товаров поставляется в другие сегменты отрасли, такие как электронное машиностроение, автомобилестроение, производство медицинского оборудования, производство инструмента и т.п.

Одним из ключевых современных трендов в экономике в целом и в промышленном секторе является *глобализация*, представляющая собой процесс слияния отдельных национальных экономик, формирование единого всемирного рынка. Для белорусской машиностроительной отрасли, которая сейчас находится в жесткой конкуренции с предприятиями России и Казахстана с

их развитым промышленным сектором, степень интеграции в мировую экономику, т. е. влияние глобализации, еще более увеличится при вступлении Беларуси во Всемирную торговую организацию.

Для оценки глобальной конкурентоспособности стран применяются методики, на основе которых составляются рейтинги Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), группы Всемирного банка, Всемирного экономического форума, Международного института развития управления в Лозанне.

Сравнительная оценка уровня развития промышленности различных стран мира осуществляется Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию ЮНИДО (United Nations Industrial Development Organization – UNIDO) по удельному весу отдельных стран в мировой добавленной стоимости обрабатывающей промышленности и по индексу конкурентоспособности промышленности.

По данным ЮНИДО, удельный вес Республики Беларусь в мировой добавленной стоимо-

ОБ АВТОРЕ



ФЕДОРЕНЧИК
Евгений Леонидович
(econotyminsk@gmail.com),
научный сотрудник
НИЭИ Министерства экономики
Республики Беларусь
(г. Минск, Беларусь).
Сфера научных интересов:
промышленная интеграция,
регулирование отношений
собственности.

сти обрабатывающей промышленности в 2017 г. в текущих ценах составил 0,09%. Среди постсоветских государств он был выше только у России (1,45%) и Казахстана (0,14%) и сопоставим с Узбекистаном (0,08%). По срав-

нению с уровнем 1990 г. удельный вес обрабатывающей промышленности Республики Беларусь снизился лишь на 0,06%, что свидетельствует об устойчивости промышленного комплекса (см. таблицу).

Таблица

Удельный вес отдельных стран в мировой добавленной стоимости обрабатывающей промышленности, долл. США, % к итогу

Страна / Объединение стран	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
В текущих ценах												
Страны СНГ												
Азербайджан	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	...	...
Армения	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	...	...
Беларусь	0,15	0,04	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,10	0,08	0,09	...	...
Казахстан	0,05	0,05	0,16	0,18	0,19	0,21	0,18	0,16	0,13	0,14	...	...
Кыргызстан	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	...	...
Республика Молдова	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	...	...
Российская Федерация	3,06	0,88	1,91	2,03	2,19	2,13	1,90	1,42	1,26	1,45	...	...
Таджикистан	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	...	...
Узбекистан	0,07	0,03	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,11	0,08	...	...
Украина	0,67	0,09	0,17	0,17	0,18	0,17	0,13	0,09	0,09	0,11	...	...
Страны вне СНГ												
Китай	2,51	6,48	18,30	20,66	22,54	24,13	25,27	26,69	26,38	27,14	...	...
США	22,28	26,11	17,15	15,96	16,17	16,33	16,29	17,41	17,07	16,76	...	...
Япония	18,12	18,53	11,34	10,33	10,22	8,21	7,61	7,48	8,49	7,54	...	...
Германия	9,64	6,80	6,50	6,60	6,07	6,21	6,34	5,74	6,02	5,98	...	...
Республика Корея	1,47	2,46	2,90	2,92	2,88	3,03	3,08	3,08	3,10	3,24	...	...
Индия	1,20	1,26	2,71	2,58	2,46	2,40	2,45	2,71	2,83	2,99	...	...
Италия	5,06	3,37	2,88	2,76	2,40	2,42	2,38	2,17	2,25	2,23	...	...
Франция	4,41	3,32	2,60	2,54	2,33	2,39	2,33	2,09	2,07	2,01	...	...
Великобритания	3,92	3,60	2,08	2,00	1,96	2,03	2,15	2,15	1,94	1,82	...	...
Бразилия	2,18	1,52	2,68	2,63	2,20	2,13	2,02	1,56	1,54	1,65	...	...
Другие	25,10	25,45	28,36	28,35	27,91	27,90	27,56	26,97	26,58	26,72	...	...
В постоянных ценах 2015 г.												
Страны СНГ												
Азербайджан	0,05	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Армения	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Беларусь	0,08	0,06	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10
Казахстан	0,18	0,12	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Кыргызстан	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Республика Молдова	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Российская Федерация	3,64	1,58	1,56	1,58	1,62	1,58	1,53	1,42	1,39	1,34	1,32	1,29
Таджикистан	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Узбекистан	0,17	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Украина	0,56	0,14	0,15	0,15	0,14	0,12	0,11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Страны вне СНГ												
Китай	4,03	9,88	21,51	22,66	24,13	25,20	25,97	26,69	27,53	28,15	28,85	29,67
США	21,98	23,94	19,66	18,85	18,31	18,33	17,87	17,41	16,66	16,45	16,40	16,31
Япония	12,75	10,23	8,33	7,79	7,74	7,50	7,47	7,48	7,45	7,33	7,12	7,01
Германия	9,53	7,41	5,90	6,14	5,87	5,69	5,78	5,74	5,84	5,76	5,64	5,42
Индия	1,14	1,48	2,30	2,27	2,34	2,39	2,48	2,71	2,84	2,89	3,00	3,11
Республика Корея	1,30	2,27	3,05	3,12	3,12	3,13	3,12	3,08	3,07	3,08	3,07	3,05
Италия	4,61	3,85	2,55	2,49	2,36	2,24	2,18	2,17	2,16	2,15	2,10	2,03
Франция	3,30	3,11	2,32	2,32	2,26	2,19	2,14	2,09	2,06	2,02	1,98	1,95
Великобритания	4,73	3,76	2,47	2,42	2,33	2,24	2,22	2,15	2,10	2,07	1,98	1,91
Индонезия	0,88	1,25	1,37	1,40	1,44	1,46	1,47	1,49	1,51	1,51	1,54	1,58
Другие	30,90	30,78	28,39	28,37	27,89	27,49	27,21	27,04	26,87	26,72	26,47	26,14

Источник: авторская разработка по данным: ЮНИДО. URL: <http://stat.unido.org>; межстрановые сопоставления – Национальный статистический комитет Республики Беларусь. URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/promyshlennost/>.

Для оценки конкурентоспособности промышленности тех или иных стран на глобальном уровне используется индекс конкурентоспособности промышленности (Competitive Industrial Performance Index – CIP), рассчитываемый ЮНИДО.

Рейтинг CIP (2020) отражает способность стран производить и экспортировать товары обрабатывающей промышленности на конкурентном уровне. По мнению ЮНИДО, конкурентоспособность – благодаря многозначности этого понятия – является более полной характеристикой экономики, чем показатели темпов экономического роста, поскольку характеризует возможности экономики достичь этих темпов в средне- и долгосрочной перспективе.

Оценка CIP учитывает объемы экспорта промышленной продукции и добавленной стоимости производства на душу населения, долю промышленной продукции, а также средне- и высокотехнологичных видов деятельности в мировой торговле и добавленной стоимости

Лидерами рейтинга в 2020 г. были Германия, Китай, Республика Корея, США, Япония, Ирландия, Швейцария, Китай, провинция Тайвань, Сингапур и Нидерланды. Из стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС) Россия занимает 32 место, Беларусь – 47, Казахстан – 68, Армения – 103, Кыргызстан – 122 место (рис. 1).

В соответствии с методикой CIP, одним из определяющих факторов высокой конкурентоспособности для отрасли машиностроения является широкое использование информационно-

коммуникационных технологий в производстве и цифровизация технологических процессов.

Наряду с глобализацией цифровизация выступает еще одним ключевым современным экономическим и промышленным мегатрендом. Цифровые стратегии развития утвердили в Германии – «Индустрия 4.0.» (2011 г.), Китае – «Интернет плюс» (2015 г.) и других странах мира (Республика Корея, Япония, Бразилия, США, Великобритания, Эстония, Голландия, Ирландия, Швеция, Сингапур, Филиппины, Малайзия).

Концепция четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0» была сформулирована в 2011–2013 гг. рабочей группой при правительстве Германии. Основные идеи были высказаны президентом Немецкой академии технических наук Х. Кагерманном, директором германского Центра исследования искусственного интеллекта В. Вальстером и заведующим департаментом ключевых технологий федерального министерства науки, образования и исследований В.Д. Лукасом (Kagermann, Lukas, Wahlster, 2011).

Необходимо отметить, что первая промышленная революция началась с изобретения парового двигателя в конце XVIII века и перехода от ручного труда к механическому производству. Вторая последовала примерно через 100 лет с применением конвейерного производства с электроприводом. Третья промышленная революция началась в 1970-ые годы. Ее отличительные черты: автоматизированные системы управления, информационные технологии, роботы и расширенное использование датчиков (рис. 2).

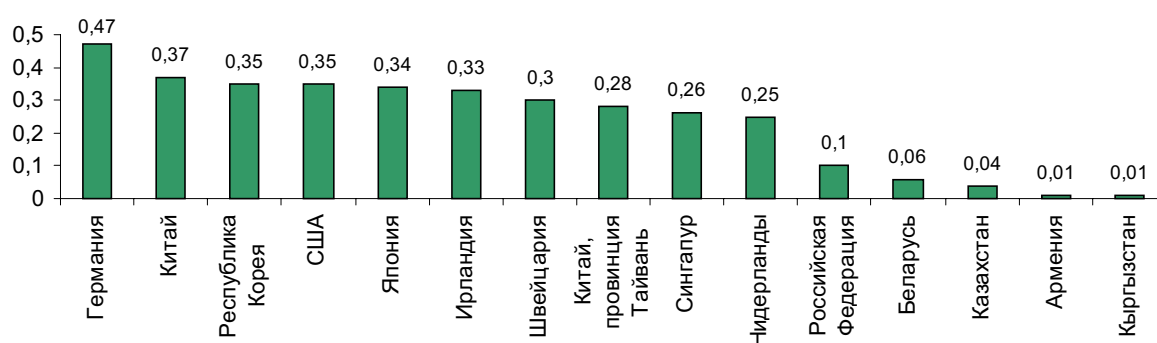


Рис. 1. Индекс конкурентоспособности промышленности – оценка CIP

Источник: United Nations Industrial Development Organization. CIP Score. Competitive Industrial Performance Index. URL: <https://stat.unido.org/database/CIP%202020>.



Рис. 2. История промышленных революций

Источник: авторская разработка.

Индустрия 4.0 – это объединение звеньев промышленной производственной цепочки с использованием современных информационных и коммуникационных технологий. Четвертая промышленная революция включает автоматизацию всех процессов и этапов производства: цифровое проектирование, создание виртуальной копии продукта, настройка оборудования на предприятии с учетом технических требований для выпуска продукта, автоматический заказ необходимых компонентов в нужном количестве, контроль их поставки, мониторинг пути готового продукта от склада на фабрике до магазина и до конечного клиента. С учетом современных технологий производитель на протяжении всего жизненного цикла продукта контролирует условия его использования, может менять настройки удаленно, обновлять программное обеспечение, предупреждать клиента о возможных дефектах и в завершении срока эксплуатации – принимать продукт на переработку.

Как отмечено в Ежегодном докладе Организации Объединенных Наций по промышленно-му развитию (2019)¹, основой Индустрии 4.0 является быстрое развитие цифровых технологий, в частности искусственного интеллекта (ИИ),

¹ URL: <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-05/Annual%20Report%202019%20%28RUS%29.pdf>.

машинного обучения, робототехники, производства на основе технологии послойного синтеза (3D-печать), интернета вещей (IoT), технологии распределенного реестра (включая блокчейн), квантовых компьютеров, а также их интеграция с биотехнологиями, нанотехнологиями и когнитивными, социальными и гуманитарными науками (известными как конвергентные и природоподобные технологии). Эти передовые технологии – инновационные, быстрорастущие, глубоко взаимосвязанные и взаимозависимые – в основе успешного всеохватывающего и устойчивого промышленного развития.

Цифровая стратегия развития Китая «Интернет плюс», разработанная в 2015 г., включает в себя наилучшие инициативы ведущих стран мира. Концепция состоит из ряда направлений: Интернет + Обрабатывающая промышленность; Интернет + Финансы; Интернет + Медицина; Интернет + Правительство; Интернет + АПК. Направление Интернет + Обрабатывающая промышленность означает, что промышленные компании должны широко использовать информационные и коммуникационные технологии для улучшения имеющегося способа производства. С помощью мобильной сети передачи данных традиционные производители могут установить аппаратное и программное обеспечение на автомобилях, бытовой технике, аксессуарах и дру-

гих промышленных продуктах для достижения функции дистанционного управления, автоматического сбора и анализа данных.

В настоящее время основой цифровой экономики в Китае является электронная промышленность. Активно развивается такая ее составляющая, как телекоммуникации, включая строительство и эксплуатацию соответствующей инфраструктуры, вывод на рынок различных интернет-сервисов в промышленной и потребительской сферах.

Цифровизация относится к приоритетным направлениям развития и в Республике Беларусь. Так, Основными положениями проекта Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы предусматривается курс на внедрение и интеграцию информационно-коммуникационных и передовых производственных технологий во все сферы жизнедеятельности. Беларусь намерена увеличить долю сектора ИКТ в ВВП до 7,5% в 2025 г.²

Для организации полноценной цифровой трансформации в стране предстоит сформировать нормативную правовую базу и внедрить действенные инструменты управления процессами цифровизации экономики.

В промышленности будут внедрены информационно-коммуникационные и передовые производственные технологии, базирующиеся на стыке технологий четвертой промышленной революции, получит развитие смарт-индустрия.

Цифровая (виртуальная) инфраструктура будет строиться с применением технологий искусственного интеллекта, анализа больших данных, виртуальной и дополненной реальности, интернета вещей, робототехнических систем различного назначения и ряда других.

В соответствии с Основными положениями проекта Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы, полномасштабная цифровая трансформация позволит обеспечить прогрессивные сдвиги в отраслевой и технологической структуре национальной экономики. Тем самым откроется

новое «окно возможностей» для повышения качества жизни белорусских граждан.

Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года (НСУР-2035) предусматривает развитие конкурентоспособного промышленного комплекса и его цифровизацию посредством реализации Концепции четвертой промышленной революции, создания новых производств высоких технологических укладов и обеспечения экологической устойчивости производств³.

Основными направлениями развития промышленных видов деятельности будут: внедрение новых прогрессивных технологий, создание роботизированных и автоматизированных производств, повышение качества менеджмента, развитие платформ смарт-индустрии.

Высокие затраты при производстве продукции и длительность инвестиционного цикла определяют важность и большую цену просчетов при определении стратегических ориентиров развития промышленных предприятий.

Чтобы добиться успеха, необходимо повысить прибыльность и максимизировать доходность капитала в цепочках создания стоимости, связанных с активами и производственной деятельностью. В контексте управления жизненным циклом основных активов процесс предполагает включение всей цепочки – от методов проектирования и разработки актива до его эксплуатации и обслуживания, обеспечивающих оптимальную доступность и безотказность работы.

На уровне машиностроительных предприятий применительно к Республике Беларусь, с учетом опыта компаний Германии, Китая, Республики Корея, Японии (Roland Berger Strategy Consultants, 2015), наиболее перспективными цифровыми технологическими решениями представляются *система организации производства «точно в срок», концепция «цифрового предприятия», подход «бережливое производство», цифровые системы мониторинга, управления созданием ценности и ряд других.*

² Основные положения проекта Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы. URL: <https://www.sb.by/articles/osnovnye-polozeniya-proekta-programmy-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-respubliki-belarus-na-2021.html>.

³ Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года. URL: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/NSUR-2035-1.pdf>.

Система «точно в срок» – это организация производства и снабжения, основой которой является годовой план выпуска и сбыта; в соответствии с ним составляются месячные и оперативные планы среднесуточного выпуска продукции на каждом участке. Они основаны на прогнозировании покупательского спроса (период упреждения – 1 и 3 месяца). Суточные графики производства составляются только для главного сборочного конвейера. Для цехов и участков, обслуживающих главный конвейер, устанавливаются лишь ориентировочные месячные объемы производства.

В современных условиях принцип «точно в срок» подразумевает управление цепочкой поставок компонентов посредством учета в реальном времени и электронной выдачи запросов на перемещение. Осуществление контроля запасов, необходимых для производства продукции, позволяет избежать перебоев в наличии компонентов. Исключаются остановки из-за отсутствия материала, обеспечивается непрерывность логистического потока: если запас товара подходит к концу или уже закончился, сама система или оператор активирует запрос, а данные автоматически отправляются на сервер.

Концепция «цифрового предприятия» – это объединение производства в сочетании со стандартизированными современными коммуникационными технологиями. Включает сбор всех видов данных – технических, статистических, экономических, которые затем передаются в центр, обрабатываются, анализируются и хранятся в цифровом виде, что полностью соответствует концепции интернета вещей. Предусмотрено цифровое техническое обслуживание и ремонт оборудования.

При наличии рядов данных о параметрах работы оборудования возможно использование предикативных моделей для анализа состояния и прогноза эффективности его работы. Такие модели динамического анализа позволяют установить причинно-следственные связи с помощью математических зависимостей и способны прогнозировать возникновение нештатных аварийных ситуаций. Это позволит грамотно планировать обслуживание и ремонты оборудования, не допускать аварийных ситуаций и потерь.

При внедрении системы цифрового предприятия актуальными становятся центры совместной работы, объединяющие разработчиков, технологов и IT-специалистов. Причем в современных условиях развития телекоммуникаций такие центры становятся виртуальными – место нахождения того или иного специалиста не имеет значения.

Подход «бережливое производство» позволяет минимизировать потери на каждом этапе производственного процесса, тем самым существенно улучшая экономические показатели предприятия. Он включает ориентацию на клиентов, сокращение издержек, улучшение качества продукции и непрерывное совершенствование процессов. Особое внимание уделяется визуальному моделированию процессов.

Данный подход предусматривает выравнивание производства по видам и объему продукции в течение фиксированного периода времени. Это позволяет эффективно удовлетворять спрос клиентов, избегая работы партиями, и ведет к минимизации запасов, капитальных затрат, рабочей силы и времени производственного цикла по всему потоку создания ценности. То же может касаться задач выравнивания использования финансов, определенных видов сырья или расходных материалов.

«Бережливое производство» включает также количественный подход к улучшению процессов «шесть сигм» – это один из методов управления процессами, основанный на проведении статистической оценки фактов, данных процесса, систематическом поиске и разработке мероприятий по повышению уровня выхода годной продукции, их последовательному внедрению и последующему анализу безошибочности процессов для увеличения удовлетворенности клиентов.

Важным направлением в подходе «бережливое производство» является бенчмаркинг – сопоставительный анализ на основе эталонных показателей как процесс определения, понимания и адаптации имеющихся примеров эффективного функционирования предприятия с целью улучшения собственной работы. Анализ предполагает два процесса – оценивание и сопоставление. Обычно за образец принимают лучшую продукцию и маркетинговый процесс, используемые

прямыми конкурентами и фирмами, работающими в других подобных областях, для выявления фирмой возможных способов совершенствования ее собственных продуктов и методов работы.

Цифровые системы мониторинга – еще одно перспективное направление развития машиностроения в Беларуси. Они представляют собой программы протоколов мониторинга, обеспечивающие получение от оборудования подробной информации о состоянии и происходящих в оборудовании изменениях. Предусматривается объединение оборудования в локальную сеть и преобразование телеметрических данных в полезную информацию для принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности производственного процесса.

Для современных станков с числовым программным управлением (ЧПУ) разрабатываются программы протоколов мониторинга, обеспечивающие получение подробной информации о состоянии станка и происходящих с ним изменениях. На станки более старых моделей ставятся терминалы-регистраторы, которые подключаются к системе ЧПУ или электроавтоматике станка. Такие программно-аппаратные комплексы собирают информацию о работе станков и производственного персонала и отправляют на сервер. В итоге руководители получают отчеты об эффективности работы производства, а отдельные службы предприятия получают объективный инструмент для принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности производственного процесса.

Цифровое управление созданием ценности – перспективный в машиностроительной отрасли Беларуси стратегический и операционный подход к сбору, анализу, планированию и реализации эффективных изменений в рамках основных кроссфункциональных или межорганизационных процессов, необходимых для достижения уровня по-настоящему бережливого предприятия. Он включает в себя картирование потока ценности, т.е. выявление и устранение неэффективных шагов, задержек и потерь информации, необходимой для производства, доставки продукта или сервиса.

В контексте управления жизненным циклом основных активов цифровое управление созда-

нием ценности включает всю цепочку – от методов проектирования и разработки актива до процессов его эксплуатации и обслуживания, обеспечивающих оптимальную доступность и безотказность работы.

К иным перспективным направлениям цифровизации промышленности можно отнести:

- реализацию электронной / программной системы с открытым исходным кодом для использования в производственной компании (цифровой фабрике) для связи и визуализации проблем, возникающих на рабочих станциях или производственных линиях;
- мониторинг производственного цеха в реальном времени, управления оператором и системы распознавания местоположения. Автоматизированные комплексы оборудования подключаются, отчитываются, просматриваются, контролируются и управляются с виртуальных станций и мобильных устройств, работающих на традиционных и облачных серверах;
- технологии проектирования, основанные на применении программного обеспечения, способного самостоятельно, без участия конструктора, генерировать трехмерные модели, отвечающие заданным условиям;
- систему программ на основе искусственного интеллекта, созданную для понимания роботами природы человеческой мысли. Механизм для принятия решений без участия человека, например, автопилот. Построение моделей на основе данных заказчика;
- графическое представление цифровых данных с отображением индивидуальных значений при помощи цвета. Тепловые карты описывают в режиме реального времени финансовые данные и расчеты, используются для статистических вычислений и построения графиков.

В целом образ будущего машиностроения Беларуси формируется с учетом эволюции систем управления на базе концепции «интернета вещей», высокоскоростной обработки данных, создания промышленных роботов, технологий трехмерной печати, полной цифровой интегра-

ции инженерно-конструкторских работ по всей цепочке создания стоимости. Его основное видение изложено в Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года.

Для успешной цифровизации в промышленном секторе Беларуси предусматривается разработать и реализовать серию программ, направленных на обеспечение цифровой трансформации промышленности. Потребуется национальные стандарты и центры компетенции по распространению информационно-коммуникационных, облачных, аддитивных и иных технологий, систем искусственного интеллекта.

В Беларуси для определения направлений развития в этой области и разработки стандартов в соответствии с международными тенденциями и запросами экономики в 2018 г. создан Национальный технический комитет по стандартизации «Цифровая трансформация» (ТК ВУ №38). В его состав входит 38 организаций, связанных с разработкой, внедрением и эксплуатацией информационных систем. Ведение секретариата осуществляет НИРУП «ИППС». В мае 2019 г. ТК ВУ №38 приобрел статус зеркального комитета совместному техническому комитету Международной организации по стандартизации (ISO) и Международной электротехнической комиссии (IEC) – ISO/IEC JTC 1 «Информационные технологии»⁴.

Особое внимание должно уделяться формированию цифровых платформ взаимодействия промышленных организаций и созданию демонстрационных смарт-фабрик. Их создание в Беларуси возможно в 2021 г. при поддержке Европейского союза на базе высших учебных заведений Витебской, Гомельской и Могилевской областей.

Как отмечено в НСУР-2035, цифровизация традиционных видов деятельности должна включать внедрение на крупных и средних промышленных организациях автоматизированных систем управления товарными потоками, ERP-сис-

тем и CALS-технологий; создание систем диспетчерского управления сбором данных (SCADA), SMC-систем (управление цепочками поставок).

Необходимо внедрение на предприятиях систем передачи и обработки данных в формате 5G с целью управления роботизированными производственными процессами и использования 3D-печати. Технология 5G призвана стать основным стандартом передачи данных. Одно из главных отличий сетей нового поколения – существенное снижение задержки до минимального значения в 1 мс. Возможности технологии будут полезны для промышленного интернета, телемедицины, беспилотного транспорта, видеоаналитики, развития технологий виртуальной реальности. 5G обеспечит базу для развития индустриального «интернета вещей», а также станет фундаментом развития инфраструктуры для программы цифровой экономики Беларуси.

Высокотехнологичное производство должно развиваться по востребованным направлениям развития производства электронных компонент, электрических датчиков, силовой электроники, мехатронных систем, производств бытовой электроники и телекоммуникационного оборудования.

В 2030–2035 гг. должны создаваться электронные двойники деталей и технологических процессов для проведения виртуальных предварительных производственных испытаний и оптимизации самого процесса производства.

В целях ускоренного формирования высокотехнологичного сектора промышленности требуется развитие консалтинга в области цифровой трансформации, так как стратегическое планирование и развитие в целом невозможно без анализа ситуации на рынке, поведения потребителя и конкурентов, оценки рисков и возможностей.

Важным направлением деятельности является формирование маркетинговых альянсов с иностранными предприятиями, в том числе государств-членов ЕАЭС по продвижению совместно произведенной высокотехнологичной продукции на рынки третьих стран. Акцент должен быть сделан на использовании потенциала общего рынка ЕАЭС в сегментах лекарственных

⁴ Аспекты разработки государственных стандартов в области цифровой трансформации были рассмотрены на заседании ТК ВУ № 38. URL: <https://gosstandart.gov.by/aspects-of-the-development-of-state-standards-in-the-area-of-digital-transformation-was-considered-at-the-meeting-of-tc-by-38>.

средств, медицинской и диагностической техники, электронных компонентов.

Обеспечение достойных позиций отечественных предприятий на рынке машиностроения в условиях нового технологического уклада требует оценки не только количественных характеристик, полученных на основе математических моделей, но и качественной оценки, формирования четкого образа будущего белорусского машиностроения.

В условиях перехода Беларуси к цифровой экономике инновации в машиностроении должны стать приоритетным механизмом технологического прорыва в стратегических отраслях отечественной промышленности, обеспечить технологическую безопасность, долгосрочную

национальную конкурентоспособность и устойчивое экономическое развитие страны. В целом белорусское машиностроение должно стать динамично растущей, высокотехнологичной и интегрированной в мировую экономику передовой отраслью, продукция которой конкурентоспособна во всем мире.

ЛИТЕРАТУРА

Berger R. 2015. *Strategy Consultants. The digital transformation of Industry*. URL: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf

Kagermann H., Lukas W.-D., Wahlster W. 2011. *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4 industriellen Revolution*. *VDI Nachrichten*. No 1. April.

Статья поступила 26.05.2021 г.



ТРАНСПОРТНЫЕ УСЛУГИ ВО ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛЕ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Галова А.Г., Сайковская Д.А.

Внешняя торговля транспортными услугами в Республике Беларусь традиционно является очень значимой сферой экономической деятельности. Общей проблемой для белорусской экономики на протяжении ряда лет было отрицательное сальдо платежного баланса и счета текущих операций, что свидетельствует о недостаточно высокой степени внешней конкурентоспособности страны, создает ряд проблем на внутреннем валютном рынке, может приводить к сокращению золотовалютных резервов, инфляционным и девальвационным ожиданиям, росту внешнего долга и ужесточению денежно-кредитной и процентной политики (рис. 1).

В значительной степени такое положение имеет место в силу специфических особенностей нашей экономики, ее принципиальной импортоспособности, отсутствия достаточных собственных природных ресурсов для обеспечения имеющегося производства, сложностей в решении вопросов привлечения иностранных инвестиций. Так, в 2020 г. в товарной структуре импорта преобладали поставки минеральных продуктов (21,2% общего стоимостного объема импорта), машин и оборудования (17,6%), продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья (12,9%) и недргоценных металлов (10,2%).

Выход на положительные значения сальдо счета текущих операций может быть в принципе достигнут за счет как изменения сальдо внешней торговли товарами, так и наращивания сальдо торговли услугами. В первом случае необходимы меры по изменению структуры экономики путем снижения доли материалоемких и энергоемких производств, возрастания доли высокотехнологичных производств, развития альтернативных источников энергии. Разработка и применение таких мер имеет место, однако проблема

эта крайне сложная, и ее невозможно решить окончательно в ближайшие сроки. Таким образом, влиять на результаты внешней торговли в необходимом для страны направлении в это время можно и нужно прежде всего за счет роста доли услуг сегодня во внешней торговле. По мнению большинства экспертов, стимулирование экспорта услуг является приоритетной задачей совершенствования белорусской экономики (рис. 2).

В 2020 г. сальдо внешней торговли услугами сложилось положительным в размере 3,9 млрд долл. США.

В структуре внешней торговли услугами роль различных статей также неодинакова. Наиболее ощутимый вклад в результаты внешней торговли услугами вносят две статьи – услуги транспорта и телекоммуникационные, компьютерные и информационные услуги. Наименьшими показателями во внешней тор-

ОБ АВТОРАХ

**ГАЛОВА**

Анна Геннадьевна
(goxan963@mail.ru),
кандидат экономических наук,
доцент,
Белорусский государственный
университет
(г. Минск, Беларусь).

Сфера научных интересов:
интеграция в рамках ЕАЭС,
внешняя торговля, платежный
баланс.

**САЙКОВСКАЯ**

Дарья Александровна,
научный сотрудник НИЭИ
Министерства экономики
Республики Беларусь
(г. Минск, Беларусь).

Сфера научных интересов:
интеграция в рамках ЕАЭС,
внешняя торговля, платежный
баланс.

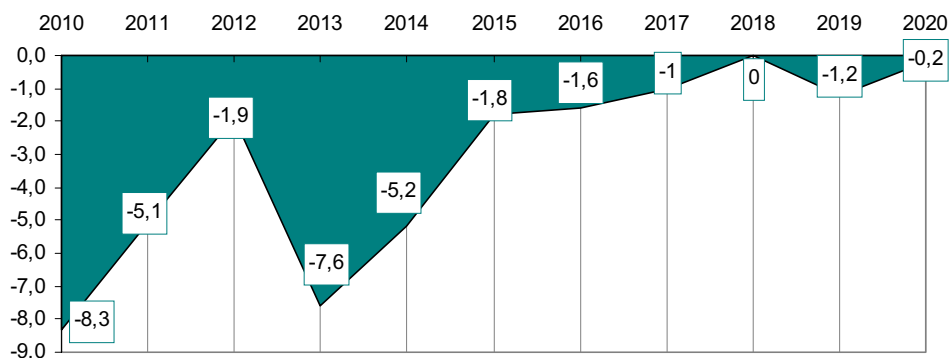


Рис. 1. Сальдо счета текущих операций в Республике Беларусь за 2010–2020 гг., млрд долл. США

Источник: построено по данным Национального банка Республики Беларусь. URL: <http://www.nbrb.by/publications/BalPay/BalPay>.

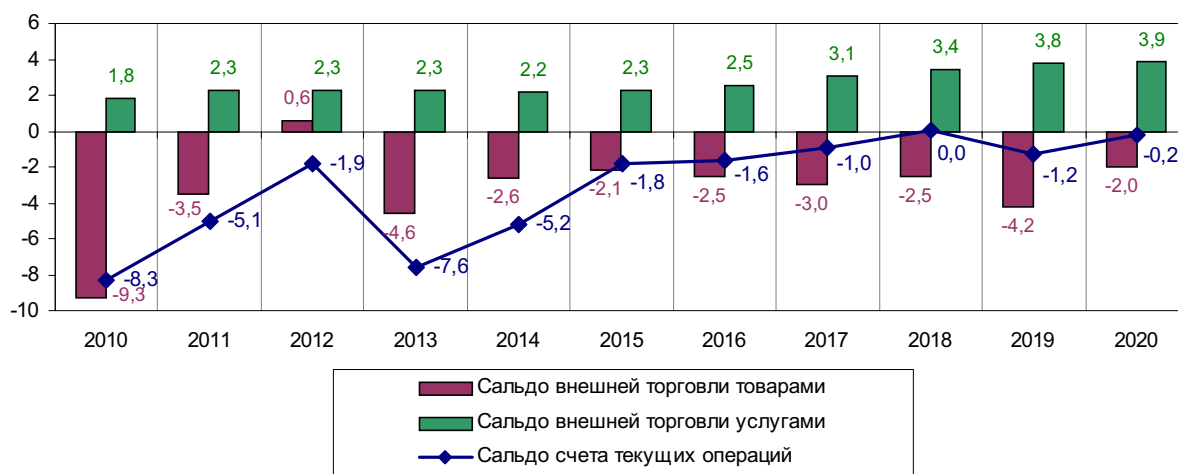


Рис. 2. Влияние внешней торговли товарами и услугами на формирование сальдо счета текущих операций Республики Беларусь в 2010–2020 гг., млрд долл. США

Источник: URL: <http://www.nbrb.by/publications/BalPay/BalPay>.

говле услугами характеризуются строительные и финансовые услуги. Итоги торговли финансовыми услугами свидетельствуют о крайне

низкой степени их развития в стране, особенно если учесть транзитный характер современной экономики (рис. 3).

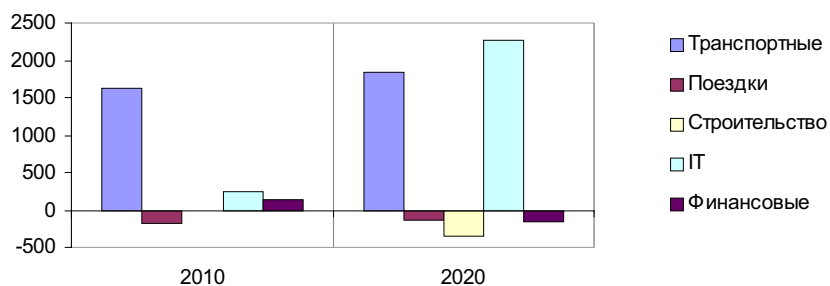


Рис. 3. Сальдо внешней торговли основными видами услуг в Республике Беларусь за 2010 и 2020 гг., млн долл. США

Источник: URL: <http://www.nbrb.by/publications/BalPay/BalPay>.

К середине 2020 г. абсолютное значение положительного сальдо по телекоммуникационным, компьютерным и информационным услугам впервые превысило значение этого же показателя по транспортным услугам. А по итогам 2020 г. профицит внешней торговли услугами был сформирован преимущественно за счет услуг, объединенных в группу «телекоммуникационные, компьютерные и информационные», а также транспортных (положительное сальдо в размере 2,3 млрд долл. и 1,8 млрд долл. США соответственно).

Высокая доля экспорта транспортных услуг характеризует экономику Беларуси на протяжении длительного периода, и обусловлено это конкурентным преимуществом транзитного местоположения и относительно развитой сетью дорог. Доля упомянутой статьи в общем объеме

внешней торговли услугами стабильно составляет около 40–44% в разные годы.

Республика Беларусь оказывает внешнеторговые транспортные услуги в настоящее время (2020 г.) в основном за счет услуг железнодорожного (25,6% от общего экспорта транспортных услуг), автомобильного (40,2%), трубопроводного (15%) и в меньшей степени воздушного транспорта – 8,1% (рис. 4).

В настоящее время Беларусь экспортирует услуги автомобильного транспорта более чем в 100 стран мира, в то время как в 2011 г. их число составляло 26. Импортерами услуг белорусского железнодорожного транспорта являются 120 стран. Основные импортеры белорусских услуг автомобильного, железнодорожного и воздушного видов транспорта представлены ниже (см. таблицу).

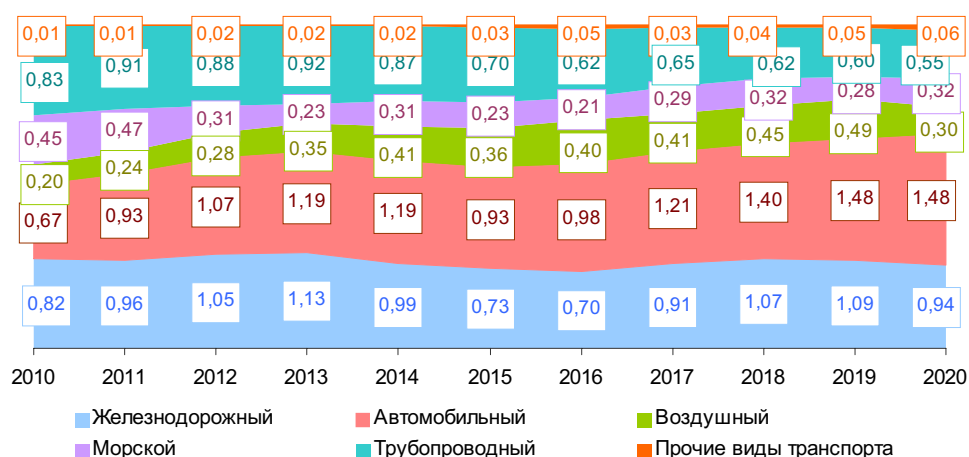


Рис. 4. Динамика экспорта транспортных услуг Республики Беларусь по видам в 2010–2020 гг., млрд долл. США

Источник: URL: <http://www.nbrb.by/publications/BalPay/BalPay.r>

Импортеры услуг автомобильного, железнодорожного и воздушного транспорта Республики Беларусь в 2019 г., %

Таблица

Объединение стран	Автомобильный	Железнодорожный	Воздушный
Страны ЕС	76,4	67,7	30,5
в том числе:			
Польша	10,9	18,3	1,7
Литва	12,2	5,9	0,7
Нидерланды	3,8	4,6	1,9
Государства – члены ЕАЭС	12,1	21,2	32,6
в том числе			
Россия	9,3	20,8	27,9
Прочие страны	11,5	11,1	36,9
в том числе:			
Украина	1,7	4,9	8,5
Китай	4,8	1,8	2,5

Источник: URL: <https://www.nbrb.by/statistics/foreigntrade>.

Таким образом, роль и значимость для белорусской экономики внешней торговли транспортными услугами определяет задачу ее первоочередного развития наряду с внешней торговлей финансовыми и ИТ-услугами. Важность последних, в частности, обусловлена для нашей страны тесной связью с транспортными услугами, поскольку в значительной степени они определяют конкретные направления и технологические основы их совершенствования, а также спецификой современного этапа становления мировой экономики в целом.

Такая задача в качестве приоритетной осознается и находит поддержку у многих белорусских экспертов, однако совершенно новый характер и дополнительную актуальность ей придает стремительное развитие цифровизации мировой экономики.

Цифровая трансформация всех сфер мирового хозяйства открывает огромные возможности и меняет функционирование современного мира. Под цифровой трансформацией следует понимать не просто новый этап преобразований в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), но и коренные изменения под влиянием новых ИКТ-продуктов традиционных сфер экономической деятельности. Цифровая экономика предполагает научные и практические разработки в таких областях, как интернет вещей, большие базы данных, облачные вычисления, искусственный интеллект. Использование этих технологий становится все более важным в обеспечении перехода к экономике, конкурентоспособной на мировом рынке в настоящем и будущем. Цифровая экономика имеет огромный потенциал для развития бизнеса, создания рабочих мест, создает новые драйверы развития страны. Цифровая трансформация экономики напрямую связана с новой мировой экономической конфигурацией и перспективами развития каждой страны. В настоящее время практически везде ведется активная деятельность по развитию новых технологий в данном направлении. Процессы цифровой трансформации создают новые стимулы для модернизации и инновационного развития экономики. Доступность, простота использования и низкая стоимость мобильных коммуникаций привели к быстрому росту объемов

трансграничных потоков информации, а рынки развивающихся стран получают в таких условиях дополнительные возможности для роста производства услуг с высокой интеллектуальной составляющей. В связи с вызовами цифровизации следует ожидать возрастания конкуренции среди европейских стран, сопоставимых с Республикой Беларусь, а результаты этой конкуренции будут зависеть не только от взаимодействия рыночных сил, но и от качества государственной политики в отдельных странах.

Один из наиболее ярких примеров активного развития цифровой экономики в настоящее время – Китайская Народная Республика. В 2019 г. цифровая экономика обеспечила 67,7% экономического роста Китая, став основным драйвером экономического развития страны. При этом вклад цифровой экономики в экономический рост был значительно выше, чем у трех ключевых отраслей китайской экономики – сельского хозяйства, промышленного производства и сферы услуг. По прогнозам, к 2023 г. уже более 51% ВВП Китая будет связано с цифровизацией¹. Особенно впечатляюще выглядят достижения этой страны в сфере транспортных услуг и логистики. Китайский опыт применения технологий, связанных с цифровизацией в этой области, должен быть самым внимательным образом изучен и по возможности применен в Беларуси в контексте наших задач. Правительство Китая инвестирует в развитие отрасли, в разработки систем искусственного интеллекта и совершенствование алгоритмов для обработки «больших данных», что востребовано автомобильной отраслью для анализа данных о состоянии дорожного трафика, обеспечивающего безопасное беспилотное вождение автомобиля. В этой стране реализуются многочисленные комплексные программы по строительству и модернизации автомобильных дорог и улучшению транспортной инфраструктуры в целом, активно продвигаются технологии искусственного интеллекта, используются беспилотные автомобили, системы планирования маршрутов, совместимые с такими автомобилями и картами высокого разрешения. Мультимодальные (смешанные)

¹ URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2020/1019/c95181-9770581.html>.

перевозки с применением автомобильного транспорта и последующим подключением к логистическому процессу других видов работают быстрее и обеспечивают значительный синергетический эффект в рамках логистической цепочки по сравнению с перевозками, осуществляемыми лишь одним видом транспорта (Сазонов, 2020). Активно продвигаются разработки в области автомобильного интернета, внедряется стандарт связи 5G, многие научные центры в стране активно вовлечены в их разработку.

Высокими темпами развивается цифровая логистика. Наиболее значимыми достижениями в этой области являются: использование технологии интернета вещей в складском хозяйстве; 3D-печать на логистических складах; широкое применение транспортных беспилотников, системы электронного документооборота и ряд других цифровых сервисов. В контексте мирового развития для нашей страны особую актуальность приобретает необходимость организации безбарьерной логистики в международных перевозках, развитие интеллектуальных транзитных коридоров с внедрением единого центра управления движением. В целом необходимо сформировать интеллектуальную транспортную систему, интегрированную с транспортными системами ЕС и ЕАЭС, объединяющую автомобильный, железнодорожный, воздушный и водный транспорт на основе единого информационного транспортного пространства.

Ускорение цифровизации идет стремительными темпами, особенно она усилилась за последний год в связи с пандемией и локдауном. Меняются торговые и социальные взаимодействия, разрабатываются программы для организации коммуникаций для сотрудников, работающих в удаленном режиме. Смещается в онлайн-сегмент потребление, развивается система интернет-доставки товаров и оплаты услуг в онлайн-режиме. Изменяется отношение к наличным деньгам, формируются технологии перехода к цифровым валютам. Считается, что такие тренды в значительной степени сохранятся и в будущем, и это делает задачу развития цифровых рынков еще более актуальной. Например, эксперты Международной организации труда оценивают сегодня глобаль-

ный потенциал удаленной работы в 18% рабочих мест (от 12–13% в странах с низким доходом до 25% в развитых странах), это примерно в шесть раз больше, чем доля удаленно работавших до пандемии. До эпидемии коронавируса удаленно работали менее 3% всех занятых в мире².

Задачи цифровой трансформации в Республике Беларусь связаны, таким образом, с необходимостью соответствовать мировым тенденциям, не отстать в развитии, не потерять своей конкурентоспособности, занимать здесь позиции полноправного и активного участника, а не аутсайдера. Ускоренное развитие цифровых технологий становится особенно актуальным на фоне вовлеченности страны в мировую экономическую систему, влияния интеграционных процессов, а также острой необходимости поиска новых источников экономического роста. Цифровая трансформация должна не просто оказать положительное влияние на нашу экономику, но и стать для нее практически безальтернативным вариантом. Для решения этой задачи в ближайшем будущем в стране планируется принять декрет по созданию единого органа государственного регулирования в цифровой сфере, максимально учитывающего опыт Китайской Народной Республики в построении цифрового общества.

Как показывает изучение зарубежного опыта, малые страны занимаются цифровой трансформацией экономики не везде сразу, а в отдельных областях, которые обычно связаны с их конкурентными преимуществами. В Финляндии, например, – это здравоохранение, в Норвегии – нефтяная отрасль, Бельгии – «цифровое правительство» и т.д. Анализ динамики и результатов внешней торговли транспортными услугами показал, что для Республики Беларусь такой областью могут и должны стать внешняя торговля транспортными услугами и логистика. Развитие внешней торговли транспортными услугами в условиях цифровой трансформации экономики делает необходимым и обязательным увязку этого вида услуг с двумя другими, упомянутыми нами ранее, – финансовыми и ИТ-услугами.

² URL: <https://voxeu.org/article/working-home-estimating-wor>.

Цифровизация мировой экономики в наибольшей степени затрагивает развитие именно финансовых услуг. Развитие цифровых технологий и появление цифровых платформ, которыми могут пользоваться десятки и сотни миллионов пользователей, принципиально меняют структуру финансовых систем и даже природу денег. Сама по себе цифровизация денег не является чем-то принципиально новым, банковские счета и расчеты с помощью цифровых денег уже существуют в электронной форме. Но в настоящее время речь уже идет о появлении цифровых валют центральных банков (central bank digital currency, CBDC), которые могут стать основой крупных технологических платформ, выходящих за рамки национальных границ. Появление таких денег может изменить структуру международной валютной системы, особенности валютной конкуренции и даже роль денег, выпускаемых государствами в целом. Такие проекты активно осуществляются уже во многих странах, в том числе в Российской Федерации, Китайской Народной Республике, Европейском союзе. Активное развитие подобных механизмов сегодня имеет место более чем в 80 центральных банках мира. Разрабатывается и обсуждается общественностью соответствующая законодательная база, проводятся эксперименты. Национальный банк Республики Беларусь изучает данный вопрос. Мы должны быть готовы к вероятным изменениям подобного типа и использовать все возникающие на этой основе возможности как для преодоления отставания в торговле финансовыми услугами, так и для применения новых инструментов в сфере транспортных услуг и логистической деятельности. Отсутствие должного внимания к данной проблеме и нарастание отставания в применении цифровых технологий в этой области может привести к утрате конкурентных преимуществ нашей экономики и негативно отразиться на экономических результатах в целом.

В Республике Беларусь сегодня уже решаются такие задачи, как развитие бесконтактных технологий, внедрение международного стандарта ISO в существующие автоматизированные системы, внедрение сервисов, обеспечивающих удобную и эффективную организацию торговли

и инициирования платежей, совершенствование дистанционного банковского обслуживания и технологий распределенных реестров. В стране начато практическое применение технологии блокчейна, на основе которой разработаны задачи по ведению реестров банковских гарантий и операций с ценными бумагами на базе ОАО «БВФБ», создана автоматизированная система по реализации товаров и расчетов по ним, реализуется практический проект по внедрению смарт-контрактов, решается задача по переводу из документарного обмена в цифровой формат процесса совершения исполнительных надписей нотариусов и ряд других.

Вместе с тем в области конкретной реализации транспортных и логистических услуг сохраняется ряд проблем, к числу которых относится, например, оплата при трансграничных перевозках и необходимость конвертации валюты. Отсутствие современного, основанного на цифровых технологиях решения этой проблемы снижает эффективность логистической деятельности, создает дополнительные риски для ее участников.

Развитие цифровых технологий в сфере финансовых услуг позволяет создавать платежные инструменты нового типа, которые могут обеспечить быструю систему платежей, стабильность и снижение накопления рисков. Примером таких платежных инструментов могут служить токенизированные активы (token), которые начинают выпускаться и в Беларуси, но пока в основном для внутреннего пользования. Так, недавно начат выпуск токенов в поддержку белорусского экспорта на основе резидента ПВТ – блокчейн-платформы Finstore. Объем платформы пока невелик, но она имеет высокий потенциал. На платформу сейчас приходят нерезидент-эмитенты, появление на ней нерезидент-инвесторов также имеет хорошие перспективы³.

За последние два-три года в мире было создано несколько абсолютно новых моделей трансграничных платежей на базе платежных инструментов, не связанных с коммерческими банками и ориентирующихся на проекты цифровой валюты центрального банка – central bank digital currency (CBDC). Модели эти основаны на де-

³ URL: <https://news.tut.by/economics/721056.html?c>.

централизованных технологиях, а поддерживают данные платежи именно центральные банки, что является принципиально новым моментом и снимает ряд проблем, существующих при расчетах более традиционными цифровыми инструментами. В качестве примера продвинутых проектов, экспериментирующих с трансграничными платежами, можно назвать Канадский проект Jasper, малоазийский проект Ubin, совместный проект Японии и Евросоюза Stella. В данных проектах центральные банки создают собственные платформы, на основе которых различные пользователи могут выпускать свои токенизированные платежные инструменты. Создание модели подобного типа и разработка способов ее применения могли бы стать источником роста в области трансграничных перевозок, логистики, внешней торговли транспортными услугами и в нашей стране.

Совершенствование транспортных услуг и логистики на современном этапе также теснейшим образом связано с ИТ-услугами и осуществляется на основе современных информационных технологий. Рассмотрим состояние и за-

дачи их развития на фоне европейских стран с малой открытой экономикой.

Роль ИТ-услуг сегодня возрастает повсеместно – это общемировая тенденция. В настоящее время многие страны Центральной и Восточной Европы активно развивают торговлю этим видом услуг. К числу наиболее успешных из них можно отнести Польшу, Румынию, Чехию (рис. 5).

Все они являются потенциальными конкурентами на мировом рынке торговли данным видом услуг. Республика Беларусь не является здесь исключением. От степени успешности дальнейшего развития ИТ-услуг в нашей стране зависит ее международная конкурентоспособность и перспективы в целом. С учетом этого внимание к данной области следует считать совершенно необходимым условием и приоритетом экономического развития страны.

В настоящее время Республика Беларусь демонстрирует значительные успехи во внешней торговле ИТ-услугами. Темпы прироста доли ИТ-услуг в структуре экспорта услуг страны – одни и самых высоких в мире (рис. 6).

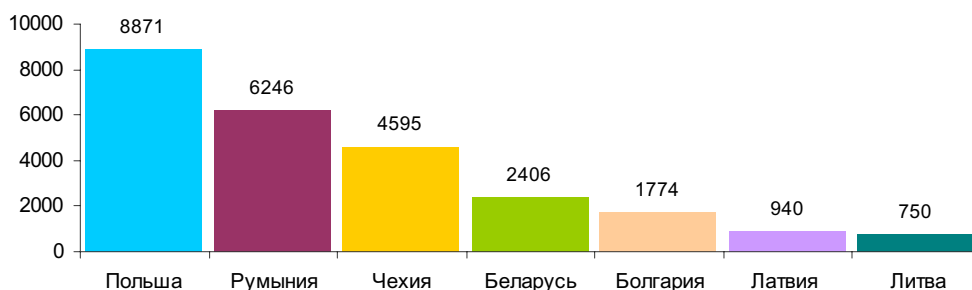


Рис. 5. Экспорт компьютерных услуг Республики Беларусь и некоторых стран Восточной и Центральной Европы, млн долл. США. 2019 г.

Источник: URL: <https://www.trademap.org/>.

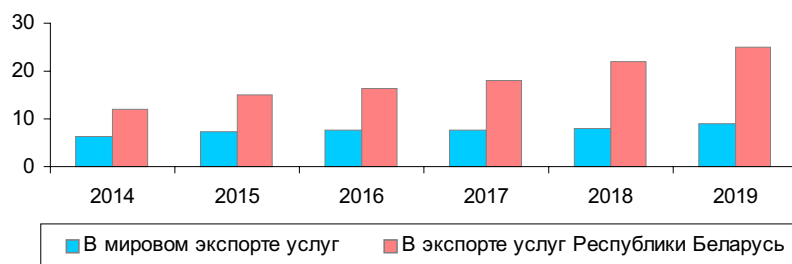


Рис. 6. Доля ИТ-услуг в экспорте услуг в мире и в Республике Беларусь, %

Источник: построено по данным Национального банка: URL: <http://www.nbrb.by/publications/BalPay/BalPay> и ВТО: URL: https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/.

В 2020 г. доля экспорта ИТ-услуг в общем экспорте услуг Республики Беларусь составила 30,7%, тогда как в 2019 г. она составляла 25%. Среди стран с малой открытой экономикой Республика Беларусь занимает по этому показателю третью позицию. По абсолютному объему экспорта ИТ-услуг страна входит в число двенадцати европейских стран с малой открытой экономикой, обладающих наиболее высоким значением данного показателя, и восьми этих стран по размерам сальдо внешней торговли ИТ-услугами. Подобные успехи стали результатом предшествующей деятельности в области законодательства, а также деятельности Парка высоких технологий, и важно сохранить и укрепить эти позиции в дальнейшем (Столярова, 2020).

Таким образом, дальнейшее развитие экономики Республики Беларусь требует рассмотрения в качестве приоритетного направления осуществления ее цифровой трансформации. Эта задача прежде всего предопределена общими мировыми тенденциями, особенностями современного этапа развития и необходимостью обеспечить достаточный уровень внешней конкурентоспособности для нашей страны в новых условиях.

Сравнительный анализ европейских стран с малой открытой экономикой также показывает возрастание роли услуг, особенно финансовых и ИТ-услуг, которые занимают в структуре этих экономик более значительное место, чем в среднем по мировой экономике. Республика Беларусь имеет необходимые условия и хорошую основу для этого вида внешней торговли услугами, и усиление внимания к ее развитию позволит сохранить и улучшить конкурентные позиции страны. Рост доли услуг в принципе позволит позитивно повлиять на структуру белорусской экономики, снизить негативное влияние факторов, обусловленных историческими особенностями формирования структуры ее экономики.

Развитие транспортных услуг не так сильно зависит от использования импортных природных ресурсов, как это имеет место в производстве товаров, что позволит не усугублять проблему высокой импортоемкости белорусской экономики.

Кроме того, именно транспортные услуги и логистика сегодня самым тесным образом связаны с цифровыми технологиями. Поэтому одновременно с решением общих задач цифровизации, прежде всего в области финансов и информационных технологий и именно на их основе, необходимо направить максимальные усилия на развитие логистики и внешней торговли транспортными услугами. Развитие транспортных услуг и логистики на основе современных цифровых технологий должно стать первоочередным направлением совершенствования экономики, ее приоритетом в ближайшем будущем.

Внешняя торговля транспортными услугами, связанная с нашими конкурентными преимуществами, призвана стать важнейшим источником роста белорусской экономики, что позволит успешно вписаться в конфигурацию мирохозяйственных отношений и может оказаться не просто хорошим, но безальтернативным способом решения характерных для нашей экономики внутренних проблем. Развитие финансовых и ИТ-услуг должно идти одновременно с совершенствованием транспортных услуг, поскольку является его технологической основой, а также имеет собственное принципиально важное значение в обеспечении развития цифровой трансформации Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

Сазонов С. 2020. *Автомобильный комплекс КНР*. Москва: ИДВ РАН.

Столярова Е. 2020. Европейские страны с малой открытой экономикой в международной торговле ИТ-услугами. *Банковский вестник*. №11. С. 60–72.

Статья поступила 30.03.2021 г.



ТАМОЖЕННЫЙ ТАРИФ ЕАЭС: ПРЕПЯТСТВИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ

Цыкунов И.В.

Основной функцией тарифного регулирования внешнеэкономической деятельности (ВЭД) является защита внутреннего рынка. Важна и фискальная функция, поскольку ввозные таможенные пошлины традиционно рассматриваются в качестве важного и устойчивого источника доходов бюджета. При определенных условиях ввозные таможенные пошлины могут выполнять стимулирующую функцию, выступая действенным инструментом привлечения иностранных инвестиций.

При этом таможенный тариф – чрезвычайно сложный инструмент регулирования ВЭД. Многие его элементы малоизвестны. Одним из них является шаг ставки таможенной пошлины. В чем его суть и каково влияние на применение таможенных пошлин и эффективность проводимой конкретной страной тарифной политики?

Прежде всего приходится констатировать (и это подтверждает изучение литературы по теории таможенно-тарифного регулирования), что данный вопрос не исследован ни в теоретическом, ни в практическом плане. Присутствуют единичные упоминания без какого-либо раскрытия сущности этого элемента тарифного регулирования и оценки его влияния на функционирование таможенного тарифа.

По нашему определению, шаг ставки таможенной пошлины – это минимальная дифференциация (отличие) ставок пошлин в таможенном тарифе, т.е. минимальная чувствительность механизма тарифного регулирования. Для Единого таможенного тарифа ЕАЭС (ЕТТ ЕАЭС) этот показатель принят равным 5%. Иными словами, если на какой-либо товар установлена ставка таможенной пошлины (ТП) 10%, а из соображений проводимой в стране тарифной политики на другой товар следует установить большую

ставку (т.е. дифференцировать обложение этих товаров таможенными пошлинами), то должна применяться ставка 15%. Меньшая разница в пошлинах «работать» не будет. Если необходима более существенная дифференциация, она также принимается кратной шагу ставки ТП, в результате чего большинство ставок в ЕТТ ЕАЭС имеют следующие значения: 0%, 5%, 10%, 15% и т.д. Указанные принципы соответственно работают и в сторону уменьшения ставки ТП. Такая дифференциация касается как адвалорных ставок, так и адвалорных составляющих комбинированных ставок ТП.

Но почему именно 5% и каковы экономические последствия рассматриваемой особенности тарифного регулирования для экономики стран ЕАЭС? Поскольку применение таможенных пошлин является экономическим инструментом регулирования ВЭД, ответ на этот вопрос следует объяснять экономическими причинами.

Следует отметить, что таможенный тариф Европейского союза устанавливает ставки ТП с дифференциацией в десятые доли процента.

ОБ АВТОРЕ



ЦЫКУНОВ
Игорь Владимирович
(Diplom87@yandex.ru),
кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры финансов
Белорусского государственного
экономического университета
(г. Минск, Беларусь).

Сфера научных интересов:
таможенное регулирование,
внешняя торговля.

Например, в нем могут быть ставки 3,7%, 4,3% и т.д., т.е. шаг ставки ТП таможенного тарифа ЕС меньше 1% и соответственно меньше этого показателя, принятого в ЕАЭС, более чем в пять раз. Следовательно, шаг ставки ТП в ЕАЭС весьма велик по меркам международной торговли.

Величина шага ТП означает минимальную чувствительность величины таможенной пошлины на результаты ВЭД в экономических условиях конкретной страны. Рассмотрим это на примере ввоза двух товаров стоимостью 1 тыс. долл. США. Если на первый товар установлена ставка ТП в размере 10%, то товар попадает на рынок страны ввоза по цене 1100 долл., а на второй товар установлена пошлина 15%, то соответственно – 1150 долл. США. Таким образом, различие в пошлинах в 5% формирует разницу в ценах товара в 50 долл. США. Уточним, что целью тарифного регулирования в данном случае является ограничение ввоза второго товара по отношению к первому. Вот эта разница в 50 долл. при ценах на товары в 1100 долл. и 1150 долл. США и должна обеспечить дифференцированное отношение к ним на внутреннем рынке.

Экономические последствия. По нашему мнению, основным фактором, определяющим минимальную чувствительность ТП, является рентабельность внешнеторговых операций. Если она высока и составляет несколько десятков или даже сотен процентов, то увеличение цены товара на 5%, или на 50 долл. в рассмотренном выше примере, «растворяется» в высокой прибыли импортера, т.е. для импортера не критично, получает он прибыль 40% или 45%. Ввоз второго товара, облагаемого по ставке 15%, будет осуществляться без оглядки на более высокую ставку пошлины. Таким образом, в рассматриваемом примере таможенный тариф не обеспечивает реальное влияние на ввоз второго товара по сравнению с первым, т.е. в своей защитной функции он не работает.

В свою очередь высокая рентабельность определяется уровнем конкуренции на рынке по отношению к данному товару. Применительно к импорту товаров уровень конкуренции (в том числе влияние рынка на ценообразование) может значительно искажаться нетарифными мерами

регулирующие. В частности, лицензирование и квотирование может существенно ограничивать предложение товара на внутреннем рынке страны ввоза, что неизбежно отразится на увеличении его цены. Такое явление называется тарифным эквивалентом нетарифного регулирования.

Таким образом, сохраняющаяся высокая рентабельность импортных операций требует применения большого шага ставки ТП, и объясняется это прежде всего низкой по сравнению, например, со странами ЕС конкуренцией на внутреннем рынке.

К моменту создания Таможенного союза (2010 г.) средневзвешенная ставка таможенной пошлины ЕТТ ЕАЭС, как это отражено в разных источниках, составляла 10–12%. Впоследствии, прежде всего под влиянием вступления в 2012 г. России в ВТО, ставки ТП последовательно снижались. Именно так выполняла свои обязательства по снижению ставок Россия, в результате чего размер средневзвешенной ставки ввозной ТП в Евразийском экономическом союзе с 1 сентября 2015 г. снизился до немногим более 5%¹. Очевидно, что в предшествующие 5 лет (2015–2020 гг.) этот показатель был в два раза ниже, чем на момент создания ЕАЭС в 2010 г., что очень существенно.

Обычно снижение размера средневзвешенной ставки ввозной ТП в ЕАЭС до 5% имеет характер простой констатации. При этом не оговаривается, что это принципиально важное событие, в результате которого ЕТТ ЕАЭС перешел в совершенно иное состояние и эффективность тарифного регулирования значительно снизилась, во многих случаях – практически до нуля.

Объясняется это уравниванием средневзвешенной ставки ТП с шагом ставки ТП и означает, что в среднем влияние на ВЭД ЕТТ ЕАЭС сравнялось с минимальной чувствительностью механизма тарифного регулирования в действующих экономических условиях стран ЕАЭС. В результате применяемый таможенный тариф не может влиять на ограничение или стимулирование ввоза товаров, т.е. таможенный тариф не может выполнять свои базовые функции.

¹ URL: <https://www.belta.by/economics/view/razmer-srednevzveshennoj-vvozhnoj-poshliny-v-eaes-s-1-sentjabrja-snizitsja-do-5-53-160928-2015/>.

Следует также отметить, что снижение ставок ТП привело к снижению доли доходов бюджетов стран ЕАЭС примерно в два раза. В настоящее время она составляет для России и Беларуси примерно 4–5%, т.е. ввозная ТП перестала быть значимым источником доходов бюджета.

Подходы к дифференциации таможенного тарифа. При анализе ЕТТ ЕАЭС в рассматриваемом контексте представляет интерес дифференциация ставок тарифа по их величине (см. таблицу).

Как показано в таблице, в ЕТТ ЕАЭС чаще всего используются ставки размерами 5, 10 и 15%. Они охватывают более 65% всех ставок тарифа, а если учесть и нулевые ставки – то более 88%. При этом наибольший удельный вес (примерно 40%) имеет ставка размером 5%. На ставки, превышающие 15%, приходится всего около 12%.

В теории тарифного регулирования традиционно соперничают два принципиально разных подхода, связанных с дифференциацией ставок таможенного тарифа (см. рисунок).

Первый подход предполагает высокую дифференциацию ставок. Это означает, что на товары, имеющие незначительные отличия, но ввоз которых в рамках проводимой тарифной политики нужно стимулировать или ограничивать по-разному, устанавливаются различные ставки ТП. Этот подход в теории позволяет очень избирательно стимулировать или ограничивать ввоз определенных товаров (точнее, пытаться это делать), или эффективно реализовывать фискальную функцию таможенного тарифа. В то же время это требует значительных усилий участников ВЭД по обеспечению верной классификации товаров по ТН ВЭД (это технически наиболее сложная процедура при таможенном декларировании) и таможенных

Таблица

Структура таможенного тарифа ЕАЭС по величине ставки таможенной пошлины, рассчитанной по адвалорной составляющей, %

Ставка таможенной пошлины	Доля ставок в ЕТТ ЕАЭС
от 0 до 5	20,77
от 5 до 10	43,88
от 10 до 15	23,87
от 15 до 20	7,86
20 и выше	3,62

Источник: (Колесников, Лушкевич, 2018).

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ТАРИФА	УНИФИКАЦИЯ ТАРИФА
Сложный тариф	Простой тариф
Усложнение таможенных формальностей	Упрощение таможенных формальностей
Сильный таможенный контроль	Упрощенный таможенный контроль
Защитная функция тарифа на практике полноценно не реализуется	Приоритетом является простота ВЭД
Фискальная функция тарифа на практике полноценно не реализуется	Фискальная функция тарифа на практике реализуется полноценно
Создание условий для коррупции в таможенных органах	Отсутствие условий для коррупции в таможенных органах

Рис. Характерные признаки дифференциации и унификации таможенного тарифа

Источник: авторская разработка.

органов – по обеспечению соответствующего контроля. Возможно также применение значительно по объему и достаточно сложного таможенного тарифа, что требует высоких издержек на его ведение. Кроме того, ставится под сомнение оптимальность тарифа в связи с его сложностью и такими явлениями, как лоббизм интересов производителей отдельных товаров.

Практическая реализация фискальной функции тарифа осложняется контролем правильности классификации товаров по ТН ВЭД. У участников ВЭД появляется соблазн за счет декларирования неверного кода ТН ВЭД (имеющего незначительное отличие от правильного) применять меньшие ставки ТП. В таможенных органах при этом создаются условия для коррупции, и в целом этот подход значительно усложняет внешнеэкономическую деятельность.

Следует отметить, что ЕТТ ЕАЭС был сформирован на основе Таможенного тарифа Российской Федерации, которая традиционно именно его и придерживается. Евразийская экономическая комиссия как орган, ответственный за ведение ЕТТ ЕАЭС, является идеологическим преемником и продолжателем этих традиций. Поэтому в целом, как направление совершенствования тарифного регулирования, тенденция к дальнейшей дифференциации ставок ТП в ЕАЭС существует.

Второй подход усматривает значительную унификацию ставок ТП. Наиболее полно он был реализован в Чили, где применяется единая ставка таможенных пошлин в размере 6%. Исключения составляют 35 товарных позиций с установленной ставкой в размере 0%; в отношении же ювелирных изделий, алкогольной продукции и табачных изделий установлены дополнительные налоги (акцизы) в размере от 15 до 60,7%. В соответствии с подобным подходом Чили признана страной, наиболее простой для импорта товаров.

Недостатки и преимущества этого подхода зеркальны по отношению к первому: невозможность точного и избирательного регулирования импорта товаров посредством ТП и простота таможенного регулирования, связанная с отсутствием потребности контроля правильности классификации товаров по ТН ВЭД (что технически определяет ставку ТП). Простой и небольшой

по объему применяемый таможенный тариф предопределяют низкие издержки на его ведение и обуславливают полноценную реализацию желаемых целей тарифного регулирования. За счет невозможности манипулирования кодами ТН ВЭД полноценно реализуется в том числе фискальная функция тарифа и не создаются условия для коррупции в таможенных органах.

При рассмотрении проблем дифференциации ставок таможенного тарифа следует принимать во внимание еще один важный аспект, связанный с невозможностью повышения ставок ТП (это запрещено правилами ВТО), т.е. собственно дифференциация ставок возможна только путем их снижения. Поясним это на примере. Интересующий нас товар ранее облагался по ставке 15%. Принимается решение разделить его по какому-то признаку, ранее не принимаемому во внимание, на два товара. Для первого оставляется ставка 15%, для нового товара существуют варианты: 0%, 5%, 10%. При этом работать могут первые два. Данный пример показывает практически максимальную широту возможностей для дифференциации ставок. Для большинства товаров станет возможной дифференциация ставки на один шаг, и это ставит под сомнение практическую эффективность таких мер.

Из рассмотрения дифференциации ЕТТ ЕАЭС и тенденции к углублению сложно сделать однозначный вывод. С одной стороны, с учетом рассмотренной структуры ЕТТ ЕАЭС по величине ставок ТП и шага ставки таможенной пошлины очевидно, что тенденция к дифференциации таможенного тарифа в целом не даст ожидаемого результата. Дифференциация возможна в отношении очень ограниченного количества товаров и только в направлении применения тарифных пиков. Это объясняется прежде всего тем, что преобладающая доля ставок тарифа сопоставима с величиной шага ставки ТП.

Сохранение прежней, а также углубления дифференциации ставок вызовет усложнение ВЭД для импортеров, потребует усиления таможенного контроля в части правильности классификации товаров по ТН ВЭД. По нашему мнению, это находится в прямом противоречии с самым перспективным направлением развития таможенного регулирования, связанного с элек-

тронным декларированием и автоматическим выпуском товаров. Как известно, дифференциация таможенных пошлин не может давать должного экономического эффекта, но при этом она гарантированно тормозит самые передовые направления развития таможенного регулирования.

Таким образом, по нашему мнению, выбор между дифференциацией и унификацией тарифа сводится к выбору между недостижимой идеей избирательного стимулирования или ограничения ввоза определенных товаров и эффективной реализации фискальной функции и гарантированного упрощения ВЭД. При этом во втором случае будут полноценно реализовываться фискальные возможности тарифа за счет невозможности манипулирования кодами товаров по ТН ВЭД и отсутствием условий для коррупции.

Влияние на интеграцию и применение тарифных преференций. Равенство средневзвешенной ставки таможенной пошлины и шага ставки ТП определяет ряд дополнительных, в том числе негативных эффектов. Одним из них является негативное влияние на экономическую интеграцию государств.

Как известно, по состоянию на начало 2021 г. ЕАЭС создал зоны свободной торговли с четырьмя странами – Сербией, Вьетнамом, Ираном, Сингапуром, соответствующие переговоры ведутся более чем с 10 странами мира. Продолжает функционировать и зона свободной торговли в рамках Содружества Независимых Государств.

Зона свободной торговли предполагает взаимное освобождение товаров от обложения ТП, что призвано активизировать эффекты возникновения и переориентации торговли. Первый означает, что в более льготных условиях страны начнут торговать товарами, которыми ранее не торговали, так как это было невыгодно. Согласно второму, торговые потоки переориентируются с торговых отношений с третьими странами на торговлю в рамках созданного интеграционного объединения, так как интеграция должна приводить к возрастанию взаимной торговли. Это основная ее цель и индикатор успеха.

Но для условий ЕАЭС это означает, что в среднем размер тарифной льготы будет равен 5%, или шагу ставки ТП. Следовательно, полное освобождение товаров от обложения таможенны-

ми пошлинами вряд ли окажет существенное влияние на условия взаимной торговли в рамках интеграционного объединения, соответственно сомнительными представляются эффекты возникновения и переориентации торговли. Определенный эффект может наблюдаться только в отношении отдельных товаров, на которые установлены высокие ставки ТП, но таких товаров в ЕТТ ЕАЭС немного.

Вторым существенным направлением предоставления тарифных преференций является Единая система тарифных преференций ЕАЭС (ЕСТП). Это могут быть преференции в отношении товаров, происходящих из развивающихся (тарифная льгота предполагает применения 75% базовой ставки ЕТТ ЕАЭС) или наименее развитых (товары ТП не облагаются) стран.

Евразийская экономическая комиссия как направление совершенствования системы предоставления тарифных преференций рассматривает вопрос пересмотра списка стран-пользователей ЕСТП или разработки новой методики ЕСТП, согласно которой страны должны быть разделены на три уровня предоставления преференций, дифференцированных по уровню дохода на душу населения, согласно данным Всемирного банка:

- первый уровень будет включать страны с уровнем дохода выше среднего (должно применяться 75% от базовой ставки ЕТТ ЕАЭС);
- второй уровень – страны с уровнем дохода ниже среднего (должно применяться 50% от базовой ставки ЕТТ ЕАЭС);
- третий уровень – страны с низким уровнем дохода (снижение ввозной таможенной пошлины до 0).

Предложение теоретически рациональное, но в ЕАЭС оно, на наш взгляд, работать не будет по рассмотренным выше причинам. Дополнительно поясним это на примере ввоза товара, облагаемого по ставке ТП 10%. Для товаров из стран первой группы будет применяться ставка ТП, равная 7,5%, для второй – 5%, а для третьей – 0%, т.е. по сравнению с базовым уровнем 10% для первой и второй групп стран величина тарифной преференции меньше или равна шагу ставки ТП, что равнозначно отсутствию ошутимого влияния льготы на результаты ВЭД. Полное

освобождение от применения ТП может давать определенный эффект.

Таким образом, предполагаемая трехуровневая дифференциация тарифных преференций не будет способствовать росту взаимной торговли и, следовательно, не даст ощутимого фискального эффекта. Кроме того, реализация данного предложения может снизить востребованность преференций в рамках ЕСТП по следующей причине. Для любого вида тарифных преференций в дополнение ко всему следует учитывать, что условием их получения является необходимость соблюдения правил непосредственной закупки и прямой отгрузки товаров. Согласно этим правилам, внешнеторговый контракт должен заключаться напрямую с резидентом страны, на товары из которой распространяется тарифная преференция, причем товар страны происхождения должен быть и отгружен непосредственно из этой страны. Выполнение этих условий усложняет и часто удорожает реализацию внешнеторговой сделки, что сводит на нет и без того незначительный эффект от предоставления тарифной преференции.

В итоге приходится констатировать негативный характер влияния величины шага ТП на условия взаимной торговли в результате создания зон свободной торговли и применения ЕСТП, а также невозможность полноценного применения данных механизмов предоставления тарифных преференций в условиях ЕАЭС.

Выводы. Основной из них: ЕТТ ЕАЭС в настоящее время не может полноценно выполнять свои функции. В 2015 г. средневзвешенная ставка ЕТТ ЕАЭС стала равна шагу ставки ТП, т.е. в среднем минимально чувствительной в тарифном регулировании. Таможенный тариф изменился, а условия его применения остались прежними. В результате ЕТТ ЕАЭС перестал являться инструментом регулирования ВЭД, его реальная функциональность сохраняется в отношении ограниченного перечня товаров, которые облагаются высокими таможенными пошлинами.

Традиционные направления совершенствования тарифного регулирования, такие как оптимизация тарифа, в том числе его дифференциация, не эффективны.

Механизмы тарифных льгот, являющиеся основой экономической интеграции государств, не могут давать ощутимый эффект, поскольку не способствуют значимому улучшению условий взаимной торговли внутри интеграционных объединений, и это лишает их (объединения) главного экономического смысла.

Фискальная значимость ввозных ТП с 2015 г. значительно снизилась, в России и Беларуси она составляет 4–5% доходов бюджета.

К причинам низкой чувствительности механизма тарифного регулирования (т.е. применения большого шага ставки ТП) можно отнести сохранение высокой доходности импорта товаров и низкой конкуренции на внутреннем рынке стран ЕАЭС. Вследствие этого возврат ЕТТ ЕАЭС к какой-либо значительной эффективности не может быть достигнут никакими отдельными мероприятиями по модернизации тарифного регулирования, ни всего механизма таможенного регулирования в целом. Реальные реформы тарифного регулирования в ЕАЭС лежат в плоскости реформ внутреннего рынка, направленных на усиление конкуренции и снижение доходности импорта товаров. Но это – принципиально гораздо более сложная и масштабная задача по сравнению с простой модернизацией таможенного тарифа.

Вместе с тем критичное осмысление и принятие факта низкой эффективности тарифного регулирования в ЕАЭС с учетом изложенного в статье может способствовать значительному упрощению всей системы таможенного регулирования и формированию условий ВЭД гораздо более высокого уровня.

ЛИТЕРАТУРА

Колесников А.А., Лушкевич О.В. 2018. Совершенствование механизма таможенно-тарифного регулирования в Евразийском экономическом союзе. *Рынок транспортных услуг (проблемы повышения эффективности)*. Международный сборник научных трудов. Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский государственный университет транспорта. Вып. 11. Гомель. С. 122–132.

Статья поступила 4.06.2021 г.



ОЦЕНКА ИНФЛЯЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ В ЭКОНОМИКЕ ПОСРЕДСТВОМ
МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНОВОЙ МОДЕЛИ ЛЕОНТЬЕВА

Пархименко В.А.

Инфляция, или рост цен, входит в так называемый «золотой четырехугольник» (Тарасевич, Гальперин, Гребенников, Леусский, 1999. С. 333), т.е. в число приоритетных целей макроэкономической стабилизационной политики, характерных практически для любой экономической системы, наряду с уровнем безработицы, ростом национального дохода и размера чистого экспорта по отношению к ВВП. Как известно, в настоящее время большинство центральных банков ведущих стран мира формируют свою денежно-кредитную политику, так или иначе ориентируясь на достижение и удержание целевого уровня цен, т.е. осуществляют инфляционное таргетирование¹. Не менее значима указанная макроэкономическая категория и для «простого обывателя», так как напрямую и очевидным образом влияет на его уровень и качество жизни, экономические ожидания и стратегию экономического поведения.

Природу инфляции, порождающие ее факторы и методы контроля разные школы макроэкономической мысли объясняют по-разному. Например, монетаристы рассматривают инфляцию с позиций количественной теории денег, связывая рост цен в долгосрочной перспективе напрямую с ростом денежного предложения, опережающего реальный рост ВВП. Экономисты кейнсианского толка традиционно фокусируются на кратко- и среднесрочном периоде, поэтому анализируют прежде всего иные, немонетарные факторы, говоря, как правило, о трех типовых случаях: об инфляции, вызванной избыточным спросом, издержками или адаптивными ожиданиями. Сторонники современной теории денег (Modern monetary theory, или ММТ) радикально

противоположны по взглядам к монетаристам по отношению к странам с так называемой суверенной валютной системой: для таких стран, полагают представители ММТ, рост предложения денег, осуществляемого для финансирования государственных расходов, не является проблемой и не приводит к гиперинфляции. Они допускают ситуации, когда инфляция может сигнализировать о достижении некоторого предела в «печатании денег», но вместе с тем полагают, что правительству страны с суверенной валютной системой в этом случае нужно всего лишь уменьшить финансирование государственных расходов посредством долга и/или увеличить налоги². Интересен взгляд профессора Ричарда Вернера, согласно которому увеличение денежного предложения банковской системой, направленного на стимулирование потребительского спроса, ведет к росту цен на товары и услуги, а кредитование покупки активов – к образованию «ценовых пузырей» на рынке недвижимости и фондовой бирже. В противовес ученый предлагает использо-

² Modern Monetary Theory, Part 3: MMT and inflation. URL: <https://www.fraserinstitute.org/blogs/modern-monetary-theory-part-3-mmt-and-inflation>.

ОБ АВТОРЕ



ПАРХИМЕНКО

Владимир Анатольевич (parkhimenko@bsuir.by), кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (г. Минск, Беларусь).

Сфера научных интересов: анализ «Затраты-Выпуск», алгоритмический маркетинг, компьютерное моделирование.

¹ Inflation Targeting: Holding the Line. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/basics/target.htm>.

вать устойчивое стимулирование экономики посредством финансирования банками инновационного сектора, создания новых предприятий, что не ведет к инфляции и росту цен активов³.

Динамику цен на товары и услуги потребительского назначения в Республике Беларусь с момента обретения ею независимости после распада Советского Союза характеризуют данные рис. 1.

Индекс потребительских цен на товары и платные услуги населению, без учета деноминаций, составил в декабре 2020 г. по отношению к декабрю 1990 г. (взято за 100%) астрономическую величину – 7 609 613 575,92%. Неудивительно, что инфляция как одна из макроэкономических категорий прочно вошла в обыденный лексикон белорусов за последние три десятка лет. Пожалуй, даже такая более «грозная» категория, как безработица, значительно проще воспринимается населением ввиду крайне низкого ее уровня за последние десятилетия.

С позиций годового темпа прироста потребительских цен можно отметить период гиперинфляции в самом начале 90-х годов, когда из-за распада СССР отмечался период экономической турбулентности. Подобный «всплеск» (пусть даже разной амплитуды) наблюдался во всех бывших советских республиках (Тарасевич, Гальперин, Гребенников, Леусский, 1999. С. 313). Далее

последовал длительный период умеренной стабилизации инфляционных процессов (несмотря на то, что годовой прирост, как правило, выражался двузначной величиной), за исключением двух, явно выбивающихся из этой тенденции скачков в 1998–1999 гг. и в 2011 г. С 2017 г. ввиду более жесткой денежно-кредитной политики Национального банка уровень потребительских цен рос в пределах 4–7% в год.

В нашей работе не ставилось целью проведение анализа причин и факторов инфляционных процессов в Республике Беларусь, преследовалась цель более прагматичная – оценить влияние немонетарных факторов, связанных со структурными пропорциями нефинансового сектора экономики, на рост цен. Вместе с тем именно рост денежной массы часто рассматривается многими экспертами основной причиной инфляции в нашей стране. По расчетам автора, за период 1990–2020 гг. коэффициент корреляции между годовым приростом индекса потребительских цен и приростом денежной массы в национальном определении (M2)⁴ составил довольно высокую величину – 0,79. Некоторые отечественные исследователи стремятся доказать, как стимулирование внутреннего потребительского спроса посредством мягкой денежно-кредитной политики при-

³ Shifting from Central Planning to a Decentralised Economy. URL: <https://professorwerner.org/blog/>.

⁴ Рассчитано с использованием данных Национального банка Республики Беларусь. URL: <https://www.nbrb.by/statistics/monetarystat/broadmoney>.

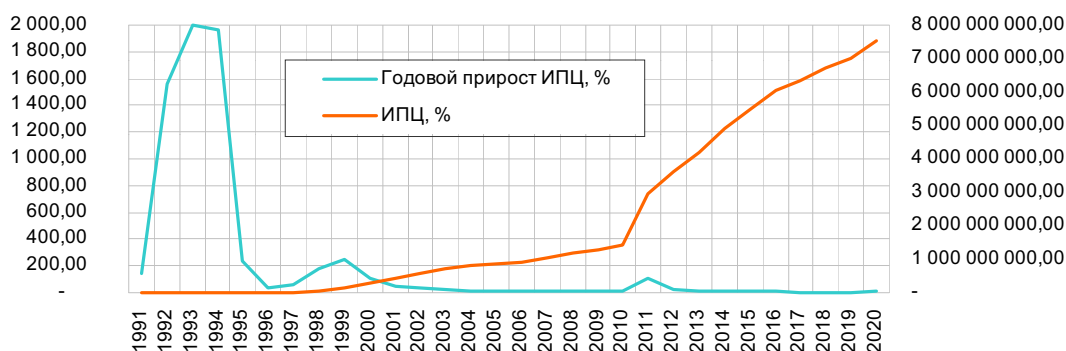


Рис. 1. Индекс потребительских цен на товары и платные услуги населению (правая шкала, декабрь 1990 г. = 100) и его годовой прирост (левая шкала, декабрь соответствующего года по отношению к декабрю предыдущего года)

Источник: построено по данным Национального статистического комитета. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/ssrd-mvf_2/natsionalnaya-stranitsa-svodnyh-dannyh/indeks-potrebitelskih-tsen/indeksy-potrebitelskikh-tsen-na-tovary-i-platnye-uslugi-naseleniyu-1990-100/.

водит к вынужденной девальвации белорусского рубля, росту цен на импортируемые товары и услуги, а вследствие этого – к росту общего уровня цен в стране (Быков, Шаблинская, 2020).

Ранее уже анализировалось влияние обменного курса на макроэкономические показатели, в том числе уровень цен по данным межотраслевого баланса за 2018 г. (Пархименко, Быков, 2020). Интерес представляет получение оценок и по иным факторам, традиционным для научных публикаций, посвященных проблеме инфляции (уровень заработной платы, налогов, торговых и транспортных наценок, рост отдельных отечественных цен и т.п.).

Инфляционные процессы анализировало множество отечественных экономистов, в том числе с использованием рассматриваемого далее инструментария – ценовой модели в рамках методологии «Затраты-Выпуск» В.В. Леонтьева. По всей видимости, началом послужили исследования Комкова (1998), Василеги, Готовского (1999), Комкова, Беляцкого (2007), Комкова, Демиденко, Беляцкого (2008), Злотниковой (2008). Таким образом, имеются результаты исследования белорусской экономики по данным межотраслевых балансов 1990-х годов, в связи с чем представляет интерес задача сравнения их с модельными расчетами по данным (по доступному при написании статьи межотраслевому балансу за 2018 г.), позволяющему оценить динамику влияния этих факторов на протяжении нескольких десятилетий.

Для всестороннего анализа влияния немонетарных факторов в статье, помимо указанных выше, ставится задача построения «тепловой карты» прироста цен на отечественные товары и услуги под влиянием роста цен на товары и услуги, выпускаемые одной отечественной отраслью, а также задача международного сравнительного анализа в этом аспекте с привлечением данных межстрановых таблиц «Затраты-Выпуск» проекта Еога.

В статье также осуществлены расчеты необходимого изменения отраслевых цен для достижения равновесия в случае гипотетического выравнивания уровня заработной платы и нормы прибыли по экономике в целом.

Методика анализа. Предлагаемая для получения указанных выше оценок методика базируется на традиционном подходе, сформированном

создателем методологии «Затраты-Выпуск» В.В. Леонтьевым. Рост цен рассматривается как индуцированное увеличение издержек производства (cost-push inflation), «распространенное» по всей экономической системе посредством межотраслевых связей⁵.

Классическая двойственная модель Леонтьева, описывающая ценовые пропорции в национальной экономике, в стандартном виде может быть записана следующим образом:

$$P = A^T \cdot P + V, \quad (1)$$

где P – вектор-столбец цен по n отраслям;

V – вектор-столбец суммы валовой добавленной стоимости на единицу выпуска продукции;

A^T – транспонированная матрица прямых (материальных) затрат на единицу выпуска продукции (размерностью $n \times n$).

Для белорусского межотраслевого баланса уравнение (1) нужно переписать с учетом наличия отдельных данных по прямым затратам отечественных товаров и услуг, а также импортной составляющей, торговым и транспортным наценкам, чистым налогам на используемые в промежуточном потреблении продукты, по другим налогам и субсидиям, оплате труда, потреблению основного капитала, чистой прибыли и смешанному доходу:

$$P_{отеч} = A_{отеч}^T \cdot P_{отеч} + I + M_{торг} + M_{трансп} + T_{прод} + T_{произв} + T_{суб} + W + B + Pr, \quad (2)$$

где $P_{отеч}$ – вектор-столбец цен на отечественные товары и услуги;

$A_{отеч}^T$ – транспонированная матрица прямых затрат отечественных товаров и услуг на 1 руб. выпущенных отечественных товаров и услуг;

I – вектор-столбец прямых затрат импортных товаров и услуг на 1 руб. выпуска соответствующих отечественных товаров и услуг;

$M_{торг}, M_{трансп}$ – вектор-столбцы торговых и транспортных наценок на 1 руб. выпуска соответствующих отечественных товаров и услуг;

$T_{прод}, T_{произв}, T_{суб}$ – вектор-столбцы чистых налогов на продукты, использованные товары, другие налоги на производство и другие субсидии

⁵ Интересный термин в этом контексте используют (Auer, Levchenko, Saure, 2019) – inflation spillovers through input linkages.

на производство на 1 руб. выпуска соответствующих отечественных товаров и услуг;

W – вектор-столбец затрат на оплату труда на 1 руб. выпуска соответствующих отечественных товаров и услуг;

B – вектор-столбец затрат на потребление основного капитала на 1 руб. выпуска соответствующих отечественных товаров и услуг;

Pr – вектор-столбец чистой прибыли и смешанного дохода на 1 руб. выпуска соответствующих отечественных товаров и услуг.

Решение (2) относительно вектора-столбца цен отечественных товаров и услуг даст следующее уравнение:

$$P_{отеч} = (E - A_{отеч}^T)^{-1} \cdot (I + M_{торг} + M_{трансп} + T_{прод} + T_{произв} + T_{суб} + W + B + Pr), \quad (3)$$

где E – единичная матрица соответствующей размерности.

Из (3) можно получить любые оценки роста (прироста) цен отечественных товаров и услуг под влиянием изменения тех или иных факторов, описываемых в правой части уравнения (3).

Перечень факторов и формулы для оценки их влияния на прирост цен, которые далее используются для расчетов в данной статье, приведены в табл. 1.

Все приростные величины факторов из таблицы 1 (ΔI , $\Delta P_{имп}$ и т.д.) далее в расчетах определяются по следующей формуле:

$$\Delta F = (\delta - 1) \cdot F_0, \quad (4)$$

δ – скалярная величина, характеризующая индекс изменения фактора. Как правило, использовалось 10-процентное увеличение, т.е. $\delta = 1,1$;

F_0 – вектор-столбец, описывающий значение факторов по каждой отрасли в базовый момент времени.

Результаты расчетов. Для получения оценок по формулам, представленным в табл. 1, использовались данные межотраслевого баланса Республики Беларусь (МОБ РБ) за 2018 г.⁶

⁶ URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/natsionalnye-scheta/statisticheskie-izdaniya/index_8704/?special_version=N.

Перечень факторов роста цен и формулы для оценки их влияния

Таблица 1

Фактор роста цен	Формула для расчета
1. Изменение затрат на импортные товары и услуги в составе себестоимости отечественной продукции: – расчет на основе вектора-столбца прямых затрат импортных товаров и услуг на 1 руб. выпуска соответствующих отечественных товаров и услуг; – расчет на основе матрицы прямых затрат на импортные товары и услуги ($A_{имп}$) и прироста цен на эти товары и услуги ($\Delta P_{имп}$)	$\Delta P_{отеч} = (E - A_{отеч}^T)^{-1} \cdot \Delta I$ $\Delta P_{отеч} = (E - A_{отеч}^T)^{-1} \cdot A_{имп}^T \cdot \Delta P_{имп}$
2. Изменение чистых налогов на продукты, на использованные товары, других налогов на производство и/или других субсидий на производство	$\Delta P_{отеч} = (E - A_{отеч}^T)^{-1} \cdot (\Delta T_{прод} + \Delta T_{произв} + \Delta T_{суб})$
3. Изменение торговых и/или транспортных наценок	$\Delta P_{отеч} = (E - A_{отеч}^T)^{-1} \cdot (\Delta M_{торг} + \Delta M_{трансп})$
4. Изменение номинальной заработной платы	$\Delta P_{отеч} = (E - A_{отеч}^T)^{-1} \cdot \Delta W$
5. Изменение чистой прибыли и смешанного дохода	$\Delta P_{отеч} = (E - A_{отеч}^T)^{-1} \cdot \Delta Pr$
6. Изменение цены i -го отечественного товара или услуги – расчет* на основе элементов l_{ij} и l_{ii} обратной матрицы Леонтьева $L = (E - A_{отеч})^{-1}$	$\Delta p_j = \frac{l_{ij}}{l_{ii}} \cdot \Delta p_i$ $j = \overline{1, n}$ $j \neq i$

* В расчетах использован сокращенный метод вычислений (Кубонива М., Табата М., Табата С., Хасэбэ Ю. 1991. С. 194–195).

Источник: авторская разработка.

При этом для более простой визуализации получаемых результатов исходная 83-отраслевая таблица «Затраты-Выпуск» трансформирована в агрегированную таблицу⁷ размерностью 19х19 первого квадранта. Данный шаг существенно снижает информативность и детализацию описания экономической системы, однако для целей статьи был сочтен целесообразным.

В работе (Пархименко, Быков, 2020) предложена процедура модификации отечественной таблицы «Затраты-Выпуск» в части корректировки несовпадения выпуска торговых и транспортных отраслей (по столбцам) с потреблением этого выпуска (по строкам). В дальнейших расчетах такая корректировка исходных данных не производилась, хотя формальное доказательство отсутствия искажений получаемых результатов в этом случае – вопрос отдельного исследования.

Результаты расчетов по пяти первым факторам, упомянутым в табл. 1, приведены на рис. 2.

⁷ Агрегирование производилось путем простого суммирования соответствующих строк и столбцов исходной таблицы, а не с помощью альтернативной процедуры, предложенной В.В. Леонтьевым (Leontief, 1967).

Как показано на рис. 2, наиболее сильное воздействие на цены отечественных товаров и услуг оказывает рост затрат на оплату труда (диапазон прироста цен: 1,4–7,3%), а рост цен на промежуточные импортные товары и услуги и рост прибыли (и смешанных доходов) находятся на втором месте по значимости (0,9–4,7% и 0,3–4,7% соответственно). Изменение налогов и наценок обладает значительно меньшим влиянием на цены (до 0,8–0,9%). Подобные результаты неудивительны, если принять во внимание долю рассматриваемых элементов в цене выпускаемой продукции и услуг.

Пожалуй, вполне ожидаема и дифференциация роста цен по отраслям. Зарплата оказывает влияние на более трудоемкие отрасли (практически все услуги), а импортные цены – на импортные (обрабатывающая промышленность).

Следует отметить проблему наличия отрицательных суммарных значений по такой категории, как налоги, из-за отдельных отрицательных значений в исходных данных по чистым налогам на продукты и субсидиям (подобное наблюдалось только по одной отрасли – «Сельское, лесное и рыбное хозяйство»). В связи с этим в расчетах

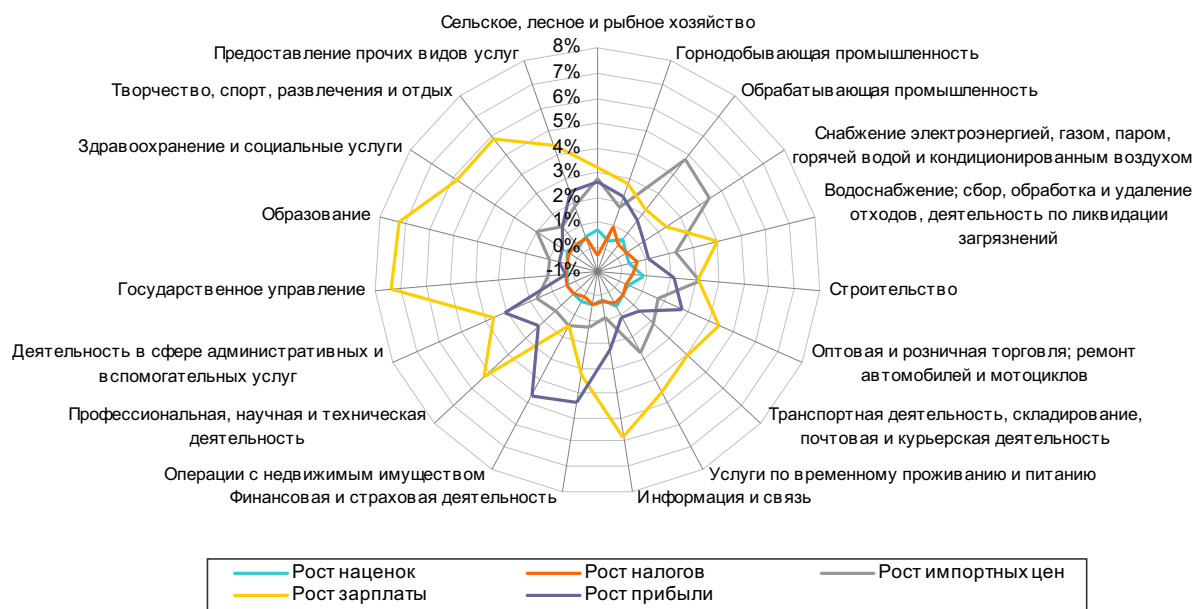


Рис. 2. Прирост цен на отечественные товары и услуги по 19 отраслям национальной экономики в результате 10-процентного прироста цен на импортные товары и услуги для промежуточного потребления, заработной платы, прибыли, налогов и торговых и транспортных наценок, %

Источник: авторская разработка по данным межотраслевого баланса за 2018 г.

при увеличении налогового фактора на 10% по указанной отрасли происходило увеличение отрицательной величины, т.е. по сути – уменьшение. Один из возможных путей здесь при более детальном анализе – замена отрицательных значений нулевыми.

Отталкиваясь от результатов роста цен в разрезе 19 отраслей, можно осуществить оценку изменения общего уровня цен. В частности, индекс потребительских цен (относительно базового периода) может быть рассчитан по формуле:

$$ИПЦ = (\Delta P_{отеч}, \Delta P_{имп})^T \cdot (H_{отеч}, H_{имп}), \quad (5)$$

где $H = (H_{отеч}, H_{имп})$ – вектор-столбец долей расходов на конечное потребление домашних хозяйств на отечественные и импортные товары и услуги по каждому виду товаров и услуг 19 отраслей в общем объеме расходов на конечное потребление домашних хозяйств.

Оценка индекса цен производителей промышленной продукции (прирост относительного базового периода) может быть получена следующим образом:

$$ИЦППП = \Delta P_{отеч}^T \cdot R, \quad (6)$$

где R – вектор-столбец долей использования отечественных товаров и услуг промышленного назначения в основных ценах по каждому виду товаров и услуг 19 отраслей в общем объеме использования отечественных товаров и услуг промышленного назначения в основных ценах.

Наконец, оценку дефлятора ВВП (прирост относительно базового периода) предлагается осуществлять по формуле:

$$GDP\ deflator = (\Delta P_{отеч})^T \cdot VA, \quad (7)$$

где VA – вектор-столбец доли валовой добавленной стоимости в валовом выпуске по каждому виду товаров и услуг 19 отраслей в общем объеме валовой добавленной стоимости по всей экономике в целом.

Сопоставление полученных по формулам (5)–(7) оценок с результатами прежних исследований, в частности, с (Василега, Готовский, 1999), (Комков, Беляцкий, 2008), визуализировано на рис. 3.

Анализ данных рис. 3 позволяет отметить устойчивость влияния такого фактора, как «размер заработной платы», на протяжении более 20 лет (по данным МОБ за 1996 г. по отношению к расчетам по МОБ за 2018 г.). «Импортный фактор» стал оказывать большее влияние и на ИПЦ, и на ИЦППП (оценка дефлятора ВВП в исследовании 1999 г. отсутствует). Фактор роста валовой прибыли и смешанного дохода был существенно более значимым в 1996 г. с позиции его воздействия на уровень цен по всем трем рассматриваемым показателям⁸.

На рис. 3 также визуализированы оценки влияния «зарплатного» фактора (Комков,

⁸ В (Василега, Готовский, 1999) речь в данном случае идет об «...улучшении финансового состояния, понимаемом как отношение суммы валовой прибыли и смешанного дохода к сумме материальных затрат и оплате труда работников». Возможно, различия между их и нашими оценками вызваны не только структурными изменениями в экономике, но и разной методологией расчетов.

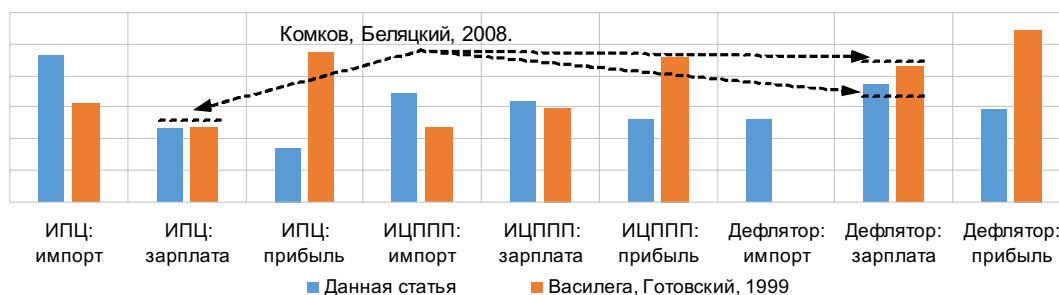


Рис. 3. Оценки потенциального прироста ИПЦ, ИЦППП и дефлятора ВВП под воздействие 10-процентного роста цен на импортные товары и услуги («импорт»), заработной платы («зарплата»), валовой прибыли и валового смешанного дохода («прибыль»)

Источник: расчеты автора, оценки по (Василега, Готовский, 1999) и (Комков, Беляцкий, 2008), %.

Беляцкий, 2008)⁹. Они в целом незначительно отличаются от уже представленных оценок. Вряд ли это позволяет сделать однозначный вывод о стабильности механизма инфляции по причине роста заработной платы в белорусской экономике за более, чем два десятка лет, однако такой вывод заслуживает внимания, пусть даже в качестве предварительного.

Сравнительный анализ значений в отраслевом разрезе затруднен, так как отраслевые классификации в МОБ-1996 и МОБ-2018 (тем более в его агрегированной версии, используемой в данной статье) не совпадают. Тем не менее мож-

⁹ Оценка прироста дефлятора ВВП в связи с ростом заработной платы по экономике в целом у (Комков, Беляцкий, 2008) приведена в двух разных значениях – одно в таблице, другое – в тексте, поэтому на рис. 3 данной статьи оба значения приведены сразу.

но отметить большую динамику показателей по отдельным отраслям: например, строительство практически в 1,5 раза стало более чувствительным к росту цен на импортные товары и услуги и наоборот – в 1,5 раза менее чувствительным к уровню оплаты труда по экономике в целом.

Интерес представляет оценка влияния такого фактора (см. фактор № 6 в табл. 1 и там же соответствующую формулу для расчета) на уровень цен, как рост цен на отечественные товары и услуги конкретной отрасли (не столь важно, из-за роста ли заработной платы именно по этой отрасли или цен на специфический импорт, или из-за иного механизма увеличения валовой добавленной стоимости в цене продукции этой отрасли).

Результаты этой оценки отражают данные табл. 2.

Таблица 2

Белорусская экономика в 2018 г.: «тепловая карта» прироста цен (% к базовому периоду) на отечественные товары и услуги по 19 отраслям (слева) в ответ на 10-процентный прирост цен на отечественные товары и услуги одной отрасли (сверху)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	1		0,003	2,020	0,200	0,013	0,020	0,054	0,109	0,007	0,034	0,216	0,018	0,050	0,018	0,000	0,000	0,003	0,002	0,004
Горнодобывающая промышленность	2	0,142		1,166	0,761	0,054	0,543	0,041	0,268	0,008	0,061	0,153	0,024	0,179	0,022	0,000	0,001	0,003	0,001	0,011
Обрабатывающая промышленность	3	1,014	0,015		0,414	0,051	0,023	0,041	0,079	0,009	0,051	0,156	0,031	0,120	0,042	0,000	0,001	0,003	0,000	0,006
Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом	4	0,350	0,003	0,577		0,064	0,063	0,017	0,022	0,006	0,023	0,184	0,008	0,052	0,022	0,000	0,001	0,006	0,000	0,006
Водоснабжение; сбор, обработка и удаление отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	5	0,139	0,006	0,905	1,550		0,026	0,051	0,050	0,006	0,041	0,230	0,016	0,078	0,038	0,000	0,001	0,007	0,000	0,008
Строительство	6	0,241	0,081	2,080	0,207	0,025		0,040	0,259	0,051	0,054	0,152	0,041	0,094	0,075	0,000	0,001	0,004	0,000	0,008
Оптовая и розничная торговля; ремонт автомобилей и мотоциклов	7	0,128	0,003	1,056	0,332	0,021	0,041		0,353	0,012	0,275	0,623	0,527	0,339	0,130	0,000	0,001	0,004	0,001	0,020
Транспортная деятельность, складирование, почтовая и курьерская деятельность	8	0,147	0,017	1,293	0,474	0,023	0,067	0,079		0,097	0,101	0,283	0,461	0,062	0,105	0,000	0,003	0,015	0,000	0,011
Услуги по временному проживанию и питанию	9	0,296	0,004	2,691	0,534	0,082	0,031	0,020	0,047		0,116	0,197	0,153	0,180	0,073	0,000	0,001	0,006	0,001	0,016
Информация и связь	10	0,054	0,001	0,453	0,226	0,013	0,025	0,013	0,057	0,020		0,525	0,295	0,156	0,082	0,000	0,002	0,001	0,001	0,026
Финансовая и страховая деятельность	11	0,133	0,002	1,186	0,493	0,014	0,009	0,007	0,013	0,002	0,047		0,031	0,029	0,010	0,000	0,000	0,001	0,000	0,004
Операции с недвижимым имуществом	12	0,125	0,007	0,966	0,647	0,033	0,370	0,011	0,029	0,009	0,031	0,171		0,031	0,116	0,000	0,001	0,001	0,001	0,004
Профессиональная, научная и техническая деятельность	13	0,148	0,003	1,370	0,306	0,022	0,019	0,020	0,078	0,033	0,105	0,220	0,078		0,042	0,000	0,002	0,002	0,001	0,014
Деятельность в сфере административных и вспомогательных услуг	14	0,209	0,005	1,514	0,953	0,050	0,017	0,015	0,062	0,014	0,050	0,109	0,048	0,061		0,000	0,001	0,003	0,005	0,007
Государственное управление	15	0,161	0,002	1,075	0,236	0,178	0,017	0,007	0,113	0,004	0,040	0,129	0,014	0,023	0,032		0,000	0,001	0,006	0,004
Образование	16	0,156	0,002	1,448	0,213	0,036	0,008	0,008	0,041	0,004	0,021	0,128	0,028	0,029	0,013	0,000		0,001	0,004	0,004
Здравоохранение и социальные услуги	17	0,172	0,002	1,309	0,302	0,115	0,032	0,010	0,093	0,007	0,029	0,134	0,024	0,033	0,017	0,000	0,002		0,000	0,009
Творчество, спорт, развлечения и отдых	18	0,140	0,002	0,878	0,462	0,044	0,044	0,012	0,095	0,037	0,195	0,349	0,291	0,172	0,063	0,000	0,000	0,004		0,030
Предоставление прочих видов услуг	19	0,610	0,003	1,818	0,429	0,091	0,014	0,016	0,026	0,003	0,029	0,114	0,041	0,054	0,029	0,000	0,000	0,002	0,004	

Источник: расчеты автора по данным МОБ РБ 2018 г.

«Тепловая карта» отражает расчетный прирост цен на отечественные товары и услуги по 19 отраслям (слева) в ответ на 10-процентный прирост цен на отечественные товары и услуги одной отрасли (сверху). Отметим, что таблица читается «сверху – налево»: например, 10-процентный прирост отечественных цен по отрасли №3 – обрабатывающая промышленность – вызовет прирост на 2,02% отечественных цен по отрасли №1 – сельское, лесное и рыбное хозяйство – и 2,08% по отрасли №6 – строительство.

Очевидно, что использование в статье агрегированной 19-отраслевой версии таблицы «Затраты-Выпуск» существенно снижает объясняющую способность полученной «тепловой карты»¹⁰, которую для реальных прикладных расчетов все-таки следует получать в полноразмерном варианте. Тем не менее вывод о том, что уровень отечественных цен в обрабатывающей промышленности является важным фактором роста цен в иных отраслях, может быть сделан.

¹⁰ В качестве яркого примера можно упомянуть странный «выброс» расчетного прироста цен по отрасли «Услуги по временному проживанию и питанию» в результате роста цен на продукцию обрабатывающей промышленности. Подобное стало возможным только потому, что в 19-отраслевой версии таблицы в услуги временного проживания включены услуги общественного питания, а в обрабатывающую промышленность включены более 30 отраслей, в том числе «Продукты пищевые, включая напитки, и табачные изделия».

Значительным влиянием обладают также такие отрасли, как снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом, сельское, лесное и рыбное хозяйство, финансовая и страховая деятельность¹¹.

В табл. 2 приведены оценочные значения прироста цен по каждой из отраслей. Обобщающие данные о влиянии роста цен в конкретной отрасли на ИПЦ и ИЦППП с учетом результатов расчетов по формуле (5) и (6) приведены на рис. 4.

Как показано на рис. 4, рост цен на отечественные товары и услуги, производимые обрабатывающей промышленностью, потенциально вносит существенный вклад в рост и потребительских цен, и цен на промышленную продукцию. Другие отрасли обладают более скромным (в 2–3 раза меньшим) инфлятогенным потенциалом.

Интерес представляет сравнение полученных нами и представленных в табл. 2 оценок с некоторым аналогом по мировой экономике в целом. Расчеты проведены по данным межстрановой

¹¹ Поскольку в табл. 2 никак не учтен рост цен на импортные товары и услуги, можно воспользоваться второй формулой из п. 1 табл. 1 и построить «тепловую карту», учитывая реакцию отечественных цен на 10-процентный прирост цен всех (включая импортируемые) товаров и услуг в конкретной отрасли.



Рис. 4. Оценка прироста индекса потребительских цен (ИПЦ) и индекса цен производителей промышленной продукции (ИЦППП) относительно базового периода вследствие 10-процентного роста цен на товары и услуги конкретной отрасли

Источник: авторская разработка по данным межотраслевого баланса за 2018 г.

таблицы «Затраты-Выпуск» проекта Eoga¹² за 2015 г. (последний из доступных в настоящее время) и визуализированы в виде «тепловой карты» для мировой экономики в табл. 3.

Прямые сравнения, к сожалению, существенно затруднены ввиду разной номенклатуры отраслей. Тем не менее имеющиеся данные позволяют сделать вывод о том, что наиболее весомый вклад в инфляцию издержек в мировой экономике вносит финансовое посредничество (Financial Intermediation and Business Activities) и нефтяные, химические и неметаллические минеральные продукты (Petroleum, Chemical and Non-Metallic Mineral

¹²URL: <https://www.worldmrio.com/>.

Products). Электроэнергия, газ, водоснабжение (Electricity, Gas and Water) и сельское хозяйство (Agriculture), в отличие от белорусской экономики, менее значимы с позиций инфляции. Пожалуй, именно в преобладании финансового посредничества (Financial Intermediation and Business Activities) и состоит существенное отличие мировой экономической системы от белорусской, в которой 10-процентное удорожание услуг финансовой и страховой деятельности ведет к приросту цен других отраслей лишь на 0,11–0,62% (по миру – 0,89–2,07%), что, возможно, обусловлено меньшей ролью финансового сектора и финансовых услуг в экономике. Однако развитие данного положения выходит за рамки настоящей статьи.

Таблица 3

Мировая экономика в 2015 г.: «тепловая карта» прироста цен (% к базовому периоду) на товары и услуги по 25 отраслям (слева) в ответ на 10-процентный прирост цен на товары и услуги одной отрасли (сверху)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Сельское хозяйство	1	0,05	0,31	0,73	0,04	0,15	1,20	0,19	0,25	0,06	0,04	0,02	0,28	0,10	0,03	0,31	0,21	0,08	0,42	0,10	1,06	0,01	0,12	0,00	0,02
Рыболовство	2	0,82	0,28	0,85	0,08	0,18	1,02	0,24	0,36	0,28	0,07	0,03	0,23	0,08	0,03	0,29	0,25	0,06	0,45	0,11	0,89	0,01	0,12	0,00	0,02
Горнодобывающая промышленность	3	0,07	0,00	0,06	0,06	0,15	0,87	0,43	0,57	0,13	0,05	0,02	0,54	0,20	0,02	0,23	0,17	0,09	0,65	0,16	1,37	0,02	0,15	0,00	0,03
Производство пищевых продуктов и напитков	4	2,95	0,22	0,32	0,08	0,40	1,07	0,33	0,32	0,09	0,05	0,04	0,36	0,12	0,04	0,58	0,37	0,10	0,67	0,16	1,46	0,02	0,17	0,00	0,03
Производство текстильных изделий и одежды	5	0,81	0,02	0,44	0,34	0,30	1,74	0,28	0,40	0,09	0,10	0,06	0,46	0,12	0,04	0,60	0,44	0,12	0,63	0,20	1,58	0,02	0,19	0,00	0,04
Производство древесины, бумаги и изделий из них	6	0,65	0,02	0,39	0,14	0,14	1,25	0,36	0,44	0,11	0,11	0,08	0,49	0,14	0,04	0,57	0,33	0,13	0,77	0,23	1,63	0,02	0,22	0,00	0,03
Нефтяные, химические и неметаллические минеральные продукты	7	0,19	0,01	1,97	0,15	0,11	0,32	0,48	0,55	0,12	0,06	0,03	0,70	0,17	0,04	0,49	0,34	0,11	0,80	0,21	1,76	0,03	0,21	0,00	0,03
Металлургия и металлообработка	8	0,10	0,01	1,13	0,08	0,08	0,24	1,32	0,71	0,15	0,08	0,27	0,83	0,16	0,05	0,56	0,34	0,12	0,86	0,24	1,63	0,03	0,21	0,00	0,05
Производство машин и оборудования	9	0,10	0,01	0,49	0,08	0,10	0,30	1,30	1,78	0,20	0,08	0,08	0,45	0,14	0,05	0,62	0,35	0,13	0,64	0,29	1,86	0,02	0,19	0,00	0,04
Транспортное оборудование	10	0,10	0,01	0,50	0,08	0,18	0,28	1,44	1,69	2,02	0,20	0,07	0,44	0,14	0,08	0,63	0,34	0,11	0,68	0,23	1,85	0,03	0,20	0,00	0,03
Прочее машиностроение	11	0,31	0,02	0,54	0,13	0,58	1,19	1,51	1,24	0,65	0,15	0,09	0,43	0,14	0,05	0,63	0,41	0,12	0,69	0,22	1,64	0,02	0,19	0,00	0,04
Вторичная переработка	12	0,69	0,04	0,62	0,39	0,23	0,43	1,42	1,00	0,42	0,12	0,12	0,41	0,12	0,04	0,46	0,40	0,08	0,79	0,15	1,16	0,03	0,16	0,00	0,06
Электроэнергия, газ и водоснабжение	13	0,08	0,00	1,67	0,06	0,05	0,15	1,02	0,34	0,70	0,11	0,04	0,02	0,30	0,03	0,28	0,22	0,10	0,67	0,19	1,51	0,06	0,21	0,00	0,03
Строительство	14	0,28	0,01	0,69	0,09	0,09	0,50	1,93	1,24	0,87	0,12	0,11	0,05	0,37	0,05	0,50	0,37	0,11	0,67	0,27	1,77	0,02	0,18	0,00	0,03
Ремонт и техобслуживание	15	0,10	0,01	0,21	0,11	0,07	0,26	0,60	0,32	0,46	0,57	0,06	0,02	0,23	0,14	0,39	0,22	0,12	0,68	0,30	2,05	0,02	0,19	0,00	0,03
Оптовая торговля	16	0,11	0,01	0,17	0,11	0,07	0,27	0,51	0,19	0,33	0,11	0,06	0,02	0,20	0,14	0,04	0,27	0,13	0,82	0,37	2,07	0,02	0,17	0,00	0,05
Розничная торговля	17	0,13	0,01	0,16	0,17	0,07	0,26	0,48	0,18	0,33	0,13	0,06	0,02	0,26	0,14	0,03	0,29	0,12	0,53	0,30	1,88	0,02	0,18	0,00	0,03
Гостиницы и рестораны	18	0,86	0,16	0,22	1,76	0,08	0,25	0,62	0,20	0,26	0,07	0,06	0,03	0,38	0,16	0,04	0,45	0,30	0,43	0,24	1,64	0,02	0,23	0,00	0,04
Транспорт	19	0,11	0,01	0,36	0,10	0,06	0,19	1,30	0,28	0,43	0,39	0,05	0,02	0,33	0,21	0,07	0,31	0,28	0,21	0,32	1,91	0,03	0,20	0,00	0,05
Почта и связь	20	0,06	0,00	0,14	0,05	0,04	0,27	0,40	0,21	0,63	0,08	0,04	0,01	0,20	0,19	0,02	0,22	0,13	0,11	0,38	1,99	0,02	0,29	0,00	0,04
Финансовое посредничество	21	0,07	0,01	0,11	0,07	0,04	0,22	0,33	0,16	0,30	0,07	0,05	0,01	0,15	0,25	0,02	0,15	0,10	0,12	0,25	0,26	0,03	0,22	0,00	0,02
Государственное управление	22	0,10	0,01	0,21	0,12	0,07	0,26	0,64	0,25	0,51	0,25	0,06	0,02	0,27	0,33	0,03	0,25	0,13	0,14	0,50	0,38	1,91	0,39	0,00	0,03
Образование, здравоохранение и социальные услуги	23	0,12	0,01	0,21	0,17	0,08	0,24	0,73	0,17	0,33	0,06	0,07	0,02	0,28	0,18	0,02	0,24	0,14	0,11	0,31	0,23	1,46	0,03	0,00	0,03
Деятельность частных домашних хозяйств	24	0,10	0,01	0,09	0,12	0,11	0,14	0,28	0,10	0,17	0,05	0,05	0,01	0,10	0,09	0,01	0,11	0,07	0,06	0,16	0,21	1,13	0,07	0,21	0,03
Другое	25	0,14	0,01	0,20	0,16	0,29	0,42	0,61	0,23	0,40	0,17	0,16	0,02	0,28	0,19	0,02	0,23	0,19	0,34	0,53	0,35	1,67	0,06	0,29	0,00

Источник: авторская разработка по данным проекта Eoga. Данные по сектору №26 (реэспорт и реимпорт) в табл. 3 не приводятся.

В завершение приведем результаты оценки влияния такого фактора, как отраслевая дифференциация оплаты труда и рентабельность капитала. При этом методологически такая оценка осуществлялась посредством расчета потенциальной динамики цен на отечественные товары и услуги в ситуации выравнивания заработной платы и нормы прибыли по всем 19 рассматриваемым отраслям.

Использование единой нормы прибыли (нормы возврата на инвестированный капитал) встречается в трудах самого создателя метода «Затраты-Выпуск» В.В. Леонтьева, в частности, в расчетах с применением матрицы коэффициентов капиталоемкости (Leontief, 1986). В подходе П. Сраффы (традиционно рассматриваемом как оригинальный, но созвучный с подходом Леонтьева) норма прибыли и уровень заработной платы приняты в качестве констант, характеризующих экономическую систему в целом и не учитывающих отраслевую дифференциацию (Сраффа, 1999. С. 36, 41). Широко используются единые значения ставки заработной платы и норма доходности капитала в моделях экономического роста, что, безусловно, является естественным ввиду их высокой агрегированности.

Насколько реальны такие допущения и насколько полезны получаемые в результате выводы – вопрос открытый. Тем не менее мы полагаем, что подобные рассуждения и расчеты показывают направление сил, действующих в системе цен и экономике в целом, даже если итоговое состояние равенства заработной платы и нормы прибыли останется лишь расчетным¹³.

Оценки в данном случае осуществлялись по формуле (8):

$$\Delta P_{отеч} = (E - A_{отеч}^T)^{-1} \times (I + T + M + 12\bar{w}L + B + \bar{r}C) - (1, 1, \dots, 1)^T, \quad (8)$$

где M – вектор-столбец, описывающий сумму всех наценок на 1 руб. выпуска соответствующих

отечественных товаров и услуг, т.е.

$$M = M_{торг} + M_{трансп};$$

T – вектор-столбец, описывающий сумму всех налогов и субсидий на 1 руб. выпуска соответствующих отечественных товаров и услуг,

$$T = T_{прод} + T_{произв} + T_{суб};$$

\bar{w} – скалярная величина, характеризующая средний размер расходов на оплату труда в месяц, рассчитанный по данным таблиц «Затраты-Выпуск» за 2018 г. (1119,3 руб.);

\bar{r} – скалярная величина, характеризующая среднюю рентабельность основного капитала, рассчитанную по данным таблиц «Затраты-Выпуск» за 2018 г. (10,2%);

L – вектор-столбец, характеризующий численность занятого населения по видам экономической деятельности в 2018 г., тыс. чел.;

C – вектор-столбец, характеризующий основные средства по видам экономической деятельности – расчетная средняя за 2018 г., млн руб.;

$(1, 1, \dots, 1)^T$ – единичный вектор-столбец соответствующей размерности.

На рис. 5 приведены полученные оценки изменения цен по всем рассматриваемым 19 отраслям в случае гипотетической ситуации выравнивания заработной платы и рентабельности основного капитала.

Данные рис. 5 показывают, что цены на товары и услуги таких отраслей, как финансовая и страховая деятельность, информация и связь, существенно снизятся в рассматриваемой ситуации выравнивания уровня заработной платы и нормы прибыли. С другой стороны, должны существенно возрасти цены в отраслях водоснабжения, сбора, обработки и удаления отходов, деятельности по ликвидации загрязнений, творчестве, спорте, развлечении и отдыхе, образовании.

Следует отметить, что обрабатывающая промышленность оказалась наиболее «усредненной» отраслью: цены на ее продукцию практически не изменятся в случае выравнивания зарплат и рентабельности основного капитала.

Полученный результат в принципе вряд ли можно считать неожиданным. Наиболее рентабельные, с высоким уровнем оплаты труда отрасли после гипотетического «выравнивания» сократят свои издержки и, следовательно, цены,



Рис. 5. Оценки изменения цен по 19 отраслям в случае ситуации выравнивания заработной платы и рентабельности основного капитала

Источник: авторская разработка по данным МОБ Республики Беларусь 2018 г. и другим статистическим изданиям: URL: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/0be/0becfeb4ff8551d54808f25ebc33ca51.pdf>; URL: https://www.belstat.gov.by/upload-belstat/upload-belstat-excel/Oficial_statistika/Godovwe/Chisl_zan_nas_OKED_2010-2020.xlsx; URL: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/35d/35d07d80895909d7f4fdd0ea36968465.pdf>.

а отрасли с относительно низкой заработной платой и невысокой чистой рентабельностью основного капитала – их увеличат.

* * *

Проведенный анализ позволил количественно оценить влияние различных факторов неометарного характера на рост цен в белорусской экономике по данным МОБ 2018 г. В частности, он показал, что известные традиционные факторы инфляционных процессов сохраняют свою значимость и сегодня. Номинальный рост заработной платы, увеличение цен на импортные товары и услуги (в том числе ввиду девальвации национальной валюты) – основные драйверы роста цен в белорусской экономике. Изменение доходности основного капитала, возможно, менее исследованный фактор, хотя его значимость вполне заметна. Влияние налогов и различного рода наценок (транспортных, торговых) по отношению к упомянутым выше факторам относительно небольшое.

Оценки иных факторов, рассматриваемых в статье в дополнение к упомянутым выше (в частности, прирост цен на отечественные товары и услуги под влиянием роста цен на товары и услуги, выпускаемые одной отечественной отраслью; фактор отраслевой дифференциации по

уровню оплаты труда и нормы прибыли, создающий в системе цен потенциал к их изменению), высвечивают некоторые иные важные особенности отечественных ценовых межотраслевых связей и пропорций.

В совокупности полученные оценки могут быть использованы в качестве информационной базы при принятии макроэкономических решений в рамках антиинфляционной политики.

ЛИТЕРАТУРА

Быков А.А., Шаблинская Т.В. 2020. Декомпозиция факторов экономического роста, основанного на спросе, с применением методологии межотраслевого баланса. *Белорусский экономический журнал*. №1. С. 4–21.

Василега В.Г., Готовский А.В. 1999. Моделирование инфляционных процессов в отраслях экономики. *Белорусский экономический журнал*. №2. С. 72–84.

Злотникова Е.Л. 2008. Влияние валютного курса на эффективность экспорта отдельных отраслей экономики. *Банкаўскі веснік*. №1. С. 53–56.

Комков В.Н. 1998. Инфляция издержек и отраслевые взаимосвязи. *Белорусский экономический журнал*. №4. С. 88–96.

Комков В.Н., Беляцкий И.Н. 2007. Макромодель для анализа и прогнозирования инфляции издержек. *Банкаўскі веснік*. №16. С. 19–23.

Комков В.Н., Беляцкий И.Н. 2008. Инфляционная спираль «Зарплата-Цены» в белорусской экономике. *Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: материалы II Международной научно-практической конференции*. Полесский государственный университет, г. Пинск, 15–17 апреля 2008 г. Национальный банк Республики Беларусь. Пинск: ПолесГУ. С. 205–206.

Комков В.Н., Демиденко М.В., Беляцкий И.Н. 2008. Инфляционные последствия удорожания импортируемых ресурсов. *Банкаўскі веснік*. №28. С. 5–11.

Математическая экономика на персональном компьютере [Кубонива М., Табата М., Табата С., Хасэбэ Ю.]. Под ред. М. Кубонива. Пер. с япон. Демченко Д.М., Белова И.В. 1991. Москва: Финансы и статистика. 303 с.

Пархименко В.А., Быков А.А. 2020. Влияние изменения курса национальной валюты на макроэкономические показатели: оценка на основе методологии «Затраты - Выпуск». *Белорусский экономический журнал*. №3. С. 58–73.

Сраффа П. 1999. *Производство товаров посредством товаров*. Прелюдия к критике экономической теории. Москва: ЮНИТИ-ДАНА. 159 с.

Тарасевич Л.С., Гальперин В.М., Гребенников П.И., Леусский А.И. 1999. *Макроэкономика*. Учебник. Санкт-Петербург: Издательство СПбГУ-ЭФ. 656 с.

Auer R.A., Levchenko A.A. and Saure P. 2019. International inflation spillovers through input linkages. *Review of Economics and Statistics*. 101(3). Pp.507–521.

Leontief W. 1946. **Wages, Profit and Prices**. *The Quarterly Journal of Economics*. N061(1). 26. doi:10.2307/1882402.

Leontief W. 1967. An Alternative to Aggregation in Input-Output Analysis and National Accounts. *The Review of Economics and Statistics* 49. N03. 412–19.

Leontief W. (ed.). 1986. *Input-Output Economics OUP Catalogue*, Oxford University Press. Edition 2. N09780195035278.

Miller R.E., & Blair P.D. 2009. *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge university press.

Статья поступила 4.05.2021 г.



Кравцов М.К., Федченко Л.В.

Прогнозирование макроэкономических показателей на основе метода матричной балансировки и его модификаций

Для прогнозирования показателей таблицы «Затраты-Выпуск» Республики Беларусь используется метод матричной балансировки. В качестве входного параметра в этом методе выступает лишь целевое значение ВВП на прогнозный год и предполагается, что все элементы рассматриваемых матриц положительны. Указанное предположение на практике не выполняется для матриц с высоким уровнем детализации видов экономической деятельности. Предложены различные модификации ММБ (алгоритмы β , δ , φ и ψ), позволяющие снять это предположение и упростить вычислительный процесс, реализующий ММБ. Проведены вычислительные эксперименты на информации отчетных межотраслевых балансов Республики Беларусь за 2003–2018 гг., результаты которых свидетельствуют о приемлемой точности прогнозирования предложенных алгоритмов и возможности их использования при разработке прогнозов и программ социально-экономического развития страны.

Котлярова Т.В., Драгун Н.П.

Цифровая трансформация мировой экономики: новые возможности для Республики Беларусь

Дано определение цифровой экономики как совокупности хозяйственных отношений и регламентирующих их институтов, характеризующихся использованием бизнес-моделей и способами взаимодействия контрагентов на основе инфраструктуры цифровой связи и мониторинга, цифровых платформ и ИКТ, результатов их применения в виде новых рынков, продуктов, видов экономической деятельности. Рассмотрены наиболее перспективные в коммерческом плане цифровые технологии и решения. Представлены оценки емкости их мирового рынка в среднесрочном периоде.

Федоренчик Е.Л.

Тенденции развития и образ будущего машиностроения Беларуси

Ключевыми современными мегатрендами развития экономики в целом и ее основного звена - промышленности являются глобализация и цифровизация. В Республике Беларусь предусматривается развитие конкурентоспособного промышленного комплекса и его цифровизация посредством реализации концепции четвертой промышленной революции, создания новых производств высоких технологических укладов. На уровне машиностроительных предприятий, с учетом зарубежного опыта, наиболее перспективными цифровыми технологическими решениями должны стать система организации производства «точно в срок», концепция «цифрового предприятия», подход «бережливое производство», цифровые системы мониторинга, управления созданием ценности и др.

Галова А.Г., Сайковская Д.А.

Транспортные услуги во внешней торговле Республики Беларусь в контексте цифровой трансформации

Рассматриваются результаты внешней торговли транспортными услугами в Республике Беларусь и их влияние на общие итоги платежного баланса страны. Анализируются состояние, динамика, основные проблемы и возможные направления их дальнейшего развития в контексте общих задач цифровой трансформации экономики.

Цыкунов И.В.

Таможенный тариф ЕАЭС: препятствия для оптимизации

Статья посвящена проблемам эффективности Единого таможенного тарифа ЕАЭС, в частности, рассмотрению экономических причин, осложняющих в настоящее время эффективное выполнение им своих функций, основная из которых – быть инструментом защиты внутреннего рынка и стимулирования интеграционных процессов в ЕАЭС. В статье также дается оценка современных направлений модернизации таможенного тарифа.

Пархименко В.А.

Оценка инфляционных эффектов в экономике посредством межотраслевой ценовой модели Леонтьева

На основе ценовой модели В. Леонтьева, построенной по данным межотраслевого баланса Республики Беларусь за 2018 г., проведен анализ влияния немонетарных факторов, связанных со структурными пропорциями реального сектора экономики, на рост цен. Получены оценки влияния традиционных факторов – роста заработной платы, цен на импортные товары и услуги для промежуточного потребления; роста прибыли организаций, транспортных и торговых наценок, а также налогов, включаемых в себестоимость продукции. В результате сравнения полученных оценок с оценками других отечественных исследователей по данным МОБ 1996 и 2006 гг. выявлена динамика указанных факторов роста цен. Кроме того, проанализировано влияние такого немонетарного фактора, как прирост цен на товары и услуги одной отрасли; в частности, построены соответствующие «тепловые карты» прироста отраслевых цен по отечественной (МОБ 2018) и мировой экономике (по данным МОБ Еога за 2015 г.), выполнен их сравнительный анализ. Дана также оценка влияния такого фактора изменения цен, как отраслевая дифференциация уровня оплаты труда и нормы прибыли.

M. Kravtsov, L. Fedchenko

Macroeconomic indicators forecasting based on the matrix balancing method and its modifications

The matrix balancing method is used in the Republic of Belarus to predict the Input-Output table. The input parameter in this method is only the target value of GDP for the forecast year, and it is assumed that all elements of the considered matrices are positive. In practice, such assumption is not applied for matrices with a high level of detail of economic activities types. Various modifications of the MMB (algorithms β , δ , φ , ψ) are proposed, which make possible removal the assumption and simplifying the computational process implemented the MMB. Based on the reporting inter-sectoral balances of the Republic of Belarus for 2003–2018 computational experiments were carried out, the results of experiments indicate the acceptable forecasting accuracy of the proposed algorithms and the possibility to use them within forecasts and programs design of the country's socio-economic development.

T. Katliarova, M. Drahun

Digital transformation of the world economy: new opportunities for the Republic of Belarus

The digital economy is defined as a set of economic relations and their regulating institutions, characterized by using business models and methods of interaction between counterparties based on digital communication and monitoring infrastructure, digital platforms and ICT, results of their application in the form of new markets, products, types of economic activities. The most commercially promising digital technologies and solutions are considered in the article. The estimates of the capacity of their world market in the medium term are presented.

Y. Fedarenchyk

Development trends and the future image of mechanical engineering in Belarus

The key modern megatrends in the economy development and particular in the industrial sector are globalization and digitalization. In the Republic of Belarus development and digitalization of the competitive industrial complex are foreseen through the introduction of the fourth industrial revolution concept and creation of new industries of high technological structures. At the level of machine-building enterprises, taking into account foreign experience, the most promising digital technological solutions should be the «just-in-time» production organization system, the «digital enterprise» concept, the «lean manufacturing» approach, digital monitoring systems, value creation management, etc.

D. Saykovskaya, H. Halava

Transport services in Belarusian foreign trade in the context of digital transformation

The article considers the results of foreign trade in transport services in the Republic of Belarus and their impact on the overall results of the country's payments balance. The condition, dynamics, main problems and possible ways of further development are analyzed in the context of the general tasks of the digital economy transformation.

I. Tsykunov

EAEU customs tariff: obstacles to optimization

The article is devoted to the problems of the efficiency of the EAEU Common Customs Tariff, in particular, consider economic reasons that currently complicate the process of effective performance of its functions, the main of them is to be an instrument for protecting the internal market and stimulating integration processes in the EAEU. The article also provides an assessment of the modern trends of the customs tariff modernization.

U. Parkhimenka

Assessment of inflationary effects in the economy using Leontiev's intersectoral pricing model

Based on V. Leontiev price model, built according to the input-output balance of the Republic of Belarus for 2018, the analysis of the influence of non-monetary factors associated with the structural proportions of the real sector of the economy on price growth is presented in the article. The estimates of the traditional factors influence – wages growth, prices for imported goods and services for intermediate consumption, growth of organizations profits, transport and trade margins, and taxes included in the cost of production are obtained.

As a result of comparing our estimates with the estimates of other domestic researchers based on the data of the 1996 and 2006 MOB the dynamics of the indicated price growth factors is revealed. In addition, the influence of such a non-monetary factor as an increase in prices for goods and services in one industry is analyzed; in particular, the corresponding «heat maps» of the growth of sectoral prices for the domestic (MOB 2018) and the world economy (according to MOB Eora data for 2015) are constructed, and comparative analysis was been carried out. An assessment of of such factor influence in price changes as sectoral differentiation of the wages level and the profit rate is given.

**Экономический бюллетень Научно-исследовательского экономического
института Министерства экономики Республики Беларусь
№ 9, 2021**

Свидетельство о регистрации периодического издания № 1231.

Ответственный за выпуск – Я.М. Александрович

Над выпуском работали:

А.М. Стронгина – *редактирование*,
Е.Э. Дробышевская – *верстка*, Т.И. Какшинская – *корректурa*

Подписано в печать 20. 09. 2021 г. Формат 60x84 ¹/₈. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 6,97. Уч.-изд.л. 5,62. Тираж 85 экз. Заказ № 315.

Издатель и полиграфическое исполнение
ГНУ «Научно-исследовательский экономический институт
Министерства экономики Республики Беларусь»:
ЛП № 02330/256 от 27 марта 2014 г.
220086, г. Минск, ул. Славинского, 1, корп. 1.
Тел./факс (017) 271-02-78
gnu-niei@niei.by