

## ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН МІЖГАЛУЗЕВИХ ЗВ'ЯЗКІВ У МОДЕЛІ «ВИТРАТИ-ВИПУСК»

© 2018 КУЛИК В. В., КУДІН Г. І.

УДК 330.4:338.2  
JEL Classification: C67; C53

Кулик В. В., Кудін Г. І.

## Прогнозування змін міжгалузевих зв'язків у моделі «витрати-випуск»

У дослідженні розглянуто теоретико-методологічні основи прогнозування міжгалузевих зв'язків, що використовуються в сучасній економічній практиці та ґрунтуються на методологічній основі національного рахівництва. Проведено аналіз процесів відтворення виробничої системи національної економіки з використанням рахунку виробництва, де економіка розглядається як одногалузєва, тригалузєва. Здійснено огляд сучасних економіко-статистичних методів прогнозування змін міжгалузевих зв'язків на основі моделі «витрати-випуск». Здійснено прогноз змін міжгалузевих зв'язків на основі агрегованої тригалузєвої моделі «витрати-випуск» економіки Німеччини (2013–2014 рр.). Дослідження дозволило провести системний аналіз економіки країни, визначити змінюваність міжгалузевих зв'язків і ВВП у зв'язку зі змінами структури кінцевого попиту.

**Ключові слова:** національні рахунки, виробництво, модель «витрати-випуск», міжгалузєві зв'язки, прогнозування, регулювання процесів відтворення, показники відтворення.

Рис.: 2. Формул.: 6. Табл.: 13. Бібл.: 23.

**Кулик Володимир Васильович** – кандидат економічних наук, докторант кафедри моделювання складних систем, Київський національний університет ім. Т. Шевченка (вул. Володимирська, 60, Київ, 01033, Україна)

E-mail: volodymyr\_kulyk@ukr.net

ORCID: 0000-0002-2226-2795

Researcher ID: Q-2410-2018

**Кудін Григорій Іванович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач науково-дослідної лабораторії моделювання та оптимізації, Київський національний університет ім. Т. Шевченка (вул. Володимирська, 60, Київ, 01033, Україна)

E-mail: gkudin@ukr.net

УДК 330.4:338.2  
JEL Classification: C67; C53

## Кулик В. В., Кудін Г. І. Прогнозирование изменений межотраслевых связей в модели «затраты-выпуск»

В исследовании рассмотрены теоретико-методологические основы прогнозирования межотраслевых связей, которые используются в современной экономической практике и основываются на методологии национального счетоводства. Проведен анализ процессов воспроизводства производственной системы национальной экономики с использованием счета производства, где экономика рассматривается как одноотраслевая, трехотраслевая. Осуществлен обзор современных экономико-статистических методов прогнозирования изменений межотраслевых связей на основе модели «затраты-выпуск». Проведен прогноз изменений межотраслевых связей на основе агрегированной трехотраслевой модели «затраты-выпуск» экономики Германии (2013–2014 гг.). Исследование позволило провести системный анализ экономики страны, определить изменяемость межотраслевых связей и ВВП в связи с изменениями структуры конечного потребления.

**Ключевые слова:** национальные счета, производство, модель «затраты-выпуск», межотраслевые связи, прогнозирование, регулирование процессов воспроизводства, показатели воспроизводства.

Рис.: 2. Формул.: 6. Табл.: 13. Библ.: 23.

**Кулик Владимир Васильевич** – кандидат экономических наук, докторант кафедры моделирования сложных систем, Киевский национальный университет им. Т. Шевченко (ул. Владимирская, 60, Киев, 01033, Украина)

E-mail: volodymyr\_kulyk@ukr.net

ORCID: 0000-0002-2226-2795

Researcher ID: Q-2410-2018

UDC 330.4:338.2  
JEL Classification: C67; C53

## Kulyk V. V., Kudin G. I. Forecasting Changes in Intra-branch Ties in the Input-Output Model

The study examines the theoretical and methodological bases for forecasting intra-branch ties, which are used in modern economic practice and are based on the methodology of national accounting. There analyzed reproduction processes of the production system of a national economy using the production account, the economy being considered as a single-branch, three-branch one. A review of modern economic and statistical methods to forecast changes in intra-branch ties based on the input-output model is carried out. The forecast of changes in intra-branch ties is made using an aggregated three-branch input-output model of the German economy (2013–2014). The study made it possible to carry out a systems analysis of the country's economy, determine the changes in intra-branch ties and GDP due to changes in the structure of final consumption.

**Keywords:** national accounts, manufacturing, input-output model, intra-branch ties, forecasting, regulation of reproduction processes, indicators of reproduction.

Fig.: 2. Formulae: 6. Tbl.: 13. Bibl.: 23.

**Kulyk Volodymyr V.** – Candidate of Sciences (Economics), Candidate on Doctor Degree of the Department of Complex Systems Modeling, Taras Shevchenko National University of Kyiv (60 Volodymyrska Str., Kyiv, 01033, Ukraine)

E-mail: volodymyr\_kulyk@ukr.net

ORCID: 0000-0002-2226-2795

Researcher ID: Q-2410-2018

**Kudin Grygory I.** – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Head of Research Laboratory of Modeling and Optimization, Taras Shevchenko National University of Kyiv (60 Volodymyrska Str., Kyiv, 01033, Ukraine)

E-mail: gkudin@ukr.net

*Кудин Григорій Іванович* – кандидат фізико-математических наук, доцент, заведуючий научно-дослідницькою лабораторією моделювання та оптимізації, Київський національний університет ім. Т. Шевченка (ул. Владимирская, 60, Київ, 01033, Україна)

E-mail: gkudin@ukr.net

**Вступ.** Важливим напрямом моделювання процесів відтворення складних економічних систем є прогнозування основних показників, зокрема показників доходів (ВВП) і їх структурних елементів, що пов'язані із кон'юктурою ринків, поступовою зміною міжгалузевих зв'язків та ін. Особливої ваги набуває системний аналіз і моделювання виробничих витрат успішних економічних систем, досвід безперервного поліпшення якісних характеристик виробничих систем в умовах ринкової конкуренції і світового розподілу праці. Для розв'язання цього комплексу задач використовують модель Леонтьєва та методи прогнозування, що ґрунтуються на її основі. Методологічною основою для такого аналізу і моделювання є національні рахунки [1] та відповідні методологічні напрацюваннями Євростату в частині застосування таблиць «витрати-випуск» в економіко-статистичній практиці [2]. Ознайомлення із деякими підходами до прогнозування великих економічних систем, безперечно, становить науковий і практичний інтерес для підвищення продуктивності й ефективності економіки України, зокрема її виробничого сектора.

**Постановка проблеми.** Національна економічна система будь якої країни за своєю сутністю є досить складною виробничою структурою, прогнозування відтворення якої залишається важливою проблемою. Ринкова економіка і притаманні їй конкурентні відносини зумовлюють поступові одночасні зміни в усій виробничій системі – нові технології одночасно впроваджуються в усіх галузях, збурення можуть бути в кількох сферах й ін., що потребує розгляду методів прогнозування на основі статистики декількох періодів. Важливим залишається розуміння особливостей функціонування конкретних окремих ринків – особливостей поєднання виробничих факторів як в економіці в цілому, так і в розрізі окремих ринків, рекапіталізації виробничих систем на етапі виробництва, взаємозв'язків із зовнішніми ринками й ін.

На цей час для кращого розуміння структурних змін і економічних тенденцій таке прогнозування доцільно здійснювати на основі сильно агрегованих моделей, де економіка розглядається через призму логічно поєднаних первинного, вторинного і третинного секторів (агросектор, промисловість і сфера послуг).

Для прогнозування процесів відтворення виробничих систем розроблені методи [2, с. 449–475], що ґрунтуються на моделі «витрати-випуск», основне призначення яких полягає в актуалізації економіко-статистичних баз даних і приведенні їх відповідно до вимог Європейської Системи Національних Рахунків. Прогнозування змін міжгалузевих зв'язків для конкретних економічних систем також становить науковий і практичний інтерес, оскільки дозволяє визначити основний тренд їх відтворення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Протягом останніх років для економістів-практиків, що ви-

вчають розвиток окремих процесів, їх причини і можливі наслідки, особливе значення має застосування теоретичних моделей аналізу і прогнозування загальноекономічної динаміки відтворення національної економіки. Зокрема, аналіз національних рахунків може дати загальне уявлення про відтворення доходів – від ВВП до визначення країни як Чистого кредитора чи Чистого боржника, проте при аналізі цих процесів особливу увагу надають процесам галузевого відтворення, процесам виробництва і його конкурентоспроможності.

Теоретико-методологічні питання аналізу і моделювання на основі моделі «витрати-випуск» висвітлені в роботах нобелівських лауреатів з економіки В. Леонтьєва [3; 4], Р. Стоуна [5].

Розробці та практичному застосуванню макроекономічних прогнозів в Україні присвячено ряд робіт, зокрема, в роботі [6] наведено структурно-логічну схему методології прогнозування макроекономічних показників, в роботі [7] розроблено методичний підхід до побудови короткострокової моделі прогнозування валової доданої вартості на основі використання багатфакторного моделювання і виробничої функції у поєднанні з елементами параметричного аналізу, в [8] досліджено класичні методи короткострокового прогнозування макроекономічних показників України і проведено їх порівняльний аналіз, в роботі [9] здійснено аналітичний та графічний аналіз плінності експертних прогнозів макроекономічних індексів та ін.

Модель «витрати-випуск» широко використовується для прогнозування економічного і регіонального розвитку, зокрема в Методичних рекомендаціях [10] приведені методологічні положення прогнозування показників таблиць «витрати-випуск», в роботі [11] розглянуто проблему оцінювання темпів економічного розвитку й обґрунтовано використання методу «витрати-випуск» для прогнозування обсягів валового регіонального продукту як ключового методу оцінювання, в роботі [12] розкрито принципи використання моделі таблиць «витрати-випуск» для прогнозування структури і динаміки економіки, в роботі [13] розглянуто модель економіки регіону, метою якої є максимізація продукції кінцевого попиту регіону (всіх галузей регіону) з урахуванням обмежень міжгалузевого балансу, інвестиційних вкладень, ресурсних витрат і потужностей, в монографії [14] розглянуто та розвинуто методи прогнозування на основі інструментарію національних рахунків і платіжного балансу.

Модель «витрати-випуск» використовується для прогнозування структурних змін в економіці із урахуванням екологічних обмежень [15], впровадженням технологічних інновацій [16], для аналізу структури виробництва в умовах скорочення викидів парникових газів [17], знаходження оптимальних рішень моделі Леонтьєва за нечітких критеріїв [18], оцінки впливу невизначеності на міжгалузеві

потоки національних економік США, України та Польщі за допомогою методу статистичних випробувань досліджено в роботі [19] й ін.

Міжнародні організації використовують модель «витрати-випуск» і відповідні бази даних для аналізу економічної політики урядів та знаходження найбільш раціональних шляхів подолання економічної обмеженості [20].

Незважаючи на значний інтерес до проблематики прогнозування на основі моделі «витрати-випуск», відсутні публікації щодо прогнозування змін міжгалузевих зв'язків реальних великих економічних систем на основі їх офіційних агрегованих моделей і міжнародних методологічних напрацювань.

**Мета статті** полягає у прогнозуванні змін міжгалузевих зв'язків у моделі «витрати-випуск» для однієї із національних економік на основі її офіційно підготовленої агрегованої моделі «витрати-випуск» та одного із методів прогнозування, рекомендованого Євростатом.

**Основний матеріал дослідження.** В сучасних умовах – умовах посилення конкуренції на світових ринках, існуючої невизначеності і ризику відтворення виробничих систем на макро- і макрорівні, – постає завдання досягнення сталості економічного розвитку, знаходження базових чинників економічного зростання, оптимізації структури виробничих систем і, як результат, орієнтування їх на рівень отримуваних доходів.

В системі економічного кругообігу процеси виробництва тісно пов'язані з процесами ринкової пропозиції товарів і послуг та утворенням доходу. Ці процеси описуються за допомогою моделі В. Леонтьєва (модель «витрати-випуск»):

$$x = Ax + y, \quad (1)$$

де  $x$  – випуск товарів і послуг в ринкових цінах,  
 $Ax$  – проміжне споживання товарів та послуг,  
 $A$  – матриця коефіцієнтів прямих витрат,  
 $y$  – створений видами економічної діяльності ВВП,  
 $x \geq 0$ .

В національних рахунках їй відповідає рахунок виробництва [2]:

Таблиця 1

## Рахунок виробництва, національний рівень

Ресурси	Використання
Випуск товарів і послуг	Проміжне споживання товарів і послуг
	<b>Валовий внутрішній продукт</b>
Всього	Всього

Цей рахунок розробляється для інституційних секторів, включаючи національний рівень, видів діяльності, для регіонів і може бути спроектований на мікроекономічний рівень.

Якщо національну економіку розглядати як одногалузеву, то цей рахунок подається у формі матриці (табл. 2), а ВВП обчислюється за виробничим методом формулою (див. табл. 1):

$$y = x - Ax, \quad (2)$$

## Матричне представлення одногалузевої моделі Леонтьєва

AX (I квадрант ТВВ)	Y <sup>1</sup> (II квадрант ТВВ)	X
Y <sup>2</sup> , Y <sup>3</sup> (III квадрант ТВВ)		
X		

де  $TBB$  – таблиця «витрати-випуск»,  
 $Y^1$  – ВВП (за категоріями витрат),  
 $Y^2$  – ВВП (за виробничим методом),  
 $Y^3$  – ВВП (за категоріями доходу).

Слід зазначити, що в цій моделі формування ВВП розглядається як у формі кінцевого попиту  $Y^1$ , так і у формі доходів виробництва ( $Y^2$ ) і факторних доходів ( $Y^3$ ):

$$Y^1 = Y^2 = Y^3. \quad (3)$$

Тому надзвичайно важливим є внутрішнє узгодження ВВП за різними його аспектами, що є запорукою забезпечення сталості економічного розвитку й основою для економічного зростання.

В економіко-статистичній практиці Німеччини впродовж тривалого часу використовують агреговану тригалузеву модель «витрати-випуск» [21], яка методологічно й інформаційно пов'язана з більш деталізованими моделями «витрати-випуск» (72 галузі) [22]. Використання високоагрегованих моделей – «значно спрощеної теоретичної структури», як вказує В. Леонтьєв [3, с. 68], – зумовлено практикою, зокрема, здійсненністю розрахунків, верифікацією методів моделювання щодо деталізованих моделей «витрати-випуск», вивченням макроекономічних пропорцій, розробкою економічних планів та ін. В. Леонтьєв вказує, що при розробці економічних планів і знаходженні чисельних рішень доцільне використання сильно агрегованих моделей (три-чотири галузі), які в подальшому деталізуються [3, с. 233]. У зв'язку з цим доцільно обрати для розгляду економіку Німеччини.

Розглянемо процеси відтворення виробництва в економіці Німеччини в рамках одногалузевої моделі «витрати-випуск» (рис. 1).

Виділяємо два періоди, які мають визначальний вплив на ефективність виробничої системи Німеччини – 90-ті роки (період відносно низьких цін на енергоносії) та нульові роки до теперішнього часу (період зростання і високих цін на енергоносії). Якщо в першому випадку німецька економіка після об'єднання Західної і Східної Німеччини успішно розвивалася, демонструючи повільний спад ефективності виробництва, то в іншому – спостерігається подальший спад частки ВВП у структурі випуску. Ситуація суттєво почала покращуватися з 2011 року – з введенням в дію газопроводу «Північний потік-1» та деяким зниженням і стабілізацією цін на енергоносії з 2014–2015рр.

Отже, навіть у найбільш агрегованій одногалузевої моделі «витрати-випуск» економіки Німеччини протягом досліджуваного періоду показники проміжних витрат ( $AX$ ) і кінцевого продукту ( $Y$ ) у структурі випуску ( $X$ ) характеризуються нестабільністю.

Загалом для первинного аналізу виробничої структури економіки в Німеччині використовують тригалузеву

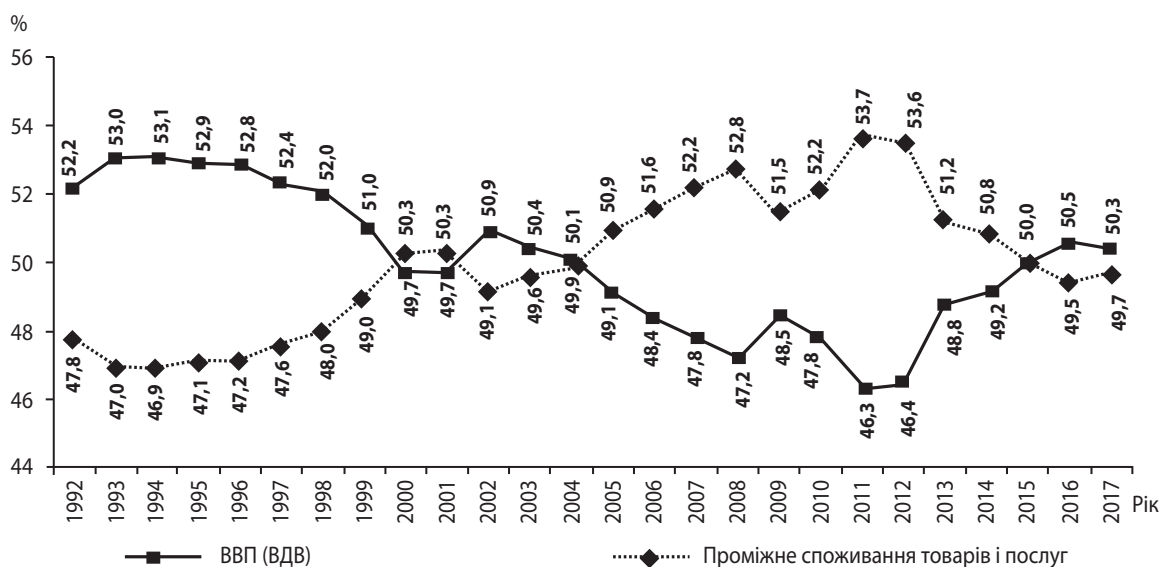


Рис. 1. Структура випуску (в ринкових цінах), Німеччина, випуск = 100 %

Джерело: сформовано авторами на основі [21; 22]

модель «витрати-випуск» (табл. 3), що містить первинний, вторинний і третинний сектори – відповідно аграрний сектор, промисловість і сферу послуг [21].

Така високо агрегована модель корисна як для навчальних цілей, так і для визначення тенденцій змін виробничої структури, дослідження структури факторних витрат (див. вище  $Y^3$ ), моделювання структурних змін, апробації

різних методів прогнозування, що використовуються для більш деталізованих моделей.

Природним є прямий взаємозв'язок між одногалузеву та тригалузеву моделлю економіки Німеччини. Встановимо цей зв'язок та розглянемо більш детально зміни частки ВВП у структурі Випуску економіки загалом та її досліджуваних секторів.

Таблиця 3

Таблиця «витрати-випуск», 2014 (версія 2014), в базових цінах – внутрішній випуск та імпорт, млрд €

Ресурси	Використання					
	Витрати однорідних галузей				Кінцеве використання продукту	Всього використаного продукту
	Первинний сектор	Вторинний сектор	Третинний сектор	всього		
1	2	3	4	5	6	7
Первинний сектор	13,3	43,0	2,3	58,7	35,2	93,9
Вторинний сектор	14,1	1075,6	222,5	1312,2	1832,1	3144,3
Третинний сектор	15,1	424,1	999,1	1438,3	1914,5	3 352,8
Проміжне споживання однорідних галузей і кінцеве споживання товарів	42,6	1542,7	1223,9	2809,2	3781,8	6591,0
Чисті податки на продукти	1,6	12,4	55,1	69,1	223,6	292,7
Проміжне споживання однорідних галузей і кінцеве споживання продукту в цінах споживачів	44,2	1555,2	1279,0	2878,3	4005,4	6883,7
Оплата праці зайнятих (внутрішня концепція)	7,0	422,8	1053,0	1482,8	X	X
Чисті інші податки на виробництво	-5,7	-0,1	1,0	-4,9	X	X
Споживання основного капіталу	9,5	124,6	386,5	520,6	X	X
Чистий операційний прибуток	8,7	161,4	471,1	641,3	X	X
Валова додана вартість	19,6	708,7	1911,5	2639,8	X	X
Випуск	63,7	2263,9	3190,5	5518,1	X	X

1	2	3	4	5	6	7
у тому числі: виробництво для подальшої обробки	8,7	142,3	–	151,0	X	X
Імпорт схожих продуктів у цінах, страхування, фрахт (CIF-ціна)	30,2	880,4	162,3	1072,9	X	X
у тому числі: імпорт схожих продуктів із країн ЄС, в цінах, страхування, фрахт (CIF-ціна)	18,3	504,0	95,1	617,4	X	X
Всього ресурси продукту	93,9	3144,3	3352,8	6591,0	X	X

Джерело: [19], станом на 28 вересня 2018 р.

Розглянемо тригалузеву модель «витрати-випуск», у рамках якої можна дослідити процеси виробництва в розрізі видів економічної діяльності (ВЕД):

$$x_j = \sum_{i=1}^3 a_{ij}x_i + y_j, j = \overline{1,3}, \quad (4)$$

де  $i, j$  – види економічної діяльності (причому  $i$  – ВЕД-споживачі,  $j$  – ВЕД-виробники),

$x$  – випуск ВЕД товарів і послуг в ринкових цінах,

$a_j x_i$  – проміжне споживання ВЕД  $j$  товарів і послуг ВЕД  $i$ ,

$y$  – валовий внутрішній продукт ВЕД,  $x \geq 0$ .

Для оцінки ефективності економічної діяльності економіки і її секторів на етапі виробництва доцільно визначити частку створеного продукту у структурі випуску:

$$\text{для економіки загалом} \quad k = \frac{y}{x} \cdot 100\%, \quad (5)$$

$$\text{для досліджуваних секторів} \quad k_j = \frac{y_j}{x_j} \cdot 100\%, j = \overline{1,3}. \quad (6)$$

В умовах ринкової конкуренції ці показники якісно характеризують динаміку впровадження інновацій і нових виробничих технологій (скорочуються обсяги проміжного споживання в структурі випуску галузей  $\sum_{i=1}^3 a_{ij}x_i$ ), інсти-

туційних змін, що поліпшують умови поєднання факторних доходів та оптимальне їх співвідношення для кожного ВЕД, здійснення необхідних капіталовкладень у секторах на етапі виробництва (збільшуються обсяги галузевого ВВП та ВВП економіки загалом).

Як бачимо, відновлення економіки в 2011–2014 рр. у рамках одногалузевої моделі (рис. 1) простежується і у рамках тригалузевої моделі «витрати-випуск» (рис. 2). Первинний сектор – аграрний – демонструє більшу волатильність макроекономічних показників на етапі виробництва, що пов'язано із його специфікою – природно-кліматичними умовами кожного року, сезонністю, незначною його часткою в економіці й іншими чинниками.

Отже, тригалузеву модель «витрати-випуск» – навіть в такій візуальній формі (рис. 2) – дозволяє деталізувати галузеві тенденції розвитку і оцінити їх якісні параметри, проводити порівняльні та більш глибокі дослідження із застосуванням розширених даних за таблицею «витрати-випуск» Німеччини [21].

Макроекономічна модель «витрати-випуск» тісно пов'язана із відповідною моделлю мікрорівня – аналізом беззбитковості [23, с. 271–307], що охоплює дві стадії економічного процесу – виробництво й утворення доходу – і дає можливість забезпечувати макроекономічну стабільність шляхом безперешкодного розвитку підприємництва на мі-



Рис. 2. Частка ВВП у структурі випуску, Німеччина, випуск = 100 %

Джерело: сформовано авторами на основі таблиць «витрати-випуск» економіки Німеччини

крорівні, і в тому числі через впровадження новітніх методів управління в підприємницьку практику, виробничих технологій, створення інституційних і правових умов їх діяльності тощо. Застосування моделі «витрати-випуск» у поєднанні з аналізом беззбитковості дозволяє вибудувати функціонуючу систему конкурентної рівноваги та забезпечити її дієвість. З цього приводу В. Леонт'єв вказує, що при побудові системи конкурентної рівноваги можна «нехтувати поділом цієї системи на окремі підприємства і говорити про галузі, групи галузей або про економіку в цілому, як про одне велике підприємство» [3, с. 57].

В Методичних рекомендаціях з прогнозування показників таблиць «витрати-випуск» [10] якісне поліпшення структури галузевих витрат розглядається через удосконалення й оптимізацію змінних і умовно постійних витрат – одного із підходів управлінського обліку, широко використовуваного на мікроекономічному рівні. В конкурентних умовах функціонування ринків і їх суб'єктів цей підхід методологічно поширюється і на макроекономічний рівень.

Отже, модель «витрати-випуск» має два аспекти застосування: 1. *Макроекономічний* – для аналізу міжгалузевих зв'язків і утворюваних при цьому галузевих доходів (ВВП, ВДВ), 2. *Мікроекономічний* – для планування доходності підприємницької діяльності, в тому числі оптимізації прибутковості і обсягів ВДВ.

Зупинимося детальніше на макроекономічному аспекті застосування.

Приведемо спрощену таблицю «витрати-випуск» (табл. 3) згідно з таблицею-шаблоном (табл. 4) у форму, зручну для моделювання (табл. 5). За базовий рік візьмемо дані таблиці «витрати-випуск» за 2013 р. (табл. 5), які також підготовлені згідно з таблицею-шаблоном. Таблиця 6 містить дані таблиці «витрати-випуск» за 2014 р. згідно з таблицею-шаблоном.

У приведених таблицях елементи матриці міжгалузевих зв'язків (АХ) включають імпорتنі продукти, які використовуються в процесі виробництва, а утворюваний кінцевий продукт (Y) має економічну інтерпретацію з позиції утворюваних доходів та кінцевого споживання.

Таблиця 4

Таблиця-шаблон

	1-й	2-й	3-й	Всього	Загальна різниця*	Випуск
Первинний сектор	$a_{11}X_1$	$a_{12}X_2$	$a_{13}X_3$	$\Sigma a_{1j}X_j$	$Y^1_1 = X_1 - \Sigma a_{1j}X_j$	$X_1$
Вторинний сектор	$a_{21}X_1$	$a_{22}X_2$	$a_{23}X_3$	$\Sigma a_{2j}X_j$	$Y^1_2 = X_2 - \Sigma a_{2j}X_j$	$X_2$
Третинний сектор	$a_{31}X_1$	$a_{32}X_2$	$a_{33}X_3$	$\Sigma a_{3j}X_j$	$Y^1_3 = X_3 - \Sigma a_{3j}X_j$	$X_3$
Всього по секторах	$\Sigma a_{i1}X_1$	$\Sigma a_{i2}X_2$	$\Sigma a_{i3}X_3$	$\Sigma \sigma a_{ij}X_j$	$Y^1 = Y^1_1 + Y^1_2 + Y^1_3$	X
ВВП	$Y^2_1$	$Y^2_2$	$Y^2_3$	$Y^2$		
Випуск	$X_1$	$X_2$	$X_3$	X		

\* Примітка: Загальна різниця включає галузеві та національні обсяги індивідуального та колективного кінцевого споживання, валового національного доходу і чистого експорту

Таблиця 5

Таблиця «витрати-випуск», 2013, Німеччина, млрд €

Ресурси	Використання					
	Витрати однорідних галузей				Загальна різниця (5)	Випуск (використаного продукту) (6)
	Первинний сектор	Вторинний сектор	Третинний сектор	Всього (4)		
Первинний сектор	12,5	44,4	2,3	59,1	4,3	63,4
Вторинний сектор	12,9	1086,6	214,5	1313,8	923,7	2237,5
Третинний сектор	13,5	418,0	958,0	1389,5	1679,8	3069,3
Проміжне споживання однорідних галузей і кінцеве споживання товарів	38,6	1549,0	1174,8	2762,5	2607,8	5370,3
ВВП	24,8	688,5	1894,5	2607,8	X	X
Випуск (ресурси продукту)	63,4	2237,5	3069,3	5370,3	X	X

Джерело: сформовано авторами на основі [19]

Вищеприведені дані двох періодів будемо використовувати для прогнозування змін міжгалузевих зв'язків і ВВП в економіці Німеччини.

Загалом для прогнозування, оновлення і проектування таблиць «витрати-випуск» застосовують методи, які можуть бути визначені як [2, с. 447–476]:

- *одновимірні методи* орієнтовані на оновлення таблиць «витрати-випуск» шляхом корегування вхідних відрядкових коефіцієнтів матриці з порівняними коефіцієнтами діагональної матриці [2, с. 447]. До цих методів відносять: метод пропорційної корекції, метод статистичної корекції;

Таблиця «витрати-випуск», 2014, Німеччина, млрд €

Ресурси	Використання					
	Витрати однорідних галузей				Загальна різниця (5)	Випуск (використаного продукту) (6)
	Первинний сектор	Вторинний сектор	Третинний сектор	Всього (4)		
Первинний сектор	13,3	43,0	2,3	58,6	5,0	63,6
Вторинний сектор	14,1	1075,6	222,5	1312,2	951,7	2263,9
Третинний сектор	15,1	424,1	999,1	1438,3	1752,2	3190,5
Проміжне споживання однорідних галузей і кінцеве споживання товарів	42,5	1542,7	1223,9	2809,1	2708,9	5518,0
ВВП	21,1	721,2	1966,6	2708,9	X	X
Випуск (ресурси продукту)	63,6	2263,9	3190,5	5518,0	X	X

Джерело: сформовано авторами на основі [19]

- *двовимірні методи*, на відміну від одновимірних, які корегують лише рядки матриці, одночасно корегують рядки і стовпчики матриці «витрати-випуск» [2, с. 451]. До цих методів відносять такі: РАН-процедура, модель подвійних пропорційних схем, операція вибраних коефіцієнтів;
- *економетричні методи*;
- *стохастичні методи* враховують вплив багатьох незалежних змінних на зміни коефіцієнтів витрат і припускають, що вони відповідають складним ознакам стохастичних залежностей [2, с. 458]. До цих методів належать: метод Лагранжа, метод найменших квадратів, підхід мінімізації, європейський метод.

Усі вищезазначені методи спрямовані на подолання проблеми збалансування галузевого випуску – коли суми рядків і стовпчиків досліджуваної таблиці «витрати-випуск» повинні відповідати екзогенній проекції випуску ( $X$ ), при цьому випуск має бути позитивним ( $X \geq 0$ ) [2, с. 449].

Застосуємо один із методів – метод пропорційної корекції – для прогнозування і оновлення коефіцієнтів прямих витрат таблиці «витрати-випуск» для економіки Німеччини в період 2013–2014 років. Суть методу полягає в тому, що зміни в попиті на продукти, які відбулися протягом досліджуваного періоду, будуть спостерігатися в подальшому і матимуть такий ж вплив на виробництво.

Процес прогнозування змін у структурі прямих витрат матриці А та доданої вартості приведено в послідовності таблиць (5-10). Основою для цих обчислень стали розрахункові таблиці в Методологічних положеннях [2, с. 450–451].

Вхідні данні для прогнозування – таблиці «витрати-випуск» підготовлені в найбільш агрегованій формі – з базовим і наступним за базовим роком (табл. 5–6).

Проектуємо випуск за старою технологією (табл. 7) – матрицю прямих витрат А базового року, що характеризує стару технологію (табл. 5), множимо на вектор випуску досліджуваного року (табл. 6).

Таблиця 7

Проектування випуску за старою технологією, млрд €

	1-й сектор (1)	2-й сектор (2)	3-й сектор (3)	Загалом (4)	Загальна різниця (5)	Випуск (6)
1-й сектор	12,5	44,9	2,4	59,9	3,7	63,6
2-й сектор	12,9	1099,4	223,0	1335,3	928,6	2263,9
3-й сектор	13,5	422,9	995,8	1432,3	1758,2	3190,5
Загалом	39,0	1567,3	1221,2	2827,6	2690,5	5518,0
ВВП	24,6	696,6	1969,3	2690,5		
Випуск	63,6	2263,9	3190,5	5518,0		

Визначаємо коефіцієнти корекції (табл. 8), які становлять основу *методу пропорційної корекції*.

Прогнозуємо коефіцієнти матриці прямих витрат А (табл. 9), враховуючи коефіцієнти прямих витрат базового року та коефіцієнти пропорційної корекції.

Знаходимо прогноз міжгалузевих потоків за новою технологією (табл. 10), що враховує тенденції техноло-

гічних змін на основі таблиці «витрати-випуск» базового року та випуску досліджуваного року.

Знаходимо темпи приросту прогнозованих міжгалузевих потоків і ВВП (табл. 11) за умови збереження обсягів випуску 2014 р. та тенденцій технологічних змін 2013–2014 рр.

Таблиця 8

## Визначення коефіцієнтів пропорційної корекції

(4)/(6) табл. 7	(4)/(6) табл. 6	Корекція табл. 6 / табл. 7
59,9/63,6 = 0,9411	58,6/63,6 = 0,9214	0,9790
1335,3/2263,9 = 0,5898	1312,2/2263,9 = 0,5796	0,9827
1432,3 / 3190,5 = 0,4489	1438,3/3190,5 = 0,4508	1,0042

Таблиця 9

## Прогнозні коефіцієнти матриці прямих витрат А

R			A			A <sup>k</sup>				
0,9790	0	0	0,1972	0,0198	0,0007	0,1930	0,0194	0,0007		
0	0,9827	0	*	0,2035	0,4856	0,0699	=	0,1999	0,4772	0,0687
0	0	1,0042		0,2129	0,1868	0,3121		0,2138	0,1876	0,3134

Таблиця 10

## Прогноз таблиці «витрат-випуск» за новою технологією, млрд €

	1-й сектор (1)	2-й сектор (2)	3-й сектор (3)	Загалом (4)	Загальна різниця (5)	Випуск (6)
1-й сектор	12,3	44,0	2,3	58,6	5,0	63,6
2-й сектор	12,7	1080,4	219,1	1312,2	951,7	2263,9
3-й сектор	13,6	424,7	1000,0	1438,3	1752,2	3190,5
Загалом	38,6	1549,1	1221,4	2809,1	2708,9	5518,0
ВВП	25,0	714,8	1969,1	2708,9		
Випуск	63,6	2263,9	3190,5	5518,0		

Таблиця 11

## Темпи приросту прогнозованих міжгалузевих потоків і ВВП за умов збереження обсягів випуску, у % (Німеччина, 2014 – прогноз)

	1-й сектор (1)	2-й сектор (2)	3-й сектор (3)	Загалом (4)	Загальна різниця (5)	Випуск (6)
1-й сектор	-7,69	2,29	1,77	0,00	0,00	0,00
2-й сектор	-9,81	0,44	-1,52	0,00	0,00	0,00
3-й сектор	-9,94	0,14	0,09	0,00	0,00	0,00
Загалом	-9,19	0,41	-0,20	0,00	0,00	0,00
ВВП	18,52	-0,88	0,12	0,00		
Випуск	0,00	0,00	0,00	0,00		

Прогнозований приріст міжгалузевих потоків і ВВП по деяким секторах (агросектор) може бути досить значним, що зумовлено особливостями функціонування цього сектора – формуванням попиту і пропозиції в ньому. Тому доцільно провести аналогічні додаткові обчислення прогнозу для попереднього періоду 2012–2013 рр. (табл. 12). Як бачимо, прогноз приросту міжгалузевих потоків по деяких секторах може бути значним і характеризуватися взагалі зміною тенденцій приросту потоків і виробленого продукту.

Використання методів прогнозування міжгалузевих зв'язків ґрунтується на тому, що обсяги випуску за кожним ВЕД відомі, оскільки були визначені на попередньому етапі прогнозу із залученням оцінок галузевих експертів.

Останнім часом найбільшого поширення набуває Єврометод проектування і оновлення таблиць «витрати-випуск», який враховує багаторічний досвід прогнозування елементів таблиці «витрати-випуск» і позбавлений недоліків, притаманних іншим методам. В основі Єврометоду є «спадкування таблиць «витрат-випуску», які збігаються



Таблиця 12

**Темпи приросту прогнозованих міжгалузевих потоків і ВВП за умов збереження обсягів випуску,  
у % (Німеччина, 2013 – прогноз)**

	1-й сектор (1)	2-й сектор (2)	3-й сектор (3)	Загалом (4)	Загальна різниця (5)	Випуск (6)
1-й сектор	13,95	-3,90	-4,79	0,00	0,00	0,00
2-й сектор	4,00	-0,60	2,72	0,00	0,00	0,00
3-й сектор	6,38	-3,39	1,39	0,00	0,00	0,00
Загалом	8,86	-1,45	1,62	0,00	0,00	0,00
ВВП	-13,80	3,26	-1,00	0,00		
Випуск	0,00	0,00	0,00	0,00		

з офіційними макроекономічними прогнозами для ВВП, але уникають випадкових коригувань коефіцієнтів витрат для забезпечення узгодженості попиту і пропозиції» [2, с. 461]. Адаже на теперішній час існує мало макроекономічних прогнозів, що посилаються на прогноз (проекції) проміжного споживання [2, с. 461].

Визначальний вплив на процеси формування і удосконалення проміжних витрат мають виробники (суб'єкти ринку), які у намаганні максимізувати дохід виробництва оптимізують і факторні доходи, підтримуючи їх сталість і пропорційність. Динаміка цих показників для Німеччини характеризується досить високою стійкістю (табл. 13).

Таблиця 13

**Елементи ВВП за категоріями доходу, Німеччина, ВВП = 100 %, у %**

	2011	2012	2013	2014
Оплата праці найманих працівників	53,7	54,7	54,7	54,7
Чисті інші податки на виробництво	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2
Споживання основного капіталу	19,1	19,4	19,4	19,2
Чистий прибуток, змішаний дохід	25,0	23,5	23,5	23,7
Чисті податки на продукти	2,6	2,6	2,5	2,6

Аналогічна пропорційність притаманна і для досліджуваних секторів – кожен з них характеризується своїми особливими пропорціями в частині оплати праці, отриманого валового та чистого прибутку, оподаткування тощо. Така пропорційність є результатом злагоженого і взаємозалежного функціонування багатгалузевої економіки, що ставить за мету підтримку економічної рівноваги [3, с. 231–232] – відновлюваність ресурсів, використаних у процесі виробництва, особливого оподаткування й субсидювання галузей та ін.

Загалом динаміка показників у моделі «витрати-випуск» – як в одногалузевій, так і тригалузевій моделях – протягом досліджуваного періоду характеризує змінюваність міжгалузевих зв'язків, що пов'язана головним чином зі світовими тенденціями цін на енергоресурси і їх впливом на ефективність національних виробничих систем. Це добре відслідковується на відносно стабільній економіці Німеччини, яка в останні роки демонструє відновлення завдяки частковому зниженню цін на енергоресурси та диверсифікації їх постачання.

**Висновки.** Запропоновано початковий аналіз процесів відтворення виробничих систем розпочинати із її одногалузевої моделі, поєднуючи з агрегованими моделями «витрати-випуск» реальних економічних систем. За об'єкт дослідження обрано економіку Німеччини, в економіко-статистичній практиці якої для системного аналізу і моде-

лювання використовуються агреговані тригалузеві й відповідні більш деталізовані моделі «витрати-випуск».

Дослідження дозволило провести системний аналіз економіки країни (Німеччини, 2013–2014 рр.) в контексті тригалузевої моделі «витрати-випуск», визначити зміни міжгалузевих зв'язків і ВВП у зв'язку зі змінами структури кінцевого попиту. Зокрема, аграрний сектор характеризувався найбільш змінюваними витратами, і як наслідок – змінюваністю ВВП: зменшення галузевих витрат у 2014 р. на 9,2 % щодо попереднього року зумовило зростання ВВП сектора на 18,5 %.

При розробці проектів розвитку економіки України на основі моделі «витрати-випуск» доцільно враховувати зарубіжний досвід, що передбачає поєднання моделей різного ступеня агрегації та застосування різних методів прогнозування.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. System of National Accounts 2008. United Nations. New York: UN, 2009, 722 p.
2. Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. European Commission. 2008. 590 p.

3. Леонтьев В. Экономические эссе. Теория, исследования, факты и политика. М.: Политиздат, 1990. 415 с.
4. Леонтьев В. В. Межотраслевая экономика / автор предисл. и науч. ред. А. Г. Гранберг. М.: Экономика, 1997. 479 с.
5. Стоун Р. Метод «Затраты-выпуск» и национальные счета / под ред. Б. Л. Исаева. М.: Статистика, 1964. 205 с.
6. Иванова Т. В. Особливості прогнозування макроекономічних показників країни з позицій забезпечення сталого розвитку. *Економічний вісник НТТУ «КПІ»*. 2015. № 12. URL: <http://ev.fmm.kpi.ua/issue/view/2202>
7. Швець С. М. Короткострокове прогнозування валової доданої вартості: монографія. Київ: ІЕПрНАН України, 2013. 136 с.
8. Зайченко Ю. П., Гасанов А. С. Сравнительный анализ методов прогнозирования макроэкономических показателей Украины. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2013. № 1. С. 67–78. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/sdtit\\_2013\\_1\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/sdtit_2013_1_9)
9. Рибальченко С. А. Характеристика експертного прогнозування макропоказників України за період 1999–2020 рр. *Економічний аналіз*. 2017. Т 27. № 3. С. 82–92.
10. Про затвердження Методичних рекомендацій з прогнозування показників таблиць «витрати-випуск» (міжгалузевого балансу): Наказ Міністерства економіки України від 08.12.2005 № 483 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/card/v0483665-05>
11. Чистова М. Актуализация применения метода «затраты-выпуск» для прогнозирования объемов валового регионального продукта. *Актуальні проблеми економіки*. 2014. № 4. С. 302–309. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape\\_2014\\_4\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape_2014_4_38)
12. Карпец Е. П., Кікоть Г. Ф., Панасенко С. В. Загально-теоретичні принципи прогнозування структурних зрушень в економіці. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. № 2. Т. 3. С. 86–89.
13. Машунин Ю. К., Машунин И. А. Прогнозирование развития экономики региона с использованием таблиц «ЗАТРАТЫ – ВЫПУСК». *Экономика региона*. 2014. № 2. С. 276–289.
14. Косарев А. Е. Прогнозирование на основе национальных счетов и платежного баланса: развитие методов: монография. М.: ИИЦ «Статистика России», 2005. 144 с.
15. Кудін В. І., Онищенко А. М. Моделивання технологічних змін балансової схеми «витрати-випуск» в умовах дії Паризької угоди. *Економічний аналіз*. 2016. Т. 25. № 1. С. 37–44.
16. Онищенко А. М., Кудін В. І. Міжгалузева балансова схема «витрати-випуск» в умовах інноваційної політики Паризької угоди. *Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем*. 2017. Вип. 22. С. 61–81.
17. Кудін Г. І., Кудін В. І., Онищенко А. М. Аналіз мезоекономічної структури виробництва в умовах скорочення емісій парникових газів // VII Міжнародна школа-семинар «Теорія прийняття рішень» (м. Ужгород, 29 вересня – 4 жовтня 2014 р.). Ужгород: УжНУ, 2014. С. 274–276.
18. Волошин О. В., Кудін Г. І. Об оптимальных решениях модели Леонтьева при нечетко заданных параметрах критериальной функции // IV Міжнародна школа-семинар «Теорія прийняття рішень» (м. Ужгород, 29 вересня – 4 жовтня 2008 р.). Праці школи-семинару, 2008. С. 100–103.
19. Ястремський О. І. Незвзначеність у схемі «витрати-випуск»: порівняльний аналіз між країнами. *Наукові праці НДФІ*. 2017. № 3. С. 21–35.
20. Data sources for OECD Input-Output Database. URL: <https://oecd.org>
21. Input-output table, 2014 (Revision 2014). URL: <https://www.destatis.de>
22. VGR des Bundes – Input-Output-Rechnung – Fachserie 18 Reihe 2 – 2014 (Revision 2014, Stand: August 2017). URL: <https://www.destatis.de>
23. Друри К. Введение в управленческий и производственный учет / под ред. С. А. Табалиной. М.: Аудит; ЮНИТИ, 1994. 560 с.

## REFERENCES

Chistova, M. "Aktualizatsiya primeneniya metoda «zatratty-vypusk» dlya prognozirovaniya obemov valovogo regionalnogo produkta" [Updating the use of the input-output method for forecasting gross regional product volumes]. *Aktualni problemy ekonomiky*. 2014. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape\\_2014\\_4\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape_2014_4_38)

"Data sources for OECD Input-Output Database" <https://oecd.org>

Druri, K. *Vvedeniye v upravlencheskiy i proizvodstvennyy uchet* [Introduction to management and production accounting]. Moscow: Audit; YuNITI, 1994.

*Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities*. European Commission, 2008.

"Input-output table, 2014 (Revision 2014)" <https://www.destatis.de>

Ivanova, T. V. "Osobyvosti prohozuvannya makroekonomichnykh pokaznykiv krainy z pozytsii zabezpechennia staloho rozvytku" [Features of forecasting macroeconomic indicators of the country from the standpoint of ensuring sustainable development]. *Ekonomichnyi visnyk NTU «KPI»*. 2015. <http://ev.fmm.kpi.ua/issue/view/2202>

Karpets, E. P., Kikot, H. F., and Panasenko, S. V. "Zahalno-teoretychni pryntsypy prohozuvannya strukturnykh zrushen v ekonomitsi" [General theoretical principles of forecasting structural changes in the economy]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, vol. 3, no. 2 (2010): 86-89.

Kosarev, A. Ye. *Prognozirovaniye na osnove natsionalnykh schetov i platezhnogo balansu: razvitiye metodov* [Forecasting based on national accounts and balance of payments: developing methods]. Moscow: IITs «Statistika Rossii», 2005.

Kudin, H. I., Kudin, V. I., and Onyshchenko, A. M. "Analiz mezoekonomichnoi struktury vyrobnytstva v umovakh skorochennia emisii parnykovykh haziv" [Analysis of the mesoeconomic structure of production in terms of reducing greenhouse gas emissions]. *VII Mizhnarodna shkola- seminar «Teoriia pryiniattia rishen»*. Uzhhorod: UzhNU, 2014. 274-276.

Kudin, V. I., and Onyshchenko, A. M. "Modeliuvannya tekhnolohichnykh zmin balansovoi skhemy «vytraty-vypusk» v umovakh dii Paryzkoï uhody" [Modeling of technological changes in the cost-issue scheme of the balance sheet under the terms of the Paris Agreement]. *Ekonomichnyi analiz*, vol. 25, no. 1 (2016): 37-44.

[Legal Act of Ukraine] (2005). <http://zakon.rada.gov.ua/rada/card/v0483665-05>

Leontev, V. *Ekonomicheskiye esse. Teoriya, issledovaniya, fakty i politika* [Economic essay. Theory, research, facts and politics]. Moscow: Politizdat, 1990.

Leontev, V. V. *Mezhotraslevaya ekonomika* [Inter-sectoral economy]. Moscow: Ekonomika, 1997.

Mashunin, Yu. K., and Mashunin, I. A. "Prognozirovaniye razvitiya ekonomiki regiona s ispolzovaniyem tablits «ZATRATY - VYPUSK»" [Forecasting the development of the regional economy us-

ing the tables "COSTS – ISSUES". *Ekonomika regiona*, no. 2 (2014): 276-289.

Onyshchenko, A. M., and Kudin, V. I. "Mizhhaluzeva balansova skhema «vytraty-vypusk» v umovakh innovatsiinoi polityky Paryzkoï uhody" [Intersectoral balance sheet «cost-issue» in the context of the Paris-based innovation policy]. *Ekonomiko-matematychni modeliuvannia sotsialno-ekonomichnykh system*, no. 22 (2017): 61-81.

Rybalchenko, S. A. "Kharakterystyka ekspertnoho prohozuvannia makropokaznykiv Ukrainy za period 1999-2020 rr." [Characteristics of expert forecasting of macroindicators of Ukraine for the period 1999-2020]. *Ekonomichnyi analiz*, vol. 27, no. 3 (2017): 82-92.

Shvets, S. M. *Korotkostrokovye prohozuvannia valovoi dodanoi vartosti* [Short-term gross value added forecasting]. Kyiv: IEP NAN Ukrainy, 2013.

Stoun, R. *Metod «Zatraty-vypusk» i natsionalnyye scheta* [Input-output method and national accounts]. Moscow: Statistika, 1964.

*System of National Accounts 2008. United Nations*. New York: UN, 2009.

"VGR des Bundes - Input-Output-Rechnung - Fachserie 18 Reihe 2 - 2014 (Revision 2014, Stand: August 2017)" <https://www.destatis.de>

Voloshin, O. V., and Kudin, G. I. "Ob optimalnykh resheniyakh modeli Leonteva pri nechetko zadannykh parametrah kriterialnoy funktsii" [On optimal solutions of the Leontief model with fuzzy parameters of the criterial function]. *IV Mizhnarodna shkola-seminar «Teoriia pryiniattia rishen»*. Uzhhorod, 2008. 100-103.

Yastremskyi, O. I. "Nevyznachenist u skhemi «vytraty-vypusk»: porivnialnyi analiz mizh krainamy" [Uncertainty in the flow-issue scheme: comparative analysis between countries]. *Naukovi pratsi NDFI*, no. 3 (2017): 21-35.

Zaychenko, Yu. P., and Gasanov, A. S. "Sravnitelnyy analiz metodov prognozirovaniya makroekonomicheskikh pokazateley Ukrainy" [Comparative analysis of methods for forecasting macroeconomic indicators of Ukraine]. *Systemni doslidzhenia ta informatsiyni tekhnologii*. 2013. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/sdtit\\_2013\\_1\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/sdtit_2013_1_9)