

УДК 330.5

**Ястремський О. І.**

доктор економічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу теорії економіки і фінансів НДФІ ДННУ "Академія фінансового управління", Київ, Україна, yast2005@ukr.net

### **НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ У СХЕМІ "ВИТРАТИ – ВИПУСК": ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МІЖ КРАЇНАМИ**

*Аналіз динаміки міжгалузевих потоків у схемах "витрати – випуск" показує істотну волатильність матриці коефіцієнтів прямих витрат, що дає підстави припускати їхню випадковість. Це призводить до зміни характеру змінних і нового бачення моделі "витрати – випуск". Так, для забезпечення балансів за галузями (продуктами) необхідно, щоб вектор валових випусків був також випадковим (ex poste). Поставлено проблему поширення початкових імпульсів невизначеності, зокрема невизначеності коефіцієнтів матриці прямих витрат за галузями. Стандартний набір показників схеми "витрати – випуск" доповнено новими показниками, у тому числі "шахівницею" невизначеності міжгалузевих потоків, мірами невизначеності валових випусків, повних витрат. Для оцінки ступеня невизначеності використано "фізичний" підхід, а саме: невизначеність параметра оцінюється його стандартними відхиленнями. Для нормування рівня невизначеності використано відношення невизначеності – відношення стандартного відхилення до сподіваного значення. За допомогою методу статистичних випробувань Монте-Карло порівняно вплив невизначеності на міжгалузеві потоки національних економік США, України та Польщі. Експерименти за інших рівних умов для вказаних країн показали, що економіка України є вразливішою до зовнішніх та внутрішніх збурень унаслідок її більшої матеріаломісткості.*

Ключові слова: схема "витрати – випуск", невизначеність, матриця прямих витрат за галузями, метод статистичних випробувань Монте-Карло.

Рис. 2. Табл. 6. Форм. 7. Літ. 21.

**Ястремский А. И.**

доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела теории экономики и финансов НИФИ ГУНУ "Академия финансового управления", Киев, Украина

### **НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ В СХЕМЕ "ЗАТРАТЫ – ВЫПУСК": СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕЖДУ СТРАНАМИ**

*Анализ динамики межотраслевых потоков в схемах "затраты – выпуск" показывает существенную волатильность матрицы коэффициентов прямых затрат, что дает основания предполагать их случайность. Это приводит к изменению характера переменных и нового видения модели "затраты – выпуск". Так, для обеспечения балансов по отраслям (продуктам) необходимо, чтобы вектор валовых выпусков был также случайным (ex poste). Поставлена проблема распространения начальных импульсов неопределенности, в частности неопределенности коэффициентов матрицы прямых затрат по отраслям. Стандартный набор показателей схемы "затраты – выпуск" дополнен новыми показателями, в том числе "шахматной доской" неопределенности межотраслевых потоков, мерами неопределенности валовых выпусков, полных затрат. Для оценки степени неопределенности использован "физический" подход, а именно: неопределенность параметра оценивается его стандартными отклонениями. Для нормирования уровня неопределенности использована относительная неопределенность – отношение стандартного отклонения к ожидаемому значению. С помощью*

© Ястремський О. І., 2017

*метода статистических испытаний Монте-Карло сравнено влияние неопределенности на межотраслевые потоки национальных экономик США, Украины и Польши. Эксперименты при прочих равных условиях для указанных стран показали, что экономика Украины более уязвима к внешним и внутренним возмущениям в силу ее большей материалоемкости.*

Ключевые слова: схема “затраты – выпуск”, неопределенность, матрица прямых затрат по отраслям, метод статистических испытаний Монте-Карло.

**Oleksandr Yastremskii**

Dr. Sc. (Economics), Professor, SESE “The Academy of Financial Management”, Kyiv, Ukraine, yast2005@ukr.net

**UNCERTAINTY IN INPUT-OUTPUT SCHEME:  
COMPARATIVE INTER-COUNTRY ANALYSIS**

*An analysis of dynamics of inter-industry flows in the “input-output” schemes shows considerable volatility of the matrix of direct requirements, which gives grounds for assuming their random character. This leads to a change in the nature of the variables and provides a new vision of the input-output model. So, the balances of the industries (products) require that the vector of gross output is also random (ex post). The problem arises how the initial impulse of uncertainties, including the matrix of direct requirements, is spread in the industries. A standard basket of tools of the input-output scheme is complemented by new indicators, including the “chessboard” of uncertainty of inter-industrial flows, measures of uncertainty of gross output, total requirements. To assess the level of uncertainty, a “physical” approach is used, namely: the uncertainty of a parameter is estimated by its standard deviations. To normalize the level of uncertainty, relative uncertainty is used – the ratio of the standard deviation to the expected value. The paper presents results of the Monte Carlo statistical method of testing the influence of uncertainty on inter-industry flows of national economies of Poland, USA, and Ukraine. Experiments with other things being equal for the indicated countries show that the Ukrainian economy is more vulnerable to external and internal disturbances due to its greater material intensity.*

Key words: “input-output” scheme, uncertainty, matrix of direct requirements by industry, the Monte Carlo test method.

**JEL classification: D57, D81.**

Міжгалузевий баланс (схема “витрати – випуск”), традицію якого започаткував лауреат Нобелівської премії з економіки Василь Леонтєв, є апробованим інструментом аналізу структури національної економіки (див., наприклад, [1]). Його розроблення є досить трудомістким. Наприклад, “шахівниця” (таблиця) міжгалузевих потоків України за 2005 р. містила  $80 \cdot 80 = 64\,000$  елементів, та сама таблиця для Польщі –  $55 \cdot 55 = 3025$ . Таблиці “витрати – випуск” для США складаються для 15 ( $15 \cdot 15 = 225$  елементів), 46 ( $46 \cdot 46 = 2116$ ), 65 ( $65 \cdot 65 = 4225$ ), 71 ( $71 \cdot 71 = 5041$ ), 389 ( $389 \cdot 389 = 151321$ ) секторів. Очевидно, що матриця прямих витрат підпорядкована впливу не повністю передбачуваних факторів, до яких належать зміни в технології, конкуренція. Тобто йдеться про невизначеність. Також підпорядкований фактору невизначеності й вектор кінцевого попиту. Загальноновизнаним є значний вплив цього фактора на таблицю міжгалузевих балансів. У статті здійснено спробу дослідити, яким чином поширюється невизначеність між секторами національної економіки. Проблеми невизначеності та її впливи на доходи бюджету, фінанси інституційних секто-

рів економіки, структурну політику та державні фінанси досліджувались в роботах Т. І. Єфименко, С. С. Гасанова та ін. [2–6].

Є декілька підходів до формалізації невизначеності. Ми використовува- тимемо “фізичний” підхід. У 1927 р. В. фон Гейзенбергом було обґрунтовано знамените співвідношення невизначеності, один з варіантів якого має вигляд:

$$\sigma x \cdot \sigma p \geq \frac{h}{2}, \quad (1)$$

де  $\sigma x$ ,  $\sigma p$  – відповідно стандартні відхилення просторової координати та імпульсу мікрочастини;  $h$  – константа Планка.

Під абсолютною мірою невизначеності величини  $\xi$  будемо розуміти стан- дартне відхилення  $\sigma \xi$ , під відносною – стандартне відхилення, що припадає на одиницю сподіваного  $\frac{\sigma \xi}{E \xi}$ , де  $E \xi$  – сподіване значення. Опишемо загальний підхід, який будемо застосовувати. Нехай  $f(x, \omega) = 0$  є моделлю, де  $\omega$  – неза- лежні змінні (вхідна інформація, вхід, стан природи),  $x$  – змінні (вихідні). Змінні набувають значень залежно від  $\omega$ . Такі змінні називають змінними *ex poste*. У термінах робіт [7; 8] змінні мають назву – *адаптивні*. У цьому ви- падку розв’язок залежить від стану природи й позначатиметься через  $x(\omega)$ . Припустимо найпростішу ситуацію:  $\omega$  та  $x$  є скалярними величинами (одна відома, одна невідома). Нас цікавитиме питання, як невизначеність входу  $\omega$  впливає на невизначеність виходу, а саме перетворення:  $\sigma \omega \rightarrow \sigma x(\omega)$ . Можли- ві такі показники, як норма невизначеності виходу до невизначеності входу:

$$U_{\omega, x} = \frac{\sigma x(\omega)}{\sigma \omega} \quad \text{та} \quad E_{\omega, x} = \frac{\frac{\sigma x(\omega)}{E x(\omega)}}{\frac{\sigma \omega}{E \omega}}. \quad (2)$$

Перший коефіцієнт показує міру невизначеності виходу моделі, що при- падає на одиницю невизначеності входу, другий – відносну міру невизначеності виходу на 1 % відносної невизначеності входу.

Коли  $\omega$  та  $x$  є масивами, характеристиками їхньої невизначеності будуть також масиви й агрегати. Деякі з них запропоновано та використано в статті.

Фундаментальний огляд досліджень схеми “витрати – випуск” з ураху- ванням невизначеності міститься в роботі польського науковця Г. Гургуля [9]. Він ретельно проаналізував дослідження, починаючи з 50-х років ХХ ст. Серед напрямів можна виокремити такі:

- вплив випадкової помилки (помилки) матриці прямих витрат на ма- трицю повних витрат;
- вплив випадкової помилки (помилки) матриці прямих витрат на кінцевий попит, додану вартість, проміжні витрати, імпорт, експорт, мультиплікатори;
- регіональний аналіз, статистичні оцінювання коефіцієнтів прямих витрат;
- аналіз значущості коефіцієнтів з огляду на вплив помилок у їхньому визначенні на розв’язки (так звана концепція MIP (most important parameters, найважливіші параметри));

- синтез нестабільності матриць “витрати – випуск” зі стохастичною природою запізнення в часі (лагів) [10];
- вплив невизначеності в інтегрованих моделях [11].

У роботі українського математика В. Л. Гірка [12] отримано важливі теоретичні результати про розподіл обернених матриць за умови, що їхня розмірність велика (асимптотичні теореми).

Автором запропоновано (див. [7; 8; 13]) серію моделей міжгалузевого балансу з урахуванням випадковості параметрів, зокрема матриці прямих витрат. У статтях [8; 13] описано результати чисельних розрахунків із використанням реальних баз даних. Уперше для макроекономічних розрахунків було введено поняття ступеня *гнучкості (адаптивності)*, а також показано, як його можна чисельно оцінити.

У статті [14] апарат теорії інформації використано для аналізу особливостей ключових секторів національної економіки Польщі.

У роботі [15] акцентується увага на чисельному аналізі міри невизначеності структур економік України та Польщі й проводиться порівняльний аналіз. У цій статті розвинуто результати роботи [15]. Насамперед розширено бази даних аналізу, зокрема, залучено схему “витрати – випуск” України у розрізі 80 секторів. Для кращої порівняльності ступеня впливу невизначеності на міжгалузеву структуру національних економік України та Польщі здійснено агрегування схем “витрати – випуск” України з 80 секторами та Польщі з 55 секторами до схем із 15 секторами. Проведено розрахунки та порівняння з моделлю “витрати – випуск” США.

Наголосимо на особливості цього дослідження. Воно має прикладний характер, орієнтується на розрахунки, кінцевою метою є складання таблиці невизначеності міжгалузевих потоків та *міжгалузевої таблиці невизначеності*.

Основне припущення – це випадковість матриці прямих витрат та вектора кінцевого попиту. Будемо їх позначати відповідно через  $A(\omega)$ ,  $y(\omega)$ . Якщо це так, то структура валового випуску та міжгалузеві зв'язки також будуть випадковими. Проблема ставить таким чином: який буде рівень невизначеності міжгалузевих потоків та вектора валових випусків за певного рівня невизначеності матриці прямих витрат та вектора кінцевих витрат.

Розроблено спеціальну техніку наближеного розрахунку (з будь-якою точністю) вказаних показників за різних сценаріїв.

Опишемо результати одного з них. Отже, припускається:

- незалежність і рівномірність розподілів елементів  $A(\omega)$ ,  $y(\omega)$ ;
- сподіване значення коефіцієнтів  $a_{ij}(\omega)$  та  $y_j(\omega)$  збігається з даними офіційної звітної статистики;
- зміни випадкових величин перебувають на відрізках  $[(1-\varepsilon)a_{ij}, (1+\varepsilon)a_{ij}]$ ,  $[(1-\varepsilon)y_j, (1+\varepsilon)y_j]$ .

Припущення дає варіант можливого агрегату невизначеності вхідних даних міжгалузевого балансу. Цим агрегатом є відхилення  $\varepsilon$  від сподіваних значень. Воно визначає абсолютні та відносні невизначеності коефіцієнтів прямих витрат. Якщо випадкова величина  $\xi$  рівномірно розподілена на інтервалі  $[(1-\varepsilon)a, (1+\varepsilon)a]$ , то її абсолютна невизначеність (стандартне відхилення)

становить  $\sigma_{\xi} = \frac{\varepsilon a}{\sqrt{3}}$  (3), а відносна невизначеність (коефіцієнт варіації) –

$$CV = \frac{\sigma_{\xi}}{a} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{3}} \quad (4).$$

Техніка розрахунків базується на використанні методу статистичних випробувань (метод Монте-Карло). Аналітичне визначення статистичних характеристик вектора  $x(\omega) = (E - A(\omega))^{-1}y(\omega)$  навіть для малорозмірних моделей міжгалузевго балансу неможливе. Потрібно знаходити багатократний інтеграл, кратність якого для моделі з 8 галузями дорівнює 72. У нашому випадку метод Монте-Карло полягає в імітації випадкових матриці  $A(\omega^s)$  і вектора  $y(\omega^s)$ , де  $\omega^s$  – спостереження за масивом випадкових чисел за допомогою датчика генерації випадкових чисел. Наявний масив спостереження  $x(\omega^s)$  ( $s = 1, \dots, N$ ), де  $N$  – кількість спостережень. У наведених розрахунках  $N = 10\,000$ .

Результати розрахунків за рівня відносної невизначеності  $CV = 5\%$ , тобто за розкиду випадкових величин  $\varepsilon = 8,66\%$ , відображені в табл. 1 для восьми секторів національної економіки в такому порядку:

1. Сільське, мисливське, лісове, рибне господарство.
2. Добувна промисловість.
3. Обробна промисловість.
4. Виробництво та розподіл.
5. Будівництво.
6. Оптова і роздрібна торгівля.
7. Транспорт і зв'язок.
8. Інші види діяльності.

Попередній аналіз експериментальних розрахунків свідчить:

- відносна невизначеність міжгалузевих потоків зростає порівняно з відносною невизначеністю вхідної інформації. Лише потік “будівництво – будівництво” має незначно меншу відносну невизначеність (4,99%), аніж вхідна невизначеність;

Таблиця 1

**Відносні невизначеності міжгалузевих потоків для України у 2009 р.  
(за умови відносної невизначеності коефіцієнтів прямих витрат та кінцевого попиту у 5%), %**

Сектор	1	2	3	4	5	6	7	8
1	6,88	9,36	5,75	5,63	5,03	7,04	5,57	5,37
2	5,45	9,53	5,87	5,80	5,03	7,06	5,58	5,26
3	5,49	9,49	7,46	5,75	5,07	7,27	5,75	5,48
4	5,57	9,44	5,69	6,06	4,99	7,08	5,54	5,32
5	5,51	9,42	5,64	5,72	5,03	7,10	5,57	5,33
6	5,45	9,55	5,84	5,62	4,99	7,01	5,56	5,35
7	5,43	9,51	5,64	5,73	5,01	7,04	6,10	5,37
8	5,50	9,48	5,64	5,60	5,02	7,12	5,55	6,57

Розраховано та складено автором за схемою “витрати – випуск” України за 2009 р.

## ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ

– помітна диверсифікація відносної невизначеності за рядками, за стовпчиками диверсифікація значно менша. Останнє добре ілюструє тривимірна графіка (рис. 1).

Розрахунки дають змогу скласти “шахівницю” абсолютної та відносної невизначеності міжгалузевого балансу. Далі наведено результати за абсолютною невизначеністю в міжгалузевому балансі (табл. 2).

Розрахунки здійснювалися за різних сценаріїв агрегату величини відносної невизначеності вхідної інформації (табл. 3).

Розглянемо окремі деталі результатів розрахунків. Для більшості секторів відносна невизначеність валових випусків менша від відносної невизначеності загалом.

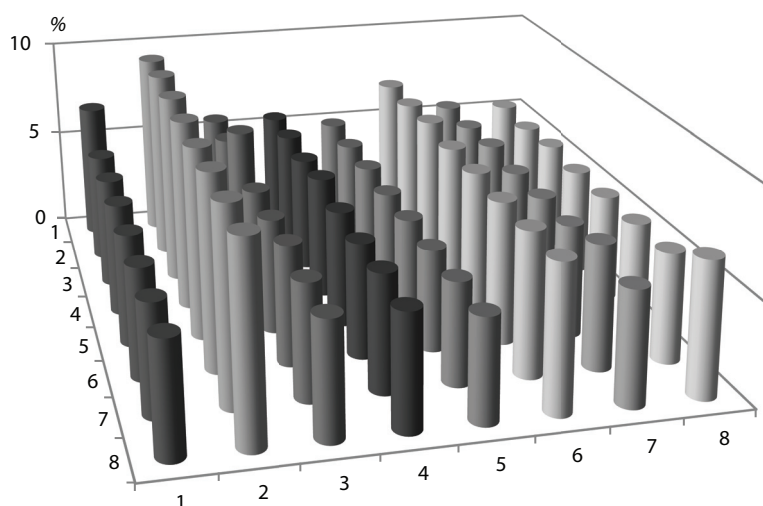


Рис. 1. Відносні невизначеності міжгалузевих потоків України за 2009 р.  
(по осі *x* відображені сектори-споживачі, по осі *y* – сектори-постачальники)  
Складено автором.

Таблиця 2

Міжгалузева таблиця абсолютних невизначеностей України у 2009 р.  
(за умови відносної невизначеності вхідної інформації у 5 %)

Сектор	1	2	3	4	5	6	7	8	Кінцевий попит	Валові випуски
1	3 317	20	1 799	1	3	99	3	219	517	4 107
2	103	610	6 494	1 803	174	55	609	147	344	7 856
3	1 873	1 501	20 626	613	2 127	1 259	1 990	2 276	2 290	23 893
4	124	753	1 456	403	48	184	429	736	128	2 462
5	2	10	13	9	26	7	16	180	381	189
6	1 284	656	11 232	7	43	520	91	349	6	12 107
7	438	1 222	2 616	59	184	1 536	1 171	757	319	4 740
8	125	255	1 460	233	229	4 117	633	6 654	1 384	9 152

Розраховано та складено автором за схемою “витрати – випуск” України за 2009 р.

Відносна невизначеність валових випусків за секторами (Україна, 2011 р.)

№ з/п	Сектори	Рівень агрегату відносної невизначеності вхідної інформації (матриця прямих витрат, вектор кінцевого попиту), %				Мультиплікатори відносної невизначеності валових випусків
		1 %	2 %	5 %	10 %	
1	Сільське господарство, мисливство, лісове господарство	0,89	1,80	4,48	8,86	0,7588
2	Рибальство, рибництво	0,68	1,36	3,43	6,82	0,5018
3	Добувна промисловість	2,17	4,34	11,01	21,85	1,4403
4	Переробна промисловість	0,98	1,97	4,88	9,86	0,8021
5	Виробництво та розподілення електроенергії, газу та води	0,81	1,62	4,05	8,07	0,5678
6	Будівництво	0,92	1,83	4,62	9,11	0,9132
7	Торгівля; ремонт автомобілів, побутових виробів та предметів особистого вжитку	1,30	2,58	6,41	12,85	0,7439
8	Діяльність готелів та ресторанів	0,68	1,38	3,38	6,82	0,6235
9	Діяльність транспорту та зв'язку	0,77	1,56	3,92	7,89	0,6118
10	Фінансова діяльність	2,24	4,45	11,40	23,44	0,5788
11	Операції з нерухомим майном, оренда, інжиніринг та надання послуг підприємцям	0,76	1,55	3,84	7,77	0,5840
12	Державне управління	0,88	1,75	4,40	8,73	0,8697
13	Освіта	1,00	1,97	4,99	9,99	0,9938
14	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	0,95	1,91	4,76	9,49	0,9548
15	Надання комунальних та індивідуальних послуг; діяльність у сфері культури та спорту	0,69	1,40	3,52	7,20	0,6811
	<b>Загальний валовий випуск</b>	<b>0,78</b>	<b>1,57</b>	<b>3,91</b>	<b>7,85</b>	

Розраховано та складено автором.

Техніка розрахунків дає змогу розділити внесок різних джерел невизначеності на вихідні показники.

Розглянемо випадок детермінованості матриці прямих витрат  $A$  та невизначеності вектора кінцевого використання  $y$ . Як і раніше, будемо використовувати попередній агрегат невизначеності, а саме однакову для всіх компонент  $y$  відносну невизначеність, а також припущення про незалежність випадкових величин. Позначимо її через

$$CV = \frac{\sigma y_i(\omega)}{M y_i(\omega)}. \quad (5)$$

Тобто йдеться про дослідження поведінки вектора валових випусків:

$$x(\omega) = (E - A)^{-1} y(\omega). \quad (6)$$

Очевидно,

$$CV(x_i(\omega)) = CV(y(\omega)) \frac{\sqrt{\sum_j b_{ij}^2 y_j^2}}{\sum_j b_{ij} y_j}, \quad (7)$$

де  $b_{ij}$  – компонента матриці повних витрат  $(E - A)^{-1}$ .

Таким чином, ступінь відносної невизначеності валових випусків за секторами за умов детермінованості матриці прямих (а отже, й повних) становить добуток агрегату ступеня невизначеності кінцевого попиту й коефіцієнта

$\frac{\sqrt{\sum_j b_{ij}^2 y_j^2}}{\sum_j b_{ij} y_j}$ . Останній показник називатимемо *мультиплікатором агрегату*

*відносної невизначеності* вектора кінцевого попиту на відносні невизначеності валових випусків по секторам. У останній графі табл. 3 відображено розрахунки з “внеску” агрегату відносної невизначеності вектора кінцевого попиту у відносну невизначеність валових випусків за секторами.

Зауважимо, що всі розраховані значення, крім одного (добувна промисловість), менші від одиниці. Водночас мультиплікатор невизначеності для добувної промисловості істотно перевищує одиницю (майже на 50 %).

У табл. 4 наведено міжнародне порівняння за галузями щодо валового випуску між Україною та США.

Для України використовувалася інформація Державної служби статистики 2014 р. [16]. У джерелі міститься таблиця за 42 галузями. Для порівняння: зі США інформацію було агреговано до 14 галузей. По США використовувалася інформація Бюро економічного аналізу (BEA, Bureau of Economic Analysis) для 15 галузей [17].

У табл. 5 порівнюється відносна невизначеність за секторами України та Польщі за інших рівних умов. Використовувалася інформація схем “витрати – випуск” України за 80 секторами та Польщі за 55. Ці дані було загреговано до 15 секторів.

Прокоментуємо результати розрахунків, відображених у табл. 3–5.

- Усі три економіки демонструють здатність абсорбувати відносну невизначеність матриці прямих витрат та вектора кінцевого попиту. За агрегату відносної невизначеності у 5 % вхідної інформації відносна невизначеність загального валового випуску в 2005 р. для України становила 4,13 %, для Польщі – 1,29 %, у 2014 р. для України – 2,82 %, для США – 1,88 %.
- Останні числа свідчать про більшу стійкість економік США та Польщі до випадкових зовнішніх і внутрішніх змін.
- У 2011 р. порівняно з 2005 р. стійкість економіки України дещо підвищилася, тобто зменшилася відносна невизначеність загального валового випуску (з 4,13 до 3,91 %). У 2014 р. ця тенденція збереглася.
- Більша стійкість економік США та Польщі порівняно з економікою України пояснюється більшою матеріаломісткістю останньої. У табл. 6



**Відносні невизначеності України та США за галузями у 2014 р.  
за відносної невизначеності матриці прямих витрат  
та вектора кінцевого використання в 5 %, %**

№ з/п	Галузь	Україна	США
1	Сільське, лісове та рибне господарство	4,56	5,30
2	Добувна промисловість	7,97	6,42
3	Переробна промисловість	4,89	4,10
4	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, водопостачання; каналізація, поводження з відходами	3,66	2,92
5	Будівництво	4,80	4,11
6	Оптова та роздрібна торгівля*	3,78	3,21 (4,54)
7	Транспорт, складське господарство	3,42	2,72
8	Інформаційна діяльність	4,04	3,69
9	Фінансова та страхова діяльність	3,20	3,66
10	Професійний сервіс	3,11	2,56
11	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	4,62	4,83
12	Освіта, охорона здоров'я	4,97	4,88
13	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	3,51	4,02
14	Надання інших видів послуг	4,56	3,68
	<b>Загальний валовий випуск</b>	<b>2,82</b>	<b>1,88</b>

\*За даними таблиці "витрати – випуск" України за 2014 р. наявна інформація лише в цілому "оптова та роздрібна торгівля". У графі США у відповідному рядку відображені окремо оптова та роздрібна торгівля.

Розраховано та складено автором із використанням таблиці "витрати – випуск" України та США за 2014 р.

відображено розрахунки з оцінки ступеня матеріаломісткості досліджуваних економік.

Розрахунки свідчать про більшу матеріаломісткість економіки України порівняно з Польщею. Також спостерігається тенденція до підвищення матеріаломісткості вітчизняної економіки з 2005 р.

У табл. 5 продемонстровано таку відмінність між двома економіками. Окрім загального валового випуску здатність абсорбувати відносну невизначеність вхідних даних показують також валові випуски за секторами. Для Польщі відносна невизначеність кожного сектору менша від 5 %. Для України цей поріг перевищують: добувна промисловість – 13,67 %, переробна – 5,15, торгівля – 6,55, фінансова діяльність – 5,82 %.

У дослідженні застосовано найпростіший спосіб представлення невизначеності вхідної інформації – єдиний агрегат для всіх випадкових величин, що еквівалентно припущенню про єдину відносну невизначеність усіх випадкових величин. Також використано припущення про незалежність випадкових величин.

Однією з проблем є велика кількість вхідної інформації. Навіть у достатньо агрегованій схемі з 15 секторами число коефіцієнтів прямих витрат разом із компонентами вектора кінцевого попиту становить  $15 \cdot 15 + 15 = 240$ . Якщо звернутися до 55-секторної моделі (Польща, 2005), то маємо 3080, у випадку 80-секторної (Україна, 2005) – 6480.

Таблиця 5

**Відносна невизначеність за секторами України та Польщі у 2005 р.  
за рівня агрегату відносної невизначеності матриці прямих витрат  
та вектора кінцевого попиту у 5 %, %**

№ з/п	Галузь	Україна	Польща
1	Сільське господарство, мисливство, лісове господарство	4,66	3,92
2	Рибальство, рибництво	4,09	2,09
3	Добувна промисловість	13,67	2,72
4	Переробна промисловість	5,15	2,46
5	Виробництво та розподілення електроенергії, газу та води	4,52	2,13
6	Будівництво	4,70	2,31
7	Торгівля; ремонт автомобілів, побутових виробів та предметів особистого вжитку	6,55	2,13
8	Діяльність готелів та ресторанів	3,81	2,10
9	Діяльність транспорту та зв'язку	3,94	2,43
10	Фінансова діяльність	5,82	2,17
11	Операції з нерухомим майном, оренда, інжиніринг та надання послуг підприємцям	3,54	2,05
12	Державне управління	3,59	2,37
13	Освіта	4,58	2,45
14	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	4,89	2,42
15	Надання комунальних та індивідуальних послуг; діяльність у сфері культури та спорту	4,05	1,64
	<b>Загальний валовий випуск</b>	<b>4,13</b>	<b>1,29</b>

Розраховано та складено за: Таблиця “витрати – випуск” за 2005 рік за розширеною програмою. Аналітичні матеріали / Державний комітет статистики України. Київ, 2009. URL: www.ukrstat.gov.ua; Poland Statistics Yearbook 2012. URL: www.stat.gov.pl.

Таблиця 6

**Ступінь матеріаломісткості США, України та Польщі**

Країна	Рік	Кількість секторів	Ступінь матеріаломісткості (число Фробеніуса), %
США	2015	15	44,4
США	2014	15	44,9
Україна	2014	42	60,1
Україна	2011	15	68,2
Україна	2005	80	61,3
Україна	2005	15*	60,1
Польща	2010	78	43,1
Польща	2005	55	43,5
Польща	2005	15**	44,2

\* Агрегована таблиця 80-секторної таблиці 2005 р.

\*\* Агрегована таблиця 55-секторної таблиці 2005 р.

Джерело: Ястремський О. Порівняльний аналіз структури національних економік: Україна (2005, 2011 рр.) – Польща 2005 р. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*. 2014. № 1. С. 112–119.

Інша проблема – короткі динамічні ряди, на яких спостерігаються вказані величини.

Більшу деталізацію інформації про розподіли значних масивів випадкових величин можуть забезпечити такі підходи.

I. Використання слабкого заповнення матриці прямих витрат для великої кількості секторів є характерною особливістю для різних країн та років, у тому числі України. Якщо звернутися до матриці прямих витрат України для 80 секторів 2005 р. (див. рис. 2, нумерація секторів згідно з [13]), то можна помітити, що “карта” відображає рівнину, помережану пасмами, кількість яких невелика. Насамперед вирізняється діагональне пасмо. Це загальна характеристика схем “витрати – випуск”. Також спостерігаються піки на лініях секторів добувної промисловості та сільського господарства. Статистика масиву  $A$  для 80 секторів свідчить, що з 6400 коефіцієнтів 2130 є нульовими, а 3422 – менші від 0,0091 (разом 5552). Кількість коефіцієнтів, менших за 0,1 – 6271. Отже, залишається  $6400 - 6271 = 129$ . Останнє число свідчить, що оцінка розподілу матриці прямих витрат за значної деталізації є цілком можливою. Вказані коефіцієнти назвемо значущими.

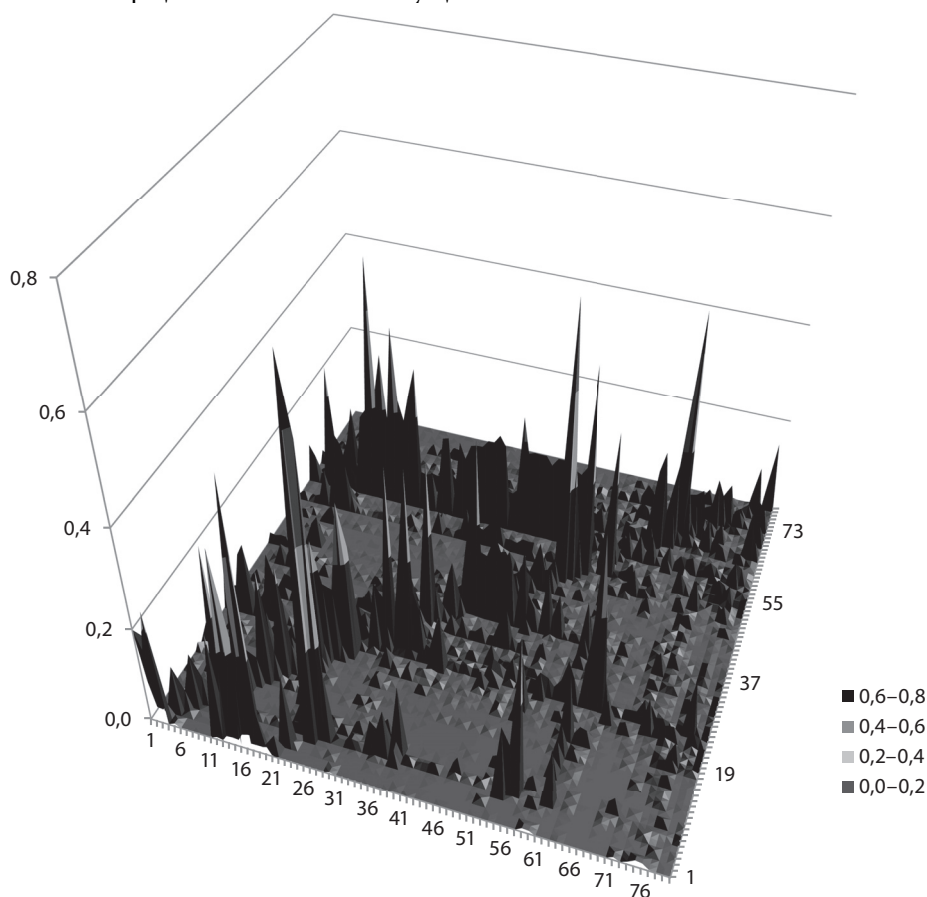


Рис. 2. Об'ємне представлення матриці прямих витрат України за 2005 р. для 80 секторів

Складено автором.

II. Кількість значущих коефіцієнтів можна зменшити, об'єднуючи їх у групи. Одним із варіантів є використання результатів класифікації секторів за структурою витрат на "схожі" й "несхожі", запропоновані в роботі [20]. Отже, концентруючи увагу на значущих коефіцієнтах, із використанням "схожих" секторів, а також агрегатів для груп, можна скоротити визначення розподілу 6400 випадкових коефіцієнтів до декількох десятків. Останні назовемо ключовими. Для ключових коефіцієнтів можна застосовувати апробовані методи аналізу часових серій з урахуванням трендів, RAS, експертних оцінок.

III. Розподіл окремих компонент вектора у може оцінюватися за допомогою:

1) експертних оцінок, зокрема з використанням методу PERT (оптимістичний, песимістичний, найімовірніший сценарії);

2) імітації із застосуванням макроекономічних моделей.

IV. Використання інформації розвинутих країн про таблиці "витрати – випуск" за достатньо великий проміжок часу. Бюро економічного аналізу публікує такі таблиці, починаючи з 1947 р. [17]. Це дає змогу розрахувати історичні волатильності коефіцієнтів прямих витрат, статистично їх оцінювати, аналізувати їхні тренди у часі, завдяки чому можна висловити гіпотези стосовно розподілів коефіцієнтів прямих витрат і на підставі цього провести тури імітації за методом статистичних випробувань Монте-Карло.

Отже, можна зробити такі висновки:

1. За допомогою нескладних комп'ютерних засобів вдалося побудувати міжгалузеві таблиці абсолютних та відносних невизначеностей. Необхідні припущення при цьому є мінімальними.

2. Принциповим є порівняння міжгалузевих таблиць невизначеностей у динаміці та між країнами.

3. Здійснені розрахунки за різні роки по Україні, США, Польщі показали, що економіка України вразливіша до випадкових змін, ніж економіки США та Польщі.

4. Останнє пояснюється більшою витратністю вітчизняної економіки. Аналіз її структури свідчить про значну матеріаломісткість. Причому з 2005 по 2011 р. значних структурних змін не було помічено.

5. Економіка України витратніша за економіки США та Польщі, про що свідчать розрахунки чисел Фробеніуса (див. табл. 6). Це є додатковим свідченням того, що вона є нереформованою.

Відповідно, можна запропонувати такі напрями подальших досліджень:

1. Важливою проблемою в аналізі поширення невизначеності в міжгалузевій структурі є вплив ступеня агрегованості. Автор має намір дослідити його в наступних публікаціях. Вбачаються можливими чисельний експеримент: аналіз невизначеності в деталізованій та агрегованій структурах, потім – агрегування потоків невизначеності деталізованого балансу й порівняння. Тобто йдеться про порівняння невизначеності агрегату та агрегату невизначеності\*. Технічно це можна здійснити за допомогою апарату, використовуюваного в цій статті.

---

\* Цю проблему доречно поставлено рецензентом. Одна з перших робіт автора присвячена агрегуванню стохастичного аналога статичної моделі Леонтьєва [21].

2. Критичним для українського суспільства є високий рівень тіньової економіки, тому актуальна побудова міжгалузевго балансу тіньової економіки.

3. У розвинутих країнах наявні достатньо довгі динамічні ряди коефіцієнтів таблиць “витрати – випуск”. Наприклад, у США Бюро економічного аналізу надає інформацію про баланси різного ступеня деталізації з 1947 р. Це дає змогу розраховувати волатильність коефіцієнтів прямих витрат, аналізувати їх тренди, визначати статистичні оцінки.

Вказані напрями будуть відображені в наступних роботах автора.

#### Список використаних джерел

1. Horowitz K. J., Planting M. A. Concepts and Methods of the Input-Output Account. Bureau of Economic Analysis (BEA), U.S. Department of Commerce, 2006. (updated 2009). P. 206.
2. Державна фінансова політика та прогнозування доходів бюджету України / НДФІ. Київ, 2004. 712 с.
3. Єфименко Т. І. Динаміка доходів бюджету та валового внутрішнього продукту: методологія і методика порівняльного аналізу. *Наукові праці НДФІ*. 2004. № 1–2 (24–25). С. 11–21.
4. Фінанси інституційних секторів економіки України / за ред. Т. І. Єфименко, М. М. Єрмошенка. Київ: ДННУ “Акад. фін. управління”, 2014. 584 с. URL: [http://afu.minfin.gov.ua/getfile.php?page\\_id=449&num=2](http://afu.minfin.gov.ua/getfile.php?page_id=449&num=2).
5. Гасанов С. С. Структурні реформи в умовах інституціональної невизначеності та фінансової нестабільності. *Наукові праці НДФІ*. 2017. № 1. С. 41–52. URL: [http://prndfi.org.ua/docs/NP\\_17\\_01\\_041\\_uk.pdf](http://prndfi.org.ua/docs/NP_17_01_041_uk.pdf).
6. Гасанов С. С. Структурна політика і державні фінанси в умовах інституціональної невизначеності. *Фінанси України*. 2017. № 3. С. 7–18. URL: [http://fu.minfin.gov.ua/?page\\_id=723&aid=4400&lang=uk](http://fu.minfin.gov.ua/?page_id=723&aid=4400&lang=uk).
7. Ермольев Ю. М., Ястремский А. И. Стохастические модели и методы в экономическом планировании. Москва: Наука, 1979. 254 с.
8. Ястремський О. І. Моделювання економічного ризику. Київ: Либідь, 1992. 176 с.
9. Gurgul H. Stochastic input-output modeling. *Ekonomia Menedzerska*. 2007. No. 2. P. 57–70.
10. Gurgul H. Recursive approach of updating input-output coefficients. *Operations Research Proceedings / U. Derigs, A. Bachem, A. Drexl*. 1995. P. 370–375.
11. Rey S. J., West G. R., Janikas M. V. Uncertainty in Integrated Models. *Economic System Research Journal of International Input-Output Association*. 2004. Vol. 16. P. 259–277.
12. Гурко В. А. Случайные матрицы. Киев: Наук. думка, 1976.
13. Ястремский А. И. Моделирование вероятностных и адаптивных свойств статистического межотраслевого баланса с использованием стохастических моделей и методов. *Экономика и математические методы*. 1992. Т. 28, № 4. С. 612–624.
14. Gurgul H., Majdosz P. Key Sector Analysis: A Case of the Transited Polish Economy. URL: [http://www.fm-kp.si/zalozba/ISSN/1581-6311/3\\_095-111.pdf](http://www.fm-kp.si/zalozba/ISSN/1581-6311/3_095-111.pdf).
15. Yastremskii O. Price of uncertainty in economic policy and entrepreneurship. *Quantitative methods in accounting and finance / ed. by R. Motoryn, E. Nowak; Ukrainian State University of Finance and International Trade*. Kyiv, 2013. P. 229–233.
16. “Таблиці “витрати – випуск України в основних цінах”: стат. зб. (Архів 2014). URL: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).
17. Use Tables /After Redefinitions / Producer Value – Use of commodities by industry after reallocation of inputs associated with redefined secondary production 1997–2015: 15 Industries. URL: [https://www.bea.gov/industry/io\\_annual.htm](https://www.bea.gov/industry/io_annual.htm).
18. Таблиця “витрати – випуск” за 2005 рік за розширеною програмою. Аналітичні матеріали / Державний комітет статистики України. Київ, 2009. URL: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).

19. Poland Statistics Yearbook 2012. URL: [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl).
20. Ястремський О. Порівняльний аналіз структури національних економік: Україна (2005, 2011 рр.) – Польща 2005 р. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*. 2014. № 1. С. 112–119.
21. Ястремский А. И. Некоторые свойства стохастического аналога модели Леонтьева. *Кибернетика*. 1972. № 4. (Yastremskii A. I. Some properties of the stochastic analog of Leont'ev's model. *Cybernetics and System Analysis*. 1972. 8 (4). P. 689–691).

### References

1. Horowitz, K. J., Planting, M. A. (2006, updated 2009). *Concepts and Methods of the Input-Output Account*. Bureau of Economic Analysis (BEA), U.S. Department of Commerce.
2. NDFI. (2004). *Derzhavna finansova polity`ka ta prohnozuvannya dokhodiv byudzhetu Ukrainy`* [State financial policy and forecasting of budget revenues of Ukraine]. Ky`yiv: Author [in Ukrainian].
3. Yefy`menko, T. I. (2004). Dy`namika dokhodiv byudzhetu ta valovoho vnutrishn`oho produktu: metodolohiya i metody`ka porivnyal`noho analizu [Dynamics of budget revenues and gross domestic product: methodology and methods of comparative analysis]. *Naukovi praci NDFI* [RFI scientific papers], 1–2 (24–25), 11–21 [in Ukrainian].
4. Yefy`menko, T. I., Yermoshenko, M. M. (Eds.). (2014). *Finansy` insty`tucijny`kh sektoriv ekonomiky` Ukrainy`* [Finances of institutional sectors of the economy of Ukraine]. Ky`yiv: DNU "Akademiya finansovoho upravlinnya". Retrieved from [http://afu.minfin.gov.ua/getfile.php?page\\_id=449&num=2](http://afu.minfin.gov.ua/getfile.php?page_id=449&num=2) [in Ukrainian].
5. Hasanov ,S. S. (2017). Strukturni reformy` v umovakh insty`tucional`noyi nevy`znachenosti ta finansovoyi nestabil`nosti [Structural reforms under institutional uncertainty and financial instability]. *Naukovi praci NDFI* [RFI scientific papers], 1, 41–52. Retrieved from [http://npndfi.org.ua/docs/NP\\_17\\_01\\_041\\_uk.pdf](http://npndfi.org.ua/docs/NP_17_01_041_uk.pdf) [in Ukrainian].
6. Hasanov, S. S. (2017). Strukturna polity`ka i derzhavni finansy` v umovakh insty`tucional`noyi nevy`znachenosti [Structural policy and public finance under institutional uncertainty]. *Finansy` Ukrainy`* [Finance of Ukraine], 3, 7–18. Retrieved from [http://fu.minfin.gov.ua/?page\\_id=723&aid=4400&lang=uk](http://fu.minfin.gov.ua/?page_id=723&aid=4400&lang=uk) [in Ukrainian].
7. Ermol`ev, Yu. M., Yastremskij, A. I. (1979). *Stokhasticheskie modeli i metody` v e`konomicheskoy planirovanii* [Stochastic models and methods in economic planning]. Moscow: Nauka [in Russian].
8. Yastrems`ky`j, O. I. (1992). *Modelyuvannya ekonomichnoho ry`zy`ku* [Modeling of economic risk]. Ky`yiv: Ly`bid` [in Ukrainian].
9. Gurgul, H. (2007). Stochastic input-output modeling. *Ekonomia Menedzerska*, 2, 57–70.
10. Gurgul, H. (1995). Recursive approach of updating input-output coefficients. In U. Derigs, A. Bachem, A. Drexel (Eds.). *Operations Research Proceedings* (pp. 370–375). Berlin.
11. Rey, S. J., West, G. R., & Janikas, M. V. (2004). Uncertainty in Integrated Models. *Economic System Research Journal of International Input-Output Association*, 16, 259–277.
12. Girko, V. L. (1976). *Sluchajny`e matricy`* [Random matrices]. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
13. Yastremskij, A. I. (1992). Modelirovanie veroyatnostny`kh i adaptivny`kh svoystv staticheskogo mezhotraslevogo balansa s ispol`zovaniem stokhasticheskikh modelej i metodov [Modeling of probabilistic and adaptive properties of the static interindustry balance using stochastic models and methods]. *E`konomika i matematicheskie metody`* [Economics and mathematical methods], Vol. 28, № 4, 612–624 [in Russian].
14. Gurgul, H., Majdosz, P. (2005). *Key Sector Analysis: A Case of the Transited Polish Economy*. Retrieved from [http://www.fm-kp.si/zalozba/ISSN/1581-6311/3\\_095-111.pdf](http://www.fm-kp.si/zalozba/ISSN/1581-6311/3_095-111.pdf).
15. Yastremskii, O. (2013). Price of uncertainty in economic policy and entrepreneurship. In R. Motoryn, E. Nowak (Eds.). *Quantitative methods in accounting and finance* (pp. 229-233). Kyiv: Ukrainian State University of Finance and International Trade.

16. State Statistics Service of Ukraine. (2014). *Tably`ci "vy`traty`-vy`pusk Ukrayiny` v osnovny`kh cinakh"* [Tables "input-output of Ukraine in basic prices"]. Retrieved from [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua) [in Ukrainian].
17. BEA. (n. d.). *Use Tables /After Redefinitions / Producer Value – Use of commodities by industry after reallocation of inputs associated with redefined secondary production 1997–2015: 15 Industries*. Retrieved from [https://www.bea.gov/industry/io\\_annual.htm](https://www.bea.gov/industry/io_annual.htm).
18. State Statistics Service of Ukraine. (2009). *Tably`cya "vy`traty`-vy`pusk" za 2005 rik za rozshy`renoyu prohramoyu. Analit`chni materialy`* [Table "input-output" for 2005 under the expanded program. Analytical materials]. Retrieved from [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua) [in Ukrainian].
19. Central Statistical Office of Poland. (2012). *Poland Statistics Yearbook 2012*. Retrieved from [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl).
20. Yastrems`ky`j, O. (2014). Porivnyal`ny`j analiz struktury` nacional`ny`kh ekonomik: Ukrayina (2005, 2011 rr.) - Pol`shha 2005 r. [Comparative analysis of the structure of national economies: Ukraine (2005, 2011 years) – Poland (2005 year)]. *Zovnishnya torhivlya: ekonomika, finansy`, pravo* [Foreign trade: economics, finance, law], 1, 112–119 [in Ukrainian].
21. Yastremskij, A. I. (1972). Nekotory`e svojstva stokhasticheskogo analoga modeli Leont`eva [Some properties of the stochastic analogue of the Leontief model]. *Kibernetika* [Cybernetics], 4 [in Russian]. (Yastremskii, A. I. (1972). *Some properties of the stochastic analog of Leont'ev's model*. *Cybernetics and System Analysis*, 8 (4), 689–691).