

В.В. КУЛИК

Науково-дослідний фінансовий інститут ДННУ «Академія фінансового управління»,
Київ, Україна, e-mail: volodymyr_kulyk@ukr.net.

МОДЕЛЮВАННЯ МІЖГАЛУЗЕВОЇ ЕКОНОМІКИ ЯК КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ: РОЗРОБЛЕННЯ СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

Анотація. Розглянуто схему «витрати–випуск» у застосунку для дослідження міжгалузевого відтворення економіки України як критичної інфраструктури в умовах війни та післявоєнного часу. Розроблено ймовірний сценарій розвитку економіки України в 2022 р. Проаналізовано чутливість елементів кінцевих споживчих витрат до змін на 1 %. Запропоновано методику розроблення сценаріїв економічного розвитку в умовах війни та післявоєнного відновлення з урахуванням лінійності моделі Леонтьєва, чутливості елементів кінцевих споживчих витрат до змін та структури міжгалузевих економічних зв'язків в Україні у 2019 р.

Ключові слова: моделювання міжгалузевих зв'язків, таблиця «витрати–випуск», економіка України, види економічної діяльності, критична інфраструктура, системний аналіз, формування сценаріїв економічного розвитку, моделювання критичних ситуацій в економіці, кінцеве споживання, випуск.

ВСТУП

Найскладнішим в історії незалежної України був 2022 р. Осінні обстріли критичної інфраструктури, зокрема енергетичної, зумовили погіршення прогнозу спаду ВВП. За оцінками Світового банку спад ВВП унаслідок пошкодження енергетичної інфраструктури, зменшення податкових надходжень та ситуації невизначеності може становити 35–40 % [1]. Міністерство економіки України розглядало погіршений прогноз спаду ВВП за 2022 р. на рівні 32–33.5 % [2]. За песимістичним прогнозом унаслідок пошкоджень енергетичної інфраструктури втрати в 2022 р. становили до 50 % ВВП [3].

З огляду на викладене маємо низку науково-практичних проблем, а саме:

- розроблення підходів, що можуть бути використані для прогнозу зростання (спаду) ВВП;
- дослідження впливу зміни ВВП на зміну його галузевих складників;
- вивчення впливу зміни ВВП на випуск та на галузеві випуски;
- розроблення та корегування сценаріїв змін з урахуванням особливостей економічної структури та кінцевих витрат у критичних випадках економічного розвитку (військової агресії і воєнного стану);
- вибір методики використання даних за базовий рік для оцінювання змін ВВП і випуску;

— спрощений розрахунок різних сценаріїв, враховуючи кінцеві витрати базового року, їх чутливість до змін та властивість лінійності моделі «витрати–випуск».

Мета статті — проаналізувати і побудувати модель міжгалузевих зв'язків економіки України за даними 2019 р., зокрема в умовах критичних змін кінцевих споживчих витрат унаслідок надзвичайної ситуації в економіці, а саме:

- зробити прогноз міжгалузевих зв'язків (кінцевого споживання та випуску) на основі ймовірних сценаріїв розвитку економіки в умовах війни;
- дослідити чутливість елементів кінцевого споживання до приросту галузевих кінцевих споживчих витрат та випуску;

© В.В. Кулик, 2023

- побудувати модель для прогнозування міжгалузевих зв'язків за до-
вільної зміни загальних кінцевих витрат;
- розробити методику формування сценаріїв на основі даних таблиці
«витрати–випуск» для конкретного періоду.

АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Для моделювання економічної структури, зокрема змін ВВП та випуску, використовують модель Леонтьєва. Особливість цієї моделі полягає в тому, що вона діє «відразу» — уможливорює короткостроковий прогноз і враховує усталеність міжгалузевих зв'язків і економічної структури. В умовах економічної стабільності це надає змогу отримувати достатньо точні прогнози галузевого та загальноекономічного розвитку. В умовах війни, знаючи загальні тренди кінцевих витрат, можна розробляти найбільш імовірні прогнози очікуваних економічних змін галузевого розвитку.

Модель Леонтьєва описує важливі ланцюжки економічного обороту — попит на кінцеві споживчі продукти та процеси виробництва і утворення доходу внаслідок цього попиту. В умовах війни ці процеси зазнають критичних змін. Проте в процесі моделювання вважається, що економічна структура (технологічна матриця витрат A) залишається незмінною.

Точніша динаміка економічних змін буде відома після публікації статистики міжгалузевих балансів за 2022 р. Натепер важливими є оцінювання можливих економічних втрат, розрахунків різних імовірних сценаріїв економічного розвитку в умовах війни.

Дотичні дослідження. Суб'єктивні та об'єктивні аспекти вартості війни розглянуто в [4]. В умовах війни суб'єктивний аспект охоплює людські втрати, збільшення робочого часу, скорочення і зміни кінцевого споживання. Суб'єктивний критерій вважають основним для визначення тягаря війни. Натомість об'єктивний критерій визначають через суму витрачених на війну різних товарів і послуг, що оцінено вартісно [4, с. 7].

Головний економічний фактор в умовах Першої світової війни 1914–1918 рр., який мав вирішальний вплив на її закінчення, полягав у розв'язанні проблем виробництва на потреби війни [5, с. 148]. Завданням державних органів в умовах війни було врахування змін в потребах окремих галузей економіки та підтримка рівноваги економічних факторів народногосподарського розвитку в їхньому новому співвідношенні, що були зумовлені вимогами війни [5, с. 150].

Дослідження зв'язків «витрати–випуск» у довоєнний та післявоєнний періоди на основі вибірки фермерських господарств розглянуто в [6]. У цій праці було використано вибірку, що складалася з максимальної кількості ідентичних ферм, для яких були доступні результати національних опитувань щодо керування фермами в 1939–1940 рр. та 1952–1953 рр. у провінції Бристоль (Велика Британія). Загальний висновок дослідження полягав у тому, що найбільші зміни в структурі вхідних і вихідних факторів унаслідок технічного розвитку в довоєнний та післявоєнний періоди не спричинили зростання ефективності виробничих програм у післявоєнний період.

У [7] досліджено зміни у виробничій мережі, що сталися через війну. Використання унікальних даних на рівні транзакцій щодо залізничних перевезень в Україні дали змогу виявити кілька нових непрямих наслідків конфлікту для компаній. Вплив конфлікту поширився на міжфірмову торгівлю — її обсяг зменшився навіть між партнерами поза межами зони конфлікту у випадку, якщо один із них вів торгівлю на цих територіях до початку конфлікту. Війна спричиняє раптові зміни у структурі виробничої мережі, що впливає на продуктивність фірми.

Для кращого розуміння поширення екзогенних шоків в економіці вирішальне значення має структура міжгалузевих і міжрегіональних зв'язків. У [8] запропоновано застосовувати модель «витрати–випуск» для аналізу економічних шоків в Україні внаслідок російської агресії.

У [9] побудовано міжрегіональну систему «витрати–випуск» економіки України, що забезпечує чисельну основу для розроблення аналітичних структур для підтримки формування знань у процесі відновлення зруйнованих територій у післявоєнний період, та запропоновано відповідну базу даних.

Теоретико-практичні аспекти застосування моделі «витрати–випуск» для аналізу військових витрат розглянуто в праці В. Леонтьєва «Міжгалузевий аналіз військових витрат» [10, с. 301–398]. У цій роботі наведено методологію та основні результати дослідження, розглянуто базовий сценарій, а також сценарії збільшення (зменшення) військових витрат, особливості виробництва товарів військового призначення, вплив військових витрат на зовнішню торгівлю, кінцевий урядовий попит на військові потреби, порівняльну номенклатуру продукції військового і цивільного призначення та ін.

Системний аналіз і моделювання міжгалузевих зв'язків на прикладі економіки Японії розглянуто в [11]. Схема аналізу і моделювання є актуальною і її можна застосовувати в моделях Леонтьєва різної розмірності, а також різних економічних систем. У [11] наведено низку алгоритмів, які можна використовувати для прогнозу міжгалузевих зв'язків.

Теоретико-практичні проблеми застосування міжрегіональної моделі «витрати–випуск» в Азійсько-Тихоокеанському регіоні досліджено в [12]. Тут наведено деякі результати проведеного аналізу для країн, регіонів, а також технологічних змін.

Використання моделі Леонтьєва для оцінювання міжгалузевих зв'язків економіки України розглянуто в працях О. Ястремського, а саме в [13] на основі статистичних оцінок, в [14] — оцінки ефективності (результативності) галузей, в [15] — оцінки галузевих витрат.

Модель «витрати–випуск», що описує міжгалузеву взаємодію, можна використовувати для системного аналізу і моделювання процесів розвитку критичної інфраструктури, ефектів мультиплікації, прогнозування тощо. У цьому разі критичною інфраструктурою є вся національна економіка, де галузеві класифікації розглядають у взаємодії з класифікацією критичних галузей економіки.

Системний аналіз міжгалузевих зв'язків на основі агрегованих 3-секторних моделей «витрати–випуск» для низки країн (Великої Британії, Німеччини, Польщі, Японії) наведено в [16]. Моделювання процесів формування ВВП для моделі «витрати–випуск» розглянуто в [17]. У [18] побудовано 13-галузеву та 3-галузеву моделі «витрати–випуск» економіки України, проведено аналіз і моделювання економіки на основі цих моделей.

Задля захисту суверенітету, незалежності та територіальної цілісності в Україні застосовують цифрові технології [19]. Держава, надаючи цифрові послуги громадянам, забезпечує надійний цифровий канал зв'язку з ними (застосунок «Дія»). Використання дронів та цифрових технологій уможливило отримання переваги на полі бою, кардинально змінює тактику і стратегію бойових дій тощо.

Нерозв'язані проблеми. Економіка під час війни характеризується кардинальною зміною структури ВВП і насамперед за категоріями кінцевих витрат, що тісно пов'язано з внутрішніми кінцевими витратами. Отже, значний науковий і практичний інтерес становлять:

- розроблення ймовірних сценаріїв змін кінцевих споживчих витрат та визначення відповідних галузевих показників, а також показників випуску;
- аналіз чутливості змін елементів кінцевого попиту до галузевих випусків та галузевих кінцевих споживчих витрат;
- моделювання міжгалузевих зв'язків економіки України за вказаними сценаріями (прогнозування змін галузевих кінцевих споживчих витрат та випусків);
- опрацювання методології моделювання на основі аналізу чутливості до змін кінцевих витрат.

Методи моделювання та інформаційна основа. Метод моделювання — прогноз міжгалузевих зв'язків [11, с. 189–215], що впливає зі зміни обсягів і структури кінцевих споживчих витрат. Додатковим і альтернативним методом моделювання є метод сценаріїв, що ґрунтується на аналізі чутливості кінцевих споживчих витрат до змін і на лінійних властивостях моделі Леонтьєва. Інформаційною основою для аналізу і моделювання стала 13-галузева таблиця «витрати–випуск» економіки України в основних цінах за 2019 р. [18].

БАЗОВА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУ МІЖГАЛУЗЕВИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Застосування моделі міжгалузевих зв'язків конкуренто-імпортного типу [11, с. 192–193] передбачає дослідження моделі Леонтьєва

$$X = AX + F - M, \quad (1)$$

де X — вектор випуску, AX — матриця проміжного споживання, F — заданий вектор внутрішнього кінцевого споживчого попиту, M — вектор імпорту, пропорційний внутрішньому сукупному попиту.

Зазначимо, що кінцевий валовий продукт

$$Y = F - M \quad (2)$$

характеризує структуру кінцевих споживчих витрат або ВВП за категоріями кінцевого споживання.

Внутрішній кінцевий споживчий попит F визначають власне внутрішніми кінцевими споживчими потребами F^D та зовнішнім попитом (експортом) F^E :

$$F = F^D + F^E. \quad (3)$$

Таким чином, основна модель конкуренто-імпортного типу має вигляд

$$X = AX + F^D + F^E - \bar{M}(AX + F^D), \quad (4)$$

де $\bar{M}$ — діагональна матриця імпорту розмірності n , n — розмірність моделі.

Рівноважний обсяг випуску [11, с. 193] визначається так:

$$X = (I - (I - \bar{M})A)^{-1}((I - \bar{M})F^D + F^E), \quad (5)$$

де $(I - (I - \bar{M})A)^{-1}$ — шукана обернена матриця (матриця Леонтьєва типу II).

Заслугує на увагу розроблення та розрахунок сценаріїв змін показників кінцевого споживчого попиту F^D та зовнішнього споживчого попиту F^E і їхній вплив на кінцеві споживчі витрати за елементами витрат F , у рамках галузевих кінцевих витрат F_i , $i = \overline{1, n}$, та в рамках галузевих випусків X_i , $i = \overline{1, n}$.

За критичних умов (війна, пандемія, природні катаклізми тощо) зміна цих макроекономічних показників може бути достатньо значною. Наприклад, зрос-

тання витрат державного сектору як реакція на подолання критичної ситуації, тимчасове припинення та зупинка виробництв, руйнація інфраструктури (цивільної, енергетичної) тощо. Модель «витрати–випуск» (модель Леонтьєва) може бути основою для розрахунку таких сценаріїв критичних змін.

МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІЮ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ ЯК КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Процеси економічного відтворення характеризуються макроекономічними пропорціями, що виявляються в різновидах рівноваги. Найголовнішими із них в умовах війни [5, с. 150] є рівновага між споживанням і виробництвом як в економіці мирного часу, так і в економіці періоду війни, рівновага між окремими галузями виробництва, а також рівновага між виробництвом і відтворенням.

Модель Леонтьєва дає змогу розробляти короткостроковий прогноз процесів виробництва з урахуванням наявної структури міжгалузевих зв'язків та очікуваних змін у кінцевому споживанні.

За оцінками Світового банку в результаті російсько-української війни у 2022 р. очікувалося скорочення ВВП України на 45 % [20]. З огляду на це виникає потреба у моделюванні сценарію оцінювання змін ВВП за різними балансовими моделями, зокрема в рамках головного рівняння [21] національних рахунків

$$Y = C + G + I + NetExport, \quad (6)$$

де Y — кінцевий продукт, C — індивідуальне (приватне) споживання, G — колективне (державне) споживання, I — інвестиції, зокрема запаси, $NetExport$ — чистий експорт, а також моделі «витрати–випуск»

$$X = AX + Y, \quad (7)$$

де X — випуск, A — матриця прямих витрат, Y — кінцевий продукт (ВВП).

Отже, рівняння (6) визначає кінцеві споживчі витрати (ВВП за категоріями витрат), які є ресурсом у рахунку товарів і послуг системи національних рахунків (СНР), а рівняння (7) визначає наступний етап економічного циклу, тобто рахунок виробництва в СНР, де ВВП як результат виробничої діяльності є основою для подальшого розподілу і перерозподілу виробленого кінцевого продукту. Схеми визначення ВВП у рамках агрегованих таблиць «витрати–випуск» України (2019 р.) наведено в [18]. Цією таблицею можна послуговуватися для прогнозу обсягів випуску і ВВП, зокрема в галузевому розрізі. Як основу будемо використовувати таблицю «витрати–випуск» України в основних цінах за 2019 р. [22], а як базові значення — дані кінцевих споживчих витрат.

Будемо моделювати сценарій за схемою прогнозу міжгалузевих зв'язків [11, с. 189–215], що включає обчислення показників рівноважних обсягів випуску та кінцевого споживання $F = C + G + I + Export$ (показника, близького до кінцевого продукту).

У табл. 1 наведено показники за одного із імовірних сценаріїв економіки воєнного стану з такими характеристиками:

- індивідуальне кінцеве споживання становить 50 % базових значень 2019 р.;
- колективне кінцеве споживання зростає на 100 % (подвоюється);
- валові внутрішні інвестиції становлять 30 % базових значень;
- експорт становить 60 % базових значень 2019 р.

Наведені нові значення і є сценарієм відносно попереднього періоду, який потрібно підтвердити прогнозом міжгалузевих зв'язків (1)–(5).

Таблиця 1. Ймовірний сценарій змін показників для елементів кінцевого споживання ($F + dF$) за умов воєнного стану

Елементи кінцевого споживання	Базові значення, млн грн	Зміна показників, %	Нові значення, млн грн
Витрати поза домашніми господарствами	83965	40	33586
Індивідуальне кінцеве споживання (C)	2958119	50	1479060
Колективне кінцеве споживання (G)	746784	200	1493568
Валові внутрішні капіталовкладення (I)	700617	30	210185
Приріст запасів (I+)	-108398	70	-75879
Експорт (Export)	1639048	60	983429
Кінцеве споживання, в цілому	6020135	68.5	4123949

Таблиця 2. Прогнозовані зміни показників галузевих кінцевих витрат і галузевого випуску згідно зі сценарієм табл. 1.

Галузь	F	X	F + dF	X + dX	dF / F, %	dX / X, %
1. Сільське, лісове та рибне господарство (A)	538566	866138	302858	494214	-43.77	-42.94
2. Добувна промисловість (B)	153448	432934	90131	264409	-41.26	-38.93
3. Промисловість (C)	2394441	2142939	1203135	1183612	-49.75	-44.77
4. Будівництво (F)	334015	570979	101701	233861	-69.55	-59.04
5. Електроенергетика, газ та водопостачання (D, E)	139496	457505	114412	329596	-17.98	-27.96
6. Торгівля (G)	501290	1057539	247544	587032	-50.62	-44.49
7. Фінанси і страхування (K)	40002	183208	20306	119229	-49.24	-34.92
8. Операції з нерухомістю (L)	233990	339956	117557	199357	-49.76	-41.36
9. Транспорт (H)	418237	582500	264962	365307	-36.65	-37.29
10. Інформація та зв'язок (J)	204411	374510	114445	240712	-44.01	-35.73
11. Державне управління (O)	325945	353202	649304	658715	99.21	86.50
12. Послуги (P, Q, R, I, M, N)	674556	949007	866011	1031184	28.38	8.66
13. Некласифіковані галузі (S, T97)	61738	60407	31583	32682	-48.84	-45.90
Всього	6020135	8370824	4123949	5739909	-31.50	-31.43

Примітка: А — сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство; В — добувна промисловість і розроблення кар'єрів; С — промисловість (переробна); D — постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря; E — водопостачання, каналізація, поводження з відходами; F — будівництво; G — оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів; H — транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська служби; I — тимчасове розміщування та організація харчування; J — інформація та телекомунікації; K — фінансова та страхова діяльність; L — операції з нерухомим майном; M — професійна, наукова та технічна діяльність; N — діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування; O — державне управління та оборона, обов'язкове соціальне страхування; P — освіта; Q — охорона здоров'я та надання соціальної допомоги; R — мистецтво, спорт, розваги та відпочинок; S, T97 — надання інших видів послуг.

Зміна прогнозованих показників для елементів кінцевого споживання попередньо дає змогу визначати зміну абсолютних значень цих показників та відносну зміну показників кінцевого споживання з урахуванням інфляційного складника. За цим сценарієм спад становить 31.5 % або 68.5 % кінцевого споживання рівня 2019 р. (див. табл. 1).

Таблиця 3. Динаміка змін показників для елементів кінцевих споживчих витрат у відсотках до попереднього року

Елементи кінцевого споживання	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.
Витрати поза домашніми господарствами	120.2	156.0	89.7	121.5	119.4	116.7	105.7
Індивідуальне кінцеве споживання (C)	102.2	117.6	119.2	126.0	123.4	119.8	104.6
Колективне кінцеве споживання (G)	102.9	127.0	117.9	139.0	119.9	101.0	109.1
Валові внутрішні капіталовкладення (I)	85.1	120.1	136.8	127.6	133.6	111.5	80.5
Приріст запасів (I+)	86.6	-404.0	315.3	83.5	26.8	-323.5	172.7
Експорт (Export)	118.1	135.6	112.4	121.8	112.3	101.8	100.0
Кінцеве споживання, в цілому	105.1	127.7	120.7	124.6	118.0	108.4	99.9

Застосовуючи модель прогнозу міжгалузевих зв'язків (1)–(5), отримуємо галузеві зміни кінцевих споживчих витрат і випуску згідно зі сценарієм у табл. 2.

Відносна зміна обсягів кінцевих витрат для елементів кінцевого споживання та в рамках галузей становить однакову величину –31.5 % і вказує на правильність попередніх розрахунків сценарію (див. табл. 1) і результату прогнозу в рамках галузей (див. табл. 2).

Спад показників функціонування економіки (випуску і ВВП), зокрема в рамках галузей, зумовлений особливістю кінцевих витрат воєнного часу. На думку автора, головною їхньою прикметою є зменшення індивідуальних кінцевих споживчих витрат та суттєвий спад інвестицій внаслідок невизначеності та руйнування виробничої інфраструктури, зростання державних витрат на оборону, соціальний захист громадян, забезпечення логістичних задач воєнного часу і державного управління та ін.

Таким чином, найбільший спад ВВП слід очікувати в будівництві, галузях промисловості, в сфері торгівлі. Водночас зростання витрат на державне управління (зокрема на оборонні потреби) дає підстави очікувати зростання ВВП у державному секторі. За цим сценарієм випуск в цілому зменшиться на 31.4 %, а ВВП — на 31.5 %. Отже, такий сценарій порівняно з іншими прогнозами швидше за все є оптимістичним [23].

Аналогічні розрахунки потрібно проводити на більш деталізованих моделях із залученням висновків експертів щодо найбільш імовірної зміни структури кінцевих споживчих витрат в економіці України в 2022 р. Цю модель можна використовувати для аналізу чутливості, а саме впливу кінцевих споживчих витрат і їхньої зміни на випуск та ВВП, зокрема в рамках галузей. Динаміку елементів кінцевих споживчих витрат у 2014–2020 рр. з урахуванням інфляційної складової наведено в табл. 3.

Унаслідок карантинних заходів через COVID-19 у 2020 р. обсяги кінцевого споживання знизилися (див. табл. 3), зокрема за рахунок зменшення капіталовкладень, обмеження експорту, спаду індивідуального кінцевого споживання.

Серед показників, що характеризують елементи кінцевих споживчих витрат, показник приросту запасів може набувати також і від'ємних значень. Цей показник характеризується значною волатильністю, зумовленою процесами накопичення капіталу та інвестуванням в рамках галузей. Показник приросту запасів є структурним елементом інвестицій і характеризує передбачуваність, прогнозованість та стабільність процесів інвестування. Для стабільних економічних систем він є менш волатильним, зокрема і в рамках галузей з традиційно значними запасами (сільське господарство) і незавершеним виробництвом (будівництво).

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ЛЕОНТЬЄВА

У процесі розроблення сценаріїв на основі моделі Леонтьєва передбачено визначення впливу кінцевого попиту галузей на їхні валові випуски:

$$\Delta x = (I - (I - \bar{M})A)^{-1} \Delta y, \quad (8)$$

де Δx , Δy — відповідно вектори змін у загальному випуску і кінцевому попиті, I — одинична матриця, $\bar{M}$ — діагональна матриця імпорту.

Вважається, що матриця прямих витрат A , яка характеризує виробничі технології, та матриця імпорту $\bar{M}$ залишаються незмінними.

Приріст кінцевого продукту визначається приростом його компонентів (1), а саме індивідуального і колективного споживання, інвестицій тощо:

$$\Delta F = \Delta Tax + \Delta c + \Delta g + \Delta i + \Delta Export, \quad (9)$$

де ΔTax — приріст податків за виключенням субсидій на товари і послуги, що використані в процесі виробництва, Δc — приріст індивідуального кінцевого споживання, Δi — приріст валового накопичення основного капіталу, зокрема приріст запасів.

Як продовження приросту ВВП (6) розглянемо рівняння (9) як приріст елементів кінцевого споживання (3). Тоді приріст кінцевого споживання матиме вигляд

$$\Delta F = \Delta F_1^D + \Delta F_2^D + \Delta F_3^D + \Delta F_4^D + \Delta F_5^D + \Delta F^E, \quad (10)$$

де ΔF_1^D — приріст витрат поза домашніми господарствами, ΔF_2^D — приріст індивідуальних споживчих витрат, ΔF_3^D — приріст колективних споживчих витрат, ΔF_4^D — приріст валового накопичення основного капіталу, ΔF_5^D — приріст запасів, ΔF^E — приріст експорту.

Зростання (зменшення) кожного компонента кінцевого споживання (10) з кроком на деяку величину (наприклад, на 1 %) дає змогу визначити, як будуть змінюватися галузеві випуски та кінцеві споживчі витрати в галузях.

Аналогічні обчислення доцільно проводити для кожного елемента кінцевих споживчих витрат, що уможливить визначення їхнього впливу на зміни загального випуску і кінцевих витрат в економіці, а також складе основу для формування сценаріїв економічного розвитку залежно від зміни структури кінцевих витрат.

Далі розглянемо зміни елементів кінцевих споживчих витрат на 1 %, визначивши їхню чутливість до змін галузових кінцевих витрат та галузових випусків. У подальшому це уможливить формування довільних сценаріїв та надасть змогу аналізувати прирости галузових кінцевих витрат та галузових випусків.

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ДО ЗРОСТАННЯ ВИТРАТ ПОЗА ДОМАШНІМИ ГОСПОДАРСТВАМИ ΔF_1^D

Витрати поза домашніми господарствами складають податки на продукти за виключенням субсидій, що використовують в процесі виробництва. У таблиці «витрати–випуск» цей макроекономічний показник (стовпчик у другому квадранті та рядок у третьому квадранті [18, с. 60–62]) — чисті податки на продукти, що вилучені із спожитих у процесі виробництва товарів і послуг. Ця особливість і зумовлює подвійний облік цього показника як щодо отриманого кінцевого продукту, так і щодо кінцевого продукту у вигляді доходу.

Показники чутливості до зростання витрат поза домашніми господарствами ($\Delta F_1^D = 1\%$) та прогнозовані показники галузових змін кінцевого споживання і випуску наведено відповідно в табл. 4 та табл. 5.

Таблиця 4. Показники чутливості до зростання витрат поза домашніми господарствами ($\Delta F_1^D = 1\%$) в Україні за 2019 р.

Елементи кінцевого споживання	Базові значення, млн грн	Зміна показників, %	Нові значення, млн грн
Витрати поза домашніми господарствами	83965	101	84805
Індивідуальне кінцеве споживання (C)	2958119	100	2958119
Колективне кінцеве споживання (G)	746784	100	746784
Валові внутрішні капіталовкладення (I)	700617	100	700617
Приріст запасів (I+)	-108398	100	-108398
Експорт (Export)	1639048	100	1639048
Кінцеве споживання, в цілому	6020135	100.01	6020975

Таблиця 5. Прогнозовані зміни галузевих показників кінцевого споживання і випуску згідно зі сценарієм табл. 4

Галузь	F	X	F + dF	X + dX	dF / F, %	dX / X, %
1. Сільське, лісове та рибне господарство (A)	538566	866138	538599	866200	0.0062	0.0071
2. Добувна промисловість (B)	153448	432934	153502	433018	0.0354	0.0193
3. Промисловість (C)	2394441	2142939	2394819	2143181	0.0158	0.0113
4. Будівництво (F)	334015	570979	334073	571071	0.0175	0.0161
5. Електроенергетика, газ та водопостачання (D, E)	139496	457505	139578	457629	0.0590	0.0271
6. Торгівля (G)	501290	1057539	501342	1057657	0.0103	0.0111
7. Фінанси і страхування (K)	40002	183208	40014	183238	0.0304	0.0162
8. Операції з нерухомістю (L)	233990	339956	234025	340003	0.0149	0.0137
9. Транспорт (H)	418237	582500	418267	582548	0.0072	0.0082
10. Інформація та зв'язок (J)	204411	374510	204439	374555	0.0137	0.0120
11. Державне управління (O)	325945	353202	325945	353207	0.0000	0.0014
12. Послуги (P, Q, R, I, M, N)	674556	949007	674631	949114	0.0112	0.0113
13. Некласифіковані галузі (S, T97)	61738	60407	61739	60409	0.0024	0.0034
Всього	6020135	8370824	6020975	8371828	0.0140	0.0120

Зміна витрат поза домашніми господарствами ΔF_1^D найбільше впливає на зміни кінцевих споживчих витрат у галузях «Електроенергетика, газ та водопостачання» (D, E), «Добувна промисловість» (B), «Фінанси і страхування» (K) і менше — на випуски в цих галузях. Проте зміна цього компонента кінцевих споживчих витрат має незначний вплив на загальний кінцевий споживчий попит та випуск в економіці (див. табл. 5).

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ДО ЗРОСТАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО КІНЦЕВОГО СПОЖИВАННЯ ΔF_2^D

Цей компонент кінцевих споживчих витрат є найбільшим за обсягом, його частка складає майже половину загальних кінцевих споживчих витрат (табл. 6). І тому його чутливість (зміна) є суттєвою для аналізу. За сталих економічних умов саме розвиток індивідуального кінцевого споживання стає рушійною силою економічного зростання, а також зростання життєвого рівня громадян.

Таблиця 6. Показники чутливості до зростання кінцевого приватного споживання ($\Delta F_2^D = 1\%$) в Україні за 2019 р.

Елементи кінцевого споживання	Базові значення, млн грн	Зміна показників, %	Нові значення, млн грн
Витрати поза домашніми господарствами	83965	100	83965
Індивідуальне кінцеве споживання (C)	2958119	101	2987700
Колективне кінцеве споживання (G)	746784	100	746784
Валові внутрішні капіталовкладення (I)	700617	100	700617
Приріст запасів (I+)	-108398	100	-108398
Експорт (Export)	1639048	100	1639048
Кінцеве споживання, в цілому	6020135	100.49	6049716

Таблиця 7. Прогнозовані зміни галузевих показників кінцевого споживання і випуску згідно зі сценарієм табл. 6.

Галузь	F	X	F + dF	X + dX	dF / F, %	dX / X, %
1. Сільське, лісове та рибне господарство (A)	538566	866138	540711	869446	0.3983	0.3819
2. Добувна промисловість (B)	153448	432934	153987	434455	0.3515	0.3512
3. Промисловість (C)	2394441	2142939	2407680	2151065	0.5529	0.3792
4. Будівництво (F)	334015	570979	334046	571639	0.0093	0.1156
5. Електроенергетика, газ та водопостачання (D, E)	139496	457505	140374	459636	0.6293	0.4658
6. Торгівля (G)	501290	1057539	506044	1064756	0.9484	0.6824
7. Фінанси і страхування (K)	40002	183208	40347	184272	0.8629	0.5810
8. Операції з нерухомістю (L)	233990	339956	236221	342598	0.9533	0.7770
9. Транспорт (H)	418237	582500	419925	584708	0.4037	0.3791
10. Інформація та зв'язок (J)	204411	374510	205099	375807	0.3365	0.3464
11. Державне управління (O)	325945	353202	325955	353369	0.0030	0.0473
12. Послуги (P, Q, R, I, M, N)	674556	949007	677056	952731	0.3706	0.3924
13. Некласифіковані галузі (S, T97)	61738	60407	62271	60894	0.8634	0.8056
Всього	6020135	8370824	6049716	8405375	0.4914	0.4128

Зростання індивідуального кінцевого споживання на 1 % дає змогу більш рівномірно задіяти всі галузі економіки в процесах відтворення (див. табл. 7). Найбільший приріст кінцевого продукту і випуску слід очікувати в галузях «Операції з нерухомістю» (L), «Фінанси і страхування» (K), «Торгівля» (G) та супутних їй галузях, а також в галузях промисловості (B, C, D, E), «Некласифікованих галузях» (S, T97) (див. табл. 7). Вплив на інші галузі також залишається суттєвим.

Зазначимо, що в цьому разі приріст кінцевих споживчих витрат ΔF_2^D є більшим ніж приріст випуску ($dF / F \gg dX / X$). Тому можна стверджувати, що зростання внутрішнього кінцевого споживчого попиту сприяє розвитку внутрішнього ринку, підвищує економічну ефективність виробництва, що стає очевидним, зокрема через зростання галузевих коефіцієнтів доданої вартості [24].

Таблиця 8. Показники чутливості до зростання колективного кінцевого споживання ($\Delta F_3^D = 1\%$) в Україні за 2019 р.

Елементи кінцевого споживання	Базові значення, млн грн	Зміна показників, %	Нові значення, млн грн
Витрати поза домашніми господарствами	83965	100	83965
Індивідуальне кінцеве споживання (C)	2958119	100	2958119
Колективне кінцеве споживання (G)	746784	101	754252
Валові внутрішні капіталовкладення (I)	700617	100	700617
Приріст запасів (I+)	-108398	100	-108398
Експорт (Export)	1639048	100	1639048
Кінцеве споживання, в цілому	6020135	100.12	6049716

Таблиця 9. Прогнозовані зміни галузевих показників кінцевого споживання і випуску згідно зі сценарієм табл. 8

Галузь	F	X	F + dF	X + dX	dF / F, %	dX / X, %
1. Сільське, лісове та рибне господарство (A)	538566	866138	538602	866281	0.0067	0.0166
2. Добувна промисловість (B)	153448	432934	153491	433171	0.0277	0.0547
3. Промисловість (C)	2394441	2142939	2394492	2143385	0.0021	0.0208
4. Будівництво (F)	334015	570979	334015	571195	0.0000	0.0378
5. Електроенергетика, газ та водопостачання (D, E)	139496	457505	139790	458132	0.2106	0.1371
6. Торгівля (G)	501290	1057539	501312	1057947	0.0045	0.0386
7. Фінанси і страхування (K)	40002	183208	40002	183381	0.0000	0.0946
8. Операції з нерухомістю (L)	233990	339956	234001	340151	0.0046	0.0574
9. Транспорт (H)	418237	582500	418485	582846	0.0592	0.0594
10. Інформація та зв'язок (J)	204411	374510	204428	374767	0.0083	0.0687
11. Державне управління (O)	325945	353202	329187	356413	0.9945	0.9091
12. Послуги (P, Q, R, I, M, N)	674556	949007	678061	952688	0.5196	0.3878
13. Некласифіковані галузі (S, T97)	61738	60407	61738	60419	0.0000	0.0193
Всього	6020135	8370824	6027602	8380777	0.1240	0.1189

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ДО ЗРОСТАННЯ КОЛЕКТИВНОГО КІНЦЕВОГО СПОЖИВАННЯ ΔF_3^D

Частка колективного кінцевого споживання в структурі кінцевого споживання становить майже 12 %. Тому зростання кінцевих колективних споживчих витрат ΔF_3^D на 1 % продукує зростання на 0.12 % кінцевих витрат для елементів кінцевого споживання та в рамках галузей (відповідно табл. 8 та табл. 9).

Приріст елемента кінцевих витрат ΔF_3^D має найбільший вплив на галузі «Електроенергетика, газ та водопостачання» (D, E), «Державне управління» (O) та «Послуги» (P, Q, R, I, M, N), які прямо або опосередковано найбільш тісно пов'язані з державним сектором.

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ДО ЗРОСТАННЯ ІНВЕСТИЦІЙ ΔF_4^D

Аналогічно до колективних споживчих витрат, частка інвестицій в структурі кінцевого споживання становить майже 12 %. Тому зростання валових внут-

Таблиця 10. Показники чутливості до зростання інвестицій ($\Delta F_4^D = 1\%$) в Україну за 2019 р.

Елементи кінцевого споживання	Базові значення, млн грн	Зміна показників, %	Нові значення, млн грн
Витрати поза домашніми господарствами	83965	100	83965
Індивідуальне кінцеве споживання (C)	2958119	100	2958119
Колективне кінцеве споживання (G)	746784	100	746784
Валові внутрішні капіталовкладення (I)	700617	101	707623
Приріст запасів (I+)	-108398	101	-108398
Експорт (Export)	1639048	100	1639048
Кінцеве споживання, в цілому	6020135	100.12	6027141

Таблиця 11. Прогнозовані зміни галузевих показників кінцевого споживання і випуску згідно зі сценарієм табл. 10

Галузь	F	X	F + dF	X + dX	dF / F, %	dX / X, %
1. Сільське, лісове та рибне господарство (A)	538566	866138	538614	866433	0.0088	0.0341
2. Добувна промисловість (B)	153448	432934	153448	433277	0.0000	0.0793
3. Промисловість (C)	2394441	2142939	2397571	2145423	0.1307	0.1159
4. Будівництво (F)	334015	570979	337251	575319	0.9688	0.7602
5. Електроенергетика, газ та водопостачання (D, E)	139496	457505	139496	457786	0.0000	0.0613
6. Торгівля (G)	501290	1057539	501526	1058493	0.0471	0.0902
7. Фінанси і страхування (K)	40002	183208	40002	183326	0.0000	0.0646
8. Операції з нерухомістю (L)	233990	339956	234035	340105	0.0193	0.0438
9. Транспорт (H)	418237	582500	418344	582809	0.0256	0.0531
10. Інформація та зв'язок (J)	204411	374510	204515	374712	0.0510	0.0540
11. Державне управління (O)	325945	353202	325945	353233	0.0000	0.0089
12. Послуги (P, Q, R, I, M, N)	674556	949007	674651	949466	0.0141	0.0484
13. Некласифіковані галузі (S, T97)	61738	60407	61742	60416	0.0072	0.0152
Всього	6020135	8370824	6027142	8380800	0.1164	0.1192

рішніх капіталовкладень ΔF_4^D на 1 % продукує зростання приблизно на 0.12 % кінцевих витрат для елементів кінцевого споживання та в рамках галузей (відповідно табл. 10 та 11).

Зростання інвестицій на 1 % у разі незмінності інших складових кінцевого продукту (див. табл. 10) спричиняє зростання кінцевих споживчих витрат Δy і випуску Δx насамперед у галузях «Будівництво» (F) відповідно на 0.97 % і 0.76 %, «Промисловість» (C) відповідно на 0.13 % та 0.11 %, в економіці загалом відповідно на 0.11 % та 0.12 % (див. табл. 11). На інші галузі вплив цього сценарію незначний.

Порядок впливу показника інвестицій порівняно з впливом колективного кінцевого споживання складає майже 1/4 впливу індивідуальних кінцевих споживчих витрат.

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ДО ПРИРОСТУ ЗАПАСІВ ΔF_5^D

Показник приросту запасів є складовою частиною інвестицій; на відміну від всіх інших показників кінцевого попиту, він може набувати від'ємних значень, характеризується значною волатильністю (див. табл. 3), що ускладнює прогнозовану оцінку для цього елемента.

Від'ємне значення запасів (2019 р.) та їхнє збільшення (а фактично зменшення) на 1 % приросту ($\Delta F_5^D = 1\%$) найбільше вплинуло на «Добувну промисловість» (В) (табл. 12 і табл. 13). Інші роки (2018 р., 2020 р.) характеризуються позитивним значенням цього показника і позитивними приростами в галузі «Сільське, лісове та рибне господарство» (А). Тому бажано, щоб запаси відповідали установленому нормативному рівню; це буде позитивно впливати на економічний процес, його стабільність і передбачуваність (прогнозованість).

Таблиця 12. Показники чутливості до приросту запасів ($\Delta F_5^D = 1\%$) в Україні за 2019 р.

Елементи кінцевого споживання	Базові значення, млн грн	Зміна показників, %	Нові значення, млн грн
Витрати поза домашніми господарствами	83965	100	83965
Індивідуальне кінцеве споживання (С)	2958119	100	2958119
Колективне кінцеве споживання (G)	746784	100	746784
Валові внутрішні капіталовкладення (I)	700617	100	700617
Приріст запасів (I +)	-108398	101	-109482
Експорт (Export)	1639048	100	1639048
Кінцеве споживання, в цілому	6020135	99.98	6019051

Таблиця 13. Прогнозовані зміни галузевих показників кінцевого споживання і випуску згідно зі сценарієм табл. 12

Галузь	F	X	F + dF	X + dX	dF / F, %	dX / X, %
1. Сільське, лісове та рибне господарство (А)	538566	866138	538385	865900	-0.0337	-0.0275
2. Добувна промисловість (В)	153448	432934	153306	432800	-0.0923	-0.0311
3. Промисловість (С)	2394441	2142939	2393764	2142541	-0.0283	-0.0186
4. Будівництво (F)	334015	570979	334000	570946	-0.0045	-0.0059
5. Електроенергетика, газ та водопостачання (D, E)	139496	457505	139496	457455	0.0000	-0.0109
6. Торгівля (G)	501290	1057539	501221	1057386	-0.0138	-0.0145
7. Фінанси і страхування (K)	40002	183208	40002	183191	0.0000	-0.0093
8. Операції з нерухомістю (L)	233990	339956	233990	339942	0.0000	-0.0040
9. Транспорт (H)	418237	582500	418239	582469	0.0006	-0.0053
10. Інформація та зв'язок (J)	204411	374510	204411	374500	0.0000	-0.0026
11. Державне управління (O)	325945	353202	325945	353198	0.0000	-0.0012
12. Послуги (P, Q, R, I, M, N)	674556	949007	674554	948970	0.0000	-0.0039
13. Некласифіковані галузі (S, T97)	61738	60407	61738	60406	0.0000	-0.0011
Всього	6020135	8370824	6019051	8369704	-0.0180	-0.0134

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ДО ЗРОСТАННЯ ЕКСПОРТУ ΔF^E

Зростання експорту на 1 % зумовлює зростання кінцевих споживчих витрат на 0.27 % (табл. 14 та табл. 15). У рамках галузей найбільші прирости кінцевих споживчих витрат в «Добувній промисловості» (В) становлять 0.68 %, у «Сільському господарстві» (А) — 0.61 %, в галузях «Інформації та зв'язку» (J) — 0.59 %, «Транспорту» (Н) — 0.50 %, «Промисловості» (С) — 0.33 % (див. табл. 15). Найбільші прирости випуску також у зазначених галузях.

Особливістю зростання експорту є побічний вплив на зростання в деяких галузях випуску за незначного зростання відповідних кінцевих галузевих витрат («Електроенергетика, газ та водопостачання» (D, E), «Торгівля» (G), «Фінанси і страхування» (K), «Послуги» (P, Q, R, I, M, N) та ін.). Це свідчить про позитивний вплив експорту на всю економічну систему, оскільки забезпечує зростання галузевих випусків і кінцевих споживчих витрат (див. табл. 15).

Таблиця 14. Показники чутливості до зростання експорту ($\Delta F^E = 1\%$) з України за 2019 р.

Елементи кінцевого споживання	Базові значення, млн грн	Зміна показників, %	Нові значення, млн грн
Витрати поза домашніми господарствами	83965	100	83965
Індивідуальне кінцеве споживання (С)	2958119	100	2958119
Колективне кінцеве споживання (G)	746784	100	746784
Валові внутрішні капіталовкладення (I)	700617	100	700617
Приріст запасів (I+)	-108398	100	-108398
Експорт (Export)	1639048	101	1655438
Кінцеве споживання, в цілому	6020135	100.27	6049716

Таблиця 15. Прогнозовані зміни галузевих показників кінцевого споживання і випуску згідно зі сценарієм табл. 14

Галузь	F	X	F + dF	X + dX	dF / F, %	dX / X, %
1. Сільське, лісове та рибне господарство (A)	538566	866138	541871	871230	0.6137	0.5879
2. Добувна промисловість (B)	153448	432934	154488	435213	0.6778	0.5265
3. Промисловість (C)	2394441	2142939	2402265	2153468	0.3267	0.4913
4. Будівництво (F)	334015	570979	334045	571414	0.0090	0.0761
5. Електроенергетика, газ та водопостачання (D, E)	139496	457505	139637	458967	0.1011	0.3197
6. Торгівля (G)	501290	1057539	501307	1059572	0.0034	0.1922
7. Фінанси і страхування (K)	40002	183208	40045	183671	0.1067	0.2529
8. Операції з нерухомістю (L)	233990	339956	234008	340337	0.0078	0.1120
9. Транспорт (H)	418237	582500	420344	585445	0.5038	0.5056
10. Інформація та зв'язок (J)	204411	374510	205618	376463	0.5904	0.5215
11. Державне управління (O)	325945	353202	325953	353324	0.0025	0.0345
12. Послуги (P, Q, R, I, M, N)	674556	949007	675128	950563	0.0848	0.1640
13. Некласифіковані галузі (S, T97)	61738	60407	61816	60502	0.1266	0.1575
Всього	6020135	8370824	6036526	8400170	0.2723	0.3506

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

На основі даних чутливості до галузевих змін кінцевих споживчих витрат ΔF і випусків ΔX (див. табл. 4–15) можна конструювати різні скореговані сценарії цих змін:

$$\begin{cases} Q_i = (F_i + \Delta F_i) / F_i \cdot 100, \quad i = \overline{1, 7}, \\ K_i = Q_i - 100, \quad i = \overline{1, 7}, \\ \Delta F_j = \sum_i K_i \cdot \Delta F_{ij}, \quad i = \overline{1, 7}, \quad j = \overline{1, 14}, \\ \Delta X_j = \sum_i K_i \cdot \Delta X_{ij}, \quad i = \overline{1, 7}, \quad j = \overline{1, 14}, \end{cases}$$

де Q_i — зміна кінцевих споживчих витрат i щодо базового року (у %); K_i — коефіцієнти корегування кінцевого попиту, що побудовані на основі змін значень базового року (у %); F_i — абсолютне значення i -го елемента кінцевого споживчого попиту; ΔF_i — абсолютний приріст i -го елемента кінцевого споживчого попиту; ΔF_j — абсолютний приріст кінцевого споживчого попиту в j -й галузі; ΔF_{ij} — абсолютний приріст елемента i кінцевого споживчого попиту в j -й галузі; ΔX_j — абсолютний приріст j -го елемента випуску; ΔX_{ij} — абсолютний приріст випуску в j -й галузі, зумовлений зміною елемента i кінцевого споживчого попиту; i — елементи кінцевого споживання, зокрема кінцеве споживання загалом; j — галузі, зокрема економіка загалом.

Таким чином, зміни кінцевих споживчих витрат загалом за скорегованим сценарієм (табл. 16 та табл. 17) становлять

$$\begin{aligned} \Delta F_{14} = & (-60) \cdot 0.0140 + (-55) \cdot 0.4914 + 110 \cdot 0.1240 + (-65) \cdot 0.1164 + \\ & + (-30) \cdot (-0.0180) + (-30) \cdot 0.2723 = -29.42, \end{aligned}$$

а зміни випуску в цілому в економіці становлять

$$\begin{aligned} \Delta X_{14} = & (-60) \cdot 0.0120 + (-55) \cdot 0.4128 + 110 \cdot 0.1189 + (-65) \cdot 0.1192 + \\ & + (-30) \cdot (-0.0134) + (-30) \cdot 0.3506 = -28.21. \end{aligned}$$

Аналогічно на основі аналізу чутливості елементів кінцевого споживчого попиту до змін (шаблонів, наведених у табл. 4–15) визначають галузеві зміни кінцевого споживчого попиту та галузеві випуски (див. табл. 17). Наприклад, зміни кінцевих споживчих витрат у промисловості за скорегованим сценарієм (див. табл. 16 та 17) становлять

$$\begin{aligned} \Delta F_3 = & (-60) \cdot 0.0158 + (-55) \cdot 0.5529 + 110 \cdot 0.0021 + (-65) \cdot 0.1307 + \\ & + (-30) \cdot (-0.0283) + (-30) \cdot 0.3267 = -48.57, \end{aligned}$$

а зміни випуску в промисловості становлять

$$\begin{aligned} \Delta X_3 = & (-60) \cdot 0.0113 + (-55) \cdot 0.3792 + 110 \cdot 0.0208 + (-65) \cdot 0.1159 + \\ & + (-30) \cdot (-0.0186) + (-30) \cdot 0.4913 = -40.96. \end{aligned}$$

Прогнозовані зміни показників для елементів кінцевого споживчого попиту та випуску (див. табл. 17) можна отримати як за допомогою схеми прогнозу міжгалузевих зв'язків [11, с. 189–215], так і на основі підходу аналізу чутливості елементів кінцевих витрат і випуску до змін, що був розглянутий раніше. Результат буде однаковим.

Таблиця 16. Ймовірний скорегований сценарій змін показників для елементів кінцевого попиту за умов воєнного стану

Елементи кінцевого споживання	F , млн грн	Q_i , %	K_i , %	$F + \Delta F$, млн грн
Витрати поза домашніми господарствами	83965	40	-60	33586
Індивідуальне кінцеве споживання (C)	2958119	45	-55	1331154
Колективне кінцеве споживання (G)	746784	210	110	1568246
Валові внутрішні капіталовкладення (I)	700617	35	-65	245216
Приріст запасів ($I +$)	-108398	70	-30	-75879
Експорт (Export)	1639048	70	-30	1147334
Кінцеве споживання, в цілому	6020135	70.58	-29.42	4249657

Таблиця 17. Прогнозовані зміни галузевих показників кінцевого споживання і випуску згідно зі сценарієм табл. 16

Галузь	F	X	$F + dF$	$X + dX$	dF / F , %	dX / X , %
1. Сільське, лісове та рибне господарство (A)	538566	866138	325760	531523	-39.51	-38.63
2. Добувна промисловість (B)	153448	432934	98246	283686	-35.97	-34.47
3. Промисловість (C)	2394441	2142939	1231365	1265180	-48.57	-40.96
4. Будівництво (F)	334015	570979	118013	258739	-64.67	-54.69
5. Електроенергетика, газ та водопостачання (D, E)	139496	457505	114361	341242	-18.02	-25.41
6. Торгівля (G)	501290	1057539	225408	580102	-55.03	-45.15
7. Фінанси і страхування (K)	40002	183208	19007	120866	-52.48	-34.03
8. Операції з нерухомістю (L)	233990	339956	106915	192653	-54.31	-43.33
9. Транспорт (H)	418237	582500	280555	388708	-32.92	-33.27
10. Інформація та зв'язок (J)	204411	374510	123784	257318	-39.44	-31.29
11. Державне управління (O)	325945	353202	681730	691351	109.16	95.74
12. Послуги (P, Q, R, I, M, N)	674556	949007	894734	1067149	32.64	12.45
13. Некласифіковані галузі (S, T97)	61738	60407	29698	31370	-51.90	-48.07
Всього	6020135	8370824	4248891	6009498	-29.42	-28.21

Лінійність моделі Леонтьєва є ґрунтовною основою, що уможливило розроблення різних сценаріїв змін для елементів кінцевого попиту та їхній вплив на галузеві зміни кінцевого попиту і випусків. Зазначимо, що основою для таких прогнозів є схема міжгалузевих зв'язків 2019 р.

Аналіз чутливості елементів кінцевого споживання до змін проводився також за даними 2018 та 2020 рр. Галузеві прирости кінцевих витрат виявилися приблизно такими, як і в 2019 р.

Отже, скорегованому ймовірному сценарію (див. табл. 16) відповідають зміни показників галузевих приростів кінцевих споживчих витрат та випусків (див. табл. 17).

Особливістю наведених сценаріїв економіки України під час війни, що сформовані на основі таблиці «витрати–випуск» (2019 р.), є очікувані позитивні прирости в сфері державного управління та в сфері послуг; негативні прирости — в будівництві, промисловості, торгівлі, фінансовій сфері та ін. Щонайбільшими чинниками приросту кінцевих споживчих витрат (на 1 %) є індивіду-

альні кінцеві споживчі витрати (0.49 %), експорт товарів і послуг (0.27 %), колективні кінцеві споживчі витрати (0.12 %) та інвестиції (0.12 %); вони і є драйверами підтримки і розвитку економіки.

Як бачимо, інструмент оцінювання чутливості є достатньо потужним і незамінним для економічного аналізу. Проте під час аналізу і моделювання макроекономічних процесів необхідно насамперед орієнтуватися на підтримку макроекономічної пропорційності відтворення, забезпечення соціально-економічної стабільності.

Економічним «уроком» 2022 р. є те, що в умовах невизначеності внаслідок війни суттєво зменшується обсяг планування і оцінювання, стає прийнятним і нормальним прийняття рішень, які потім доведеться змінювати, а також неможливість прийняття «єдино правильних рішень, інваріантних у часі» [25]. У розглядуваному випадку найскладнішим є оцінювання міжгалузевих зв'язків в економіці України в 2022 р., їхня змінюваність протягом року, оцінювання кінцевих споживчих витрат на потреби війни та захист суспільства. Матриця прямих витрат A напевно зазнає значних змін. Проте, на думку автора, для оцінювання можливих змін в економіці можуть бути враховані і міжгалузеві зв'язки 2019 р.

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ СЦЕНАРІЇВ НА ОСНОВІ ДАНИХ ТАБЛИЦІ «ВИТРАТИ–ВИПУСК» В УКРАЇНІ ЗА 2019 р.

Отже, методика формування сценаріїв на основі даних таблиці «витрати–випуск» складається з таких кроків.

1. Формування сценарію зміни кінцевих споживчих витрат $F_i + \Delta F_i$, $i = \overline{1, 6}$.
2. Визначення показників Q_i , K_i , $i = \overline{1, 6}$.
3. Визначення галузевих приростів кінцевих витрат і випуску ΔF_j , ΔX_j , $j = \overline{1, 13}$.
4. Визначення нових галузевих кінцевих витрат і випуску $F_j + \Delta F_j$, $X_j + \Delta X_j$, $j = \overline{1, 13}$.
5. Оцінювання приростів кінцевих споживчих витрат за елементами та в рамках галузей, перевірка правильності їхніх обчислень:

$$\sum_i \Delta F_i = \sum_j \Delta F_j, \quad i = \overline{1, 6}, \quad j = \overline{1, 13}.$$

Для всіх наведених сценаріїв, зокрема для аналізу чутливості до зростання елементів кінцевих споживчих витрат на 1 %, вказана тотожність є справедливою.

Застереження щодо застосування даних таблиці «витрати–випуск» за 2019 р. Використання агрегованих даних таблиці «витрати–випуск» в Україні за 2019 р. зумовлено усталеними спектральними характеристиками агрегованої моделі «витрати–випуск» економіки України [26]. Наприклад, числа Фробеніуса для економіки України 2016–2019 рр., а також для періоду 2020–2021 рр. [27] залишаються практично незмінними. Це і стало підґрунтям для обрання за основу даних 2019 р.

Проте бажаніше було б використовувати дані таблиці «витрати–випуск» за 2021 р. та враховувати інфляційні процеси (дефлятор ВВП, галузеві дефлятори ВВП), притаманні періоду воєнного стану 2022 р. Зміни в економіці України, зокрема в системі міжгалузевих зв'язків, у період воєнного стану та після-воєнного відновлення напевне в майбутньому стануть предметом досліджень багатьох учених.

ВЕРИФІКАЦІЯ МОДЕЛІ ВАРІАНТНИХ РОЗРАХУНКІВ

Перевірка достовірності моделі варіантних розрахунків проводилася з використанням даних таблиць «витрати–випуск» в Україні за різні періоди і різних розмірів, а також із застосуванням спеціальних методів тестування. Наприклад, у розробленні сценарію використано тотожні кінцеві споживчі витрати за елементами (див. табл. 1) та в рамках галузей (див. табл. 2):

$$\sum_i F_i = \sum_j F_j, \quad i = \overline{1, 6}, \quad j = \overline{1, 13},$$
$$\sum_i (F_i + \Delta F_i) = \sum_j (F_j + \Delta F_j), \quad i = \overline{1, 6}, \quad j = \overline{1, 13}.$$

Розглянутий метод конструювання сценаріїв (див. розд. «Результати моделювання сценаріїв економічного розвитку») протестовано на сценарії витрат економіки воєнного стану (див. табл. 1) і дає аналогічні результати (див. табл. 2).

Для таблиць «витрати–випуск» різного розміру за однаковим сценарієм кінцевих споживчих витрат спостерігаємо однакові прирости загального випуску та кінцевих витрат у цілому. Це стосується і галузей в цих таблицях «витрати–випуск», за якими агрегування не проводилося (наприклад, «Сільське, лісове та рибне господарство» (А), «Фінанси і страхування» (К) тощо для 10-галузевої [28] або 19-галузевої таблиці «витрати–випуск» України за 2019 р.).

Інший варіант верифікації. За умови, що нові та базові значення збігаються, маємо нульові прирости ВВП і випуску за галузями і економіки загалом; лінійність моделі Леонтьєва очевидна — одночасне зростання всіх елементів кінцевого попиту на однакову величину (відсоток) спричиняє зростання ВВП і випуску на однакову величину.

Завдяки лінійності моделі Леонтьєва можна прогнозувати зміни галузевих та загальних кінцевих споживчих витрат і випуску з урахуванням чутливості елементів кінцевих витрат до змін (колективне та індивідуальне кінцеве споживання, інвестиції, експорт тощо).

Можливість застосування різних методів прогнозу міжгалузевих зв'язків, що дають однаковий результат, також підтверджує правильність проведених обчислень.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Науково-практичний інтерес становить застосування запропонованого підходу до формування сценаріїв для моделей «витрати–випуск»: економіки України іншої розмірності (3, 10, 19, 42 ВЕД і більш деталізованих); в умовах відносної економічної стабільності та економічного відновлення; зі скорегованими внаслідок російсько-української війни міжгалузевими зв'язками (скорегованою технологічною матрицею A).

Такий підхід може бути використаний для дослідження чутливості до кінцевих витрат економіки Японії в рамках 13-галузевої моделі «витрати–випуск» і більш деталізованих моделей «витрати–випуск» [29], а також інших країн, міжгалузеві зв'язки яких наведено згідно з вимогами структури статистичних даних моделі «витрати–випуск» [11].

Перспективним напрямом досліджень є аналіз і моделювання змін галузевої структури економіки з врахуванням територіально-галузевої структури виробництва, зокрема на прифронтових та окупованих територіях південного сходу України. Проблемною тут є наявність актуальної економіко-статистичної інформації, а також врахування впливу війни на загально-економічний стан економіки (внутрішня

і зовнішня міграція робочої сили, руйнація виробничої інфраструктури, переміщення виробництва, зумовлені війною додаткові витрати тощо).

Проведене дослідження може бути використано у науково-навчальних цілях для конструювання різних сценаріїв кінцевих витрат та оцінювання кінцевих витрат і випуску в рамках галузей з урахуванням особливостей міжгалузевих зв'язків економіки України в 2019 р.

ВИСНОВКИ

Розглянуто схему «витрати–випуск» у застосунку для дослідження міжгалузевого відтворення економіки України як критичної інфраструктури в умовах війни та післявоєнного відновлення.

Розроблено ймовірний сценарій розвитку економіки України в 2022 р. Гіпотеза сценарію — економіка в умовах війни суттєво змінює структуру кінцевих споживчих витрат, що уможливорює прогноз міжгалузевих зв'язків, зокрема кінцевих витрат і випуску, з використанням моделі «витрати–випуск» (моделі Леонтьєва).

Проведено аналіз чутливості елементів кінцевих споживчих витрат до змін.

Розроблено скорегований ймовірний сценарій розвитку економіки України в 2022 р.

Запропоновано методику розроблення довільних сценаріїв економічного розвитку в умовах війни та післявоєнного відновлення з урахуванням лінійності моделі Леонтьєва, чутливості елементів кінцевих споживчих витрат до змін та структури міжгалузевих зв'язків економіки України в 2019 р. Запропоновано методику перевірки правильності проведених обчислень — у процесі розроблення сценаріїв економічного розвитку приріст кінцевих споживчих витрат за елементами та в рамках галузей збігається.

Оцінювання ризиків розвитку критичної інфраструктури в Україні проведено із застосуванням методу сценаріїв та методу чутливості в рамках моделі міжгалузевих зв'язків. На основі 13-галузевої таблиці «витрати–випуск» оцінено зміни кінцевих витрат в умовах воєнного стану (один із ймовірних сценаріїв) і його впливу на обсяги випуску і ВВП. Також оцінено зміни окремих компонентів кінцевих витрат на 1 % для виявлення очікуваних змін в економічній системі (аналіз чутливості).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. «У Світовому банку підрахували, скільки коштуватиме повоєнна відбудова України». Радіо Свобода. 4 грудня 2022 р. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-povoyenna-vidbudova-ukrayiny-svitovyy-bank/32161228.html>.
2. «Мінекономіки погіршило прогноз падіння ВВП через російські обстріли». Бізнес Цензор. 2 грудня 2022 р. URL: <https://biz.censor.net/n3384529>.
3. «Шмигаль зробив тривожну заяву щодо ВВП України». Gazeta.ua. 13 грудня 2022 р. URL: https://gazeta.ua/articles/economics/_smigal-zrobiv-trivozhnu-zayavu-schodo-vvp-ukrayini/1124766.
4. Твердохлебов В.Н. Новейшие финансовые проблемы 1914–1918 гг. Петроград: Академия, 1923. 155 с.
5. Шаров П. Влияние экономики на исход мировой войны 1914–1918 гг. Москва: Гос. изд-во отдела военной лит., 1928. 172 с.
6. Cowie W.J. A comparison of pre-war and post-war input-output relationships a study of 30 farms in 1939–40 and 1952–53. *Selected Papers in Agricultural Economics*. 1956. Vol. V, N 1.

7. Korovkin V., Makarin A. Production networks and war: Evidence from Ukraine. 2020. Papers 2011.14756, arXiv.org, revised Aug 2022. URL: <https://arxiv.org/pdf/2011.14756.pdf>.
8. Haddad E.A., Araújo I.A., Rocha A., Sass K. Input-output analysis of the Ukraine war: A tool for assessing the internal territorial impacts of the conflict. PCNS RP 08/22, Policy Center for the New South. 2022. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12582>.
9. Haddad E.A., Araújo I.A., Rocha A., Sass K. Interregional input-output system for Ukraine, 2019. Accompanying file to PCNS RP 08/22, Policy Center for the New South & The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab — NEREUS. 2022.
10. Леонтьев В.В. Межотраслевой анализ военных расходов. Избранные произведения: в 3 т. Т. 2. Специальные исследования на основе методологии «затраты-выпуск». Москва: Экономика, 2006. С. 303–398.
11. Кубонива М., Табата М., Табата С., Хасэбэ Ю. Математическая экономика на персональном компьютере. Москва: Финансы и статистика, 1991. 304 с.
12. Economic insights from input-output tables for Asia and The Pacific. July 2022. Asian Development Bank. <http://doi.org/10.22617/TCS220300-2>.
13. Ястремський О.І. Міжгалузева шахівниця невизначеності та її застосування: прогнозування, економічна політика, фінансовий ризик, загальна рівновага. *Кібернетика і системний аналіз*. 2019. Т. 55, № 3. С. 28–36.
14. Yastremskii O. Input-output productivity cost analysis of the economy of Ukraine: Selected cross-countries and intertemporal comparison. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2020. Vol. 56, N 4. P. 591–602.
15. Ястремський О.І. Ключові та ефективні види економічної діяльності України. *Вісник економічної науки України*. 2018. № 2. С. 177–182.
16. Кулик В.В. Критична інфраструктура в системі виробничих і фінансово-економічних взаємозв'язків «витрати-выпуск». *Фінанси України*. 2021. № 6. С. 89–108. <https://doi.org/10.33763/finukr2021.06.089>.
17. Кулик В.В. Валовий внутрішній продукт і критична інфраструктура. *Наукові праці НДФІ*. 2021. № 2. С. 25–43. <https://doi.org/10.33763/npndfi2021.02.025>.
18. Кулик В.В. Схема «витрати-выпуск» економіки Японії: системний аналіз та моделювання міжгалузевих зв'язків економіки України. *Фінанси України*. 2022. № 3. С. 53–75. <https://doi.org/10.33763/finukr2022.03.053>.
19. «Як технології допомагають Україні у війні — міністр». Медіа компанія BusinessUa, 20 січня 2023 р. URL: <http://businessua.com/finance/81768yak-tehnologii-dopomagayut-ukraini-u-viini-ministr.html>.
20. «Всемирный банк прогнозирует падение ВВП Украины на 45 процентов». Медіа компанія DW, 11 квітня 2022 р. URL: <https://www.dw.com/ru/vsemirnyj-bank-prognoziruet-padenie-vvp-ukrainy-na-45-procentov/a-61427984>.
21. Менкью Г. Макроэкономика. Москва: МГУ, 1994.
22. Таблица «витрати-выпуск» України за 2019 рік в основних цінах: Статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2021. URL: www.ukrstat.gov.ua.
23. Системні ризики є високими, проте контрольованими — підсумки засідання Ради з фінансової стабільності. 13 квітня 2022 р. URL: https://www.mof.gov.ua/uk/news/sistemni_riziki_ie_visokimi_prote_kontrolovanimi_pidsumki_zasidannia_radi_z_finansovoi_stabilnosti.
24. Гасанов С.С., Кулик А.В., Кулик В.В. Системний аналіз та моделювання багатогалузевої економіки на основі моделі «витрати-выпуск» (приклад економіки Японії). *Кібернетика та системний аналіз*. 2023. Т. 59, № 2. С. 72–86.

25. Дубогриз Є. Міграція, невпевненість та синдром другого року. Чого чекати у 2023-му. Gazeta.ua, 29 грудня 2022 р. URL: <https://gazeta.ua/blog/58532/migraciya-ta-sindrom-drugogo-roku-cogo-chekati-u-2023mu>.
26. Кулик В.В., Стецюк П.І. Спектральні властивості агрегованої моделі «витрати-випуск» економіки України. Proc. 7th Intern. Sci. Conf. "Mathematical Modeling, Optimization and Information Technology" (Chişinău, 15–19 November, 2021). Chişinău; Kyiv; Batumi: Evrika, 2021. P. 238–242.
27. Національні рахунки України за 2021 рік. Статистичний збірник. Державна служба статистики України. Київ, 2023. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/02/NR_2021.pdf.
28. Кулик В.В. Деякі аспекти аналізу та моделювання процесів розвитку критичної інфраструктури. *Наукові праці НДФІ*. 2022. № 4. С. 53–64. <https://doi.org/10.33763/npndfi2022.04.053>.
29. Кулик В.В. Досвід Японії: Системний аналіз та моделювання міжгалузевих зв'язків. *Фінанси України*. 2021. № 1. С. 83–102. <https://doi.org/10.33763/finukr2021.01.083>.

V.V. Kulyk

**MODELING THE INTER-INDUSTRY ECONOMY AS A CRITICAL INFRASTRUCTURE:
GENERATING THE SCENARIOS FOR THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMY
OF UKRAINE DURING THE WAR AND IN THE POST-WAR RECOVERY**

Abstract. The input-output scheme is considered as applied to the analysis of the cross-industry reproduction of the economy of Ukraine as a critical infrastructure in the conditions of war and post-war recovery. A probable scenario of the development of Ukraine's economy in 2022 has been prepared. The hypothesis of the scenario is that the military economy significantly changes the structure of final consumer spending, which makes it possible to forecast inter-industry relationships, in particular, final spending and output, using the input-output model (Leontief model). An analysis of the sensitivity of elements of final consumer spending was carried out. The methodology for developing scenarios of economic development in the conditions of war and post-war recovery is proposed, taking into account the linearity of the Leontief model, the sensitivity of elements of final consumer spending and the interindustry relationship structure of the Ukraine's economy in 2019. Prepared materials can be used for scientific and educational purposes to generate various scenarios of final consumer spending in the conditions of war and post-war reconstruction.

Keywords: modeling of inter-industry relations, input-output table, economy of Ukraine, types of economic activity, critical infrastructure, system analysis, formation of economic development scenarios, modeling of critical situations in the economy, final consumption, output.

Надійшла до редакції 18.04.2023