

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

---

Науково-практичний журнал

---

*Scientific and practical journal*



**Е**кономіка  
**П**ромисловості  
*Economy of Industry*

---

Видається з 1997 року

Виходить щоквартально

---



№ 1 (97)

2022

**Науково-практичний журнал «Економіка промисловості» видається з 1997 р.  
Свідоцтво про державну реєстрацію журналу КВ № 23249-13089ПП від 22.03.2018 р.  
Виходить щоквартально**

**Журнал внесено до Переліку наукових фахових видань України (категорія Б)**  
(відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 15.10.2019 р. № 1301)

**ISSN 1562-109X (Print)**

**ISSN 2306-532X (Online)**

Журнал зареєстровано у Міжнародному центрі  
періодичних видань (ISSN International  
Center, м. Париж)

Журнал «Економіка промисловості» індексується українською загальнодержавною реферативною базою даних «Україніка наукова» і представлений у **Науковій електронній бібліотеці періодичних видань НАН України**. Видання розміщено у світовій електронній бібліотеці наукової періодики **EBSCO Publishing**. Журнал внесено до світового каталогу наукових періодичних видань **Ulrich's Periodicals Directory**. З листопада 2011 р. видання включено до міжнародної наукометричної бази «Наукова електронна бібліотека **E-Library.Ru** (Російського індексу наукового цитування – **РИНЦ**)». Журнал внесено до переліку журналів міжнародного індексу наукового цитування **Index Copernicus** (Польща). Видання індексується вільно доступною системою **Google Scholar**. З 2013 р. науково-практичний журнал «Економіка промисловості» індексується у міжнародних наукометричних базах: **DRJI** (Directory of Research Journals Index), **ERIH PLUS** (European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences) та **Research Bible** (Токіо, Японія).

**Засновники:**

Національна академія наук України,  
Інститут економіки промисловості

**E-mail:**

RPokotylenko@gmail.com,  
admin@econindustry.org.  
**Web:** www.ojs.econindustry.org.  
**Web:** iie.org.ua

**Адреса редакції:**

вул. М. Капніст, 2,  
Київ, Україна, 03057.  
Тел.: (044) 200-55-71.  
Моб.: (095) 291-03-11

**Науково-редакційна рада:**

АМОША О.І. (голова редакційної ради, акад. НАН України, Інститут економіки промисловості НАН України), АЛЕКСАНДРОВ І.О. (д.е.н., проф. Одеський національний політехнічний університет), ГЕСЦЬ В.М. (акад. НАН України, Інститут економіки та прогнозування НАН України), КВІЛІНСЬКІ А. (к.е.н. Лондонська академія науки і бізнесу, Велика Британія), ЛБАНОВА Е.М. (акад. НАН України, Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України), МАКОГОН Ю.В. (д.е.н., проф. Маріупольський національний університет).

**Редакційна колегія:**

ВИШНЕВСЬКИЙ В.П. (головний редактор, акад. НАН України, Інститут економіки промисловості НАН України), ЗАЛОЗНОВА Ю.С. (заст. головного редактора, чл.-кор. НАН України, Інститут економіки промисловості НАН України), ПОКОТИЛЕНКО Р.В. (заст. головного редактора, відповідальний редактор, к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ГАРКУШЕНКО О.М. (секретар редакційної колегії, к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), АНТОНЮК В.П. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), БРЮХОВЕЦЬКА Н.Ю. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), БУЛІССВ І.П. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), КРАВЧЕНКО О.О. (д.е.н., проф. Державний університет інфраструктури і технологій), МИХНЕНКО В. (к.е.н. Оксфордський університет, Велика Британія), НОВІКОВА О.Ф. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), ПАЙОНК К. (д.е.н., проф. Економічний університет у Познані, Польща), СОЛДАК М.О. (к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ХАРАЗШВІЛІ Ю.М. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), ЧЕРЕВАТСЬКИЙ Д.Ю. (к.т.н. Інститут економіки промисловості НАН України).

Статті для публікації в науково-практичному журналі відбираються на умовах конкурсу, за результатами внутрішнього та зовнішнього рецензування. Відповідальність за достовірність фактів, дат, назв, власних імен, даних, цитат несуть безпосередньо автори статей. Редакція може не поділяти висловлені у статтях думки та висновки, що не покладає на неї ніяких зобов'язань. Передруки і переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції. Матеріали друкуються мовою оригіналу.

**Рекомендовано до друку вченою радою Інституту економіки промисловості НАН України**  
(протокол № 3 від 23.03.2022 р.)

© Інститут економіки промисловості НАН України  
© Економіка промисловості, 2022

## ЗМІСТ

### ПРОБЛЕМИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ТА ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОМИСЛОВОСТІ

<b>Череватський Д. Ю., Вольчин І. А.</b> Довгострокові фактори і тенденції розвитку паливно-енергетичного комплексу України .....	5
<b>Нікіфорова В. А.</b> Довгострокові фактори і тенденції розвитку металургії України .....	32

### МАКРОЕКОНОМІЧНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОСТІ

<b>Заніздра М. Ю.</b> Карбоємність промисловості України: поточний стан і форсайтінг .....	61
<b>Липницький Д. В., Липницька П. Д.</b> Вплив грошової маси на інвестиції та ВВП: статистичний аналіз .....	89

### ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІКИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ І ВИРОБНИЧИХ КОМПЛЕКСІВ

<b>Шуміло Я. М.</b> Концептуальні положення механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств .....	103
---	-----

### РЕЦЕНЗІЇ, ІНФОРМАЦІЙНІ ПОВІДОМЛЕННЯ

<b>Коваленко А. О.</b> Цифровізація економіки: як підвищити конкурентоспроможність і не втратити людину. Рецензія на колективну монографію «Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness» (authors: Vishnevsky V.P., Harkushenko O.M., Zanizdra M.Yu., Kniaziev S.I., Lypnytskyi D.V., Chekina V.D.) .....	118
---	-----



**Данило Юрійович Череватський,**

*д-р екон. наук, завідувач відділу*

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

E-mail: [cherevatskyi@nas.gov.ua](mailto:cherevatskyi@nas.gov.ua)

<https://orcid.org/0000-0003-4038-6393>;

**Ігор Альбінович Вольчин,**

*д-р техн. наук, заступник директора*

Інститут теплоенергетичних технологій НАН України

вул. Андріївська, 19, м. Київ, 04070, Україна

E-mail: [volchyn@gmail.com](mailto:volchyn@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-5388-4984>

### **ДОВГОСТРОКОВІ ФАКТОРИ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ**

*«... уявіть, що ви перебуваєте в небі в літаку – і в якийсь момент помічаєте, що кабіна пілота порожня, і ці заспокійливі промови – не більше, ніж запис, зроблений колись давно. До того ж, ви дізнаєтеся, що аеропорт, де ви сподівалися приземлитися, ще не тільки не побудований, але навіть заявка на його будівництво застрягла в якомусь офісі того закладу, який дає дозвіл на будівництво»*

*Z. Bauman*

*Culture in a Liquid Modern World*

Метою статті є визначення довгострокових факторів і тенденцій розвитку світової енергетики та їх адаптація до українських реалій. Робота містить вступ, три розділи (головні тенденції розвитку світового паливно-енергетичного комплексу; аналіз нинішнього стану паливно-енергетичного комплексу України; довгострокові фактори і тенденції розвитку національного паливно-енергетичного комплексу) та висновки.

Обґрунтовано, що сучасні зміни світової енергетики (Grand Transit) обумовлені ідеологією сталого розвитку і мають характер позачергової зміни техноценозу, переходу від використання викопного палива до енергетики на відновлюваних джерелах, переважно вітрової та фотовольтаїчної природи. Разом із тим головними тенденціями Великого переходу є трилемізація і політизація енергетики. Складові трилемізації: енергетична безпека, рівність енергетичного доступу та екологічна сталість. Існують три сценарії розвитку глобальної енергетичної сфери: «незакінчена симфонія»; «сучасний джаз» і «хардрок», які відрізняються за ступенем екологізації та доступністю енергетичних ресурсів. Політичні мотиви стають усе більше значущими на всіх рівнях – від глобального до місцевого, великі актори люблять свої інтереси, відзначається активність структур з атомної енергетики, потужних паливних компаній, власників газотранспортних і газорозподільчих компаній.

В Україні трансформаційні процеси тривають на тлі низької екологічної придатності та великої зношеності паливно-енергетичного сектору й інфраструктури, політичної та економічної нестабільності. Вимоги декарбонізації створюють виклики самому існуванню

© Д. Ю. Череватський, І. А. Вольчин, 2022

вугільної енергетики, яка є основною складовою енергогенеруючого фонду країни, та регіонам розміщення шахт.

Як перспективні розглянуто варіанти розвитку водневої/амонійної енергетики у вигляді вертикально інтегрованих енергетико-хімічних систем за участю АЕС і реформованих вугільних ТЕС; енергетичної диверсифікації шахтарських регіонів; створення віртуальних електростанцій бази установок гідродинамічного нагрівання води.

*Ключові слова:* паливно-енергетичний комплекс, розвиток, декарбонізація, тенденції, фактори, техноценоз, трилема, Grand Transit.

*JEL:* P18; P28

Нормальним станом економіки та енергетики, як її складової, є інституціональна рівновага, коли жоден із гравців не вважає для себе вигідним витратити ресурси на реструктуризацію відносин. Навіть неефективні «правила гри» і застійні економічні форми можуть існувати досить довго, якщо в цьому прихований інтерес держави або потужних груп (Норт, 1997, с. 111-112). Але для світової енергетики настав час аномальності, час інституціонального дисбалансу.

Процеси, що відбуваються, отримали від Світової енергетичної ради (World Energy Council, WEC) назву Grand Transit, що означає Великий перехід до енергетичної трилеми (World Energy Trilemma) з такими складовими: енергетична безпека (Energy security), рівність енергетичного доступу (Energy equity) та екологічна сталість (Environmental sustainability)<sup>1</sup>.

Енергетична безпека – це ефективна організація поставок первинної енергії з національних і зарубіжних джерел, надійність енергетичної інфраструктури та здатність постачальників енергії задовольнити поточний і майбутній попит. Рівність енергетичного доступу – доступність і справедливність щодо енергопостачання населенню. Екологічна сталість – ефективність пропозиції та попиту енергії, а також розвиток пропозиції енергії з відновлюваних та інших маловуглецевих джерел.

Першим і досі найбільшим світовим енергетичним катаклізмом вважається криза, що сталася після Війни судного дня (Yom Kippur War, 1973 р.) через введення країнами-членами ОАПЕК (Організація

<sup>1</sup> Energy Trilemma Index. URL: <https://trilemma.worldenergy.org> (дата звернення: 12.01.2022).

арабських країн-експортерів нафти) нафтового ембарго. Зараз під гаслами декарбонізації своєрідне вугільне ембарго оголосили найбільші банки світу. Bank of America, Citigroup, Morgan Stanley, Wells Fargo та ін. прийняли рішення про віднесення інвестицій, що пов'язані з розвитком вугільної промисловості (вугілля – найбільший забруднювач довкілля) та вугільних технологій, включаючи електрогенерацію, до портфеля заборонених угод, як у випадку незаконної вирубки лісу та використання дитячої праці<sup>2</sup>. Після таких акцій вислів про «хрестовий похід» США та Євросоюзу проти вугілля виглядає не таким уже ретроградним<sup>3</sup>. Справа не тільки у вугіллі: під тиском вимог сталого розвитку людство прагне відмовитися від каустобіолітів (горючих корисних копалин, що містять велику кількість вуглецю) взагалі.

Серйозність ставлення світової спільноти до екологічних проблем і протидії змінам клімату підтверджують римський саміт G20<sup>4</sup> і конференція COP26<sup>5</sup> у

<sup>2</sup> Крупнейшие мировые банки запретили инвестиции в угольную генерацию и промышленность. URL: [https://elektrovesti.net/48214\\_krupneyshie-mirovye-banki-zapretili-investitsii-v-ugolnyu-generatsiyu-i-promyshlennost](https://elektrovesti.net/48214_krupneyshie-mirovye-banki-zapretili-investitsii-v-ugolnyu-generatsiyu-i-promyshlennost) (дата звернення: 17.01.2022).

<sup>3</sup> Тулеев заявил о том, что США и ЕС начали крестовый поход против угля. URL: <http://flashsiberia.com/news/tuleev-zayavil-chtossha-i-es-nachali-krestovyy-pohod-protiv-uglya> (дата звернення: 11.01.2022).

<sup>4</sup> G20 Rome leader's declaration. URL: <https://www.g20.org/wp-content/uploads/2021/10/G20-ROME-LEADERS-DECLARATION.pdf> (дата звернення: 10.01.2022).

<sup>5</sup> End of coal in sight at COP26. URL: <https://ukcop26.org/end-of-coal-in-sight-at-cop26/> (дата звернення: 10.01.2022).

Глазго, які відбулися в жовтні-листопаді 2021 р.

Показовим є вислів функціонера Світової енергетичної ради Г. Девіса (G. Davis): «... Сьогодні ми на порозі нової ери, коли занепокоєння викликають уже не тільки знижені в ціні активи, але й те, який вплив чинять знецінені ресурси на економіку окремих країн»<sup>1</sup>.

Grand Transit викликав неузгодженість у стані великих акторів світової енергетики. У разі інтенсивної екологізації енергетичної галузі паливні корпорації ризикують втратити левову частку доходів. На думку фахівців російської нафтової галузі, попри весь ажітаж навколо енергетики на відновлюваних джерелах, 75% світового енергетичного балансу і в подальшому забезпечуватиме споживання нафти, газу та вугілля (Мастепанов, 2017). Саме стрімке зростання цін на газ і електроенергію ще до початку зими 2021-2022 рр. є наслідком недооцінки «передовим суспільством» тривалості перехідного періоду, своєрідного Interregnum (Міждарів'я), як казали в античні часи<sup>2</sup>.

Свою політику лобіює і МАГАТЕ. У 2016 р. цією організацією був презентований сценарій «Гармонія», у якому наголошено на необхідності введення до 2050 р. 100 ГВт нових ядерних потужностей і доведення поставок електроенергії з АЕС до 25%<sup>3</sup>.

Неоднозначними є і вітчизняні прогнози щодо майбутнього паливно-енерге-

---

<sup>1</sup> Всемирный энергетический совет: Глобальный спрос на энергоресурсы будет снижаться. URL: [http://www.ngv.ru/analytics/vsemirnyy\\_energeticheskiy\\_sovet\\_globalnyy\\_spros\\_na\\_energoresursy\\_budet\\_snizhatsya/](http://www.ngv.ru/analytics/vsemirnyy_energeticheskiy_sovet_globalnyy_spros_na_energoresursy_budet_snizhatsya/) (дата звернення: 22.01.2022).

<sup>2</sup> It is tempting to blame foreigners for Europe's gas crisis. URL: <https://www.economist.com/europe/2021/10/16/it-is-tempting-to-blame-foreigners-for-europes-gas-crisis> (дата звернення: 17.12.2021).

<sup>3</sup> Ядерная энергетика для будущего с экологически чистой энергией. URL: [https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull/bull584\\_nov2017\\_ru.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull/bull584_nov2017_ru.pdf) (дата звернення: 11.12.2021).

тичного комплексу України. Навіть фахівці двох наукових установ НАН України (Інституту економіки та прогнозування й Інституту теплоенергетичних технологій, більш відомого як Інститут вугільних енерготехнологій) мають протилежні уявлення. Перші вважають можливим перевести Україну на переважно відновлювані джерела енергії до 2050 р. (Diachuk, Chereliev, Podolets et al., 2017), другі ж не радіють такій перспективі (Чернявський, Мірошніченко, 2021).

Метою статті є визначення довгострокових факторів і тенденцій розвитку світової енергетики та їх адаптація до українських реалій.

## 1 Головні тенденції розвитку світового ПЕК

### 1.1 Загальна характеристика змін

Після завершення ери вугілля у 1950-х роках домінуючим ресурсом стала нафта, але на тлі суттєвого зростання споживання як вугілля, так і природного газу (рис. 1). Останнім часом енергетика на відновлюваних джерелах настільки зросла за обсягами виробництва, що перетворилася на конкурента ядерної енергетики. У перспективі очікується стрімке зростання споживання природного газу (до 193 ексаджоулів, що дорівнює 4617 млн т н.е.) і відновлюваної енергетики (115 ексаджоулів, що дорівнює 2748 млн т н.е.). За прогнозами, у 2040 р. споживання первинних енергетичних ресурсів (ПЕР) у цілому сягне 748 ексаджоулів (1766 млн т н.е.), що на 25% більше, ніж у 2019 р.<sup>4</sup>

У питомому вимірюванні споживання ПЕР протягом часу зростало нелінійно (рис. 2). Якщо в 1990 р. річне питоме значення становило близько 64 ГДж на 1 особу, то у 2019 р. – майже 76 ГДж, тобто за 30 років цей показник збільшився приблизно в 1,2 раза. Енергоємність же світово-

---

<sup>4</sup> Statistical Review of World Energy 2021 | 70th edition. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата звернення: 15.01.2022).

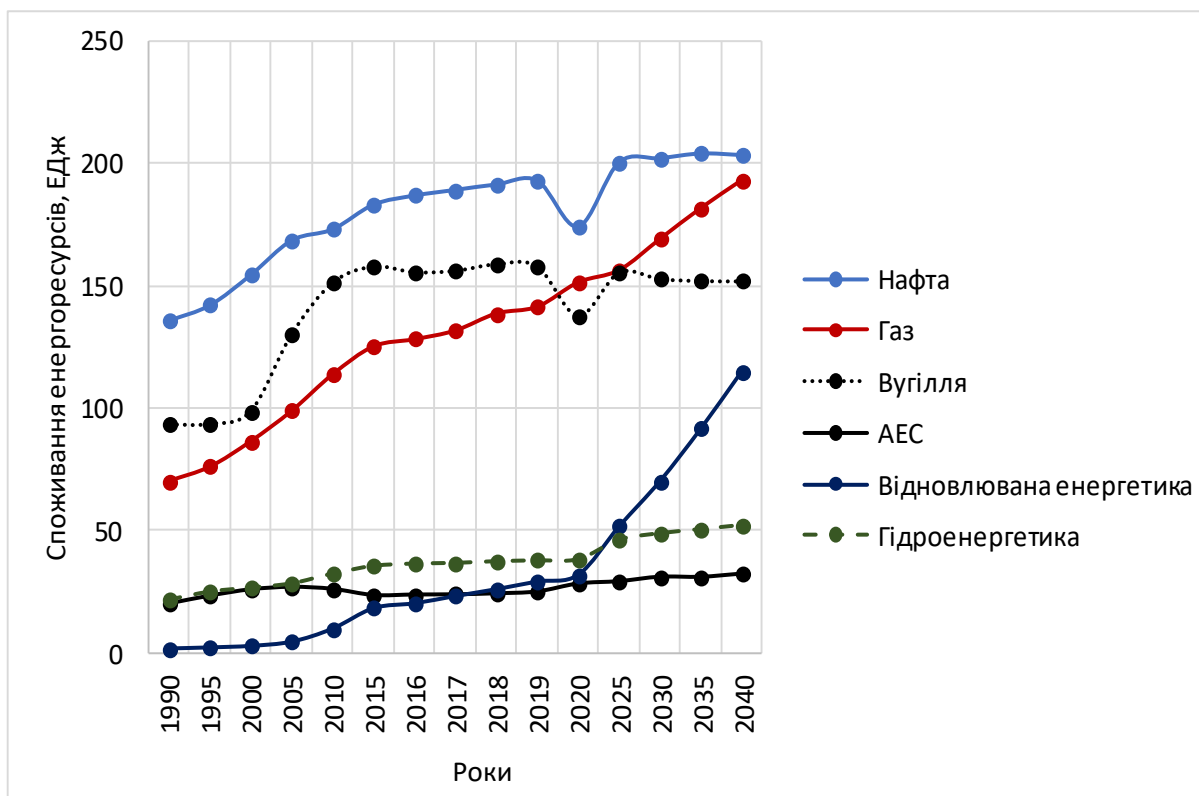


Рисунок 1 – Динаміка змін структури ресурсної бази світу

Джерело: складено за даними Statistical Review of World Energy 2021 | 70th edition.

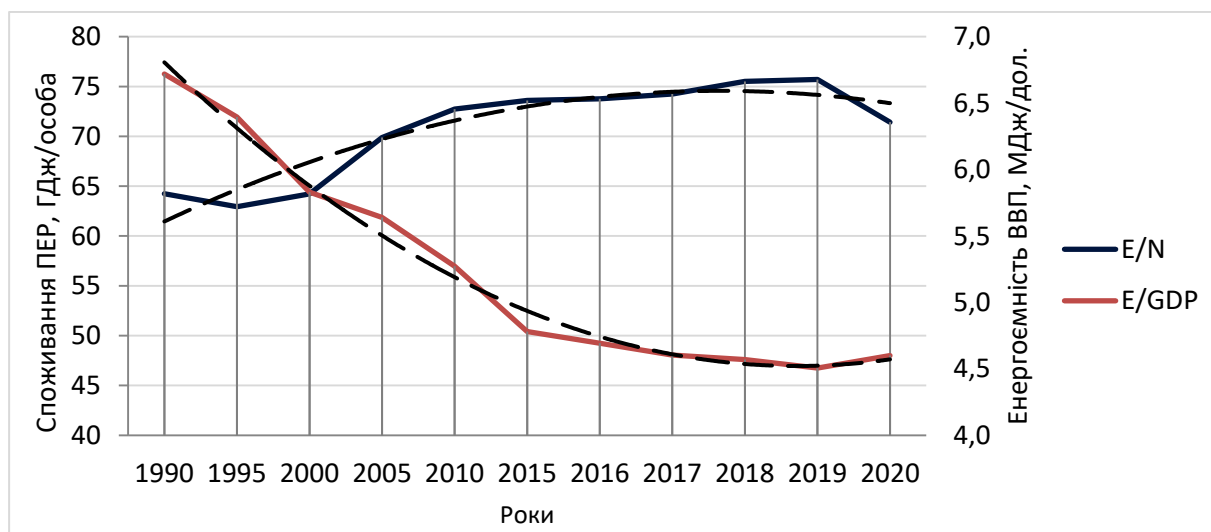


Рисунок 2 – Динаміка змін світового споживання первинних енергетичних ресурсів та енергоємності ВВП

Умовні позначення:

$E$  – річне споживання ПЕР, Дж;  $N$  – кількість населення, осіб;  $GDP$  – валовий внутрішній продукт за паритетом купівельної спроможності в цінах 2017 р.

Джерело: складено за даними Statistical Review of World Energy 2021 | 70th edition та World Bank Open Data. URL: <https://data.worldbank.org>.

го ВВП нелінійно зменшувалася – з 6,7 до 4,5 МДж/дол. за паритетом купівельної спроможності у постійних цінах 2017 р.

Сучасна світова енергетика перебуває під впливом двох факторів – глобалізації та сталого розвитку (sustainable development)<sup>1</sup>. Сталий розвиток є гіпотетичним фактором, який набув формалізації у вигляді відповідних 17 глобальних цілей та імплементації в практику через високу вірогідність кліматичних катаклізмів. Зазначені фактори обумовлюють розвиток визначених тенденцій.

## 1.2 Тенденція трилемізації енергетики

Незважаючи на відсутність однозначності сприйняття самої концепції сталого розвитку, хоча їй уже понад 30 років (Spraiser et al., 2017, р. 468), склався сталий консенсус щодо необхідності встановлення динамічного балансу між трьома основами розвитку цивілізації: економічної, соціальної та екологічної (Mensah, 2019). Трилема сталого розвитку, як зазначено вище, обумовила енергетичну трилему: надійність, доступність для всіх, екологічність.

Серед 17 глобальних цілей сталого розвитку, які під егідою ПРООН (UNDP) у 2015 р. прийняли 193 держави світу, ціль № 7 стосується енергетики: «Забезпечення доступу до недорогих, надійних, сталих і сучасних джерел енергії для всіх». Кожна п'ята людина в усьому світі (840 млн) живе без доступу до електрики (здебільшого у Субекваторіальній Африці). А ще сотні мільйонів мають вкрай обмежений або ненадійний доступ до електрики. Близько 3 млрд осіб залежать від традиційної біомаси (дрова та ін.), які використовують для приготування їжі та опалення. Відсутність

<sup>1</sup> Концепція сталого розвитку розроблена на основі доповіді «Наше спільне майбутнє» (1984-1987 рр.) Комісії Брундтланд (Brundtland Commission), Міжнародної незалежної комісії з навколишнього середовища та розвитку, яку очолювала Г. Брундтланд, уповноважена генеральним секретарем ООН.

чистого палива в побуті щороку забирає понад 4 млн життів, 6 із 10 загиблих – жінки та дівчата<sup>2</sup>.

Людство потребує все більше енергії, проте це негативно впливає на довкілля, тому глобальна ціль № 7 щільно пов'язана з глобальною ціллю № 13 «Боротьба зі зміною клімату». Саме на енергетику припадає близько 60% загального обсягу глобальних викидів парникових газів, тобто вона і є головною причиною зміни клімату.

Цілі сталого розвитку № 7 і 13 є не тільки символом боротьби та єдності протилежностей – це контрапункт енергетичної трансформації світу загалом.

Заповнення прогалін у базовому енергетичному забезпеченні потребує додаткових 68 ЕДж (ексаджоулів) у глобальному масштабі, або ще близько 5 ГДж (гігаджоулів) на 1 особу в середньому<sup>3</sup>. Забезпечення гідного рівня життя (decent living standards) для всіх означає, що в деяких бідних країнах енергоспоживання має, принаймні, подвоїтися до 2030 р. і потроїтися до 2040 р. Це є маловірогідним, навіть якщо все зростання енергії буде спрямоване виключно на використання паливної бідності.

Казус полягає в тому, що разом можна реалізувати не більше двох цілей, тому трилеми є «неможливими трійцями» і вибір завжди здійснюється за меншим із трьох зол. Світове суспільство має вибирати з трьох сценаріїв: Modern Jazz (сучасний джаз), Unfinished Symphony (незакінчена симфонія) або Hard Rock (хардрок)<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Цели в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/energy/> (дата звернення: 10.01.2022).

<sup>3</sup> Eradicate global poverty, meet climate goals, by avoiding rich-world energy consumption patterns. URL: <https://energypost.eu/eradicate-global-poverty-meet-climate-goals-by-avoiding-rich-world-energy-consumption-patterns/> (дата звернення: 11.01.2022).

<sup>4</sup> Grand Transition – какой будет энергетика в 2060 г. URL: <http://www.technocrats.com.ua/grand-transition-kakoj-budet-energetika-v-2060-godu.html> (дата звернення: 04.01.2022).

Вибір «симфонії» є ставкою на екологічну чистоту, а «джазу» – на доступність енергії. У 2050 р. передбачуване споживання первинної енергії за сценарним втіленням «джаз» має зрости на 61% (до рівня 2010 р.), а за сценарієм-антагоністом – тільки на 27%. У результаті без доступу до електроенергії залишаться не 320 млн жителів планети, як було б за сценарієм «джаз», а 530 млн осіб, проте доквілля постраждає менше.

Відповідно до цього Grand Transit у просторі двох «неможливих трієць» (енергетичної та глобалізаційної) з великою імовірністю може завершитися «хардроком» з його слабким економічним зростанням, замкнутістю в «національних квартирах», різноплановими економічними та енергетичними моделями, ресурсною автаркією і байдужістю до кліматичних пріоритетів.

### 1.3 Тенденція позачергової зміни техноценозів

Згідно з теорією техноценозів (Бадалян, Криворотов, 2008; Sager, 2016) існує домінуючий енергоресурс і домінуюча економіка, яка з ним пов'язана. Великобританія – це вугілля та парова машина. Сполучені Штати Америки – це нафта та двигун внутрішнього згоряння.

Коли енергоресурс перестає домінувати і суб'єкт, потужність якого заснована на цьому ресурсі, втрачає вплив, відпадає і потреба в підтримці високого рівня цін на відповідних ринках, оскільки зникають економічні проблеми і політичні протиріччя щодо виявлення суб'єкта, який повинен буде заплатити за розвідку, видобуток і найголовніше – інфраструктуру доставки та розподілу останньої тонни домінуючого енергетичного ресурсу.

«Кам'яний вік, – проголосив у 2000 р. міністр нафти Саудівської Аравії Шейх Ахмед Закі Ямані (Sheikh Ahmed Zaki Yamani), – закінчився не тому, що закінчилося каміння. І нафтова ера дійде кінця не

тому, що скінчиться нафта...»<sup>1</sup>. Пророцтво збувається. Людство, схоже, дійшло часу впровадження «закриваючих технологій» (Кристиансен, 2004). А на таке здатні тільки впливові актори постіндустріальної економіки.

Під впливом нових поглядів на життя людство уперше за свою історію змінює техноценоз не тому, що закінчилися високопродуктивні запаси каустобіолітів, а тому, що так наказано. І вугілля, яке нещодавно вважалося справжнім «мостом у майбутнє» (Уилсон, 1985), стало такою загрозою, що Швеція прагне бути першою не те що безвугільною, а навіть oil-free nation (Піскулова, 2010). Китай, економіка якого має найпотужнішу вугледобувну галузь, наголошує і на стрімкому розвитку енергетики на відновлюваних джерелах, і на необхідності стрімкого розвитку вуглехімії (Хіаоуї, 2017). Такі самі тенденції властиві російському Кузбасу, де до відомого висловлювання Д. Менделєєва про нафту, спалювати яку все одно, що топити піч асигнаціями, тепер додають і вугілля<sup>2</sup>.

На зміну техноценозам на викопному паливі йде «зелена» енергетика переважно на способі фотовольтаїки і перетворенні енергії повітряних мас (вітру) та потоків води (гідро). Інші нові види «зеленої» енергії (воднева, амонійна, гравітаційна тощо) є вторинними. Їх виробляють за допомогою первинної енергії, отриманої із застосуванням тієї ж енергії вітру або способом фотовольтаїки.

Таким чином, під впливом інституціонального фактора, яким є ідеологія сталого розвитку, у світі відбувається позачергова примусова зміна техноценозів: енер-

<sup>1</sup> The Stone Age Did Not End Because the World Ran Out of Stones, and the Oil Age Will Not End Because We Run Out of Oil. URL: <https://quoteinvestigator.com/2018/01/07/stone-age/> (дата звернення: 10.01.2022).

<sup>2</sup> Перерабатывать, нельзя сжигать. URL: <http://newslab.ru/article/704845> (дата звернення: 10.01.2022).

гетичні джерела вітро-фотовольтаїчної природи стають домінуючими, і є вже кандидати на роль економік-домінантів, перш за все Німеччина – той, хто контролює «зелену» енергетику, диктує відповідні правила всьому світу. Як варіант, той, хто диктує правила всьому світу, тепер контролює «зелену» енергетику.

Дослідницький проєкт «Технологічні, екологічні та економічні аспекти безвуглецевої амонійної енергетики», виконаний Інститутом теплових енерготехнологій НАН України та Інститутом економіки промисловості НАН України у 2021 р., є певним відголоском політики декарбонізації, зокрема переходу на «зелений» водень як паливо для енергетики. У контексті відмови від вугільної енергетики розглянуто два варіанти: а) перепрофілювання ТЕС із вугільного палива на екологічно придатні амоніак або водень; б) ліквідація існуючих вугільних електростанцій і заміна їх на новозбудовані «зелені» електростанції.

Варіант *a* – розгляд двох конкуруючих за видами палива проєктів (амонійна лінія –  $a_1$ ; воднева лінія –  $a_2$ ); варіант *b* – мегапроєкт  $b_1$  – ліквідація існуючої вугільної ТЕС (фізичне закриття, усунення негативних екологічних та соціальних ефектів) з монопроєктом  $b_2$  – побудова сонячних електростанцій відповідної потужності на заміну виведеним з експлуатації.

Теплота згоряння амоніаку становить 18,6 МДж/кг, що менше показника вугілля (20-26 МДж/кг). Тобто підприємствам у разі переходу на амонійне паливо знадобиться більший обсяг енергоносіїв. Масова теплота згоряння водню, навпаки, суттєво більша, ніж в антрацитового палива, і становить 119,83 МДж/кг<sup>1</sup>. Це дає можливість підприємству зекономити на масі палива, але через малу густину водню

<sup>1</sup> Удельная теплота сгорания топлива и горючих материалов. URL: <http://thermalinfo.ru/eto-interesno/udelnaya-teplota-sgoraniya-topliva-i-goryuchih-materialov#teplota-sgoraniya-gazobraznogo-topliva> (дата звернення: 15.01.2022).

(0,0899 кг/м<sup>3</sup>) його зберігання потребуватиме потужного господарства газгольдерів або криогенних сховищ. На відміну від водню, густина амоніаку за температурою 27 °С становить 0,715 кг/м<sup>3</sup>.

Ціна на «зелений» амоніак, за даними компанії Argus, на сьогодні складає 1196 дол./т<sup>2</sup>. Такі ціни більш ніж удвічі перевищують ціну звичайного «сірого» амоніаку, отриманого з використанням природного газу. Проте, як вважають експерти, існують підстави для істотного скорочення витрат при виробництві «зеленого» амоніаку завдяки технологічному прогресу та масштабуванню проєктів, як це відбувається в секторі відновлюваної енергетики з використанням енергії вітру та сонця, де витрати скоротилися на 80% за останні 10 років. Розрахункову ціну амоніаку прийнято 1 дол./кг.

Щодо цін на водень, то усталених поглядів не існує. Найбільш дешевою продукцією є водень, отриманий за технологією Термохімічного розкладання води з використанням енергії високотемпературного ядерного реактора, що зараз вважається найбільш перспективною. За даними (Синяк, 2017, с. 53-54), при продуктивності випуску водню 35-50 т на добу можна забезпечити вартість продукції від 3 дол./кг H<sub>2</sub>. Електролізне виробництво водню значно поступається за вартісними показниками: від 7-8 дол./кг H<sub>2</sub> при роботі на електроенергії від енергосистеми до 9-13 дол./кг при отриманні електроенергії від вітроенергетичної установки. Найдорожчою прогнозується ціна водню, отриманого із застосуванням електрики від фотоелектричних перетворювачів, – 35-50 дол./кг.

Разом із тим уряд США вважає 1 дол./кг можливою ціною «зеленого» вод-

<sup>2</sup> Argus рассчитал стоимость зеленого аммиака. URL: <https://www.argusmedia.com/ru/press-releases/2021/green-ammonia-prices-double-that-of-regular-supplies> (дата звернення: 20.12.2021).

ню вже в 2030 р.<sup>1</sup> Відповідно до нещодавнього масштабного дослідження перспектив водневої економіки, здійсненого Energy Transitions Commission, до 2030 р. «зелений» водень коштуватиме менше 2 дол. / кг у більшості регіонів світу<sup>2</sup>.

Найбільш суттєвою проблемою водневої (амонійної) енергетики є велика енергоємність процесів отримання відповідного ресурсу. За даними (Сибикин, 2017, с. 45) виробництво 1 т амоніаку методом електролізу потребує 12-14 тис. кВт·год. електричної енергії. У роботі (Амінов, Байрамов, 2016, с. 62) йдеться про 53660 кВт·год./т водню, а в джерелі (Синяк, 2017, с. 53-54) – про 55-60 тис. кВт·год./т. Із такими витратами електроенергії процес переходу на амонійне/водневе паливо для вироблення вторинної електроенергії може просто стати нераціональним.

За американськими даними витрати на виведення з експлуатації типової вугільної електростанції потужністю 500 МВт становлять до 15 млн дол. за вирахуванням брухту. Зазвичай графік передбачено на 18-30 місяців<sup>3</sup>.

Якщо розраховувати на так звану схему «віртуальної труби», тобто поставку паливних ресурсів ззовні, то вугільній ТЕС класу «Криворізька» (компанія «Дніпроенерго»), щоб виробити 24 ПДж (Петаджоуль = 10<sup>15</sup> Дж) на рік, знадобиться 3,6 млн т амоніаку, або 0,3 млн т водню на зазначений період. Через високу вартість палива

(1 дол./кг амоніаку і 7 дол./кг водню) ціни на електроенергію для усунення економічних збитків у процесі «зеленого» переходу мають бути суттєво підвищені. Ануїтет річного грошового потоку (за умов NPV=0), необхідний для покриття інвестицій у водневий проєкт, має бути більшим 253 млн дол.; за умов інвестиційного проєкту із закриттям вугільних ТЕС і побудовою фольгаїчних потужностей їм на заміну – 10106 млн дол. (проблема полягає в низькому значенні коефіцієнта використання встановлених потужностей станцій). Для цього ціни на електроенергію мають становити понад 0,66 і 1,03 дол./кВт·год. відповідно. У випадку проєкту з переведення вугільних ТЕС на амонійне паливо (умовно вільного від інвестицій) ціна на електроенергію має бути вище 0,56 дол. / кВт·год. Прогнозні (до 2030 р.) тарифи на електроенергію: від 0,05 дол./кВт·год. за оптимістичним сценарієм до до 0,15 дол./кВт·год. за песимістичним (Синяк, 2017, с. 49), що далеко від згаданих показників.

З іншого боку, доцільно відзначити, що як великий споживач-регулятор виробництво «зеленого» водню/амоніаку може мати позитивний вплив на роботу енергомереж загалом. Для цього потрібні лише електроенергія, вода та повітря, а водень та амоніак є не тільки енергоресурсом, але і цінною хімічною сировиною. Конверсія «зайвої» електроенергії в енергосистемі в хімічну енергію водню/амоніаку дозволить стабілізувати частоту енергомережі та позбавитися різких змін навантаження в будь-який час доби та будь-яку пору року. Для щорічного виробництва 180 млн т амоніаку «зеленим» способом потрібно забезпечити постачання 7,8-9,4 ЕДж (2160-2620 млрд кВт·год.) електроенергії. Світове виробництво електроенергії у 2020 р. становило 96,6 ЕДж (26826 млрд кВт·год.)<sup>4</sup>. Таким чином, «зеленим» амоні-

<sup>1</sup> Правительство США нацелено снизить стоимость «чистого водорода» до \$1/кг до 2030 г. URL: <https://renew.ru/pravitelstvo-ssha-natseleno-sni-zit-stoimost-chistogo-vodoroda-do-1-kg-do-2030-g/> (дата звернення: 13.01.2022).

<sup>2</sup> Зеленый водород будет конкурентоспособен по стоимости с серым до 2030 г. без углеродного налога. URL: <https://renew.ru/zelenyj-vodorod-budet-konkurentosposoben-po-stoimosti-s-serym-k-2030-g-bez-uglerodnogo-naloga/> (дата звернення: 10.01.2022).

<sup>3</sup> Coal Power Plant Post-Retirement Options. URL: <https://www.powermag.com/coal-power-plant-post-retirement-options/> (дата звернення: 10.01.2022).

<sup>4</sup> Global Energy Review 2021. URL: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021> (дата звернення: 24.12.2021).

аком можна компенсувати в середньому 10% коливань навантаження в енергосистемі.

Grand Transit ставить не лише енергетичні, але і багато інших питань щодо його реалізації. До 2050 р., наприклад, трансформаційний процес спричинить споживання, як мінімум, 2 млрд т сталі (сонячній енергетиці знадобиться близько 566 млн т, а вітроенергетиці – 1129 млн т)<sup>1</sup>. Щоб перехід був «зеленим», сталь теж має бути «зеленою», що дуже проблематично через до-рожнечу «зеленого» водню.

Для розміщення об'єктів вітрової та сонячної генерації тільки США потрібні земельні відводи, площа яких дорівнює території штатів Каліфорнія та Вашингтон, разом. Протяжність нових ліній електропередач у сільській місцевості США в десять разів перевищить периметр Землі (Bruce, 2021). Тобто є сумніви щодо можливості фізичної реалізації тотальної «зеленої» енергетики. Натомість випуск і просування нових зразків енергообладнання, організація сектору альтернативної енергетики та ін. уже сьогодні мають обіг понад 4 трлн дол. (Стаджи, 2021).

#### **1.4 Тенденція політизації енергетичної сфери**

Політичні мотиви стають усе більш значущими на всіх рівнях – від глобального до місцевого. Світова енергетична рада визнає неможливість реалізації сценарію «незакінчена симфонія» без підтримки квазісвітового уряду<sup>2</sup>. І вибір певним чином зроблено: Паризьку угоду (COP 21) з клімату 2015 р. можна вважати імплементацією «незакінченої симфонії» – вже 21 вересня 2016 р. вона була ратифікована

<sup>1</sup> Кибовская А. Переходим на зеленый: возможности и риски энергетической трансформации. URL: <https://gmk.center/posts/perehodim-na-zeljonyj-vozmozhnosti-i-riski-energeticheskoy-transformacii/> (дата звернення: 12.01.2022).

<sup>2</sup> World Energy Scenarios/ 2016. URL: <https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-scenarios-2016-the-grand-transition> (дата звернення: 10.01.2022).

195 вищими національними органами, хоча вірогідність досягнення запланованих результатів експертами вважається невеликою (Weizsaecker, 2018; Родрік, 2014). Д. Родрік (D. Rodrik) обґрунтував парадокс або трилему глобалізації (The Globalization Paradox): на рівні національної держави неможливо поєднати демократію, економічну глобалізацію та необмежену автономію. Гіперглобалізація можлива тільки в разі створення тієї чи іншої форми світового уряду (глобальний федералізм) або відмови від демократії в окремих державах на користь технократичної еліти, яка буде пристосовувати свою політику до вимог світового ринку, а не до очікувань громадян. Перший варіант за Родріком є нереалістичним, другий – аморальним.

Силу «старих» акторів продемонстрували результати Конференції COP 26 – через протидію Китаю та Індії вона майже не закінчилася фіаско – прагнули поетапно відмовитися від споживання вугілля, а домовилися лише скоротити використання вугільного палива поетапно<sup>3</sup>.

Однак потужні державні субсидії та наднаціональна підтримка є фактором, що робить неймовірний енергетичний бізнес привабливішим за звичайний. У розрахунку на одиницю корисного результату (ексаджоуль) сонячні панелі отримали в США дотацій у 253 рази більше, ніж атомна енергетика, а вітряки – у 158 разів більше. У Німеччині на субсидії відновлюваній енергетиці витрачається близько 28 млрд євро на рік (Стаджи, 2021). До того ж, виробники «зеленої» енергії працюють під повним державним захистом від будь-яких ризиків,

<sup>3</sup> COP 26 takeaways: Some progress in climate pact but much more needed, activists say. URL: <https://www.euronews.com/2021/11/14/cop26-takeaways-some-progress-in-climate-pact-but-much-more-needed> (дата звернення: 28.12.2021).

COP26: Governments adopt Glasgow Climate Pact after watering down language on coal. URL: <https://www.euronews.com/green/2021/11/13/cop26-latest-new-draft-deal-released-as-climate-negotiations-drag-on> (дата звернення: 28.12.2021).

властивих ринковій економіці: їх продукції гарантується 100-відсотковий збут за фіксованою (підвищеною) ціною навіть якщо збуту немає (такі прецеденти мали місце і в Україні).

Окреме джерело доходів – торгівля скороченнями викидів вуглецю і деривативами, випуск відповідних фінансових інструментів. Торгівля викидами у 2018 р. досягла 164 млрд дол., у тому ж році емісія «зелених бондів» становила 167 млрд дол. (у 2012 р. їх випуск не перевищив 2 млрд дол.).

Наступне джерело – «прибутковий» збір вуглецевого податку, нового виду оподаткування, що останнім часом усе більше просувається Світовим банком. Обсяг зборів з усієї планети може перевищити 5 трлн дол. на рік.

На національному рівні розвиток економіко-політичних систем дедалі більше нагадує армстрелінг: хто кого дотисне і що візьме гору – State Capture (захоплення держави) чи Business Capture (захоплення бізнесу). Тут простежується і проблема корупції, яка на тлі зміни техноценозів здатна стати важливим феноменом декарбонізації (Sovacool, 2021).

Із подальшим просуванням відновлюваної енергетики у відносини держави і бізнесу все більше входить місцева та регіональна влада: суспільні запаси німбізму скорочуються. Німбізм – від NIMBY (Not In My Back Yard – не на моєму задньому дворі). Починаючи з 2015 р. у різних штатах США було внесено понад 300 законів, що забороняють або обмежують установлення вітряків, оскільки вони генерують загрози для здоров'я людей, тварин та птахів шум і вібрації (Bruce, 2021).

«Кінцева» конфігурація «зеленої» економіки через складності залежить не лише від «об'єктивної» доцільності, але і від впливовості («вагомості») того чи іншого учасника.

Група вчених із Великобританії, Нідерландів та ФРН опублікувала відкритий

лист прем'єр-міністру Великобританії Б. Джонсону з приводу водневої стратегії. Водень, як зазначають автори листа, є неефективним джерелом енергії з опалення будівель. Проте існуюча газова галузь, газотранспортні та газорозподільні підприємства з величезною інфраструктурою за умов упровадження теплових насосів на зміну газовим котлам у будинках може перетворитися на «втрачений актив», що обумовлює ініціативність газорозподільних компаній стосовно просування водню в житлові будинки<sup>1</sup>. І друга сторона, а за нею – група з 23 європейських газових інфраструктурних компаній із 20 країн-членів ЄС<sup>2</sup> теж має вагомі аргументи: недостатнє розширення генеруючих потужностей на тлі попиту, який зростає, в умовах виведення потужностей «традиційних» електростанцій (вугільних, атомних) з експлуатації здатне спричинити гостру кризу. Використання ж існуючої газової інфраструктури для транспортування та розподілу водню не потребуватиме таких масштабних змін в електроенергетиці<sup>3</sup>.

В адептів викопного палива є свої аргументи. Так, у доповіді «Нова енергетична економіка: вправа в магічному мисленні» (Mills, 2019) Манхеттенського інституту політичних досліджень (це визнаний у світі Think tank) зазначено, що будівництво однієї нафтової або газової свердловини за вартістю дорівнює приблизно будівництву двох вітрових турбін. Однак турбіни виробляють на годину енергію,

<sup>1</sup> Open letter to Prime minister Boris Johnson about Hydrogen Strategy. URL: Open Letter to Prime Minister Boris Johnson about Hydrogen Strategy – The Centre For Sustainable Road Freight (csrf.ac.uk) (дата звернення: 12.01.2022).

<sup>2</sup> Gas infrastructure companies present a European Hydrogen Backbone plan. URL: Gas infrastructure companies present a European Hydrogen Backbone plan - Gas for Climate 2050 (дата звернення: 09.01.2022).

<sup>3</sup> Дискусии вокруг водорода: газовики против электроэнергетиков. URL: <https://renew.ru/diskussii-vokrug-vodoroda-gazoviki-protiv-elektro-energetikov/> (дата звернення: 05.01.2022).

еквівалентну 0,7 бар нафти, а на родовищах у Саудівській Аравії середній дебіт свердловин перевищує 200 бар нафти на годину.

У 2020 р. державна нафтогазова компанія Саудівської Аравії Saudi Aramco та Інститут економіки енергетики Японії (IEEJ) у партнерстві з компанією SABIC, щоб розкрити потенціал вуглеводнів як надійного та доступного джерела низьковуглецевого палива, продемонстрували виробництво та відвантаження із Саудівської Аравії до Японії «синього» (виробленого з природного газу) аміаку. Проект розглядається великими нафтовими компаніями як технологічний прорив у напрямі диверсифікації виробництва та декарбонізації енергетики.

Газові компанії Росії рішуче роблять ставку на «синій» водень і прагнуть схилити на свій бік великих західних споживачів енергоресурсів (Конопляник, 2021).

Атомне лобі активно просуває план розвитку ядерної енергетики. У країнах Східної та Центральної Європи до 2030 р. ринок атомних технологій може сягнути 23 трлн дол.<sup>1</sup> У цьому зацікавлений американський енергетичний гігант – компанія Westinghouse.

Американці продемонстрували свою активність і в Україні. У вересні 2021 р. посадовці Енергоатому та американської NuScale обговорили можливість заміни в Україні вугільних теплоелектростанцій невеликими модульними атомними реакторами<sup>2</sup>. І це, в принципі, реально: у 2020 р. у промислову експлуатацію введено першу в історії плавучу атомну теплоелектростан-

<sup>1</sup> US lures Eastern Europe with nuclear power, \$23tn clean energy market. URL: <https://www.euractiv.com/section/energy/news/us-lures-eastern-europe-with-nuclear-power-23tn-clean-energy-market/> (дата звернення: 20.01.2022).

<sup>2</sup> Енергоатом і американська NuScale планують замінити ТЕС малими атомними реакторами. URL: Енергоатом і NuScale вивчать можливість замінити ТЕС малими атомними реакторами - новини України, ТЕК - LIGA.net (дата звернення: 20.01.2022).

цію «Академік Ломоносов» потужністю 70 МВт<sup>3</sup>, а в недалекому майбутньому таке саме має намір повторити китайська ядерна державна корпорація CNNC<sup>4</sup>.

Компанії TerraPower, PacifiCorp оголосили про початок демонстраційного проекту ядерного реактора Sodium на майданчику вугільної електростанції Naughton у Вайомінгу (м. Кеммерер). TerraPower була створена засновником Microsoft Б. Гейтсом для розроблення та впровадження інноваційних технологій атомної енергетики. Енергетична компанія PacifiCorp належить відомому професійному інвестору В. Баффету. Йдеться про енергосистему майбутнього, у якій передові ядерні технології «забезпечать добре оплачувану роботу та екологічно чисту енергію на довгі роки»<sup>5</sup>.

На тлі зазначених колізій вірогідним може виявитися «помірний» сценарій енергопереходу – 68% усієї виробленої у 2050 р. електроенергії припадатиме на альтернативну енергетику, ще 10% – на АЕС (Mills, 2019). Тобто новий техноценоз буде не таким уже одіозно вітро-фотовольтаїчним.

## 2 Аналіз нинішнього стану ПЕК України

### 2.1 Загальні характеристики змін

Наприкінці існування СРСР (1990 р.) споживання ПЕР економікою України досягло 11,3 ЕДж (270 млн т н.е.). За період з 2000 по 2012 р. витрати паливно-

<sup>3</sup> Росія успішно застосувала технологію, від якої відмовилися американці. URL: [https://zikua.tv/blogs/rosia\\_ospishno\\_zastosovala\\_tekhnologii\\_vid\\_iakoi\\_vidmovylysia\\_amerikantsi\\_969929](https://zikua.tv/blogs/rosia_ospishno_zastosovala_tekhnologii_vid_iakoi_vidmovylysia_amerikantsi_969929) (дата звернення: 22.01.2022).

<sup>4</sup> В этом году КНР приступит к строительству первой национальной плавучей АЭС. URL: <https://novostienergetiki.ru/v-etom-godu-knr-pristupit-k-stroitelstvu-pervoj-nacionalnoj-plavuchej-aes/> (дата звернення: 21.01.2022).

<sup>5</sup> Билл Гейтс получил от правительства США более полутора миллиардов долларов на строительство малого быстрого реактора Sodium в Вайоминге. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/11/17/119515> (дата звернення: 25.01.2022).

енергетичних ресурсів по Україні були відносно стабільними і з ймовірністю 0,95 становили 5,7-5,8 ЕДж (137±2 млн т н.е.) на рік. Фінансово-економічна криза 2009 р. зумовила падіння попиту до 4,7 ЕДж (113 млн т н.е.), тобто виявилася хоча і не такою катастрофою для національної економіки, як на початку 1990-х років, але суттєвим випробуванням. Події ж, зумовлені політико-збройним протистоянням на сході країни, викликали падіння попиту на паливо до 4,2 ЕДж. Кожна криза була жорсткішою за попередню (Амоша, Залознова, Череватський, 2017).

Під впливом комплексу причин структура ресурсної бази країни почала змінюватися досить давно, але тенденція заміщення природного газу вугіллям стала найбільш вираженою останнім часом. І це, незважаючи на важке становище вітчизняної вугільної галузі та екологічні проблеми в тепловій енергетиці, зумовлені приєднанням України до енергетичної співдруж-

ності. За революційним сценарієм, розробленим групою науковців з Інституту економіки та прогнозування НАН України під егідою Фонду Г. Бьоля (Diachuk, Chepeliev, Podolets et al., 2017), ситуація має змінитися на користь розитку енергетики на відновлюваних джерелах (рис. 3).

Попри складні економіко-політичні явища, Україна і зараз залишається потужною енергетичною державою. У 2020 р. у країні вироблено 0,54 ЕДж (149021,5 млн кВт·год.) електроенергії, що на 51% забезпечено атомними станціями (АЕС), 26,6% надали теплові електростанції (ТЕС) зі складу генеруючих компаній, 9,8% – теплоелектроцентралі (ТЕЦ), когенераційні установки та блок-станції на підприємствах, 3,7% – гідроелектричні (ГЕС) та гідроакумулюючі (ГАЕС) станції, альтернативні джерела – 7,3%, а імпорт склав 1,5% (Чернявський, Мірошніченко, 2021).

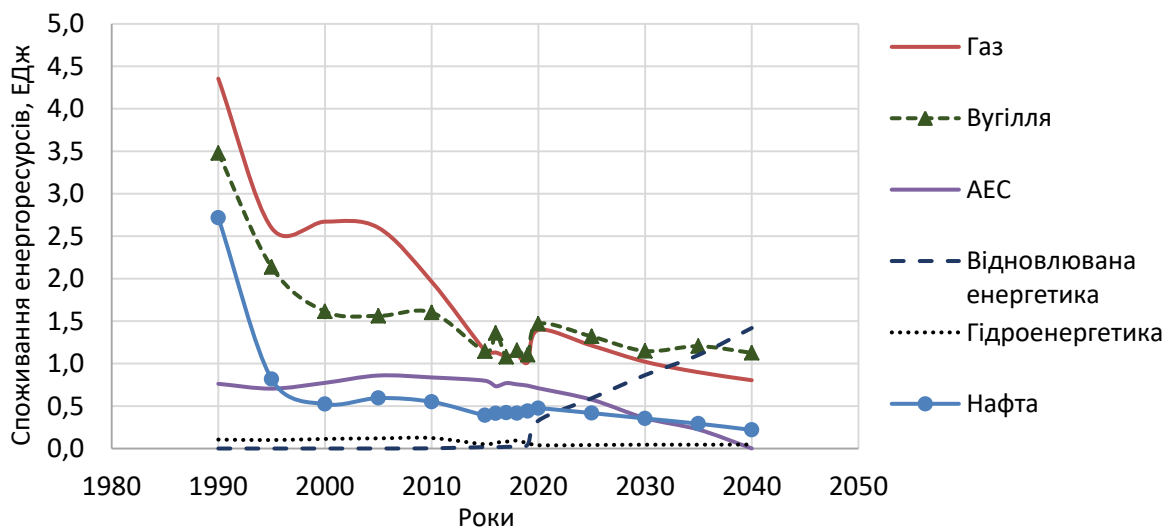


Рисунок 3 – Динаміка змін структури ресурсної бази України

Джерело: складено за даними Statistical Review of World Energy 2021 | 70th edition та прогнозами (Diachuk, Chepeliev, Podolets et al., 2017).

Протягом тридцяти років (рис. 4) питомих споживання ПЕР у розрахунку на 1 особу нелінійно зменшувалося з 220 ГДж у 1990 р. до 99 ГДж у 2020 р., а питомих споживання за той самий період у розра-

хунку на 1 дол. США за паритетом купівельної спроможності в цінах 2017 р. – з 14,0 до 12,3 МДж, проте процеси змін мали параболічний характер.

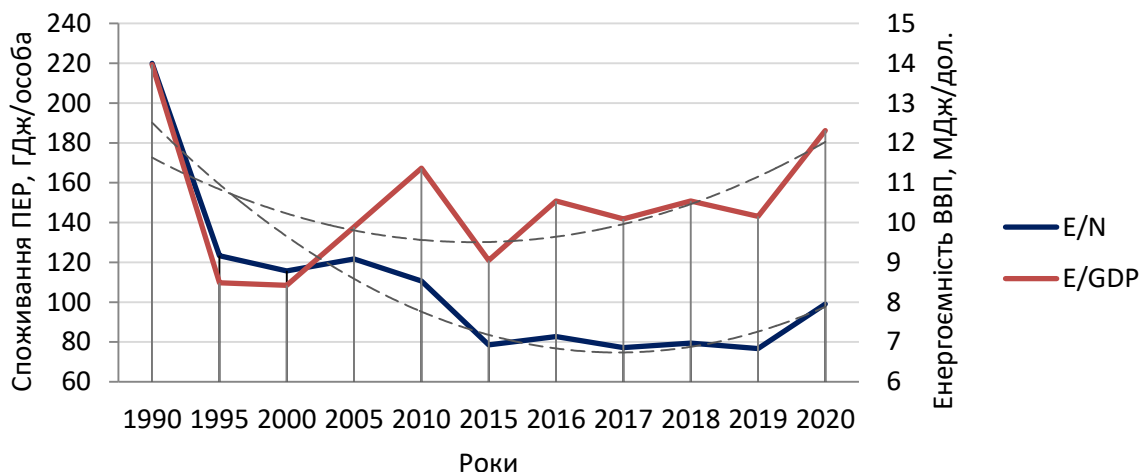


Рисунок 4 – Динаміка змін споживання первинних енергетичних ресурсів та енергоємності ВВП України

Умовні позначення:

$E$  – річне споживання ПЕР, Дж;  $N$  – кількість населення, осіб;  $GDP$  – валовий внутрішній продукт за паритетом купівельної спроможності в цінах 2017 р.

Джерело: складено за даними Statistical Review of World Energy 2021 | 70th edition та World Bank Open Data.

## 2.2 Основні проблеми вітчизняного ПЕК

За характеристикою, наведеною у схваленій розпорядженням Кабінету Міністрів України від 4 серпня 2021 р. № 907-р «Стратегії енергетичної безпеки»<sup>1</sup>, енергетична інфраструктура країни є зношеною та характеризується високими втратами енергії під час виробництва, транспортування і споживання, відсутністю енергоефективних змін, а структура та характеристики генеруючих потужностей не відповідають потребам Об'єднаної енергетичної системи України й інтересам споживачів у забезпеченні доступною та якісною електроенергією.

Зношеність електричних мереж становить понад 50% їх загального обсягу, а в розрізі окремих компаній – понад 70%, у комунальній сфері – 70%; близько 40% теплових пунктів перебувають в аварійному стані, 15,8% загальної протяжності теп-

ломереж є аварійними, із 309 тис. км газорозподільних мереж строк експлуатації спливає для 18,5 тис. км, ще щонайменше 15 тис. км мереж перебувають в аварійному стані.

Понад 44% енергії втрачається під час перетворення та транспортування до кінцевого споживача (у той час як у ЄС середній показник становить 32%).

Висока частка імпортованих енергоресурсів у структурі паливно-енергетичного комплексу знижує рівень енергетичної безпеки. У 2020 р. імпортований газ становив близько 30% сукупного споживання природного газу в Україні. Україна стала на 85% залежною від імпорту нафтопродуктів. При цьому частка нафтопродуктів, вироблених у Російській Федерації або з російської сировини (передусім у Республіці Білорусь), у структурі імпорту перевищує 80%. Україна у 2020 р. імпортувала нафтопродуктів із Російської Федерації та Республіки Білорусь на суму понад 2,4 млрд дол. США. Незадовільний рівень диверсифікації джерел і маршрутів постачання та відсутність створеної системи запасів нафтопродуктів робить Україну враз-

<sup>1</sup> Стратегія енергетичної безпеки. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 4 серпня 2021 р. № 907-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/907-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 14.11.2021).

ливою у випадку цілеспрямованого припинення поставок нафтопродуктів.

Майже всі енергоблоки теплових електростанцій і теплоелектроцентралей відпрацювали свій парковий ресурс, є технологічно застарілими. Генеруючі потужності, що працюють із використанням вугілля, є одними з найбільших забруднювачів довкілля, перебувають на межі граничного ресурсу та фізичного зносу і потребують заміщення більш сталим екологічно чистим виробництвом енергії. Поточний незадовільний технічний стан паливно-енергетичного комплексу, низький рівень енергоефективності формує виклики перед Україною, пов'язані із спроможністю виконувати міжнародні зобов'язання та адаптуватися до амбітних ініціатив ЄС, зокрема ініціативи Європейської Комісії «Європейський зелений курс». Запровадження ЄС концепції «вуглецевого відбитку» (carbon footprint) буде вимогою щодо можливості включення економіки України в загальний ланцюг виробництва в ЄС. У перспективі можливе запровадження механізмів обмеження доступу до кредитного фінансування окремих комерційних проєктів, якщо визначені екологічні вимоги не будуть дотримуватися.

По-перше, рівень шкідливих викидів перевищує не тільки нормативи ЄС у 5-30 разів, але і чинні нормативи України, зокрема, викиди твердих частинок золи, що утворюються при спалюванні вугілля, у 20-34 рази. Станом на початок 2014 р. заміни потребували енергоблоки ТЕС сумарною потужністю близько 12 млн кВт (понад 40% загальної потужності ТЕС) (Чорноусенко, 2014). По-друге, модернізація неможлива ні за вартістю заходів, ні за термінами їх реалізації. По-третє, така потужна модернізація взагалі є недоцільною через глибоку зношеність фондів електрогенерації.

За радянських часів підвищення екологічної придатності української вугільної енергетики передбачалося шляхом суттєвого скорочення частки вугілля у паливній базі ТЕС на користь природного газу і за-

міни донецького вугілля більш чистим твердим паливом із Кузбасу. Переважна більшість шахт Донбасу підлягала ліквідації (Стьрикович, Синяк, 1986, с. 52).

Паливна політика, яка була задекларована як «газова пауза», лише останнім часом через дорожнечу імпортного природного газу і за політичними мотивами була згорнута.

У 2011 р. Україна стала членом Енергетичного співтовариства, взявши на себе таким чином зобов'язання щодо дотримання умов членства цієї організації. Згідно з договором Енергетичного співтовариства Україна до кінця 2017 р. мала привести всі великі (потужністю понад 50 МВт) спалювальні установки (ВСУ) до вимог Директиви 2001/80/ЄС<sup>1</sup> про обмеження викидів забруднюючих речовин (пилу, оксиду азоту та діоксиду сірки) в атмосферу. На сьогоднішній день в Україні налічується близько 140 таких установок, 37 з яких є енергоблоками теплових електростанцій. За обсягами викидів забруднюючих речовин саме ТЕС займають найгірші позиції.

Усвідомлення неможливості реалізації вимог Енергетичного співтовариства до кінця 2017 р. спонукало Міністерство енергетики та вугільної промисловості України до розроблення Національного плану скорочення викидів від великих спалювальних установок (НПСВ)<sup>2</sup>. Це дозволило теплоенергетичним підприємствам працювати після 31.12.2017 р. у правовому полі. Метою НПСВ є поступове скорочення викидів забруднюючих речовин від існуючих великих спалювальних установок. Після завершення терміну дії Національного плану

<sup>1</sup> Directive 2001/80/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from large combustion plants. *Official Journal of the European Communities*. L 309. 27.11.2001. P. 1-21. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0080&qid=1549359344413&from=EN> (дата звернення: 11.11.2021).

<sup>2</sup> Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=244996332> (дата звернення: 10.01.2022).

мають відповідати вимогам Директиви 2010/75/ЄС<sup>1</sup> по викидах забруднюючих речовин. НПСВ встановлює обмеження річних граничних обсягів викидів діоксиду сірки, оксидів азоту та пилу за принципом, згідно з яким викиди наступного року не можуть бути більше за викиди минулого. Україна виконувала свої зобов'язання щодо дотримання граничних обсягів викидів забруднюючих речовин протягом 2018-2021 рр. тільки за рахунок суттєвого зменшення (до 40%) виробництва електроенергії на вугільних ТЕС через падіння виробітку та споживання електроенергії, викликаного подіями на сході України та скороченням сировинної бази вугільної теплоенергетики. З 01.01.2018 р. на ТЕС України не було почато спорудження жодної установи очищення димових газів від діоксиду сірки та оксидів азоту. Насамперед, це пов'язано з відсутністю фінансових механізмів реалізації природоохоронних заходів НПСВ. При збереженні існуючого стану через невиконання НПСВ у 2026 р. мають бути зупинені всі енергоблоки ТЕС.

Малозатратна модернізація ТЕС, яка включає реконструкцію котлоагрегатів, модернізацію турбоагрегатів, заміну електрофільтрів, потребує вкладення інвестицій в обсязі близько 600 дол./кВт встановленої потужності. Реалізація таких заходів може подовжити термін експлуатації енергоблоків до 15-20 років і підвищити їх ККД на 3-5%. Однак цього недостатньо для виконання вимог Енергетичного співтовариства та Директиви 2010/75/ЄС. Необхідно на кожному енергоблоці спорудити нову систему газоочищення, капітально реконструювати або замінити котельне та турбогенераторне обладнання для роботи в маневрених режимах за правилами європейської енерго-

<sup>1</sup> Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). *Official Journal of the European Communities*. L 334. 17.12.2010, P.17-119. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2010:334:FULL&from=EN> (дата звернення: 11.10.2021).

мережі ENTSO-E. Реалізація таких проєктів потребуватиме інвестицій в обсязі до 1200 дол./кВт встановленої потужності (Вольчин, Дунаєвська, Гапонич та ін., 2013). Виходячи з цього постає питання про доцільність розвитку і подальшої експлуатації вітчизняного сектору теплової енергетики як такої.

У «Стратегії енергетичної безпеки» зазначено, що атомно-промисловий комплекс України досі критично залежить від ресурсів, технологій і послуг постачальників із РФ. Власні уранодобувні підприємства перебувають у кризовому фінансовому стані та потребують значних інвестицій для збільшення видобутку. Атомні електростанції потребують продовження здійснення заходів щодо забезпечення безпечності їх функціонування, невідкладної модернізації, зокрема з метою покращення технічних характеристик, та прийняття рішень щодо будівництва нових енергоблоків.

Нафтогазовий комплекс демонструє стагнацію та падіння виробництва, хоча обсяги розвіданих покладів вуглеводнів в Україні є достатніми для зменшення імпорту мінеральної сировини та забезпечення внутрішнього ринку.

Існуючі енергоблоки атомних електростанцій мають виводитися з експлуатації у зв'язку із завершенням строку експлуатації. Однак існують складнощі з «молодими» атомними станціями, оскільки Україна залишається суттєво залежною від постачання ядерного палива з РФ, яке все ще задовольняє понад 50% обсягу потреб українських атомних електростанцій.

Певною загрозою енергетичній безпеці країни є імпорт електроенергії з Республіки Білорусь та РФ, який з початку 2021 р. періодично перевищував 1 ГВт потужності, що призводить до зменшення обсягів виробництва електроенергії вітчизняними підприємствами.

У цілому паливно-енергетичний комплекс не використовує інновації та нові технології, уже зараз існує дефіцит кваліфікованого персоналу, і ця тенденція погір-

шується у зв'язку з міграцією трудових ресурсів. Знижується здатність забезпечувати проєктні, пусконаладжувальні, сервісні послуги для підприємств паливно-енергетичного комплексу всіх форм власності силами компаній України.

Частина підприємств паливно-енергетичного комплексу, зокрема вугільні шахти та окремі теплові електростанції, розташовані на тимчасово окупованих територіях. Продовження режимів функціонування таких підприємств або порушення регламентів їх закриття підвищує ризик виникнення техногенних катастроф.

Зростання обсягів виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії, як зазначено у «Стратегії енергетичної безпеки», відбувалося без компенсуючих заходів щодо підвищення гнучкості Об'єднаної енергетичної системи України. В Україні недостатньо потужних систем накопичення енергії для покриття пікових навантажень. У структурі виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії відбувся стрімкий розвиток виробництва електроенергії з енергії сонячного випромінювання, яка характеризується високою варіативністю виробництва. Станом на початок 2021 р. обсяг потужностей відновлюваної енергетики в Україні становив 7737 МВт. Швидке зростання частки відновлюваних джерел енергії, висока залежність від погодних умов і низька маневреність такого виду виробництва ускладнюють процес прогнозування попиту та пропозиції на ринку електроенергії, що призводить до проблем балансування системи, запровадження вимушених обмежень планової роботи учасників ринку. Додатковим навантаженням є вимога щодо оплати за «зеленим» тарифом усіх обсягів електроенергії з відновлюваних джерел, не прийнятої системою через вимоги забезпечення операційної безпеки.

Таким чином, головними рисами нинішнього стану ПЕК України є:

1) критична зношеність основних генеруючих фондів та енергетичної інфраструктури;

2) низька екологічна придатність підприємств паливно-енергетичного комплексу;

3) хронічний дефіцит, велика частка імпорту і відсутність диверсифікації постачальників палива, економічна та технологічна неефективність вітчизняної паливобувної промисловості.

### **3 Довгострокові фактори і тенденції розвитку національного ПЕК**

Фактори, за якими розвивався вітчизняний паливно-енергетичний комплекс, з часом змінювалися кардинально. За часів СРСР домінуючими були фактори якості вугільних родовищ (велика глибина залягання і невелика потужність пластів, великий вміст сірки у вугіллі), а також соціальні та політичні мотиви. Саме вони обумовили рішення про відмову від місцевого вугілля з переходом на вугілля з Кузбасу й атомну енергію, а як паліатив – упровадження газової паузи, тобто розширеного споживання природного газу. Ліквідації ж вугільної промисловості Донбасу завадили спочатку соціальні, а потім політичні фактори, зокрема розпад СРСР. Останнє актуалізувало, незважаючи на негативні економічні моменти, фактор збереження вугільної промисловості як гаранта енергетичної незалежності країни.

Сьогодні розвиток вітчизняного паливно-енергетичного комплексу обумовлює фактор дефіциту маневрових потужностей і вугілля, оскільки регулюючі функції переважно виконують вугільні ТЕС, а також політичні фактори забезпечення екологічних вимог сталого розвитку та європейської інтеграції.

З урахуванням цих факторів визначено такі тенденції: більш щільна інтеграція енергосистем з ЄС; екологізація енергетики.

#### **3.1 Тенденція міжнародної інтеграції енергосистем України та ЄС**

На Євразійському континенті діють три синхронні зони: СЕС/ОЕС, UCTE та NORDEL (Юдина, 2009). Західна синхронна зона (UCTE) включає енергосистеми

23 країн континентальної Європи, що входять до Союзу з координації передачі електроенергії. З липня 2003 р. синхронно з UCTE працює Західна енергосистема України (так званий «Острів Бурштинської ТЕС»). До Східної синхронної зони (ЄЕС/ОЕС) входять енергосистеми країн СНД (за винятком Вірменії та Туркменії, енергосистеми яких функціонують паралельно з енергосистемою Ірану) та Балтії (Естонія, Латвія, Литва). Північна синхронна зона (NORDEL) поєднує енергосистеми країн Північної Європи – Швеції, Норвегії, Фінляндії та західної частини Данії.

Ці об'єднання розвивалися незалежно одне від одного, проте згодом розпочали посилювати зв'язки. Зараз між NORDEL та UCTE, а також між NORDEL та ЄЕС/ОЕС створено зв'язки постійного струму, які забезпечують можливість торгівлі електроенергією.

На конференції «Перспективи об'єднання енергосистем «Схід-Захід» (Результати ТEO синхронного об'єднання ЄЕС/ОЕС з UCTE), яка відбулася у 2009 р., доведено, що немає нерозв'язних технічних та інституційно-правових перешкод щодо створення паневропейських ринків електроенергії. Об'єднання ЄЕС/ОЕС та UCTE уможливило створення найбільшого у світі енергопростору з встановленою потужністю понад 860 ГВт, що включає 12 часових поясів, 37 країн та майже 900 млн споживачів електрики. Єдиний Євразійський простір – можливість підвищення надійності енергопостачання на всій території, розширення меж і можливостей енергоринку. І саме українські високовольтні лінії передач ЛЕП-750 та ЛЕП-400, які зараз не діють, мали виступати інтеграторами єдиної євроазіатської мережі, її транзитним коридором, а нині периферійна в зоні UCTE Польща після об'єднання – на столицю загальної енергозони (Амоша, Котляренко, 2009).

Утворення паненергетичного євразійського простору – технічно довготривалий і фінансово витратний проект, а через політичну ситуацію, що склалася в Україні та

Європі, – майже неможливий на довгі часи, як і перетворення України на потужного континентального транзитера електроенергії, втім і транзитера природного газу внаслідок введення в експлуатацію газогону «Південний потік-2».

На національному рівні Стратегічною метою сьогодення є синхронізація української та європейської електромереж зі створенням конкурентного та прозорого ринку електроенергії відповідно до вимог європейського законодавства та ринкових практик. Заплановане на 2023 р. приєднання до ENTSO-E передбачає від'єднання України від загальної електромережі з РФ та Білоруссю<sup>1</sup>.

### 3.2 Тенденція екологізації енергетики

Протягом 20 найближчих років Україна залишиться державою з потужною ядерною енергетикою, що не викликає сумнівів.

Щодо ТЕС, то екологізація енергетики, декарбонізація, зокрема відмова від вугілля як палива, може призвести до ліквідації відповідних електростанцій і поставити під загрозу енергетичну незалежність України. У зв'язку з цим пропонується оригінальний захід, здатний комплексно вирішити проблему забезпечення екологічної придатності існуючих вугільних ТЕС і, більш того, залишити їх в експлуатації на тривалий термін як енергетичні сховища на водневому паливі. Ідея базується на тому, що невитрачена електрика є втраченою, тому є сенс створити енергохімічну вертикально інтегровану систему у складі АЕС, хімічного підприємства з електролізного вироблення водню (амоніаку) і ТЕС. Електролізний спосіб отримання водню є дуже енергомістким і дорогим, що унеможливує високорентабельну діяльність як хімічних підприємств, що його виробляють,

<sup>1</sup> НКРЕКП запровадила екстрені заходи для стабілізації ринку електроенергії. *Дзеркало тижня*. 05 лютого, 2022. URL: <https://zn.ua/UKRAINE/nkreku-vvela-ekstrennye-mery-dlja-stabilizatsii-rynka-elektroenerhii.html> (дата звернення: 08.02.2022).

так і енергетичних підприємств, які використовують його як паливо. Тому раціональною може виявитися бізнес-схема, за якою електроенергію, вироблену АЕС в період нічного провалу навантаження енергосистеми, безкоштовно подають на хімічне виробництво, розташоване на території колишньої вугільної ТЕС, щоб отримати в результаті водень і запаси його у газгольдерах, а в період дефіциту електроенергії в енергосистемі переробити водневе паливо на ТЕС і реалізувати електрику як продукцію на ринку електроенергії.

Застосування водневого (амонійного) палива робить вугільні ТЕС екологічно придатними, дозволяє залишити їх у складі енергогенеруючого парку вітчизняного паливно-енергетичного комплексу, поліпшує виробничі режими експлуатації АЕС і підвищує економічну ефективність функціонування енергетики України загалом. Утворення енергохімічних вертикально інтегрованих систем зазначеного виду може стати проривним заходом щодо розвитку відновлюваної енергетики в Україні, зекономити кошти з ліквідації колишніх вугільних енергоблоків і будівництва вітрових і фотовольтаїчних електростанцій їм на заміну. До того ж, можлива диверсифікація розташованих на території ТЕС хімічних підприємств, перетворення їх на виробників попутної продукції у вигляді азотної кислоти, добрив. Схема за участю АЕС також може виявитися актуальною у випадку вітрових станцій, що не мають попиту на свою продукцію.

На тлі зазначених способів побудови енергетичного сектору дещо недооціненими слід визнати криогенні енергетичні технології, які сьогодні набувають розвитку у Великобританії (Vecchi, Li, Ding, Mancarella, Sciacovelli, 2021). Нагріте рідке повітря при поверненні в газовий стан розширюється в 700 разів, що дає йому змогу обертати з'єднану з електрогенератором турбіну. Авторство ідеї приписують англійському професорові китайського походження Ю. Діну (Yu. Ding) з університету в Лідсі. Рідке повітря – зовсім не екзотика,

французька фірма Air Liquide S.A. веде свій бізнес з 1902 р. і поширила його на 80 країн світу. Тому дивно, що раніше ніхто не здогадався скласти, не кажучи вже про патентування, конструктор із відомих більш як сто років деталей. Ніяких викидів шкідливих речовин в атмосферу, ніяких парникових газів, а переведення установки зі стану спокою в робочий режим триває лічені хвилини. Станцію можна оснастити так званою віртуальною трубою з доставленням рідкого повітря (азоту) транспортними засобами. Перший у світі енергоблок на рідкому повітрі на електростанції Scottish&Southern Energy (SSE) у британському місті Слау (Slough), прийнятий в експлуатацію у 2016 р., при потужності 350 кВт у піковому режимі функціонував як повноцінне енергосховище, здатне забезпечити споживачів 5 МВт·год. електричної енергії з ККД системи близько 70%<sup>1</sup>.

Екологічно чистий, відносно дешевий і малоенергомісткий у виробництві (до 1,2 кВт·год./кг продукції) криогенний спосіб отримання електроенергії із застосуванням рідкого повітря (азоту) в Україні може виявитися достатньо перспективним. Рідке повітря (азот) теж може стати раціональним додатком до атомних, сонячних і вітрових електростанцій як робоче тіло енергосховищ і конкурентом водневого палива.

У сфері забезпечення комунального сектору декарбонізованими тепловими енергоресурсами актуальною є децентралізація виробництва (Бабін, Коберник, Дубовський, Рейсіг, 2010). У даному контексті слід звернути увагу на запровадження електричних термодинамічних генераторів. Такі системи здатні виступати віртуальними електростанціями, базою реструктуризації теплопловиробничих комплексів у на-

<sup>1</sup> Череватський Д.Ю. Modified Atmosphere Packaging, або Коли настануть гарячі дні холодної енергетики? *Дзеркало тижня*. № 48, 16-27 грудня 2017 р. URL: [https://zn.ua/ukr/energy\\_market/modified-atmosphere-packaging-abo-koli-nastanut-garyachi-dni-holodnoyi-energetiki-263541\\_.html](https://zn.ua/ukr/energy_market/modified-atmosphere-packaging-abo-koli-nastanut-garyachi-dni-holodnoyi-energetiki-263541_.html) (дата звернення: 23.11.2021).

селених пунктах і на виробничих та агропромислових підприємствах. Україна має в цьому піонерні напрацювання: у м. Моспіне Донецької області у 2007 р. успішно було реалізовано електрокотельню на інноваційних установках гідродинамічного нагрівання води «Термер» вітчизняного виробництва потужністю близько 7 МВт. Розгортання теплоакumuлюючого обігріву на нічній електриці передбачено Енергетичною стратегією України і мало у великому масштабі розпочатися ще у 2010 р.<sup>1,2</sup> Однак у практичному плані не відбулося жодних зрушень. Хоча і сьогодні науковці відзначають доцільність електричних теплоагрегатів (Новіков, Тесленко, Ленчевський, 2021). Електричні теплогенератори – вагома відповідь і на виклик імпортного газопостачання, і на запити щодо енергетичних сховищ. Віртуальна електростанція може виступати балансуєчим механізмом усієї енергетичної системи: регулювати непостійне вироблення відновлюваних джерел енергії та пікові навантаження, бути інструментом регулювання взаємовідносин із клієнтами, а також інструментом маркетингу і реклами для окремого гравця ринку. Віртуальна електростанція описаного типу виробляє та запасає теплову енергію під час профіциту енергії в системі й переходить у режим знеструмлення під час дефіциту електричної енергії, тобто «додає» електрику за рахунок того, що перестав її споживати.

### 3.3 Тенденція енергетичної диверсифікації шахтарських регіонів

Декарбонізація як відмова від використання вугілля означає втрати людського

капіталу, крах звичного життя і деградацію вугільних регіонів. Україна «застрягла» в точці біфуркації: з одного боку, збиткові державні шахти за економічними мотивами треба закрити якомога швидше, але в шахтарських місцевих громадах Волинської, Дніпропетровської, Донецької, Луганської та Львівської областей проживає близько 850 тис. осіб.

Велика глибина розробок і розвиненість підземного простору, що для вуглевидобутку є пасивом, для гравітаційної енергетики стає визначальним активом. На закритих шахтах уже будують гідроакumuлюючі електростанції. За оцінками експертів, енергетичні хаби на теренах шахтарських регіонів можуть поширитися від США і Канади до Австралії, Південної Африки та Китаю. Технологія енергосховищ Prosper-Haniel розглядається як конкурент енергонакопичувачам Power Wall Ілона Маска. У Європі особливу увагу привертають Німеччина, Іспанія, Україна та Польща. Щоправда, такі проєкти є капіталомісткими – кошторисна вартість електростанції на шахті Prosper-Haniel у Німеччині (200 МВт) становить близько 500 млн євро, в іспанській Астурії пропонують той самий метод, але з менш потужними і менш дорогими проєктами (20 МВт, 40 млн євро), проте на даному етапі й вони для вітчизняної економіки є непосильними.

Отже, більш відповідним українським реаліям слід визнати британський проєкт Gravitricity з відносно дешевими енергетичними сховищами гравітаційного типу<sup>3</sup>. У процесі спуску вантажу підйомна машина переходить у генераторний режим із рекуперацією енергії в мережу, тобто працює як електростанція потужністю 1-2 МВт. Розробники цього проєкту для апробації власної ідеї за фінансової підтримки уряду Великобританії обрали шахтні підйоми на закритих шахтах і після успішних випробувань уже ведуть перемовини про перетворення колишньої вугільної

<sup>1</sup> Котко В. Чи можна замістити газ електрикою. URL: [https://zn.ua/ukr/energy\\_market/chimozhna-zamistiti-gaz-elektrikoju-.html](https://zn.ua/ukr/energy_market/chimozhna-zamistiti-gaz-elektrikoju-.html) (дата звернення: 10.01.2022).

<sup>2</sup> Котко В. Централізоване теплопостачання на електриці як відповідь на газовий виклик. *Дзеркало тижня*. № 29, 10-17 серпня 2007 р. URL: [https://zn.ua/ukr/energy\\_market/tsentralizovane\\_teplopostachannya\\_na\\_elektritsi\\_yak\\_vidpovid\\_na\\_gazoviy\\_viklik.html](https://zn.ua/ukr/energy_market/tsentralizovane_teplopostachannya_na_elektritsi_yak_vidpovid_na_gazoviy_viklik.html) (дата звернення: 12.10.2021).

<sup>3</sup> Gravitricity renewable energy storage. URL: <https://gravitricity.com> (дата звернення: 05.02.2022).

шахти в чеській Оставі на енергосховище потужністю 8 МВт<sup>1</sup>.

Клітьвовий підйом шахти «Білицька», що простоює з 2014 р., – це, в принципі, готова пікова електростанція: в години пік (дефіцит ресурсу в енергосистемі) навантажені вагонетки можна спускати під землю і накопичувати на рейкових шляхах, щоб у період профіциту ресурсів видавати на-гора. Вугледобувне підприємство на Донбасі зазвичай об'єднує кілька шахт, і кожна з них має декілька установок головного підйому та допоміжні підйоми (на похилих виробках) – достатньо потужний кластер «зеленої» енергетики.

На виведених з експлуатації шахтах технологія Gravitricity може бути розвинена від енергосховищ до повноцінних електростанцій. Достатньо забезпечити регулярний рух вантажів із поверхні під землю, наприклад, спускати відвальні маси для закладення виробленого простору. Кожна шахта має під землею десятки кілометрів виробок, придатних для закладки переданої з поверхні породи. Розбирання відвалів, підготовка закладних матеріалів, їх спуск і транспортування під землею, погашення виробок і власне закладка виробленого простору – ось робочі місця для працівників шахти на роки. За такого підходу перекваліфікації потребуватимуть лише деякі категорії працівників, наприклад, забійники (робочі очисних вибоїв), частка яких може скласти 15-20% персоналу шахти.

Навіть якщо на мікрорівні проєкт шахтної твердотільної електростанції загалом може виявитися збитковим, то потрібно рахувати макроекономічний ефект, його складову в системі енергопостачання, збереження власнику (державі) коштів, необхідних для фізичного закриття шахт, запобігання негативним екологічним і соціальним наслідкам.

Щоб державні шахти, які виводяться з експлуатації як підприємства з видобутку

<sup>1</sup> Gravitricity explores Czech coal mine for MW-scale storage. URL: <https://renews.biz/73143/gravitricity-explores-czech-coal-mine-for-mw-scale-storage/> (дата звернення: 10.01.2022).

вугілля, продовжили залишатися в шахтарських монопромислових містах джерелом робочих місць, необхідно здійснити їх енергетичну диверсифікацію, бажано із залученням зацікавлених у цьому енергетичних і металургійних компаній. Можливо, доцільним буде утворення міжнародного консорціуму з інвестування, проєктування, побудови та експлуатації енергетичних сховищ. Енергетичні хаби з електростанціями на базі шахт можуть стати чинником відродження Донбасу та розвитку його людського потенціалу, а поштовхом – шахтні підйомні установки, що генерують електроенергію у процесі опускання під землю породи з розташованих на поверхні відвалів. Ліквідація ж шахт означає безповоротну втрату підземних глибин, продукту, який формувався десятиліттями важкої праці великої кількості людей (Череватський, Новак, 2021).

#### *Висновки*

1. Головні домінуючі тенденції розвитку ПЕК у світі спричинені факторами глобалізації та сталого розвитку:

тенденція трилемізації. Трилема сталого розвитку цивілізації як баланс економічної, соціальної та екологічної складових обумовила енергетичну трилему: надійність, доступність для всіх, екологічність. Цілі сталого розвитку № 7 та 13 є не тільки символом боротьби та єдності протилежностей, – це контрапункт енергетичної трансформації світу загалом: людство потребує все більшої енергії, енергетика є найбільшим забруднювачем довкілля. Забезпечення гідного рівня життя (decent living standards) для всіх означає, що в деяких бідних країнах енергоспоживання має, принаймні, подвоїтися до 2030 р. і потроїтися до 2040 р., що є маловірогідним, навіть якщо все зростання енергії буде спрямоване виключно на викорінення паливної бідності. Оскільки світове суспільство у просторі двох «неможливих трієць» (енергетичної та глобалізаційної) має вибирати з трьох сценаріїв: Modern Jazz (сучасний джаз); Unfinished Symphony (незакінчена симфонія), Hard Rock (хардрок), Grand Transit із великою імовірністю може

закінчитися «хардроком» з його слабким економічним зростанням, замкнутістю в «національних квартирах», різноплановими економічними та енергетичними моделями, ресурсною автаркією і байдужістю до кліматичних пріоритетів;

тенденція позачергової зміни техноценозів. Згідно з теорією техноценозів існує домінуючий енергоресурс і домінуюча економіка, з ним пов'язана. Під впливом понять Інституту сталого розвитку людство вперше за всю історію змінює техноценоз тому, що таке рішення прийнято урядами більшості країн. Енергетичні джерела вітро-фотовольтаїчної природи стають домінуючими, і є вже кандидати на роль економік-домінантів. Незважаючи на сумніви щодо можливості самої фізичної реалізації широкомасштабної «зеленої» енергетики і негативні економічні наслідки таких трансформацій, випуск і просування нових зразків енергообладнання, організація сектору альтернативної енергетики та ін. уже сьогодні мають обіг понад 4 трлн дол.;

тенденція політизації енергетичної сфери. «Зелений» транзит викликає політичне протистояння на глобальному, національному і місцевому рівнях. Реалізація сценарію «незакінчена симфонія» потребує участі квазісвітового уряду. Здійснюється політика наднаціональних акцій за підтримки енергетики на відновлюваних джерелах (податки, субсидії та ін.). Існують протиріччя між державами, національними урядами та регіональною/місцевою владою. Наприклад, починаючи з 2015 р. у різних штатах США було внесено понад 300 законів, що забороняють або обмежують установлення вітряків. Взаємодія держави та бізнесу в розвинутих країнах перебуває у стані від «захоплення бізнесу» до «захоплення держави», зокрема корупційними заходами. Триває лобіювання різних проєктів і сценаріїв розвитку енергетики – компанії традиційних видів палива, функціонери із сектору атомної енергетики, прихильники водневих технологій, теплових насосів та ін. мають власні інтереси. У результаті найбільш імовірним є «помір-

ний» сценарій, а не тотальне домінування вітро-фотовольтаїчної енергетики.

2. Визначено такі головні риси ПЕК України:

критична зношеність основних генеруючих фондів та енергетичної інфраструктури;

низька екологічна придатність підприємств паливно-енергетичного комплексу;

хронічний паливний дефіцит, велика частка імпорту і відсутність диверсифікації постачальників палива, економічна та технологічна неефективність вітчизняної паливобудівної промисловості.

3. Фактори, які визначатимуть розвиток ПЕК України на наступні десятиліття:

дефіцит маневрових потужностей і вугілля, оскільки регулюючі функції переважно виконують вугільні ТЕС;

політичні фактори забезпечення екологічних вимог сталого розвитку та європейської інтеграції.

4. Встановлено тенденції, які обумовлять розвиток ПЕК України на наступні десятиліття:

замість утворення єдиного пан'євразійського енергетичного простору з Україною як із потужним транзитером електроенергії, що до недавнього вважалося найбільш раціональним сценарієм розвитку міжнародної енергетики, паліативним рішенням через наслідки політичних процесів і протистоянь стає синхронізація української та європейської електромереж ENTSO-E з від'єднанням України від загальної електромережі з РФ та Білоруссю;

у плані екологізації вітчизняної енергетики та збереження в експлуатації реформованих вугільних генеруючих фондів перспективним може стати створення вертикально інтегрованих систем за участю АЕС (вітрових або сонячних електростанцій), хімічних підприємств з вироблення водню (амоніаку) і реформованих вугільних електростанцій, що переважно в маневрових режимах працюватимуть на водневому (амонійному) паливі; поширення енергетичних сховищ на рідкому повітрі (азоті); децентралізація теплоенергетичних систем

на основі установок гідродинамічного нагрівання води, здатних працювати за схемою віртуальних електростанцій;

енергетична диверсифікація старопромислових шахтарських регіонів на засадах перетворення шахт на електростанції з формуванням потужних енергетичних хабів.

У перспективі доцільно детальніше розглянути питання енергетичної та економічної ефективності водневої енергетики, перспективи фотовольтаїчних станцій і енергетичних сховищ на рідкому повітрі; розробити пілотний проєкт щодо вертикально інтегрованої системи за участю АЕС, реформованої вугільної ТЕС і хімічного підприємства з вироблення водню (амоніаку); визначити економічну доцільність створення енергетичних хабів, що використовують рудничні підйомні установки, в регіонах концентрації глибоких шахт.

#### Література

- Аминов Р.З., Байрамов А.Н. (2016). Оценка эффективности получения водорода на базе внепиковой электроэнергии АЭС. *Альтернативная энергетика и экология*(ISJAEЕ). № 5-6. С. 59-70.
- Амоша А. И., Залознова Ю. С., Череватский Д. Ю. (2017). Угольная промышленность и гибридная экономика. Киев: ИЭП НАН Украины, 196 с.
- Амоша А. И., Котляренко Д. В. (2009). Украина как транзитер электрической энергии. *Стратегія і механізми регулювання промислового розвитку: зб. наук. пр.* Донецьк: ІЕП НАНУ. С. 3-9.
- Бабін М. Є., Коберник В. С., Дубовський С. В., Рейсіг В. А. (2010). Децентралізація теплопостачання як один з ефективних шляхів енергозбереження. *Наукові праці НУХТ*. № 32. С. 31-35.
- Бадалян Л., Криворотов В. (2008). Технологический перелом начала века и интересы России. *Экономические стратегии*. № 3. С. 12-19.
- Вольчин І. А., Дунаєвська Н. І., Гапонич Л. С., Чернявський М. В., Топал О. І., Засядько Я. І. (2013). Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України. Київ: Гнозіс. 308 с.
- Конопляник А. (2021). Как не угодить в водородную ловушку. *Експерт*. № 4. С. 70-74.
- Кристенсен К. М. (2004). Дилемма инноватора. Москва: Альпина Бизнес Букс. 239 с.
- Мастепанов А. (2017). Что день грядущий нам готовит. *Нефть России*. Июль-август. 11-19. URL: <https://neftrossii.ru/docs/magazines/NR/2017/NR-2017-7-8.pdf> (дата звернення: 10.01.2022)
- Новіков П. В., Тесленко О. І., Ленчевський Є. А. (2021). Екологічна оцінка ущільнення добових графіків електричного навантаження енергосистеми із застосуванням комплексів електричних теплогенераторів: зб. наук. праць XVII Міжнар. наук.-практ. конф. «Вугільна теплоенергетика: шляхи реконструкції та розвитку (Київ, 19-20 жовтня 2021 р.)». Київ: ІТЕТ НАН України, С. 154-160.
- Норт Д. (1997). Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. Москва: Фонд экономической книги «Начала», 180 с.
- Пискулова Н. (2010). Развитие мировой экономики: экологический вектор. *Мировая экономика и международные отношения*. № 12. С. 28-37.
- Родрик Д. (2014). Парадокс глобализации: демократия и будущее мировой экономики. *Экономическая социология*. 15 (2). С. 65-75.
- Сибикін Ю.Д. (2017). Основи проектування електропостачання об'єктів. Directmedia.
- Синяк Ю.В. (2017). Моделирование стоимости водородного топлива в условиях его централизованного производства. *Водородные энергетические технологии: Материалы семинара лаборатории ВЭТ ОИВТ РАН*: сб. науч. тр. Москва: ОИВТ РАН. Вып. 1. С. 39-56.
- Стаджи Д. (2021). Футуршок. *Енергобізнес*. № 28 (1221).
- Стырикович М. А., Синяк Ю. В. (1986). Исследования дальних перспектив раз-

- вигляду енергетики. *Вести Академії наук СРСР*. № 4. С. 46-54.
- Уилсон К. Л. (1985). Уголь мост в будущее. Москва: Недра. 264 с.
- Череватський Д. Ю., Новак І. М. (2021). Щодо розв'язання економіко-соціальних проблем шахтарських монопрофільних міст: зб. наук. праць XVII Міжнар. наук.-практ. конф. «Вугільна теплоенергетика: шляхи реконструкції та розвитку (Київ, 19-20 жовтня 2021 р.)». Київ: ІТЕТ НАН України. С. 178-184.
- Черноусенко О. Ю. (2014). Стан енергетики України та результати модернізації енергоблоків ТЕС. *Проблеми загальної енергетики*. Вип. 4 (39). С. 20-28.
- Чернявський М. В., Мірошніченко Є. С. (2021). Зміни в структурі генерації електроенергії в Україні та перспективи розвитку теплової енергетики: зб. наук. праць. XVII Міжнар. наук.-практ. конф «Вугільна теплоенергетика: шляхи реконструкції та розвитку (Київ, 19-20 жовтня 2021 р.)». Київ: ІТЕТ НАН України. С. 31-38.
- Юдина Л. (2009). На пути к объединению. *Мировая энергетика*. № 4. URL: [http://www.worldenergy.ru/doc\\_20\\_59\\_3081.html](http://www.worldenergy.ru/doc_20_59_3081.html) (дата звернення: 11.11.2021)
- Bryce R. (2021). Not In Our Backyard. Center of the American Experiment. URL: <https://www.readkong.com/page/not-in-our-backyard-rural-america-is-fighting-back-against-2433159> (дата звернення: 10.01.2022)
- Diachuk O., Chepeliev M, Podolets R., Trypolska G. and oth. (2017). Transition of Ukraine to the Renewable Energy by 2050. Kyiv: Publishing house "Art Book" Ltd. 88 p.
- Mensah J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*. 5(1). P. 1653531. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Mills M. P. (2019). The 'New Energy Economy': An Exercise in Magical Thinking: Report. Manhattan Institute.
- Sager J. (2016). The crown joules: Resource peaks and monetary hegemony. *Economic Anthropology*. 3(1). P. 31-42. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/sea2.12042>
- Sovacool B. (2021). Clean, low-carbon but corrupt? Examining corruption risks and solutions for the renewable energy sector in Mexico, Malaysia, Kenya and South Africa. *Energy Strategy Reviews*. 38(5). P. 100723. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.esr.2021.100723>
- Spaiser V., Ranganathan S., Swain R. B., Sumpter D. J. (2017). The sustainable development oxymoron: quantifying and modelling the incompatibility of sustainable development goals. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 24(6). P. 457-470. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2016.1235624>
- Vecchi A., Li Yo., Ding Yu., Mancarella P., Sciacovelli A. (2021) Liquid air energy storage (LAES): A review on technology state-of-the-art, integration pathways and future perspectives. *Advances in Applied Energy*. Vol. 3. P. 100047. DOI: 10.1016/j.adapen.100047
- Weizsaecker E., Wijkman A. (2018). Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. Springer. 220 p.
- Xiaohui Hu (2017). From Coal Mining to Coal Chemicals? Unpacking New Path Creation in an Old Industrial Region of Transitional China. *Growth and Changy*. 48(2). P. 233-245. DOI: <https://doi.org/10.1111/grow.12190>

## References

- Aminov, R. Z., Bairamov, A. N. (2016). Evaluation of the efficiency of hydrogen production based on off-peak electricity from nuclear power plants. *Mejdunarodnyi nauchnyi jurnal «Al'ternativnaya energetika i ekologiya» (ISJAE)*, 5-6, pp. 59-70 [In Russian].
- Amosha, A. I., Zaloznova, Yu. S., & Cherevatskyi, D. Yu. (2017). Coal industry and hybrid economy. Kiev: IEP NAN Ukrainy, 196 p. [In Russian].

- Amosha, A. I., & Kotlyarenko, D. V. (2009). Ukraine as a transit of electricity. *Strategiya i mehanizmi regulyuvannya promislivogo rozvitku*. Donetsk: Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine. pp. 3-9 [In Russian].
- Babin, M. Ye. Koberny`k, V. S., Dubovsky`j, S. V., & Rejsig, V. A. (2010). Decentralization of heat supply as one of the effective ways of energy saving. *Naukovi praci NUXT*, 32, pp. 31-35. [In Ukrainian]
- Badalyan, L., & Krivorotov, V. (2008). Technological turning point of the beginning of the century and the interests of Russia. *Ekonomicheskie strategii*, 3, pp. 12-19 [In Russian].
- Vol`chy`n, I. A. Dunayevs`ka, N. I., Gapony`ch, L. S., Chernyavs`ky`j, M. V., Topal, O. I., & Zasyad`ko, Ya. I. (2013). Prospects for the introduction of clean coal technologies in the energy sector of Ukraine. Kyiv: Gnozis. 308 p. [In Ukrainian].
- Konoplyanik, A. (2021). How not to fall into the hydrogen trap. *Ekspert*, 4, pp. 70-74 [In Russian].
- Kristensen, K. M. (2004). The innovator's dilemma. Moscow: Al'pina Biznes Buks. 239 p. [In Russian].
- Mastepanov, A. (2017). What the coming day has in store for us. *Neft' Rossii*. July-August. pp. 11-19. URL: <https://neftrossii.ru/docs/magazines/NR/2017/NR-2017-7-8.pdf> [In Russian].
- Novikov, P. V., Teslenko, O. I., Lenchevs`ky`j, Ye. A. (2021). Ecological assessment of compaction of daily schedules of electric load of the power system with the use of complexes of electric heat generators. XVII International scientific-practical conference "Coal thermal power engineering: paths for reconstruction and development" (Kyiv, 19–20 June 2021). Kyiv: Institute of heat and energy technologies of NAS of Ukraine, pp. 154-160 [In Ukrainian]
- Nort, D. (1997). Institutions, institutional change and the functioning of the economy. Moscow: Fond ekonomicheskoi knigi «Nachala», 180 p. [In Russian]
- Piskulova, N. (2010). Development of the world economy: ecological vector. *Mirovaya ekonomika i mejdunarodnye otnosheniya*, 12, pp. 28-37 [In Russian].
- Rodrik, D. (2014). The Paradox of Globalization: Democracy and the Future of the World Economy. *Ekonomicheskaya sociologiya*. 15 (2). pp. 65-75 [In Russian].
- Sibikin, Yu. D. (2017). Fundamentals of designing power supply facilities. Directmedia [In Russian].
- Sinyak, Yu. V. (2017). Modeling the cost of hydrogen fuel in conditions of its centralized production. *Hydrogen energy technologies: Laboratory Seminar Materials VET OIVT RAN*. Moscow: VET OIVT RAN. 1. pp. 39-56 [In Russian].
- Stadji, D. (2021). Futurshok. *Energobiznes*. № 28 (1221) [In Russian].
- Styrikovich, M. A., & Sinyak, Yu. V. (1986). Research of long-term prospects of energy development. *Vesti Akademii nauk SSSR*, 4, pp. 46-54 [In Russian].
- Wilson, K. L. (1985). Coal bridge to the future. Moscow: Nedra. 264 p. [In Russian].
- Cherevatskyi, D. Yu., & Novak, I. M. (2021). Concerning the solution of economic and social problems of mining mono-profile cities. XVII International scientific-practical conference "Coal thermal power engineering: paths for reconstruction and development" (Kyiv, 19–20 June 2021). Kyiv: Institute of heat and energy technologies of NAS of Ukraine, pp. 178-184 [In Ukrainian].
- Chernousenko, O. Yu. (2014). The state of Ukraine's energy sector and the results of modernization of TPP power units. *Problemy` zagal`noyi energety`ky`*, 4 (39), pp. 20-28 [In Ukrainian]
- Chernyavs`ky`j, M. V., & Miroshny`chenko, Ye. S. (2021). Changes in the structure of electricity generation in Ukraine and the prospects for the development of thermal energy. XVII International scientific-practical conference "Coal thermal power engineering: paths for reconstruction and development" (Kyiv, 19–20 June 2021). Ky`yiv: ITET NAN Ukrayiny`. 31-38 [In Ukrainian]

- Yudina, L. (2009). On the way to unification. *Mirovaya energetika*, 4. URL: [http://www.worldenergy.ru/doc\\_20\\_59\\_3081.html](http://www.worldenergy.ru/doc_20_59_3081.html) [In Russian]
- Bryce, R. (2021). Not In Our Backyard. Center of the American Experiment. URL: <https://www.readkong.com/page/not-in-our-backyard-rural-america-is-fighting-back-against-2433159>
- Diachuk, O., Chepeliev, M., Podolets, R., Trypolska, G. and oth. (2017). Transition of Ukraine to the Renewable Energy by 2050. Kyiv: Publishing house “Art Book” Ltd. 88 p.
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1), pp. 1653531. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Mills, M. P. (2019). The ‘New Energy Economy’: An Exercise in Magical Thinking: Report. Manhattan Institute.
- Sager, J. (2016). The crown joules: Resource peaks and monetary hegemony. *Economic Anthropology*, 3(1), pp. 31-42. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/sea2.12042>
- Sovacool, B. (2021). Clean, low-carbon but corrupt? Examining corruption risks and solutions for the renewable energy sector in Mexico, Malaysia, Kenya and South Africa. *Energy Strategy Reviews*, 38(5), p. 100723. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.esr.2021.100723>
- Spaiser, V., Ranganathan, S., Swain, R. B., & Sumpter, D. J. (2017). The sustainable development oxymoron: quantifying and modelling the incompatibility of sustainable development goals. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 24(6), pp. 457-470. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2016.1235624>
- Vecchi, A., Li, Yo., Ding, Yu., Mancarella, P., Sciacovelli, A. (2021) Liquid air energy storage (LAES): A review on technology state-of-the-art, integration pathways and future perspectives. *Advances in Applied Energy*, 3, pp. 100047. DOI: 10.1016/j.adapen.100047
- Weizsaecker, E., & Wijkman, A. (2018). Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. Springer. 220 p.
- Xiaohui, Hu (2017). From Coal Mining to Coal Chemicals? Unpacking New Path Creation in an Old Industrial Region of Transitional China. *Growth and Change*, 48(2), pp. 233-245. DOI: <https://doi.org/10.1111/grow.12190>

**Даниил Юрьевич Череватский,**

*д-р экон. наук, заведующий отделом*

Институт экономики промышленности НАН Украины

ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: [cherevatskyi@nas.gov.ua](mailto:cherevatskyi@nas.gov.ua)

<https://orcid.org/0000-0003-4038-6393>;

**Игорь Альбинович Вольчин,**

*д-р техн. наук, заместитель директора*

Институт теплоэнергетических технологий НАН Украины

ул. Андреевская, 19, г. Киев, 04070, Украина

E-mail: [volchyn@gmail.com](mailto:volchyn@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-5388-4984>

## ДОЛГОСРОЧНЫЕ ФАКТОРЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ

Целью статьи является определение долгосрочных тенденций и факторов развития мировой энергетики и адаптация их к украинским реалиям. Работа состоит из введения, трех разделов (основные тенденции развития мирового топливно-энергетического комплекса; анализ нынешнего состояния топливно-энергетического комплекса Украины; долго-

срочные факторы и тенденции развития национального топливно-энергетического комплекса Украины) и выводов.

Обосновано, что современные изменения мировой энергетики (Grand Transit) обусловлены идеологией устойчивого развития и имеют характер внеочередной смены техноценоза, перехода от использования ископаемого топлива к энергетике на возобновляемых источниках, преимущественно ветровой и фотовольтаической природы. Наряду с отмеченной главными тенденциями Великого перехода являются также трилеммизация и политизация энергетики. Составляющие трилеммизации: энергетическая безопасность, равенство энергетического доступа и экологическая устойчивость. Существуют три сценария развития глобальной энергетической сферы: «неоконченная симфония»; «современный джаз» и «хардрок», отличающиеся степенью экологизации и доступностью энергетических ресурсов. Политические мотивы становятся все более значимыми на всех уровнях – от глобального до местного, великие акторы лоббируют свои интересы, отмечается активность структур сферы атомной энергетики, мощных топливных компаний, владельцев газотранспортной и газораспределительной инфраструктуры.

В Украине трансформационные процессы проходят на фоне низкой экологической приемлемости и высокого износа объектов топливно-энергетического сектора и инфраструктуры, политической и экономической нестабильности. Требования декарбонизации создают вызовы самому существованию угольной энергетики, являющейся основной составляющей энергогенерирующего фонда страны, и регионам размещения шахт.

Как перспективные рассмотрены варианты развития водородной/аммиачной энергетики в виде вертикально интегрированных энергетико-химических систем с участием АЭС и реформированных угольных ТЭС; энергетической диверсификации шахтерских регионов, создания виртуальных электростанций на базе установок гидродинамического нагрева воды.

*Ключевые слова:* топливно-энергетический комплекс, развитие, декарбонизация, тенденции, факторы, техноценоз, трилемма, Grand Transit.

*JEL:* P18; P28

**Danylo Yu. Cherevatskyi,**

*Doctor of Economics, Head of Department*

Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: cherevatskyi@nas.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0003-4038-6393>;

**Igor A. Volchin,**

*Doctor of Technics, Deputy Director*

Institute of Heat and Power Technologies of NAS of Ukraine

19 Andreevskaya Street, Kyiv, 04070, Ukraine

E-mail: volchyn@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5388-4984>

## LONG-TERM FACTORS AND TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX OF UKRAINE

The objective of the paper is to define long-term factors and trends in the development of the world energy industry and their refraction to Ukrainian realities. The article consists of an introduction, three sections, namely: the main trends in the development of the global fuel and energy complex, analysis of the current state, long-term factors and trends in the development of the national fuel and energy complex of Ukraine. Conclusions end the paper.

As for the world energy sector it is shown that its modern changes – Grand Transit – are due to the ideology of sustainable development and have the character of an extraordinary change in the technocenosis, the transition from the use of fossil fuels to energy from renewable sources, mainly – wind and photovoltaic nature. Along with the major tendencies of the Great Transition, there is also the trilemization and politicization of energy sector. Trilemization components are: Energy Security, Energy Equity and Environmental Sustainability. There are three scenarios for the development of the global energy – Unfinished Symphony, Modern Jazz and Hardrock, distinguished by the degree of greening and the availability of energy resources. Political motives are becoming more and more significant at all levels – from global to local. Major players are lobbying their interests, there is an activity of structures from the field of nuclear energy, powerful fuel companies, owners of gas transportation and gas distribution infrastructure.

In Ukraine, transformation processes are taking place against the backdrop of low environmental acceptability and high depreciation of fuel and energy sector facilities and infrastructure, political and economic instability. The requirements of decarbonization create challenges to the very existence of coal energy, which is the main component of the energy generating fund of the country and the regions, where mines are located. Options for the development of hydrogen/ammonia energy in the form of vertically integrated energy-chemical systems with the nuclear power plants and reformed coal-fired thermal power plants are considered as promising; energy diversification of mining regions; the creation of virtual power plants based on hydrodynamic water heating installations.

*Keywords:* fuel and energy complex, development, decarbonization, trends, factors, technocenosis, trilemma, Grand Transit.

*JEL:* P18; P28

*Формат цитування:*

Череватський Д. Ю., Вольчин І. А. (2022). Довгострокові фактори і тенденції розвитку паливно-енергетичного комплексу України. *Економіка промисловості*. № 1 (97). С. 5-31. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.005>

Cherevatskyi, D. Yu., & Volchin, I. A. (2022). Long-term factors and trends in the development of the fuel and energy complex of Ukraine. *Econ. promisl.*, 1 (97), pp. 5-31. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.005>

*Надійшла до редакції 12.02.2022 р.*

**Віра Анатоліївна Нікіфорова,***канд. екон. наук, старший науковий співробітник*

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

E-mail: [nikiforova\\_V@nas.gov.ua](mailto:nikiforova_V@nas.gov.ua)<https://orcid.org/0000-0001-7644-5821>

## ДОВГОСТРОКОВІ ФАКТОРИ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЇ УКРАЇНИ

Статтю присвячено дослідженню довгострокових факторів і тенденцій розвитку металургійної промисловості України в контексті впливу глобальних галузевих трендів. Її актуальність пояснюється значимістю галузі у світовій та національній економіці, а також необхідністю урахування сучасних економічних, технологічних, суспільних та кліматичних викликів і можливостей майбутнього розвитку.

Визначено, що провідними факторами розвитку світової металургії в довгостроковій перспективі є попит на металопродукцію, упровадження новітніх технологій і посилення державної промислової політики. Їх вплив проявлятиметься у збільшенні споживання сталевих виробів унаслідок зростання чисельності населення, підвищенні ефективності металургійного виробництва в результаті впровадження «розумних» технологій, посиленні державної підтримки галузі, зокрема за рахунок протекціоністських заходів.

Основними довгостроковими тенденціями розвитку металургії у глобальному масштабі, зумовленими дією зазначених факторів, є зміни географічної та продуктової структури світового металоринку в бік лідерства азіатського регіону та збільшення використання високоміцних сталей; підвищення екологічності галузі з метою досягнення кліматичної нейтральності внаслідок упровадження проривних технологій; збільшення металоємності ВВП через зростання обсягів виробництва сталі, що демонструє досить міцні позиції металургійної промисловості в економіці.

Виявлено певне зниження ролі таких традиційних факторів розвитку сталеливарної галузі, як ціни на металопродукцію, інвестиції та сировина, у зв'язку з підвищенням значимості засобів і напрямів використання ресурсів замість їх простої наявності.

Обґрунтовано, що головними факторами розвитку металургії в Україні в довгостроковій перспективі, які здебільшого є тотожними світовим унаслідок її надмірної експорторієнтованості, виступають зміни на глобальному металоринку, розвиток новітніх технологій і покращення конкурентного середовища, а довгостроковими тенденціями – зміни попиту на металопродукцію, підвищення екологічності галузі та зниження металоємності ВВП.

Вплив наведених факторів і тенденцій в основному має негативний характер і може призвести до зменшення ролі металургії в економіці через значне відставання країни за темпами впровадження новітніх технологій на тлі зростання конкуренції на зовнішньому ринку, відсутності дієвої промислової політики в умовах нерозвиненості внутрішнього металоринку, можливого зменшення попиту на металопродукцію в контексті скорочення чисельності населення і зниження обсягів виробництва металу.

Покращенню ситуації сприятимуть удосконалення конкурентного середовища за допомогою розроблення довгострокової стратегії розвитку галузі у вигляді окремого нормативного акта, активізація внутрішнього ринку, розвиток фундаментальної та галузевої нау-

© В. А. Нікіфорова, 2022

ки для розроблення передових технологій Індустрії 4.0 та підтримка органів державної влади у просуванні металургійної продукції на ринки іноземних держав.

*Ключові слова:* металургійна промисловість, довгострокові фактори, довгострокові тенденції, розвиток, Україна, географічна структура металоринку, новітні технології, екологічні вимоги, промислова політика, протекціонізм, металоємність ВВП.

*JEL:* L61; L52; F01; O14; O13; O30; O52; Q50

Глобальна металургійна промисловість протягом останніх двадцяти років демонструвала здебільшого позитивну динаміку сталеплавильних потужностей, виробництва та споживання металопродукції (зростання обсягів більш ніж у 2 рази у 2020 р. порівняно з 2000 р.), забезпечуючи світ одним з основних конструкційних матеріалів – сталлю та здійснюючи значний внесок у розвиток економіки.

Однак непохитне місце галузі у людській діяльності не тільки в останні роки, але і протягом двох століть, а також ефективність традиційних методів управління нею наразі опинилися під питанням. Динаміка природно-кліматичних, соціально-економічних і суспільно-політичних змін в умовах упровадження новітніх технологій Четвертої промислової революції потребує переосмислення факторів і тенденцій розвитку металургії в довгостроковій перспективі (не менше 15 років) на предмет їх відповідності сучасним викликам і можливостям розбудови конкурентоспроможного сталеливарного виробництва.

Українська металургія історично і традиційно була невід'ємною частиною світової галузі, займає лідируючі позиції як виробник та експортер металопродукції, однак разом з тим істотно залежить від зовнішньої кон'юнктури. Останнє означає суттєвий вплив будь-яких перетворень на глобальному металоринку на розвиток вітчизняної металургії з практично нульовою можливістю їх уникнути. Це, у свою чергу, потребує виявлення оновлених довгострокових факторів і тенденцій розвитку галузі, що підкреслюється її значущістю для національної економіки.

Так, у 2020 р. частка металургії в загальному обсязі реалізованої продукції в

економіці в цілому становила 3,8% (15,0% у промисловості), у загальній вартості основних засобів – 4,2% (10,9% у промисловості), у середньообліковій кількості штатних працівників – 2,5% (10,3% у промисловості), у загальному обсязі валової доданої вартості – 2,2% (у 2019 р.), питома вага недорогих металів та виробів із них у загальному обсязі експорту – 18,4%, у загальному обсязі перевезень вантажів залізничним транспортом – 7,4%, морським – 58,9%.

Дослідження новітніх факторів і тенденцій розвитку металургії відображено у працях багатьох учених. Особливе значення в довгостроковій перспективі автори приділяють споживанню металу, попиту на металопродукцію та металоємності економіки, які, на їх думку, залежать від рівня розвитку країни та здебільшого визначають її енергетичну й екологічну політику (Döhrn, Krätschell, 2014; Wårell, 2014; Bordigoni, Cattier, 2016; Gao, Wang, Liu et al., 2019; Устинов, 2019; POSCO Research Institute, 2018).

Значну кількість робіт присвячено питанням впливу на розвиток галузі найсучасніших техніко-технологічних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності, безпеки праці, поліпшення комунікацій тощо, серед яких провідну роль відіграє цифровізація економіки і суспільства (Je-Ho Cheong, 2016; Choi Dongyong, 2017; Romanova, Sirotin, 2019; Branca, Fornai, Colla, Murri, Streppa, Schröder, 2020).

Чільне місце серед досліджуваних довгострокових трендів посідає підвищення екологічності металургійної промисловості та її декарбонізація, що можливо як завдяки розвитку новітніх технологій, так і

внаслідок посилення суспільних вимог щодо рівня життя та соціальної відповідальності бізнесу (Allwood, Cullen, Milford, 2010; Rissman et al., 2020; Wang, Ryberg, Yang et al., 2021; Буданов, 2021).

Питання перспективного розвитку світової металургії також є предметом досліджень таких міжнародних організацій, як Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) (OECD, 2019), Всесвітній економічний форум (ВЕФ) (WEF, 2015; WEF, 2017), Світова організація виробників сталі (Worldsteel) (Worldsteel, 2021; Martínez C., 2021), McKinsey & Company (Frank, Van Noey, 2021). Їх публікації охоплюють практично весь спектр проблем галузевої діяльності в окремих регіонах й у світі загалом.

Металургійна промисловість традиційно залишається в центрі уваги вітчизняних дослідників. Лише за останні роки проблематиці галузі присвячено чимало наукових праць, у яких проаналізовано її сучасний стан (Кушакова, 2019; Мушнікова, 2019), виявлено основні фактори, тенденції та проблеми розвитку (Гончарук, Ігнашкіна, Броннікова, 2020; Гринько, Андросова, 2019; Янголь, 2019), розкрито різні аспекти діяльності – від динаміки виробництва та експорту (Забашта, 2019) до питань технологічної модернізації (Венгер, Хаустов, 2019) та глобальної конкурентоспроможності (Кравчук, Матросова, 2020).

Водночас у вітчизняній науці бракує актуальних досліджень щодо визначення напрямів стратегічних перетворень у металургії в умовах переоцінки проблем, чинників, завдань і перспектив промислового розвитку в Україні та світі в контексті нових викликів епохи Четвертої промислової революції.

*Метою* статті є виявлення довгострокових факторів і тенденцій розвитку металургійної промисловості України в контексті новітніх викликів соціально-економічного, техніко-технологічного, екологічного та гуманітарного характеру й

особливостей місця і ролі галузі на світовому та внутрішньому металоринку.

Дослідження виконано на основі інформації Державної служби статистики України (Державна служба статистики України, 2022), World Steel Association (Worldsteel, 2022) та Світового банку (World Bank, 2022) станом на 10.01.2022 р. Статистичні дані по Україні за 2014-2020 рр. наведено без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, м. Севастополя і частини Донецької та Луганської областей.

Основний виклад матеріалу розпочато з визначення довгострокових факторів і тенденцій розвитку світової металургії як загальних рамкових умов їх формування в Україні.

### **Довгострокові фактори і тенденції розвитку світової металургії**

Слід відзначити, що виокремлення саме цих довгострокових факторів і тенденцій певною мірою є умовним. Їх кількість є більшою, вони щільно пов'язані між собою, характеризуються взаємним впливом і динамічністю. Однак з урахуванням історичної ретроспективи галузевої діяльності, її сучасного стану та загальних тенденцій розвитку економіки, науки та суспільства саме ці фактори і тенденції відіграватимуть визначальну роль у розвитку металургії майбутнього. Основні з них представлено у вигляді схеми (рис. 1).

На думку фахівців й експертів, метал є та залишатиметься одним з основних конструкційних матеріалів, від наявності якого залежатиме ефективний розвиток металоспоживаючих галузей (машинобудування, будівництво, добувна, енергетична тощо) завдяки його відносно низькій вартості, можливості майже 100-відсоткової переробки та поліпшення якості під час цієї переробки, на відміну від інших матеріалів, зокрема бетону та дерева (Worldsteel, 2018; Worldsteel, 2021).

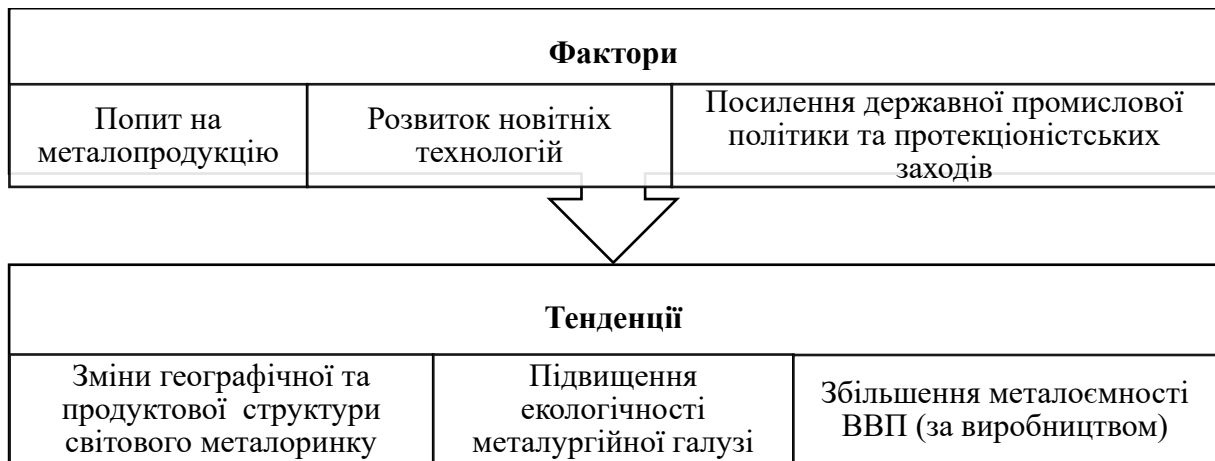


Рисунок 1 – Довгострокові фактори і тенденції розвитку світової металургії

Джерело: складено автором.

### Довгострокові фактори розвитку світової металургії

#### Попит на металопродукцію

За прогнозом Комітету зі сталі ОЕСР, попит на металопродукцію зростатиме. Так, до 2035 р. видиме споживання та виробництво сталі зросте приблизно на 8% – до 1,87 та 2,02 млрд т відповідно (OECD, 2017, с. 22), у той час як споживання металевих руд і металів у більш віддаленій перспективі (до 2060 р.) може збільшитися до 20 Гт порівняно з 9 Гт у 2017 р. (OECD, 2019, с. 3, 124).

Попит на сталь здебільшого підвищуватиметься внаслідок зростання чисельності населення у світі та процесу урбанізації. За даними ООН, до 2050 р. кількість населення зросте на 2 млрд і становитиме 9,7 млрд осіб, більшість з яких проживатиме в містах: показник сягне майже 70% у 2050 р. порівняно з 55% у 2020 р. (ООН, 2021с). Це означає підвищення попиту на житло, транспортні засоби та інфраструктуру, основним конструкційним матеріалом для яких залишатиметься метал.

При дослідженні майбутнього попиту на металопродукцію неможливо обійти таку серйозну проблему для економічного розвитку, як пандемія COVID-19. Хоча власне металургійні підприємства працювали і продовжують працювати під час карантину, зміни торкнулися зменшення ємності багатьох ринків збуту у сфері послуг

(туризм, торгівля, ресторанний бізнес, перевезення тощо) внаслідок прямих обмежень на пересування населення, закриття підприємств і скорочення купівельної спроможності споживачів.

У даному контексті подальший розвиток галузі та її відновлення після завершення пандемії приведе до зростання кількості та закріплення співробітників, які працюють дистанційно, за допомогою прискорення реалізації цифрових стратегій, трансформації глобальних виробничо-збутових ланцюжків через труднощі з імпортом сировини, розширення співробітництва з державними та громадськими організаціями та посилення державної підтримки (Deloitte, 2020). У свою чергу, збереження значної кількості дистанційних працівників у багатьох інших галузях може потребувати покращення їх житлових умов, що дасть поштовх розвитку будівництва, або зменшення з цієї самої причини транспортних перевезень, що позначиться на сортаментній структурі виробленої сталевих продукції.

#### Розвиток новітніх технологій

Іншим довгостроковим фактором, вплив якого істотно змінює «обличчя» металургійної промисловості, є розвиток новітніх технологій. Четверта промислова революція обумовлює перехід від автоматизації підприємств до інтелектуалізації всіх процесів за допомогою «розумних»

технологій, унаслідок чого створюються нові цінності.

У сталеливарній галузі в рамках цифровізації виробництва використовуються (Kumar, Bandi, Tenneti, 2019, с. 19-23):

Інтернет речей (IoT), який дозволяє отримувати сповіщення про технічний стан обладнання, що економить енергію, скорочує витрати та час простоїв, підвищує ефективність роботи;

роботи та дрони, оснащені штучним інтелектом, вбудованим у машинне навчання, які можуть збирати дані, перевіряти партії товарів на наявність помилок, автоматизувати транспортування незавершеного виробництва або готової продукції, відстежувати обсяги виробництва, а також запобігати ризикам безпеки за допомогою предиктивної аналітики, працюючи цілодобово;

3D-друк, який повільно досягає точки, коли покупці можуть швидко засвоїти технологію та отримати більше застосувань у сталеливарній промисловості. Дизайн роздрукованих об'єктів можна легко покращити, а деталі можуть вироблятися за запитом за наявності принтерів й основного матеріалу – сталевих порошків;

штучний інтелект, який включає предиктивну та превентивну аналітику, дозволяючи уникнути витрат, пов'язаних зі збоями в ланцюжку постачання, прогнозувати попит, оптимізувати виробництво, вихідні перевезення, наскрізну продуктивність і прибутковість за рахунок інтеграції та взаємозв'язку різних бізнес-операцій і планів;

великі дані, які використовують прогнозу аналітику, зокрема логістичну регресію та нейронні мережі, допомагають при розрахунку нестачі сировини та можливих затримок із доставкою, відстеженні даних про позапланові простої виробництва та стану активів тощо.

Із розвитком цих технологій не тільки відбувається перетворення підприємств на «розумні», але і виникають нові виробництва та послуги – «розумні» автомобілі, енергетика, будівлі, що приводить до глибоких прямих і непрямих змін у металургійній промисловості. Непрямий вплив на

сталевий попит проявляється через метало-споживаючі галузі, прямий – через процес виробництва металу. «Розумні» заводи можуть зменшити виробничі витрати за рахунок підвищення ефективності роботи, скорочення відходів і швидшого прийняття рішень (Choi Dongyong, 2017, с. 9).

Технологічні зміни стосуються й енергетичної складової виробничого процесу. У металургії досліджується та подекуди вже реалізується можливість використання водню замість вуглецевого відновника. Засноване на водні рішення для прямого відновлення дозволяє безпосередньо використовувати будь-які види залізної руди, практично виключаючи вуглецевий слід при виробництві металу, переробляти побічні продукти та виконувати процеси з максимальною енергоефективністю. Цю технологію вже почали активно розвивати великі металургійні компанії: Arcelor Mittal, Voestalpine, SSAB, Dillinger та ін. Японська Nippon Steel заявила про наміри до 2025 р. відмовитися від технології використання вуглецю на користь водню. На сьогоднішній день такої промислової установки немає, але коли її буде запущено, деякий час вона працюватиме в невеликих масштабах.

Серед сталеплавильних технологій і надалі використовуватимуться киснево-конвертерний та електросталеплавильний процеси і суміщені процеси виплавки та прокатки металу. Наразі більшість нових технологічних ліній намагаються будувати в тому чи іншому модульному вигляді, що дозволяє економити площі, скорочувати логістичні витрати і час виконання замовлення. Існують модулі, які поєднують плавлення, розливання і гарячу прокатку, а також холодну прокатку рулонів або довгомірного прокату, витягування дроту та ін. Тобто на виході з цеху отримується не тільки гарячекатаний прокат, але і продукція вищих переділів (Метінвест, 2020).

#### ***Посилення державної промислової політики та протекціоністських заходів***

На глобальному рівні наразі простежується підвищена увага до промислової політики та посилення ролі держави, особ-

ливо в новітніх виробництвах. За даними GMK-Center, більше 80 країн мають формалізовані стратегії промислового розвитку, і саме на них припадає 90% світового ВВП (Зінченко, Тарасенко, Глуценко, Бердинських, Пашинський, 2019, с. 7). Навіть ті країни, які раніше пропагували вільне ринкове регулювання, визнають зростаючу необхідність державного втручання та підтримки критично важливих для економіки галузей. Металургія може або підпадати під дію більш загальних нормативних документів щодо розбудови промисловості, або ж мати власну стратегію розвитку.

Окремими прикладами подібних документів у Європі є «Нова індустріальна стратегія Європи» (A New Industrial Strategy for Europe, 2020) та «Сталь: забезпечення стійких робочих місць та економічного зростання у Європі» (Steel: Preserving sustainable jobs and growth in Europe, 2016), в Індії – «Національна металургійна політика 2017» (National steel policy 2017, 2017), у Китаї – «Вироблено в Китаї 2025» (Made in China 2025, 2015), у США – «Закон про інфраструктурні інвестиції та робочі місця» (Infrastructure Investment and Jobs Act, 2021), у РФ – «Зведена стратегія розвитку обробної промисловості Російської Федерації до 2024 року та на період до 2035 року» (Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года, 2020) та «Стратегія розвитку чорної металургії Росії на 2014-2020 роки і на перспективу до 2030 року» (Стратегия развития черной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030 года, 2014).

Глобально до основних питань довгострокової промислової політики входять розвиток проривних технологій, посилення захисту довкілля, забезпечення безперебійних поставок сировини, підвищення стандартів безпеки та здоров'я співробітників, зайняття нових ніш на світовому ринку тощо.

Значний вплив на розвиток металургії у світлі розширення державного втручання має посилення протекціоністських заходів. Як приклад можна навести одержання металургами США великих замовлень у рамках реалізації нового федерального закону про масштабні державні інвестиції в інфраструктуру, з яких 225 млрд дол. припадають на програми, які формують додатковий попит на сталь (Railway Supply, 2021), або заклик Європейської асоціації виробників сталі (EUROFER) до Єврокомісії скоротити щорічне збільшення обсягу квот на імпорт сталі до ЄС з 3 до 1%, оскільки поточний рівень лібералізації квот сприяє їх зростанню до рівня, що перевищує попит (GMK-Center, 2022).

Крім цього, заходом непрямої підтримки цілком можна вважати підвищення екологічних стандартів у розвинутих країнах. Так, члени Європарламенту пропонують скоротити перехідний період запровадження механізму Carbon Border Adjustment (CBAM) до кінця 2024 р., який покликаний зрівняти умови для постачальників металопродукції до ЄС, до яких унаслідок м'якшого місцевого законодавства можуть висуватися більш низькі вимоги щодо рівня викидів (Левчук, 2022).

### **Довгострокові тенденції розвитку світової металургії**

#### ***Зміни географічної та продуктової структури світового металоринку***

Протягом останніх 30 років спостерігалися кардинальні зрушення у структурі глобального виробництва та споживання металопродукції. Загальне зростання показників відбувалося нерівномірно, коли деякі країни, що розвиваються, зайняли лідируючі позиції на світовому металоринку внаслідок вищих темпів економічного зростання, тоді як розвинуті (США, країни Європи, Японія, Південна Корея) зменшивши присутність на ринку, зосередилися на якості продукції, що виробляється, та посиленні соціальної відповідальності бізнесу, включаючи екологізацію металургійної галузі (див. таблицю).

Таблиця – Динаміка географічної структури світового виробництва та споживання металопродукції, % від загального обсягу

Країна (регіон)	Виробництво				Споживання			
	1992	2000	2010	2019	1992	2000	2010	2019
Європа	26,0	24,8	14,3	10,5	23,3	24,4	13,4	10,8
СНД	16,4	11,6	7,5	5,4	12,8	4,3	3,8	3,3
Північна Америка	14,9	15,9	7,8	6,4	17,2	20,3	8,7	7,9
Південна Америка	4,5	4,6	3,1	2,2	2,9	3,4	3,3	2,1
Африка	2,0	1,6	1,2	0,9	2,2	1,9	2,4	2,2
Близький Схід	0,8	1,3	1,4	2,4	2,1	2,6	3,7	2,7
Азія, у тому числі:	34,4	39,2	64,1	72,0	38,6	42,3	64,2	70,6
Китай	<b>11,2</b>	<b>15,1</b>	<b>44,5</b>	<b>53,1</b>	<b>11,6</b>	<b>16,3</b>	<b>44,6</b>	<b>51,4</b>
Індія	2,5	3,2	4,8	5,9	2,6	3,6	4,9	5,8
Японія	13,6	12,5	7,6	5,3	13,2	10,0	4,8	3,6
Океанія	1,1	0,9	0,6	0,3	0,9	0,9	0,6	0,4

Джерело: розраховано за даними World Steel Association.

Безапеляційним лідером у процесі завоювання світового металоринку, який і надалі залишатиметься актуальним, є азійський регіон на чолі з Китаєм. І хоча деякі традиційні сталевиробники (Японія, Південна Корея) дещо знизили виробництво, інші країни (Індія, В'єтнам, Індонезія, Малайзія) нарощують як виплавку та споживання металу, так і обсяги сталеплавильних потужностей, щоб не залежати від імпорту при розбудові власних металоспоживаючих виробництв. Те саме стосується деяких арабських (Туреччина, Іран, Єгипет, Саудівська Аравія) та латиноамериканських (Бразилія, Мексика) країн. Країни СНД продовжують втрачати позиції через низькі темпи економічного зростання та відсутність дієвої галузевої політики. Сортаментна структура продукції, що виробляється, також зазнала змін, і внаслідок еволюції потреб клієнтів можна припустити подальше зростання попиту на високоміцні марки сталі, сталі з високою ударною в'язкістю та корозійною стійкістю. Особливо це помітно в автомобілебудуванні, де норми безпеки та економії палива, які постійно підвищуються, змушують виробників розробляти більш легкі, екологічні та надійні машини. Типовий сучасний автомобіль містить близько 30% високоміцних

(HSS) та 30% прогресивних високоміцних сталей (AHSS) із подальшою тенденцією до зниження частки «м'яких» низьковуглецевих низьколегованих сталей (Choi Dongyong, 2017, с. 10-11; Метінвест, 2020).

#### *Підвищення екологічності металургійної галузі*

Однією з найважливіших та широко обговорюваних довгострокових тенденцій розвитку металургії є підвищення її екологічності, що виступає частиною глобальних заходів боротьби зі зміною клімату.

За підсумками Конференції ООН з питань зміни клімату у Глазго (КС-26), яка відбулася у листопаді 2021 р., було визнано, що вплив зміни клімату буде набагато нижчим при підвищенні температури на 1,5 °С порівняно з 2 °С (температурна мета Паризької угоди), що потребуватиме швидкого, глибокого та стійкого скорочення глобальних викидів парникових газів, включаючи зниження глобальних викидів вуглекислого газу на 45% до 2030 р. порівняно з рівнем 2010 р. та до нуля приблизно в середині століття, а також глибокого скорочення обсягу інших парникових газів (UN Climate Change, 2021, с. 3).

Країни розробляють кліматичні плани для досягнення загальної мети з виок-

ремленням галузевих пріоритетів. Наприклад, згідно з «Європейським зеленим курсом» (European Green Deal) європейська металургія має продемонструвати 55-відсоткове зниження викидів CO<sub>2</sub> вже у 2030 р., а у 2050 р. – досягти кліматичної нейтральності (European Commission, 2019, с. 4), тоді як Китай планує стати вуглецево нейтральним до 2060 р., але при цьому пік викидів CO<sub>2</sub> припаде саме на 2030 р. (GMK-Center, 2021b).

За даними Worldsteel, у 2020 р. загальний обсяг прямої емісії CO<sub>2</sub> у металургії становив близько 2,6 млрд т, або 7-9% глобальних антропогенних викидів вуглекислого газу. Для того щоб галузь змогла досягти вуглецевої нейтральності, асоціацією було розроблено візію даного процесу, де основними напрямками визначено поліпшення діяльності металургійних заводів (оптимізація вибору і використання сировини, підвищення енергоефективності та мінімізація відходів, підвищення надійності процесу та прибутковості), максимальне використання металобрухту (з 390 млн т у 2018 р. до 600 млн т у 2030 р. і 900 млн т у 2050 р.) та розвиток проривних технологій безвуглецевого виробництва (Ekdahl, 2021).

Однак використання сучасних найкращих практик (підвищення енергоефективності, заміна коксу та пиловугільного палива на деревне вугілля, синтез-газ і водень, виробництво сталі в електродугових печах із використанням брухту та збільшення використання брухту в киснево-конвертерному виробництві) дозволить скоротити викиди не більш ніж на 25-30%. Цього недостатньо, щоб досягти необхідних цілей зниження викидів. Для безвуглецевого виробництва потрібні нові технології, які поки що перебувають на різних стадіях розроблення: уловлювання та захоронення / утилізація вуглекислого газу (CCS / CCU), використання біогазу або водню замість природного газу у виробництві заліза прямого відновлення, відновлювальне плавлення, електролітичний процес вироб-

ництва заліза з використанням електроенергії з відновлюваних джерел (GMK-Center, 2021a, с. 9-19).

Крім того, за оцінками Міжнародного енергетичного агентства (IEA), залежно від застосовуваних технологій витрати на виплавку сталі зростуть на 10-50%. У зв'язку з цим металургійна галузь потребуватиме державної підтримки, а конкретні способи вирішення проблеми глобального потепління мають визначитися національною специфікою (Укрудпром, 2021).

### ***Збільшення металоємності ВВП (за виробництвом)***

Ще однією тенденцією розвитку світової металургії є зростання металоємності ВВП унаслідок позитивної динаміки як обсягів ВВП, так і виплавки металу, за виключенням періоду фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр. і деякої нестабільності виробництва сталі у 1990-х роках (рис. 2).

Незважаючи на те що показник протягом останніх 30 років коливався, його значення прагнуло до збільшення, що означає досить міцні позиції галузі у структурі економіки. Однак у довгостроковій перспективі металоємність може дещо знизитися в результаті ширшого використання більш легких і міцних сталей у «розумних» будівлях, енергетичній інфраструктурі, автомобіле- та суднобудуванні (Choi Dongyong, 2017, с. 10-11).

Слід відзначити, що металоємність ВВП не є однорідною по всьому світу. Вона зростає швидше у країнах, що розвиваються, внаслідок більш динамічної розбудови інфраструктури та житла та сповільнюється в розвинутих країнах, зосереджених на інноваціях та якості. На думку авторів (Döhrn, Krättschell, 2014; Wårell, 2014; Gao, Wang, Liu et al., 2019), динаміка показника залежить від рівня доходу на душу населення, і поворотним моментом поступового зниження металоємності, хоч і з великою обережністю, називаються суми 19 та 30 тис. дол.

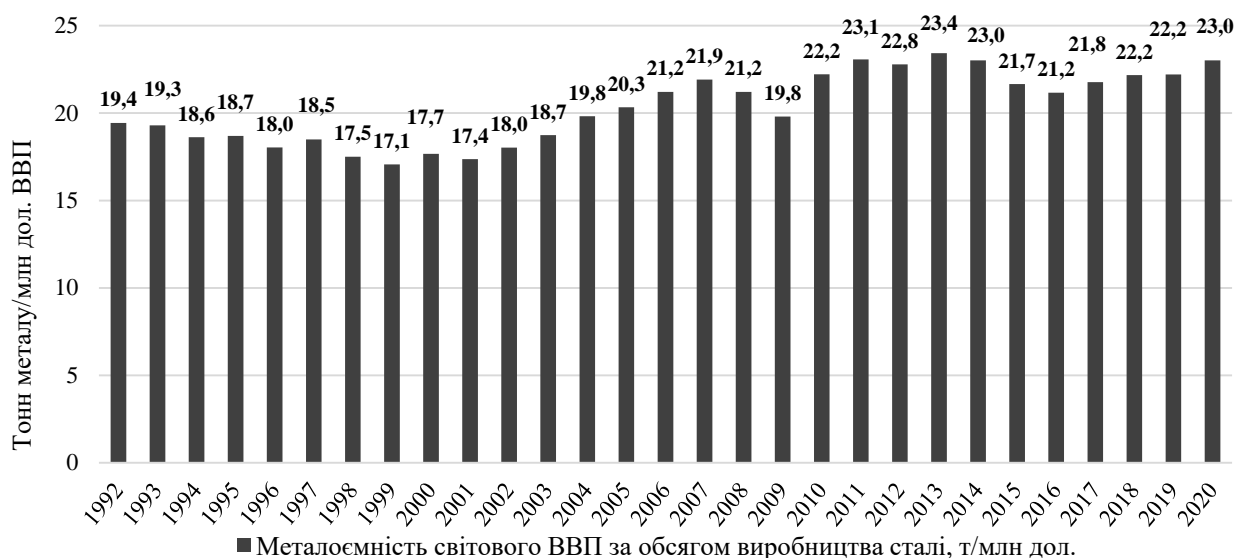


Рисунок 2 – Динаміка металоемності ВВП у світі за обсягом виробництва сталі (ВВП у постійних цінах 2015 р.)

Джерело: розраховано за даними World Steel Association та World Bank.

#### Аналіз нинішнього стану металургії України

Металургія України є невід’ємною частиною світової галузі та після набуття країною незалежності традиційно посідала чільне місце серед виробників й експорте-

рів металу, будучи базовим видом діяльності національної економіки. Незважаючи на це, роль України за обсягами виплавки сталі на глобальному рівні має негативну тенденцію (рис. 3).

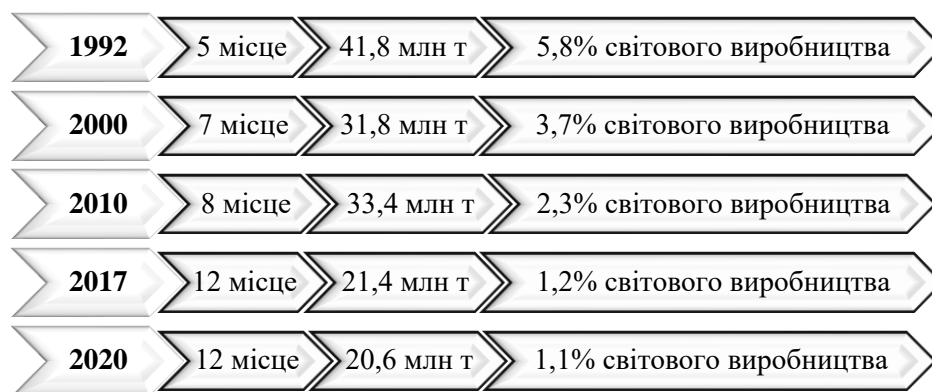


Рисунок 3 – Місце України серед найбільших виробників сталі у 1992-2020 рр.

Джерело: складено за даними World Steel Association.

У перші ж роки незалежності виробництво знизилося на 10 млн т, а частка країни в загальносвітовому обсязі виплавки сталі – на 2,1%, однак їй вдалося зберегти місце в десятці найбільших сталевиробників і закріпити позиції в наступному десятилітті. У подальші роки ситуація кардинально змінилася, і в 2017 р. Україна не тіль-

ки втратила місце в «десятці», але і в 5 разів скоротила присутність на світовому ринку. У 2020 р. вітчизняні металурги посіли лише 12 місце внаслідок майже двократного скорочення обсягів виробництва сталі порівняно з 1992 р., істотно збільшивши розрив із найближчими конкурентами. Якщо у 1992 р. Україна поступалася Японії

(найбільший виробник сталі того року – 98,1 млн т) лише у 2,5 раза, то у 2020 р. розрив з Індією (друге місце після Китаю – 100,3 млн т) становив уже 5 разів, і тенденція може зберегтися через нестабільність випуску металопродукції в Україні, особ-

ливо порівняно з глобальними показниками.

Аналіз виробництва основних видів металопродукції в Україні та світі (рис. 4, 5) свідчить про значні коливання їх обсягів у нашій країні на противагу світовій тенденції.

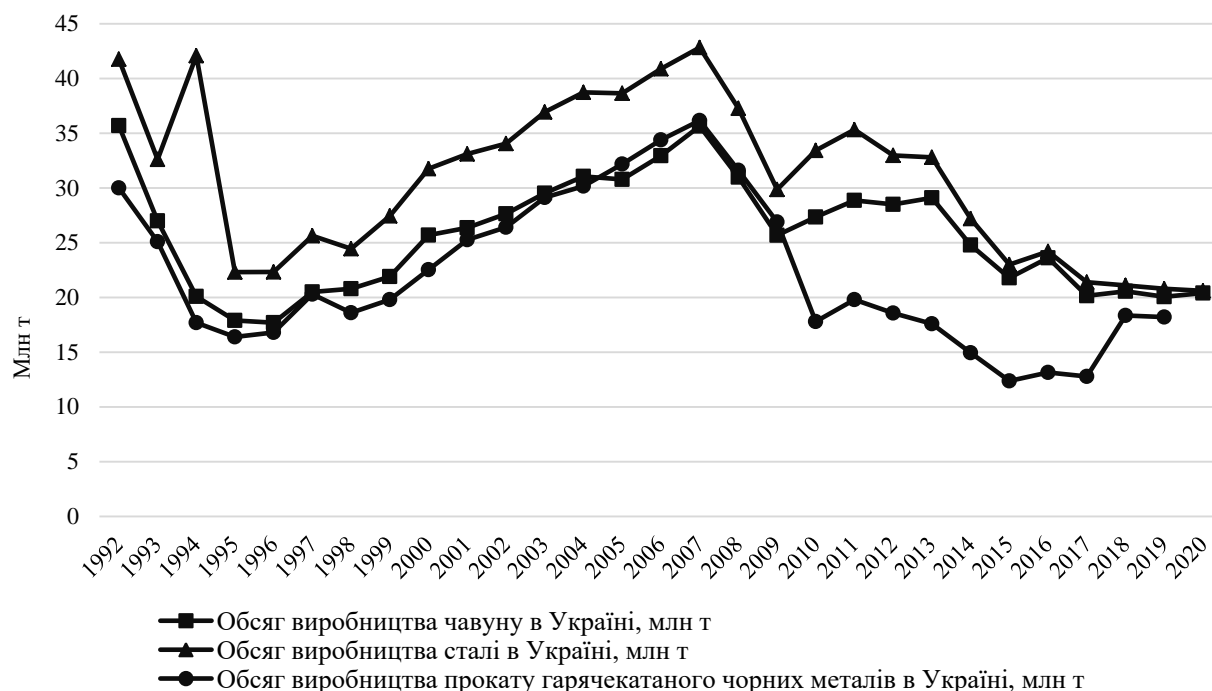


Рисунок 4 – Динаміка виробництва основних видів металопродукції в Україні

Джерело: складено за даними World Steel Association.



Рисунок 5 – Динаміка виробництва основних видів металопродукції у світі

Джерело: складено за даними World Steel Association.

У глобальному масштабі в аналізованому періоді спад виробництва спостерігався лише під час фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр., який світова металургія перенесла з набагато меншими втратами, ніж вітчизняна: глобальний випуск сталевих виробів скоротився не більш ніж на 10%, тоді як вітчизняний – на 15-20%. Відновлення галузі в Україні також було повільнішим унаслідок незадовільного стану економіки загалом, залежності від світового ринку та відсутності довгострокової промислової політики. В інші роки світова металургія демонструвала стабільну тенденцію до зростання обсягів виробництва як через появу нових галузевих лідерів, націлених на завоювання зовнішніх ринків збуту, так і з причини реалізації виваженої державної політики традиційними металовиробниками, які виконали «роботу над помилками» у посткризовому періоді, зосередившись на новітніх факторах розвитку.

Окрім вказаного, в Україні спостерігалось ще два основних періоди спаду в галузі. Перший (1993-1996 рр. після розпаду СРСР) призвів до розриву господарських зв'язків між виробниками і споживачами металу та постачальниками ресурсів, загального економічного спаду та необхідності роботи в нових для країни ринкових умовах. Однак металурги змогли пристосуватися до змін і закріпитися в десятці найбільших виробників сталі на 11 років, використовуючи конкурентні переваги у вигляді вдалого географічного розташування, дешевої робочої сили та наявності природних ресурсів. Крім того, на зовнішньому ринку тоді спостерігався значний попит на більш дешеві напівфабрикати українського походження на тлі меншої кількості конкурентів, які існують сьогодні.

Наступним періодом галузевого спаду, який країна не пододала і до тепер, були 2014-2015 рр., коли було тимчасово окуповано території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя, частини Донець-

кої та Луганської областей, де історично розташовано багато металургійних і вугільних підприємств. Скорочення випуску металопродукції на 13-18% і подальші коливання обсягів виробництва стали причиною двократного зниження присутності України на світовому металоринку порівняно з 2010 р. і зростання невизначеності майбутнього галузі. І хоча основною причиною спаду були воєнні дії на Донбасі, не слід виключати й інших факторів розвитку металургії, ігнорування яких негативно позначиться на її перспективах у довгостроковому періоді.

Тенденцію зниження виробництва металу в Україні на тлі його зростання у світі відображає випуск сталі на душу населення (рис. 6). Незважаючи на те що абсолютне значення показника у глобальному масштабі значно поступається українському (від 6,3 раза у 1994 р. до 2 разів у 2020 р.), розрив між ними постійно скорочується. Крім того, подушовий випуск сталі в Україні безперервно знижується, навіть за умови зменшення чисельності населення, тоді як у світі він підвищується в умовах, навпаки, зростання кількості населення, що ще більше підкреслює проблему спаду вітчизняного металовиробництва.

Крім обсягів виробництва металу, одним з основних показників розвитку галузі є обсяг споживання металопродукції. Його аналіз за 1992-2020 рр. свідчить про вкрай негативні тенденції у вітчизняній металургії порівняно із світовою, які полягають як у зниженні самого обсягу видимого споживання готової металопродукції, так і надто низькому рівні споживання металу порівняно з його виробництвом (рис. 7).

Лише у 1992 і 1993 рр. питома вага споживання металопродукції в загальному обсязі випуску становила 60,6 та 45,9% відповідно, у наступні роки вона не перевищувала 26,4% (у 1996 р.) та була мінімальною у 1999 р. – 8,7%. У середньому у 1994-2020 рр. частка споживання сталевих виробів становила 17,6%, що, з одного боку,

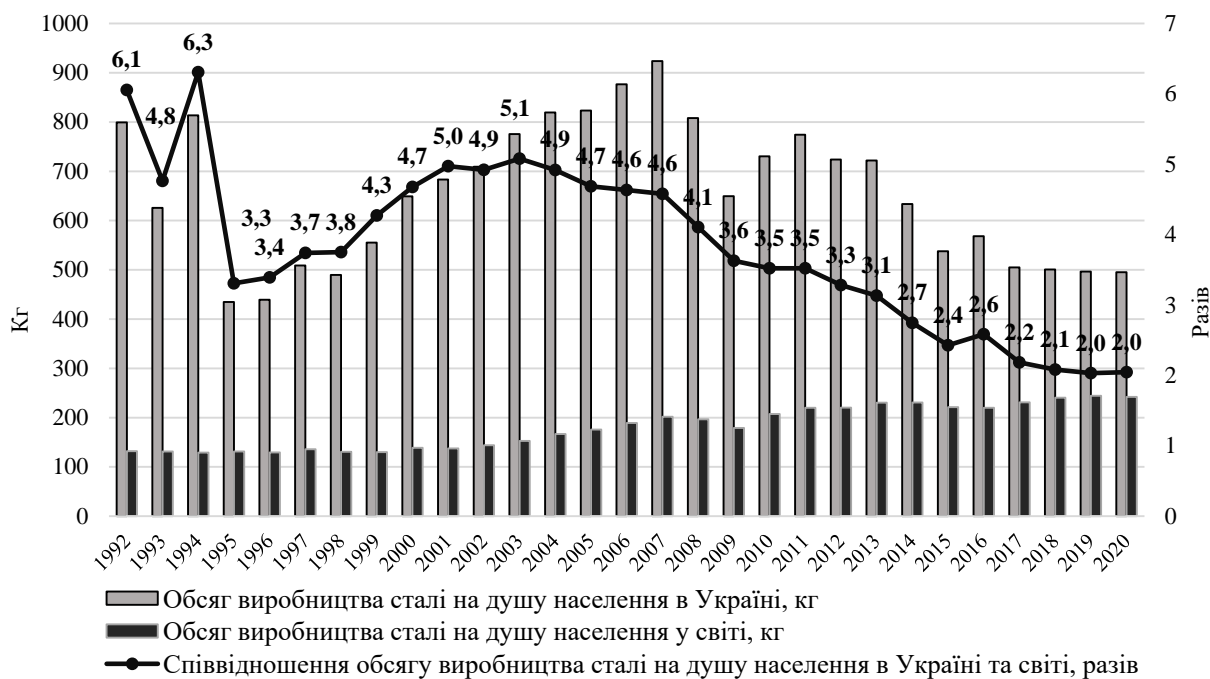


Рисунок 6 – Динаміка виробництва сталі на душу населення в Україні та світі

Джерело: розраховано за даними World Steel Association та World Bank.

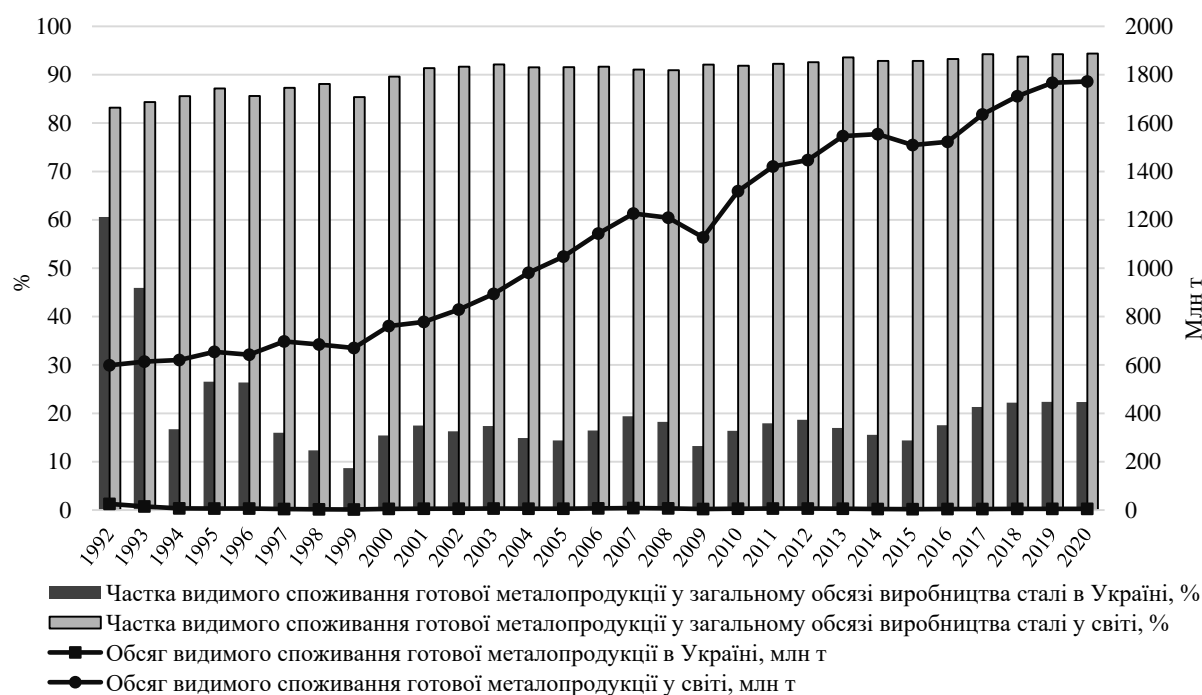


Рисунок 7 – Динаміка видимого споживання готової металопродукції в Україні та світі

Джерело: складено та розраховано за даними World Steel Association.

зробило Україну одним із найбільших нетто-експортерів світу, а з іншого – призвело до залежності від кон'юнктурних коливань

на зарубіжних ринках і відставання в розвитку внутрішнього металоринку. Останнє практично нівелює ефект від суттєвої при-

сутності країни у глобальному сталевому просторі, що заважає інноваційному розвитку галузі та робить галузеву політику менш ефективною.

Несприятлива ситуація навіть в основних показниках діяльності сталеплавильної галузі потребує більш детального дослідження факторів і тенденцій, які визначатимуть розвиток галузі в довгостроковій перспективі.

### Довгострокові фактори і тенденції розвитку металургії України

Унаслідок критичної залежності металургії України від зовнішньої кон'юнктури всі значущі фактори і тенденції розвитку світової галузі безпосередньо впливатимуть на її діяльність, маючи лише деякі особливості з урахуванням сучасного стану галузі та відмінностей внутрішньої політики. Основні з них наведено на рис. 8.

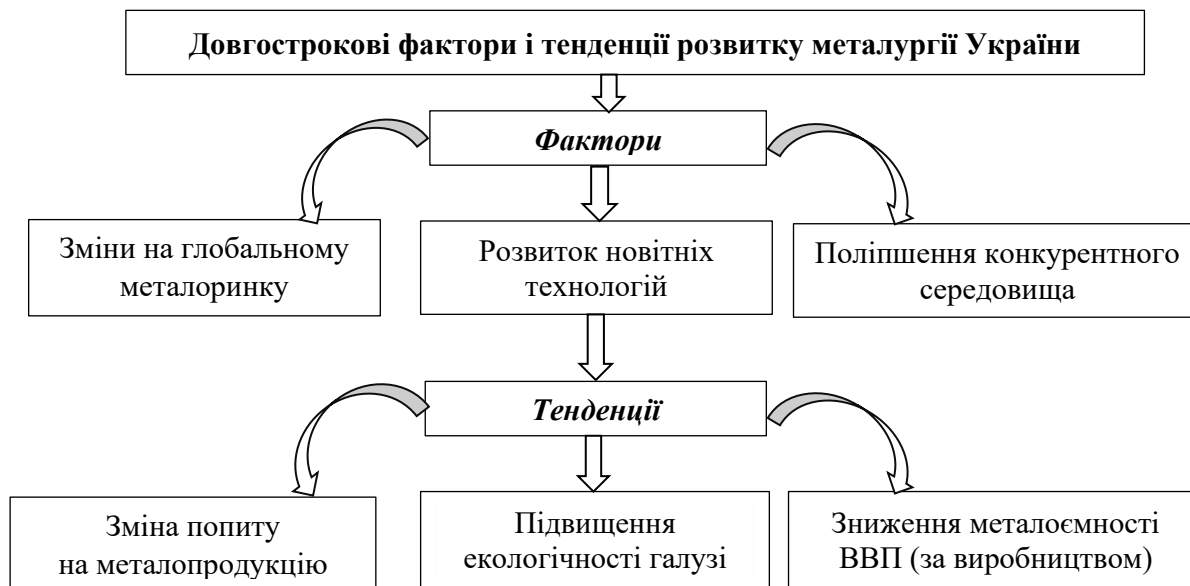


Рисунок 8 – Довгострокові фактори і тенденції розвитку металургії України

Джерело: складено автором.

#### Довгострокові фактори розвитку металургії України

##### Зміни на глобальному металоринку

Найголовнішим фактором довгострокового розвитку металургії України внаслідок її надмірної експортоорієнтованості є зміни на світовому металоринку, що в глобальному контексті виступають лише тенденцією, тоді як вітчизняна галузь практично нічого не може їм протиставити через нерозвиненість внутрішнього ринку, технологічну відсталість і відсутність галузевої політики.

Протягом останніх 30 років спостерігалось поступове зниження частки України в загальносвітовому обсязі виплавки сталі, експорту металопродукції та її споживанні (рис. 9). Причина цього здебільшого поля-

гає в діях конкурентів на зовнішньому ринку.

Так, до 2005 р. одним із головних ринків збуту для українських металургів виступав Китай, який потім сам став найбільшим експортером сталевих виробів і залишиться ним у подальшому, потіснивши вітчизняних виробників майже в усіх регіонах.

Ще один великий ринок збуту у 2000-х і на початку 2010-х років – країни Близького Сходу. Вони, усвідомивши необхідність наявності металу для розбудови власної економіки, вирішили розвивати національну металургійну промисловість, особливо активізувавшись після кризи 2008-2009 рр. і використовуючи для цього більш сучасні технології.

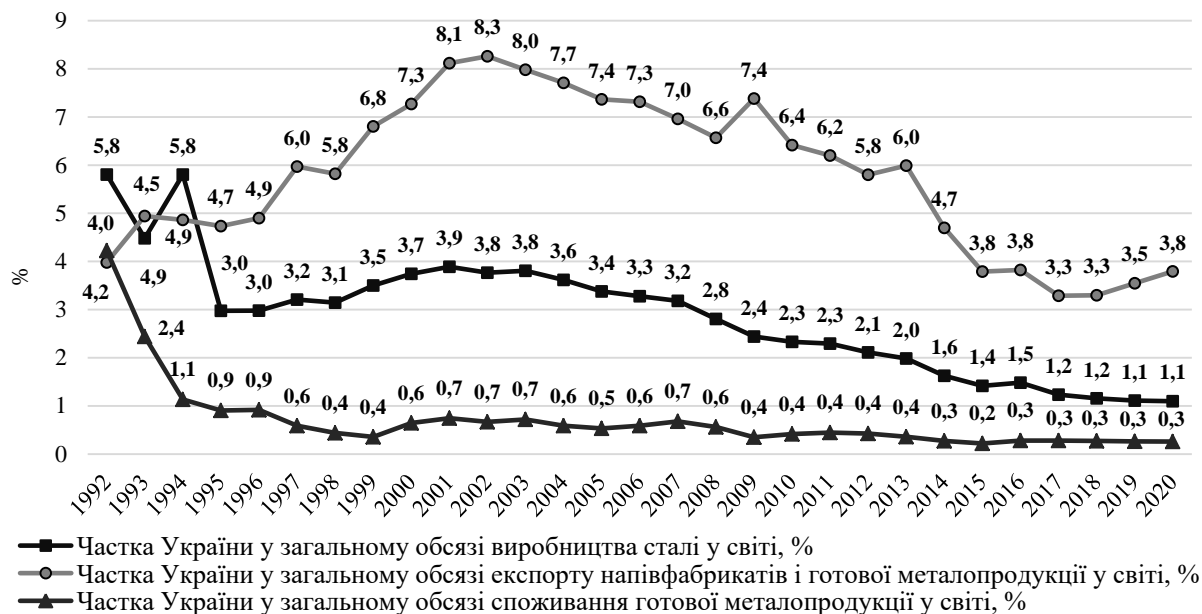


Рисунок 9 – Динаміка частки України в загальному обсязі виробництва, експорту та споживання металопродукції у світі

Джерело: розраховано за даними World Steel Association.

Європейський ринок, який наразі займає більше третини у структурі українського сталевих експорту, хоч і є для країни традиційним, пов'язаний здебільшого з поставками продукції з невисоким ступенем переробки, а кліматична політика ЄС може створити для України значні перешкоди для експорту металопродукції. Проте останнє теоретично може підштовхнути вітчизняну металургію до більш суттєвих технологічних змін.

Наступний традиційний ринок – ринок країн СНД – наразі перебуває в занепаді внаслідок напружених політичних відносин між Україною та РФ (куди експорт чорних металів та виробів із них у 2020 р. порівняно з 2013 р. знизився майже у 5 разів), і прогнозувати ситуацію неможливо.

Таким чином, у довгостроковій перспективі присутність металургії України на глобальному ринку і надалі зменшуватиметься через посилення та збільшення кількості конкурентів, і найбільш оптимальними напрямками розвитку в цьому контексті є розширення внутрішнього ринку та поліпшення якості продукції. Досить перспективними зовнішніми ринками, незважаючи на посилення конкуренції, залиша-

тимуться європейський (через географічну близькість, тенденцію до зближення в рамках «Угоди про асоціацію з ЄС» і можливість стати частиною інноваційних проєктів щодо розбудови металургії майбутнього) та арабський (через неможливість швидко створити металургійну галузь з нуля в умовах випередження попиту над пропозицією та репутаційні надбання вітчизняних металургів).

#### Розвиток новітніх технологій

Такий найважливіший фактор довгострокового розвитку металургії, як новітні технології, в Україні використовується неповною мірою та значно відстає від світового рівня.

Більш-менш помітною є цифровізація окремих етапів виробництва. Наприклад, впровадження датчиків для контролю за роботою обладнання, які допомагають на ранніх стадіях виявляти проблеми його функціонування, оптимізувати споживання сировинних ресурсів, підвищують точність й обсяг даних щодо технологічного процесу всередині агрегатів; використання Інтернету речей, що дозволяє управляти вироб-

ничим процесом у режимі реального часу та зв'язувати воедино всі його частини на великій території, дистанційно керувати роботою будь-якого пристрою та обладнання, підключених до єдиної системи. Також активно впроваджуються системи управління ресурсами підприємства (ERP), призначені для автоматизації управління виробничими і фінансовими потоками, складськими запасами й отримання інформації про їх динаміку, які дозволяють значною мірою прискорити збір та аналіз даних, оцінку потенціальних ризиків, прийняття рішень при одночасному скороченні персоналу (Амоша, Нікіфорова, 2019, с. 14-16).

Однак у цілому для металургії України більш характерними є реновації, коли традиційні технології модернізуються і вдосконалюються з метою підвищення якості виробленої продукції та забезпечення її конкурентоспроможності (оснащення доменних печей системами очищення, упровадження систем аспірації на аглофабриках, модернізація існуючих прокатних станів тощо) (Метінвест, 2020). Ці заходи необхідні в поточній діяльності підприємств та є досить ефективними для утримання ринкових ніш у коротко- і середньостроковій перспективі, проте в довгостроковому періоді зосередженість на технологіях минулого й ігнорування найкращих світових практик може відкинути галузь у розвитку на десятиліття.

### ***Покращення конкурентного середовища***

Іншим довгостроковим фактором розвитку металургії виступає покращення конкурентного середовища шляхом розроблення та впровадження виваженої промислової політики, прийняття відповідних нормативних актів.

На сьогоднішній день в Україні немає окремого документа, у якому було б визначено цілі та напрями розвитку галузі в довгостроковій перспективі. Окремі положення викладено в «Національній економічній стратегії на період до 2030 року» (Кабінет Міністрів України, 2021), де ви-

окремлено 4 стратегічні мети промислового розвитку, які відповідають потребам металургів, і розроблено Проект Закону України «Про державну промислову політику» (Мінстратегпром, 2021), який може розглядатися як рамковий при подальшому визначенні та законодавчому закріпленні галузевої політики.

З урахуванням світових тенденцій розвитку металургії та проблем у її діяльності в Україні покращенню конкурентного середовища сприятиме:

розроблення довгострокової стратегії розвитку галузі у вигляді нормативного документа (надасть чіткі цілі, завдання, принципи, пріоритети, напрями та строки розбудови металургійного виробництва з визначенням учасників і відповідальних сторін);

активізація внутрішнього металоринку (дозволить знизити залежність від експорту та негативного впливу зарубіжних протекціоністських заходів, матиме позитивне значення для національного господарства в результаті збереження значної ролі металургії в економіці та промисловості країни, критичної необхідності розвитку металоспоживаючих галузей);

розвиток фундаментальної та галузевої науки для розроблення передових технологій Індустрії 4.0 (дозволить активізувати та підвищити ефективність упровадження ресурсозберігаючих і природоохоронних технологій, зокрема технологій альтернативної енергетики);

підтримка органів державної влади у просуванні металургійної продукції на ринки іноземних держав (дозволить легше інтегруватися до глобальних ланцюжків створення вартості та створить умови для розширення експорту).

### **Довгострокові тенденції розвитку металургії України**

#### ***Зміни попиту на металопродукцію***

Стосовно металургії України зміни попиту на металопродукцію визначено як довгострокову тенденцію розвитку галузі, а не як фактор, у зв'язку з її колосальною

залежністю від кон'юнктури зовнішнього ринку і спроможністю покращити конкурентне середовище всередині країни. Це здебільшого і визначатиме, скільки сталевих продукції може бути спожито на внутрішньому ринку та чи буде металургія конкурентоспроможною на світовому ринку.

Аналіз стану та перспектив галузевого розвитку свідчить, що зміни попиту на вітчизняні металовироби можуть бути неоднозначними. З одного боку, погіршення конкурентних позицій на зовнішніх ринках, продовження пандемії COVID-19 з невизначеними до кінця наслідками, нестабільність загальноекономічної та політичної обстановки тощо не сприяють підвищенню споживання. Крім того, у довгостроковому періоді в Україні прогнозується значне скорочення чисельності населення. За даними ООН (ООН, 2021a), у 2050 р. населення країни становитиме лише 35 млн осіб проти 41,5 млн на початок 2021 р., що негативно позначиться на попиті на метал.

З іншого боку, реалізація виваженої промислової політики, спрямованої на заміну старої енергетичної та транспортної інфраструктури, розбудову нового житла та пріоритетний розвиток машинобудування, зможе розширити ємність внутрішнього металоринку, особливо за умови зростання індексу урбанізації, який у 2050 р. збільшиться на 10% порівняно з 2018 р. і сягне майже 80% (UN, 2018).

### ***Підвищення екологічності металургійної галузі***

Україна під час Конференції ООН зі зміни клімату КС-26 у Глазго підтвердила, що і в подальшому дотримуватиметься Паризької угоди та скорочуватиме викиди парникових газів. Своєю метою до 2030 р. країна визначила зменшення емісії парникових газів на 65%, хоча раніше зобов'язувалася знизити їх лише на 40% від рівня 1990 р., а також досягнення кліматичної нейтральності не пізніше 2060 р. Для цього планується здійснити модернізацію енергетичної інфраструктури та промислових підприємств, розвивати відновлювані джерела

енергії, підвищувати енергоефективність у всіх галузях економіки. Практичні кроки передбачають утеплення будівель, розвиток екологічно чистого сільського господарства, сприяння використанню електромобілів, модернізацію транспортного парку, ефективнішу переробку відходів, відновлення лісів і реформування лісового господарства (ООН, 2021b).

Крім цього, у рамках зобов'язань щодо імплементації низки документів із протидії змінам клімату в рамках Угоди про асоціацію з ЄС, в Україні у 2019 р. було ухвалено Закон «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів», який створює основу для впровадження у країні торгівлі парниковими квотами, та відповідні урядові постанови, де визначено механізми для реалізації положень даного закону.

Подібні зобов'язання та законодавчі зміни суттєво впливатимуть на розвиток металургійної промисловості, оскільки галузь є одним із найбільших забруднювачів довкілля: її частка в загальному обсязі викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у 2020 р. становила 32,6%, у загальному обсязі викидів діоксиду вуглецю – 28,3%.

Недотримання нових екологічних вимог загрожуватиме металургійним підприємствам або зменшенням прибутку внаслідок необхідності додаткових платежів, або навіть втратою ринків збуту, що в умовах перерозподілу глобального металоринку та помітного втрачання Україною своїх позицій є неприйнятним. Наприклад, у 2020 р. 32,7% чорних металів та 45,5% виробів із них експортувалося до Євросоюзу, і заплановане введення в дію механізму Carbon Border Adjustment (платіж, який стягуватимуть під час ввезення до ЄС продукції, виходячи з обсягів викидів CO<sub>2</sub> у процесі її виробництва) збільшить фіскальне навантаження на виробників чавуну і напівфабрикатів орієнтовно на 15% (Левчук, 2021).

Ситуація погіршується тим, що в Україні дуже повільно впроваджуються

навіть існуючі технології щодо зниження шкідливих викидів, не кажучи вже про проривні технології безвуглецевого виробництва сталі.

Позитивним моментом декарбонізації металургії може бути активізація внутрішнього металоринку внаслідок анонсованої модернізації енергетичної інфраструктури, зокрема розвитку відновлюваних джерел енергії, та транспортного парку, включаючи використання електромобілів, що створить не тільки додатковий попит на сталеві вироби, але і потребуватиме продукції вищої якості.

### Зниження металоємності ВВП (за виробництвом)

Ще однією довгостроковою тенденцією розвитку вітчизняної металургії є зниження металоємності ВВП. На відміну від аналогічного показника у світі, який характеризувався деяким зростанням, в Україні його значення демонструвало коливання у 1990-х роках та стабільне і значне падіння після 2000 р. унаслідок швидшого підвищення обсягів ВВП порівняно з обсягами виплавки сталі у 2000-х роках і скорочення обох показників у 2010-х роках (рис. 10).



Рисунок 10 – Динаміка металоємності ВВП в Україні за обсягом виробництва сталі (ВВП у постійних цінах 2015 р.)

Джерело: розраховано за даними World Steel Association та World Bank.

Як і у випадку з виробництвом сталі на душу населення, абсолютне значення металоємності ВВП України в разі перевищує світове у зв'язку з досить значним обсягом виробництва, однак так само спостерігається стабільне зменшення розриву між його вітчизняним і загальносвітовим рівнями. Це свідчить про деяке послаблення ролі галузі в економіці України внаслідок випередження зниження виробництва металу порівняно з темпами зростання ВВП.

Крім розглянутих довгострокових факторів розвитку металургії, не можна не відзначити ще три фактори, які впливали і надалі впливатимуть на галузеву діяльність: ціни та металопродукцію, інвестиції та наявність сировинних ресурсів.

Незважаючи на їх важливість, роль даних факторів дещо зменшилася в контексті новітніх умов і цілей розвитку не тільки металургії, але і економіки та суспільства загалом.

Так, у всьому світі доходять висновку про життєву необхідність захисту національної металургії від дешевого імпорту та державної підтримки галузі та конкретних дій у цьому напрямі навіть при зниженні цін на металопродукцію. Ніхто не хоче залежати від ввезення металу, який є сировиною для розвитку більш продуктивних і технологічно розвинутих металоспоживаючих галузей. Тобто важливішою стає державна політика у металургійній промисловості.

Особливим прикладом є країни Південно-Східної Азії, де формування металургійного виробництва «... відбувається незалежно від кон'юнктури на глобальному ринку металу (попиту, цін), ефективності діяльності підприємств (наявності прибутків і збитків) та наявності в країні інвестиційної бази» (Буданов, 2021, с. 59).

*Інвестиції*, хоч і являють собою рушійну силу та своєрідне «мастило» розвитку галузі, можуть бути абсолютно неефективними, якщо вкладені «не туди». Зокрема, це стосується розроблення та впровадження технологій, серед яких розрізняються проривні, здатні змінити «обличчя металургії», та просто поліпшені, ефективні здебільшого в поточній діяльності. Таким чином, на перший план знову виходять обґрунтованість і виваженість промислової політики.

Крім того, металоємність інвестицій у довгостроковій перспективі скорочуватиметься внаслідок перетворень у металоспоживаючих галузях. Наприклад, в автомобілебудуванні вміст сталі в розрахунку на один транспортний засіб знизиться в міру того, як автомобільні матеріали стануть легшими та міцнішими через підвищення стандартів паливної економічності, електрифікації та міркувань безпеки; у суднобудуванні обсяг використання сталі в розрахунку на тоннаж корабля постійно зменшуватиметься в міру того, як судна ставатимуть більшими та легшими, і надалі знижуватиметься з появою електричних двигунів і безпілотних та автономних суден; питома вага сталі в інвестиціях у буді-

вництво продовжуватиме знижуватися, оскільки для «розумних» і «зелених» міст програмне забезпечення потребує більших інвестицій, ніж метал; металоємність інвестицій в енергетику підтримуватиметься за рахунок збільшення вкладень у передачу та розподіл енергії, однак скорочуватиметься в енергетичну інфраструктуру (Choi Dongyong, 2017, с. 10-11).

*Наявність сировини* залишається у фокусі уваги металовиробників, і значна кількість країн, особливо тих, які не мають достатніх покладів мінеральних ресурсів, прагне забезпечити рівні умови з конкурентами (єдиного «ігрового поля») у питаннях доступу до ресурсів, зокрема за допомогою модернізації інструментів торговельного захисту (European Commission, 2016).

Проте сама по собі сировина також не означає ефективного розвитку галузі в довгостроковій перспективі. Показовим у цьому контексті є приклад України, яка, маючи значні поклади залізної руди, при найменших проблемах на зовнішньому металоринку або в самій галузі протягом усього періоду незалежності одразу переорієнтувалася на експорт сировини без урахування її необхідності в майбутньому та напівфабрикатів із найнижчим ступенем обробки (рис. 11). Подібна ситуація спостерігалася у 1990-х роках і на постійній основі після кризи 2008-2009 рр., яку вітчизняна металургія до кінця не пододала. При цьому піковими були 2015 (початок воєнних дій на Донбасі) та 2020 рр. (негативний вплив пандемії COVID-19). Одноразово переорієнтацію на експорт сировини можна було б розглядати як необхідність для короткострокової підтримки галузі в критичній ситуації, однак зловживання заходом призводить лише до втрати невідновлюваних ресурсів і закріплення ролі постачальника продукції з низьким ступенем переробки. З урахуванням негативних тенденцій розвитку галузі можна припустити, що вивезення сировини з країни триватиме.

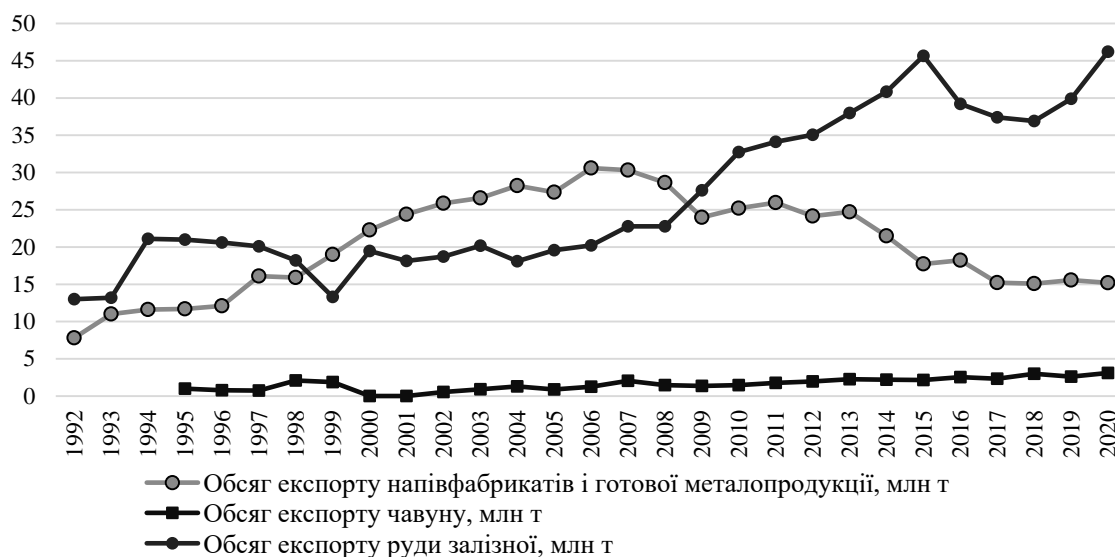


Рисунок 11 – Динаміка експорту деяких видів продукції ГМК України

Джерело: складено за даними World Steel Association та Державної служби статистики України.

**Висновки.** Металургія в усьому світі та Україні залишається однією з провідних галузей, і питання її довгострокового розвитку перебувають на порядку денному металовиробників, науковців, а також міжнародних організацій та органів державної влади.

Швидкі та подекуди радикальні зміни глобальної кон'юнктури, де вирішальну роль відіграють новітні технології, потребують переосмислення факторів та обумовлених ними тенденцій розвитку сталеливарної промисловості, розуміння яких допомогло б визначитися з її місцем в економіці майбутнього та можливостями задовольняти динамічні вимоги суспільства.

Виявлено послаблення ролі деяких традиційних факторів, таких як ціни на металопродукцію, наявність сировинних та інвестиційних ресурсів, які є своєрідним базисом розвитку металургії, з одночасним підвищенням значимості впровадження проривних технологій і реалізації новітньої державної галузевої політики, що визначають засоби оптимального використання цих ресурсів і найбільш ефективні напрями їх застосування.

У глобальному масштабі спостерігається зростання виробництва та споживання металопродукції, прогнозується подаль-

ше підвищення попиту на сталеві вироби внаслідок збільшення чисельності населення, досить високих темпів економічного зростання у країнах, що розвиваються, та універсальності сталі як конструкційного матеріалу, необхідного для розвитку більш технологічно розвинутих галузей і виробництв. Наслідком є тенденція до зростання металоємності ВВП, що підкреслює значимість галузі у світовій економіці та потребує підвищеної уваги до її розвитку. Це відбувається на тлі кардинальної зміни географічної (убік Азіатського регіону) та продуктової (убік високоцінних марок сталі) структури світового металоринку й істотного посилення екологічних вимог до діяльності металургії (декарбонізація та підвищення енергоефективності). Останнє, щоправда, часто виступає як протекціоністський захід, покликаний захистити місцевих виробників від більш «агресивних» зарубіжних конкурентів.

В українських реаліях вплив довгострокових факторів і тенденцій розвитку металургії, які через надмірну експорторієнтованість галузі в основному є тотожними загальносвітовим, здебільшого має негативний відтінок.

Зростання кількості та підвищення конкурентоспроможності провідних акто-

рів глобального металоринку в умовах значного відставання України у впровадженні не тільки проривних, а навіть реноваційних технологій і низького рівня споживання сталевих виробів усередині країни може призвести до зменшення присутності вітчизняних металургів на зарубіжних ринках і, як наслідок, до зниження виробництва металу та металоємності ВВП. Це означатиме послаблення ролі та зменшення внеску галузі в національну економіку, збільшення залежності від імпорту металопродукції, що в контексті посилення протекціонізму у світі може стати на заваді розбудові металоспоживаючих видів діяльності.

Відсутність новітніх технологічних розробок щодо зменшення негативного впливу металургії на довкілля у світлі взятих країною зобов'язань перед світовою спільнотою щодо зниження викидів парникових газів може негативно позначитися як на обсягах сталевих експорту, так і на репутації України. Це опосередковано впливатиме на можливість реалізувати металопродукцію в майбутньому.

Більш позитивним фактором довгострокового розвитку металургії, який частково може згладити дію попередніх, є покращення конкурентного середовища. Його успішна реалізація, якій передусім сприятиме розроблення й упровадження виваженої та обґрунтованої державної промислової політики, дозволить збільшити попит на сталеві вироби за рахунок розвитку значно більш стійкого внутрішнього металоринку, переорієнтуватися на нові або закріпитися на традиційних зарубіжних ринках, досягти активізації розроблення передових продуктів і технологій, зокрема екологічних, захистити вітчизняних металовиробників, надавши їм перевагу у випадку державних закупівель тощо.

У даному контексті першочерговим кроком вбачається розроблення довгострокової стратегії розвитку галузі у вигляді окремого нормативного акта, у якому було б чітко визначено цілі, завдання, принципи, пріоритети, напрями, строки, учасники та

відповідальні сторони розбудови металургії. «Національна економічна стратегія на період до 2030 року», хоч і відповідає в цілому новітнім викликам, але потребує розширення строків виконання внаслідок надто значного технологічного відставання сталеливарної промисловості України від світових аналогів і поглиблення галузевої складової з виявленням більш чітких напрямів та особливостей розвитку металургії.

З урахуванням вищезазначеного подальші дослідження в розглянутій сфері доцільно присвятити обґрунтуванню шляхів модернізації фінансово-економічного стимулювання розвитку металургійної промисловості відповідно до вимог Четвертої промислової революції.

### Література

- Амоша О.І., Нікіфорова В.А. (2019). Розвиток металургійної смарт-промисловості: світовий досвід та уроки для України. *Економіка України*. № 9-10. С. 3-23.
- Буданов І.А. (2021). Влияние социальных процессов на развитие металлургии. *Научные труды. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*. С. 34-62. DOI: <https://doi.org/10.47711/2076-318-2021-34-62>.
- Венгер В.В., Хаустов В.К. (2019). Сучасний стан та перспективи розвитку металургійної галузі України: напрями технологічної модернізації. *Економіка України*. № 9-10. С. 24-43.
- Гончарук О.В., Ігнашкіна Т.Б., Броннікова В.Ю. (2020). Сучасний стан гірничо-металургійного комплексу України: чинники, тенденції й результати. *Ефективна економіка*. № 9. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=8189>. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.9.60> (дата звернення: 13.05.2021).
- Гринько Т.В., Андросова І.О. (2019). Проблеми та перспективи розвитку металургійної галузі в Україні. *Проблеми економіки*. № 2. С. 39-44. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2019-2-39-44>

- Державна служба статистики України (2022). Статистична інформація. *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 10.01.2022).
- Забашта Є.Ю. (2019). Металургійний комплекс України: динаміка і перспективи розвитку. *Збірник наукових праць Донецького державного університету управління «Проблеми та перспективи забезпечення стабільного соціально-економічного розвитку»*. Серія “Економіка”. Т. XX, вип. 314. Маріуполь, ДонДУУ. С. 222-236.
- Зінченко С., Тарасенко А., Глущенко А., Бердинських О., Пашинський М. (2019). Сучасні технології та світові тенденції в металургії. *GМК-Center*. 31 с. URL: <https://gmk.center/wp-content/uploads/2019/04/Promislova-politika-i-GMK-svitovij-dosvid-dlya-Ukraini-1.pdf> (дата звернення: 07.02.2022).
- Кабінет Міністрів України (2021). Національна економічна стратегія на період до 2030 року. Постанова від 03 березня 2021 р. № 179 (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ від 10.03.2021 р. № 202). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/202-2021-%D0%BF?lang=en#Text> (дата звернення: 09.02.2022).
- Кравчук Н.М., Матросова І.Д. (2020). Тенденції розвитку металургійної промисловості України: глобальна конкурентоспроможність та інноваційний аспект. *Приазовський економічний вісник*. Вип. 1(18) С. 32-37. DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-1-6>
- Кушакова Н.О. (2019). Металургійний комплекс України: загальна характеристика та сучасний стан розвитку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. Вип. 23. Ч. 1. С. 162-166.
- Левчук К. (2021, 17 березня). Третина українського експорту до ЄС може потрапити під дію СВАМ. *GМК-Center*. URL: <https://gmk.center/ua/news/tretina-ukrains>
- кого-eksportu-do-ies-mozhe-potrapiti-pid-diju-sbam/ (дата звернення: 07.02.2022).
- Левчук К. (2022, 3 січня). Євродепутати пропонують завершити впровадження СВАМ до кінця 2024 року. *GМК-Center*. URL: <https://gmk.center/ua/news/ievrodeputati-proponujut-zavershiti-vprovadzhen-nya-sbam-do-kincyu-2024-roku/> (дата звернення: 07.02.2022).
- Метінвест (2020, 13 березня). Сучасні технології та світові тенденції в металургії. *Метінвест. Блог*. URL: <https://metinvestholding.com/ua/media/article/sovremennietechnologii-v-metallurgii-i-mirovie-tendencii> (дата звернення: 06.02.2022).
- Мінстратегпром (2021). Проект Закону України «Про державну промислову політику». *Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості*. URL: <https://mspu.gov.ua/zakonodavcha-baza/regulyatorna-politika/proyekti-regulyatornih-aktiv-dlya-obgovorennya> (дата звернення: 09.02.2022).
- Мушнікова С.А. (2019). Сучасний стан та перспективи розвитку підприємств металургійної галузі України. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. № 68. С. 273-279.
- ООН (2021а, 19 листопада). Демографічні процеси. *Організація об'єднаних націй. Україна*. Аналітична довідка ООН. URL: [https://ukraine.un.org/sites/default/files/2021-11/UN%20Policy%20Paper%20on%20Population%20Dynamics\\_FINAL%20UKR.pdf](https://ukraine.un.org/sites/default/files/2021-11/UN%20Policy%20Paper%20on%20Population%20Dynamics_FINAL%20UKR.pdf) (дата звернення: 09.02.2022).
- ООН (2021b, 2 ноября). Соблюдая Парижское соглашение, Украина продолжит сокращать выбросы парниковых газов. *Новости Организации Объединенных Наций*. URL: <https://news.un.org/ru/story/2021/11/1413042> (дата звернення: 07.02.2022).
- ООН (2021с). Демографические изменения. *Организация Объединенных Наций*. URL: <https://www.un.org/ru/un75/shifting-demographics> (дата звернення: 06.02.2022).
- Укрудпром (2021, 21 мая). Worldsteel опубликовала стратегию снижения вы-

- бросов углекислого газа. *Укрудпром*. URL: <https://ukrudprom.com/news/World-steel-opublikovala-strategiyu-snigeniya-v-ibrosoy-uglekislog.html> (дата звернення: 07.02.2022).
- Устинов В.С. (2019). Взаимосвязи качественных и количественных изменений в системе оборота металла. *Научные труды. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*. С. 174-191. DOI: [https://doi.org/10.29003/m816.sp\\_ief\\_ras2019/174-191](https://doi.org/10.29003/m816.sp_ief_ras2019/174-191)
- Янголь Г.В. (2019). Глобальні та національні фактори впливу на результативність підприємств металургійної галузі. *Стратегія економічного розвитку України*. № 44. С. 119-140. DOI: [10.33111/sedu.2019.44.119.140](https://doi.org/10.33111/sedu.2019.44.119.140)
- Allwood J.M., Cullen J.M. and Milford, R.L. (2010). Options for achieving a 50% cut in industrial carbon emissions by 2050. *Environmental Science & Technology*. Vol. 44. No. 6. P. 1888-1894. DOI: <https://doi.org/10.1021/es902909k>
- Bordigoni M., Cattier F. (2016, 19 June). Steel intensity as a dynamic function of economic growth. URL: <https://www.iaee.org/en/publications/proceedingsabstractpdf.aspx?id=13543> (дата звернення: 01.02.2022).
- Branca T.A., Fornai B., Colla V., Murri M.M., Streppa E. and Schröder A.J. (2020, February). The Challenge of Digitalization in the Steel Sector. *Metals*. Vol. 10, is. 2. URL: <https://www.mdpi.com/2075-4701/10/2/288/htm>. DOI: [doi:10.3390/met10020288](https://doi.org/10.3390/met10020288) (дата звернення: 05.02.2022).
- Choi Dongyong (2017, June). Future Megatrends and the Steel Industry. *Asian Steel Watch*. Vol. 03. P. 6-11.
- Deloitte (2020, Май). Тенденции развития горнодобывающей и металлургической отрасли – 2020. Версия «COVID-19». АО «Делойт и Туш СНГ». 12 с. URL: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/ttt\\_COVID\\_2020.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/ttt_COVID_2020.pdf) (дата звернення: 06.02.2022).
- Döhrn R., Krätschell K. (2014). Long-term trends in steel consumption. *Mineral Economics*. Vol. 27. P. 43-49. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13563-014-0046-8>
- Ekdahl Å. (2021, 19 May). Climate Change and the Production of Iron and Steel: an Industry View. *World Steel Association*. 30 p. URL: <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Climate-change-and-the-production-of-iron-and-steel-an-industry-view.pdf> (дата звернення: 07.02.2022).
- European Commission (2016). *Steel: Preserving sustainable jobs and growth in Europe*. European Commission URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO\\_16\\_805](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_16_805) (дата звернення: 07.02.2022).
- European Commission (2019). *The European Green Deal*. Communication from the Commission, Brussels, 11.12.2019. COM (2019) 640 final, 24 с. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640> (дата звернення: 07.02.2022).
- Gao X., Wang A., Liu G. et al. (2019). Expanded S-Curve Model of a Relationship Between Crude Steel Consumption and Economic Development: Empiricism from Case Studies of Developed Economies. *Natural Resources Research*. Vol. 28, Iss. 2. P. 547-562. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11053-018-9406-3>
- ГМК-Center (2021a). Декарбонизация стальной отрасли: вызов на ближайшие десятилетия. *ГМК-Center*. URL: [https://gmk.center/wp-content/uploads/2021/07/Decarbonisation-rus\\_2021.pdf](https://gmk.center/wp-content/uploads/2021/07/Decarbonisation-rus_2021.pdf) (дата звернення: 07.02.2022).
- ГМК-Center (2021b, 22 ноябрь). Как Китай декарбонизирует стальную отрасль. *ГМК-Center*. URL: [https://gmk.center/wp-content/uploads/2021/11/China\\_Steel-Decarbonization\\_final-1.pdf](https://gmk.center/wp-content/uploads/2021/11/China_Steel-Decarbonization_final-1.pdf) (дата звернення: 07.02.2022).
- ГМК-Center (2022, 24 січня). EUROFER закликає Єврокомісію скоротити лібералізацію квот до 1% на рік. *ГМК-Center*. URL: <https://gmk.center/ua/news/eurofer-zaklikaie-ievrokomisiju-skorotiti>

- liberalizaciju-kvot-do-1-na-rik/ (дата звернення: 07.02.2022).
- Je-Ho Cheong (2016, October). The Fourth Industrial Revolution: The Winds of Change Are Blowing in the Steel Industry. *Asian Steel Watch*. Vol. 02. P. 6-15.
- Kumar K., Bandi J., Tenneti L. (2019, November) The Indian steel industry: Growth, challenges and digital disruption. *PwC India*. 27 p. URL: <https://www.pwc.in/assets/pdfs/consulting/technology/the-indian-steel-industry-growth-challenges-and-digital-disruption.pdf> (дата звернення: 06.02.2022).
- OECD (2017, September 28). Steel Demand Beyond 2030. Forecast Scenarios. *OECD*. 83<sup>rd</sup> Session of the Steel Committee, Paris. URL: [https://www.oecd.org/industry/ind/Item\\_4b\\_Accenture\\_Timothy\\_van\\_Audenaerde.pdf](https://www.oecd.org/industry/ind/Item_4b_Accenture_Timothy_van_Audenaerde.pdf) (дата звернення: 05.02.2022).
- OECD (2019). *Global Material Resources Outlook to 2060 – Economic drivers and environmental consequences*. OECD Publishing, Paris, 212 p. URL: [https://read.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060\\_9789264307452-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060_9789264307452-en#page1) DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en> (дата звернення: 05.02.2022).
- POSCO Research Institute (2018, June). A comprehensive survey of steel demand forecasting methodologies and their practical application for the steel industry. *Asian Steel Watch*. Vol. 05. P. 84-95. URL: [https://posri.re.kr/files/file\\_pdf/82/15223/82\\_15223\\_file\\_pdf\\_1531188440.pdf](https://posri.re.kr/files/file_pdf/82/15223/82_15223_file_pdf_1531188440.pdf) (дата звернення: 05.02.2022).
- Railway Supply (2021, 16 листопада). Металурги США отримують великі замовлення. *Railway Supply*. URL: <https://www.railway.supply/metallurgi-ssha-poluchat-krupnye-zakazy/> (дата звернення: 07.02.2022).
- Rissman J. et al. (2020, 15 May). Technologies and policies to decarbonize global industry: review and assessment of mitigation drivers through 2070. *Applied Energy*. Vol. 266. 34 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114848>
- Romanova O.A., Sirotin D.V. (2019, 17 March). Metal Industry Development in the Conditions of Formation of New Technological and Institutional Trends. *Theoretical and practical conference with international participation and School for young scientists «FERROALLOYS: Development prospects of metallurgy and machine building based on completed Research and Development»*, KnE Materials Science. P. 15-28. DOI: 10.18502/kms.v5i1.3949
- UN (2018). World Urbanization Prospects 2018. *United Nations. Population Division. Department of Economic and Social Affairs*. URL: <https://population.un.org/wup/Country-Profiles/> (дата звернення: 09.02.2022).
- UN Climate Change (2021). Glasgow Climate Pact. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. 11 p. URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3\\_auv\\_2\\_cover%20decision.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%20decision.pdf) (дата звернення: 08.02.2022).
- Wang P., Ryberg M., Yang Y. et al. (2021). Efficiency stagnation in global steel production urges joint supply- and demand-side mitigation efforts. *Nature Communications*. No. 12 (2066). URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-22245-6.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22245-6>
- Wårell L. (2014, March). Trends and developments in long-term steel demand – The intensity-of-use hypothesis revisited. *Resources Policy*. Vol. 39. P. 134-143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2013.12.002>
- World Bank (2022). Indicator. *World Bank*. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/> (дата звернення: 10.01.2022).
- Worldsteel (2018). Steel Facts. A collection of amazing facts about steel. *World Steel Association*. 131 p. URL: <https://worldsteel.org/publications/bookshop/steelfacts/> (дата звернення: 06.02.2022).
- Worldsteel (2021). Sustainable Steel. Indicators 2018 and industry initiatives. *World Steel Association*. 5 p. URL:

<https://worldsteel.org/publications/bookshop/sust2021/> (дата звернення: 06.02.2022).  
Worldsteel (2022). *World Steel Association*. URL: <https://worldsteel.org/> (дата звернення: 10.01.2022).

### References

- Amosha, O. & Nikiforova, V. (2019). Development of smart steel industry: world experience and lessons for Ukraine. *Economy of Ukraine*, 9-10, pp. 3-23. [in Ukrainian].
- Budanov, I.A. Influence of Social Processes on the Development of Metallurgy. *Scientific works: Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences*, pp. 34-62. DOI: 10.47711/2076-318-2021-34-62 [in Russian].
- Venger, V., & Khaustov, V. (2019). Current state and development prospects of Ukraine's metallurgical industry: guidelines of technological modernization. *Economy of Ukraine*, 9-10 (694-695), pp. 24-43 [in Ukrainian].
- Honcharuk, O., Ihnashkina, T. & Bronnikova, V. (2020). Current state of the mining and metallurgical complex of Ukraine: factors, trends and results. *Efektivna ekonomika*, 9. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8189>. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.9.60 [in Ukrainian].
- Grynko, T.V., & Androsova, I.O. (2019). Problems of and Prospects for the Development of the Metallurgical Industry in Ukraine. *The Problems of Economy*, 2, pp.39-44. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2019-2-39-44> [in Ukrainian].
- State Statistics Service of Ukraine (2022). Statistical information. *State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
- Zabashtha, Ye.Yu. (2019). Innovative development of metallurgical enterprises in Ukraine. *Collection of scientific papers of Donetsk state university of administration. Series: Economy*, Vol. 3, Iss. 9, pp. 222-236 [in Ukrainian].
- Zinchenko, S., Tarasenko, A., Glushchenko, A., Berdynsky, O., & Pashinsky, M. (2019). Modern technologies and world trends in steel industry. *GMK-Center*. 31 p. Retrieved from <https://gmk.center/wp-content/uploads/2019/04/Promislova-politika-i-GMK-svitovij-dosvid-dlya-Ukraini-1.pdf> [in Ukrainian].
- Cabinet of Ministers of Ukraine (2021). National Economic Strategy 2030 from 03.032021 № 179 (edition of 10.03.2021). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/202-2021-%D0%BF?lang=en#Text> [in Ukrainian].
- Kravchuk, N., & Matrosova, I. (2020). Trends in the development of the metallurgical industry of Ukraine: global competitiveness and innovation aspect. *Pryazovskyi economic herald*, 1 (18), pp. 32-37. DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-1-6> [in Ukrainian].
- Kushakova, N. (2019). The metallurgical industry of Ukraine: the current situation and problems. *Uzhorod National University Herald. International Economic Relations and World Economy*, 23, Part 1, pp. 162-166 [in Ukrainian].
- Levchuk, K. (2021, 17 March). CBAM might apply to one third of Ukraine's exports to the EU. *GMK-Center*. Retrieved from <https://gmk.center/ua/news/tretina-ukrainskogo-eksportu-do-ies-mozhe-potrapiti-pid-diju-cbam/> [in Ukrainian].
- Levchuk, K. (2022, 3 January). European deputies propose to complete the implementation of CBAM by the end of 2024. *GMK-Center*. Retrieved from <https://gmk.center/ua/news/ievrodeputati-proponujut-zavershiti-vprovadzhennya-cbam-do-kin-cya-2024-roku/> [in Ukrainian].
- Metinvest (2020, 13 March). Modern Technologies and Global Trends in Metallurgy. *Metinvest. Blog*. Retrieved from <https://metinvestholding.com/ua/media/article/sovremennie-tehnologii-v-metallurgii-i-mirovie-tendencii> [in Ukrainian].
- Ministry for Strategic Industries of Ukraine (2021). Draft Law of Ukraine «On State Industrial Policy». *Ministry for Strategic Industries of Ukraine*. Retrieved from <https://mspu.gov.ua/zakono>

- davcha-baza/regulyatorna-politika/proyekti-regulyatornih-aktiv-dlya-obgovorenniya [in Ukrainian].
- Mushnykova, S.A (2019). Current state and prospects for the development of metallurgical enterprises of Ukraine. *The bulletin of transport and industry economics*, 68, pp. 273-279 [in Ukrainian].
- UN (2021a, 19 November). UN Policy Paper on Population Dynamics. *United Nations. Ukrain*. Retrieved from [https://ukraine.un.org/sites/default/files/2021-11/UN%20Policy%20Paper%20on%20Population%20Dynamics\\_FINAL%20UKR.pdf](https://ukraine.un.org/sites/default/files/2021-11/UN%20Policy%20Paper%20on%20Population%20Dynamics_FINAL%20UKR.pdf) [in Ukrainian].
- UN (2021b, 2 November). By complying with the Paris Agreement, Ukraine will continue to reduce greenhouse gas emissions. *United Nations News*. Retrieved from <https://news.un.org/ru/story/2021/11/1413042> [in Russian].
- UN (2021c). Shifting Demographics. *United Nations*. Retrieved from <https://www.un.org/ru/un75/shifting-demographics> [in Russian].
- Ukrudprom (2021, 21 May). Worldsteel published strategy to reduce carbon emissions. *Ukrudprom*. Retrieved from [https://ukrudprom.com/news/Worldsteel\\_opublikovala\\_strategiyu\\_snigeniya\\_vibros\\_ov\\_uglekislog.html](https://ukrudprom.com/news/Worldsteel_opublikovala_strategiyu_snigeniya_vibros_ov_uglekislog.html) [in Russian].
- Ustinov, V.S (2019). Interrelationships of qualitative and quantitative changes in the system of metal turnover. *Scientific works: Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences*. pp. 174-191. DOI: [https://doi.org/10.29003/m816.sp\\_ief\\_ras2019/174-191](https://doi.org/10.29003/m816.sp_ief_ras2019/174-191) [in Russian].
- Yangol, H.V. (2019). Global and local factors, which influence the performance of metallurgical enterprises. *Strategy of economic development of Ukraine*, 44, pp. 119-140. DOI: 10.33111/sedu.2019.44.119.140 [in Ukrainian].
- Allwood, J.M., Cullen, J.M., & Milford, R.L. (2010). Options for achieving a 50% cut in industrial carbon emissions by 2050. *Environ. Sci. Technol*, 44, pp. 1888-1894. DOI: <https://doi.org/10.1021/es902909k>
- Bordigoni, M., & Cattier, F. (2016, 19 June). Steel intensity as a dynamic function of economic growth. Retrieved from <https://www.iaee.org/en/publications/proceedingsabstractpdf.aspx?id=13543>
- Branca, T.A., Fornai, B., Colla, V., Murri, M.M., Streppa, E., & Schröder, A.J. (2020, February). The Challenge of Digitalization in the Steel Sector. *Metals*, 10(2). Retrieved from <https://www.mdpi.com/2075-4701/10/2/288/htm>. DOI: [doi:10.3390/met10020288](https://doi.org/10.3390/met10020288)
- Choi, Dongyong (2017, June). Future Megatrends and the Steel Industry. *Asian Steel Watch*. 03, pp. 6-11.
- Deloitte (2020, May). Mining and Steel Industry Development Trends – 2020. Version «COVID-19». *Deloitte*. 12 p. Retrieved from [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/ttt\\_COVID\\_2020.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/ttt_COVID_2020.pdf) [in Russian].
- Döhrn, R. & Krätschell, K. (2014). Long-term trends in steel consumption. *Miner Econ.*, 27, pp. 43-49. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13563-014-0046-8>
- Ekdahl, Å. (2021, 19 May). Climate Change and the Production of Iron and Steel: an Industry View. *World Steel Association*. 30 p. Retrieved from <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Climate-change-and-the-production-of-iron-and-steel-an-industry-view.pdf>
- European Commission (2016). *Steel: Preserving sustainable jobs and growth in Europe*. European Commission. Retrieved from [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO\\_16\\_805](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_16_805)
- European Commission (2019). *The European Green Deal*. Communication from the Commission, Brussels, 11.12.2019. COM (2019) 640 final, 24 c. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>
- Gao, X., Wang, A., Liu, G. et al. (2019). Expanded S-Curve Model of a Relationship Between Crude Steel Consumption and Economic Development: Empiricism

- from Case Studies of Developed Economies. *Nat Resour Res*, 28, pp. 547-562. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11053-018-9406-3>
- GMK-Center (2021a). Decarbonization of the steel industry: a challenge for the coming decades. *GMK-Center*. Retrieved from [https://gmk.center/wp-content/uploads/2021/07/Decarbonisation-rus\\_2021.pdf](https://gmk.center/wp-content/uploads/2021/07/Decarbonisation-rus_2021.pdf) [in Russian].
- GMK-Center (2021b, 22 November). How China is decarbonizing the steel industry. *GMK-Center*. Retrieved from [https://gmk.center/wp-content/uploads/2021/11/China\\_Steel-Decarbonization\\_final-1.pdf](https://gmk.center/wp-content/uploads/2021/11/China_Steel-Decarbonization_final-1.pdf) [in Russian].
- GMK-Center (2022, 24 January). EUROFER calls on the European Commission to reduce quota liberalization to 1% per year. *GMK-Center*. Retrieved from URL: <https://gmk.center/ua/news/eurofer-zaklikaie-ievrokomisiju-skorotiti-liberalizacijukvot-do-1-na-rik/> [in Ukrainian].
- Je-Ho, Cheong (2016, October). The Fourth Industrial Revolution: The Winds of Change Are Blowing in the Steel Industry. *Asian Steel Watch*, 02, pp. 6-15.
- Kumar, K., Bandi, J. & Tenneti, L. (2019, November) The Indian steel industry: Growth, challenges and digital disruption. *PwC India*. 27 p. Retrieved from <https://www.pwc.in/assets/pdfs/consulting/technology/the-indian-steel-industry-growth-challenges-and-digital-disruption.pdf>
- OECD (2017, September 28). Steel Demand Beyond 2030. Forecast Scenarios. *OECD*. 83<sup>rd</sup> Session of the Steel Committee, Paris. Retrieved from [https://www.oecd.org/industry/ind/Item\\_4b\\_Accenture\\_Timothy\\_van\\_Audenaerde.pdf](https://www.oecd.org/industry/ind/Item_4b_Accenture_Timothy_van_Audenaerde.pdf)
- OECD (2019). *Global Material Resources Outlook to 2060 – Economic drivers and environmental consequences*. OECD Publishing, Paris, 212 p. Retrieved from [https://read.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060\\_9789264307452-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060_9789264307452-en#page1)
- POSCO Research Institute (2018, June). A comprehensive survey of steel demand forecasting methodologies and their practical application for the steel industry. *Asian Steel Watch*, 05, pp. 84-95. Retrieved from [https://posri.re.kr/files/file\\_pdf/82/15223/82\\_15223\\_file\\_pdf\\_1531188440.pdf](https://posri.re.kr/files/file_pdf/82/15223/82_15223_file_pdf_1531188440.pdf)
- Railway Supply (2021, 16 November). US steelworkers will receive large orders. *Railway Supply*. Retrieved from <https://www.railway.supply/metallurgi-ssha-poluchat-krupnye-zakazy/> [in Russian].
- Rissman, J. et al. (2020, 15 May). Technologies and policies to decarbonize global industry: review and assessment of mitigation drivers through 2070. *Appl. Energy*, 266, 34 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114848>
- Romanova, O.A. & Sirotin D.V. (2019, 17 March). Metal Industry Development in the Conditions of Formation of New Technological and Institutional Trends. *Theoretical and practical conference with international participation and School for young scientists «FERROALLOYS: Development prospects of metallurgy and machine building based on completed Research and Development»*, KnE Materials Science, pp. 15-28. DOI: 10.18502/kms.v5i1.3949
- UN (2018). World Urbanization Prospects 2018. *United Nations. Population Division. Department of Economic and Social Affairs*. Retrieved from <https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>
- UN Climate Change (2021). Glasgow Climate Pact. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. 11 p. Retrieved from [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3\\_auv\\_2\\_cover%20decision.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%20decision.pdf)
- Wang, P., Ryberg, M., Yang, Y. et al. (2021). Efficiency stagnation in global steel production urges joint supply- and demand-side mitigation efforts. *Nat Commun*, 12 (2066). Retrieved from <https://www.nature.com/articles/s41467-021-22245-6.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22245-6>

- Wårell, L. (2014, March). Trends and developments in long-term steel demand – The intensity-of-use hypothesis revisited. *Resources Policy*, 39, pp. 134-143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2013.12.002>
- World Bank (2022). Indicator. *World Bank*. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/>
- Worldsteel (2018). Steel Facts. A collection of amazing facts about steel. *World Steel Association*. 131 p. Retrieved from <https://worldsteel.org/publications/bookshop/steelfacts/>
- Worldsteel (2021). Sustainable Steel. Indicators 2018 and industry initiatives. *World Steel Association*. 5 p. Retrieved from <https://worldsteel.org/publications/bookshop/sust2021/>
- Worldsteel (2022). *World Steel Association*. Retrieved from <https://worldsteel.org/>

**Вера Анатольевна Никифорова,**

канд. экон. наук, старший научный сотрудник

Институт экономики промышленности НАН Украины

ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: [nikiforova\\_V@nas.gov.ua](mailto:nikiforova_V@nas.gov.ua)

<https://orcid.org/0000-0001-7644-5821>

## ДОЛГОСРОЧНЫЕ ФАКТОРЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИИ УКРАИНЫ

Статья посвящена исследованию долгосрочных факторов и тенденций развития металлургической промышленности Украины в контексте влияния глобальных отраслевых трендов. Его актуальность объясняется значимостью отрасли в мировой и национальной экономике, необходимостью учета современных экономических, технологических, общественных и климатических вызовов и возможностей будущего развития.

Определено, что ведущими факторами развития мировой металлургии в долгосрочной перспективе являются спрос на металлопродукцию, внедрение новейших технологий и усиление государственной промышленной политики. Их влияние будет проявляться в увеличении потребления стальных изделий вследствие роста численности населения, повышении эффективности металлургического производства в результате внедрения «умных» технологий, усилении государственной поддержки отрасли, в частности за счет протекционистских мер.

Основными долгосрочными тенденциями развития металлургии в глобальном масштабе, обусловленными действием данных факторов, являются изменение географической и продуктовой структуры мирового металлорынка в сторону лидерства азиатского региона и использования высокопрочных сталей; повышение экологичности отрасли в целях достижения климатической нейтральности в результате внедрения прорывных технологий; увеличение металлоемкости ВВП по причине роста объемов производства стали, что демонстрирует довольно крепкие позиции металлургической промышленности в экономике.

Выявлено некоторое ослабление роли таких традиционных факторов развития сталелитейной отрасли, как цены на металлопродукцию, инвестиции и сырье, вследствие повышения значимости средств и направлений использования ресурсов вместо их простого наличия.

Установлено, что главными факторами развития металлургии в Украине в долгосрочной перспективе, которые в основном тождественны мировым вследствие ее чрезмерной экспортоориентированности, выступают изменения на глобальном металлорынке, развитие новейших технологий и улучшение конкурентной среды, а долгосрочными тенден-

циями – изменения спроса на металлопродукцию, повышение экологичности отрасли и снижение металлоемкости ВВП.

Влияние представленных факторов и тенденций в основном имеет негативный характер и может привести к уменьшению роли металлургии в экономике вследствие значительного отставания страны по темпам внедрения новейших технологий на фоне роста конкуренции на внешнем рынке, отсутствия действенной промышленной политики в условиях неразвитости внутреннего металлорынка, возможного уменьшения спроса на металлопродукцию в контексте сокращения численности населения и снижения объемов производства металла.

Улучшению ситуации будет способствовать совершенствование конкурентной среды посредством разработки долгосрочной стратегии развития отрасли в виде отдельного нормативного акта, активизация внутреннего рынка, развитие фундаментальной и отраслевой науки для разработки передовых технологий Индустрии 4.0 и поддержка органов государственной власти в продвижении металлургической продукции на рынки иностранных государств.

*Ключевые слова:* металлургическая промышленность, долгосрочные факторы, долгосрочные тенденции, развитие, Украина, географическая структура металлорынка, новейшие технологии, экологические требования, промышленная политика, протекционизм, металлоемкость ВВП.

*JEL:* L61; L52; F01; O14; O13; O30; O52; Q50

**Vira A. Nikiforova,**

*PhD in Economics, Leading Researcher*

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: nikiforova\_V@nas.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0001-7644-5821>

## **LONG-TERM FACTORS AND TRENDS OF THE UKRAINIAN STEEL INDUSTRY DEVELOPMENT**

The paper deals with the study of long-term factors and trends of the Ukrainian steel industry development in the context of the influence of global industry trends. Its relevance is explained by the importance of the industry in the global and Ukrainian economy and the need to take into account modern economic, technological, social and climate challenges and opportunities for its future development.

It was defined that leading factors of the world steel industry development in the long run are the demand for steel products, the implementation of latest technologies and the strengthening of a state industrial policy. Their influence will manifest in the increase of steel products consumption due to population growth, the priority implementation of smart technologies to improve the efficiency of steel manufacturing and strengthening of a state support for the industry, in particular – through protectionist measures.

The main long-term trends of steel industry development on a global scale, due to the action of these factors, are the change in the geographical and product structure of the world steel market towards the leadership of the Asian region and the use of high-strength steels; increasing the environmental friendliness of the industry in order to achieve climate neutrality as a result of the implementation of breakthrough technologies; an increase of GDP steel intensity due to rise of steel production, which demonstrates a rather strong position of the steel industry in the economy.

The study showed a slight decrease in the role of such traditional factors of the steel industry development as prices for steel products, investments and raw materials due to the increasing importance of means and directions for using resources instead of their ordinary availability.

It was established that the main factors of the Ukrainian steel industry development in the long run, which are basically identical to the world ones due to its excessive export orientation, are changes in the global steel market, the development of latest technologies and the improvement in the competitive environment. And long-term trends are changes of steel products demand, increasing the environmental friendliness of the industry and reducing the GDP steel intensity.

The influence of these factors and trends is largely negative and may lead to decrease of the role of steel industry in the economy due to the country's significant lag in terms of the introduction of latest technologies against the backdrop of increased competition in the foreign market, the lack of an effective industrial policy in the conditions of underdevelopment of the domestic steel market, a possible decrease in demand for steel products in the context of a declining population and a decrease in metal production.

The improvement of the situation will contribute by the enhancement of the competitive environment through the elaboration of a long-term strategy for the industry development in the form of a separate regulatory act, the activation of the national market, the development of fundamental and industry science for the elaboration of advanced technologies of Industry 4.0 and the support of state authorities in promoting steel products to foreign markets.

*Keywords:* steel industry, long-term factors, long-term trends, development, Ukraine, geographical structure of the steel market, advanced technologies, environmental requirements, industrial policy, protectionism, GDP steel intensity.

*JEL:* L61; L52; F01; O14; O13; O30; O52; Q50

*Формат цитування:*

Нікіфорова В. А. (2022). Довгострокові фактори і тенденції розвитку металургії України. *Економіка промисловості*. № 1 (97). С. 32-60. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.032>

Nikiforova, V. A. (2022). Long-term factors and trends of the ukrainian steel industry development. *Econ. promisl.*, 1 (97), pp. 32-60. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.032>

*Надійшла до редакції 28.01.2022 р.*

## КАРБОНОЄМНІСТЬ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ: ПОТОЧНИЙ СТАН І ФОРСАЙТИНГ

У рамках оцінювання поточної карбоноємності та форсайту перспектив декарбонізації промисловості України визначено найбільш вуглецевоємні (визначально утворюють значний карбоновий слід) та карбоново-вразливі (демонструють найвищі темпи зростання карбоноємності з часом) сектори. Обґрунтовано, що переробна промисловість, сільське господарство, транспорт та енергетика, яким притаманні обидві негативні характеристики, мають найбільше конкурентне значення для ВВП України та є найбільш перспективними галузями для пріоритетного розвитку.

Визначено, що протягом 1990-2020 рр. карбоноємність ВВП України є вищою за середньосвітовий та європейський рівні, незважаючи на певні сприятливі тенденції останніх років. Станом на 2022 р. карбоновий слід промисловості України не перевищує встановлену квоту, проте при збереженні існуючих тенденцій вона може бути вичерпана у 2040 р. При цьому повільний прогрес декарбонізації енергетичного сектору України, спадна динаміка створення доданої вартості у промисловості, слабка мотивуюча роль екологічних податків і низька інвестиційна активність у промисловості не забезпечують сприятливих передумов для ефективної декарбонізації та цифровізації промислового комплексу.

Виявлені позитивні тенденції скорочення карбоноємності зумовлені деструктивними в довгостроковій перспективі явищами (деіндустріалізацією економіки та економічною стагнацією внаслідок пандемії) та мають тимчасовий характер.

Відповідно до базового сценарію декарбонізації промисловості України (збереження поточних тенденцій і явищ) очікується вичерпання національної квоти на емісію парникових газів у 2040 р., подальша деіндустріалізація економіки, збільшення технологічних розривів із розвинутими країнами світу та зростання конкурентної вразливості вітчизняних товаровиробників-експортерів.

Оптимістичний сценарій передбачає успішну декарбонізацію та цифровізацію технологічного укладу промислового комплексу. Його реалізація забезпечує досягнення «вуглецевої нейтральності» економіки у 2060 р., а також інших цільових індикаторів та якісних змін, запланованих в офіційних державних стратегіях екологічної політики й економічного розвитку на 2030 р. Проте втілення цього сценарію потребує значного посилення інноваційної активності – на рівні результатів низьковуглецевих лідерів ЄС, які прийняли підвищені зобов'язання щодо досягнення «вуглецевої нейтральності». Ключовою передумовою реалізації оптимістичного сценарію є участь України у міжнародних проєктах щодо запобігання зміні клімату.

*Ключові слова:* парникові гази, вуглецева нейтральність, декарбонізація, промисловість, форсайт, вуглецевий податок, експорт, альтернативні джерела енергії, сценарії.

*JEL:* O14, O44, Q57

За даними (Climate Watch Portal, 2021; European Commission, 2021a) глобальний обсяг викидів парникових газів у натуральному вираженні з 1990 по 2019 р. демонструє сталу тенденцію до зростання. У цілому за даний період обсяг емісії збільшився майже у 4 рази – від 9,35 млн т до 34,81 млрд т CO<sub>2</sub>-еквівалента (далі – CO<sub>2</sub>-екв.). При цьому максимальний карбоновий слід утворюють економічно розвинуті країни та країни, що розвиваються, з високим рівнем індустріалізації і темпами зростання економіки. Зокрема, станом на 2019-2020 рр. до країн-лідерів за питомим показником викидів парникових газів на душу населення належать Австралія (16,45 т CO<sub>2</sub>-екв. / особу), США (15,975), Південна Африка (8,13), КНР (7,32), ЄС-27 (5,84), Великобританія (5,46), Бразилія (2,30) та Індія (1,92 т CO<sub>2</sub>-екв. / особу). Водночас більшість зазначених країн також належать до економік світу, які очолили рейтинг Міжнародного валютного фонду на 2022 р. за даними ВВП у 2021 р. та його прогнозними значеннями на 2022 та 2023 рр. (International Monetary Fund, 2022).

Загострення екологічної кризи, зумовленої глобальною зміною клімату<sup>1</sup>, спонукає світове суспільство докладати зусиль щодо зменшення вуглецевої або карбонової ємності національних економік. Концепція декарбонізації енергетичної системи та досягнення "вуглецевої нейтральності" економіки знайшла відображення в довгострокових конкурентних стратегіях Євросоюзу (European Commission, 2019), США (Ocasio-Cortez, 2019), Китаю (UN News, 2020), Південної Кореї, Саудівської Аравії (Deokhyun, 2022) та поступово поширюються на інші країни, у тому числі Україну (Верховна Рада України, 2021).

Новий глобальний мейнстрим загалом отримав назву "Зеленого нового курсу"

<sup>1</sup> Незворотні наслідки для екосистеми планети прогнозують уже при глобальному потеплінні більш ніж на 2 °С, що очікується у 2100 р. за умов збереження існуючих тенденцій (IPCC, 2021; Lyon, 2021).

(англ. Green New Deal) або "Зеленого пакту". Його головною метою є досягнення нульового нетто-викиду парникових газів та/або нульового сумарного забруднення довкілля станом на 2050 р. для США та Євросоюзу (2030 р. для Фінляндії, 2040 р. для Австрії, 2045 р. для Швеції), 2060 р. – для КНР (Заніздра, 2021). Практична реалізація кількісних цілей "Зеленого курсу" передбачає:

1) принципову трансформацію технологічного укладу галузей виробництва<sup>2</sup>, які є найбільшими споживачами видів викопного палива, у бік їх екологізації<sup>3</sup>;

2) декарбонізаційно-орієнтовану податкову реформу<sup>4</sup>;

3) зміну експортної політики щодо посилення конкурентних бар'єрів для входу на "екологічно чисті" внутрішні ринки на підставі показників карбоноємності життєвого циклу кінцевого продукту та її інтерналізації (врахування в собівартості).

Станом на 2022 р. конкретизований план дій і фінансові механізми щодо досягнення "вуглецевої нейтральності" та запобігання "відпливу вуглецю" розроблено та офіційно затверджено лише Європейською Комісією (European Commission, 2019), проте науковою та бізнес-спільнотою розпочато чимало досліджень щодо оцінювання економічних наслідків упровадження ринкових регуляторів вуглецевої місткості та декарбонізації економіки.

Слід відзначити оцінку впливу вартості вуглецю 2005-2018 рр. і безкоштовних квот на викиди парникових газів на рішення бізнесу про завантаження потужностей або розміщення виробництва (Åhman,

<sup>2</sup> Енергетичний сектор, автомобілебудування, транспортний і сільськогосподарський сектори, металургійна та цементна промисловість тощо.

<sup>3</sup> Перехід на альтернативні "зелені" та відновлювані джерела енергії: "зелений водень", сонячну, вітрову та гідроенергію, енергію біопалива.

<sup>4</sup> Збільшення складової "вуглецевого податку" в собівартості виробництва й експорту продукції.

Arensa, Vogla, 2020); аналіз наслідків упровадження вуглецевого податку на динаміку експорту (Zachmann, McWilliams, 2020; Pyrka, Boratyński, Tobiasz, Jeszke, Sekuła, 2020); оцінку стимулюючого ефекту створення спеціалізованих ринків "зелених матеріалів" для поширення виробництва низьковуглецевих матеріалів за рахунок субсидій, "контрактів на різницю", введення стандартів і маркування вуглецевої місткості для матеріалів, підтримку НДДКР та фінансування пілотних проєктів (Nilsson, Bauer, Åhman et al., 2021; Garnadt, Grimm, Reuter, 2020); дослідження феномена "впливу вуглецю" – перенесення виробництва із значним обсягом викидів або споживанням енергоресурсів до країн, за юрисдикцією яких не передбачено суттєвих вуглецевих податків (Acworth, Kardish, Kellner, 2020); розроблення сценаріїв соціально-економічного розвитку в залежності від логіки декарбонізації економіки (Порфирьев, Широу, Колпаков, Единак, 2022); сценарне прогнозування розвитку ринків ЄС для товарів, охоплених механізмом транскордонного вуглецевого регулювання (Bleischwitz et al., 2018; Krausmann et al., 2020; Haberl et al., 2021; Virag et al., 2021; Башмаков, 2022).

Відповідно до джерела (Верховна Рада України, 2021) серед орієнтирів, принципів і цінностей економічної політики України на 2030 р. визначено декарбонізацію економіки (підвищення енергоефективності, розвиток відновлюваних джерел енергії, розвиток циркулярної економіки та синхронізація з ініціативою "Європейський зелений курс"), у тому числі: декарбонізацію промисловості та транспортної галузі з метою досягнення цілей кліматичної нейтральності не пізніше 2060 р. За даними (Представництво України при Європейському Союзі, 2021) з 13 серпня 2020 р. розпочато переговори щодо долучення України до "Європейського зеленого курсу" з урахуванням "Угоди про Асоціацію" та визначення способів підтримки Україні відповідними установами ЄС у переході до

"зеленої" економіки. Упродовж наступних 2020-2021 рр. також вжито заходів щодо:

обміну інформацією та підвищення обізнаності широкого кола фахівців про декарбонізаційні ініціативи Євросоюзу, доступні для українських учасників (19.11.2020 р.);

формування Міжвідомчої робочої групи з питань координації подолання наслідків зміни клімату в рамках "Європейського зеленого курсу" (19.01.2021 р.) для гармонізації відомчих і бізнес-стратегій, вироблення спільної позиції уряду України щодо визначення рівня кліматичних амбіцій та кроків щодо їх реалізації;

схвалення постанови "Про утворення робочої групи для узгодження підходу щодо застосування до України механізму коригування вуглецю на кордоні для проведення консультацій з Європейською Комісією" (24.03.2021 р.).

Метою статті є оцінювання поточної карбоємності та форсайт-перспектив декарбонізації національного промислового комплексу України за базовим й оптимістичним сценаріями.

Як зазначено вище, глобальний карбоновий слід безперервно зростає з 1990 р. для переважної більшості<sup>1</sup> секторів глобальної економіки (рис. 1). Як свідчить галузева структура емісії парникових газів за обсягом викидів, переважають такі сектори: електропостачання та опалення (англ. Electricity & Heat)  $\approx 30\%$  загальної емісії, дорожній транспорт (англ. Transport)  $\approx 15\%$ , будівництво (англ. Construction)  $\approx 12\%$  та сільське господарство (англ. Agriculture)  $\approx 11,5\%$ . За темпами зростання карбоємності галузей найбільше посилення техногенного навантаження спостерігалось в таких секторах: промислове виробництво (англ. Industry) – (+174%); авіація та судноплавство (англ. Aviation & Shipping) – (+97%); електропостачання та опалення –

<sup>1</sup> Спадну динаміку демонструє лише сектор земле- та лісокористування (англ. Land-Use Change & Forestry).

(+74%), дорожній транспорт – (+71%), будівництво – (+54%). Розглянуті сектори глобальної промисловості є найбільш карбоново-залежними або карбоново-вразливими через те, що визначально мають значний вуглецевий слід або потенціал для його наростання.

Порівняння секторального складу глобального карбонового сліду (див.

рис. 1) із структурою ВВП України за виробничим методом (рис. 2) свідчить, що 4 найбільш карбоноємні сектори економіки (електропостачання та опалення, сільське господарство, дорожній транспорт, будівництво), які відповідальні за 75,3% емісії CO<sub>2</sub>-екв. у світі, посідають важливе місце в національній економіці та сумарно складають майже 22% ВВП України.

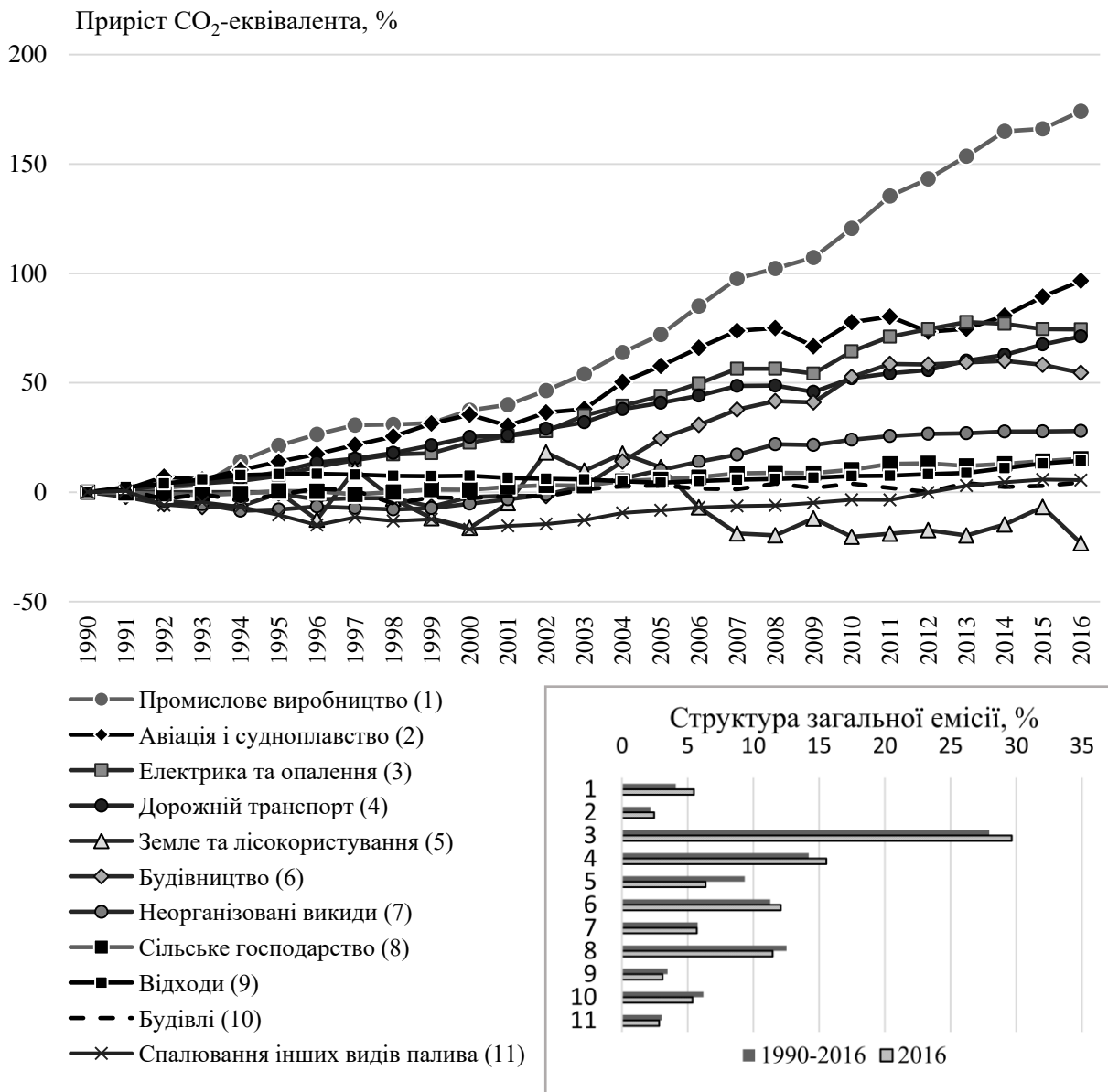
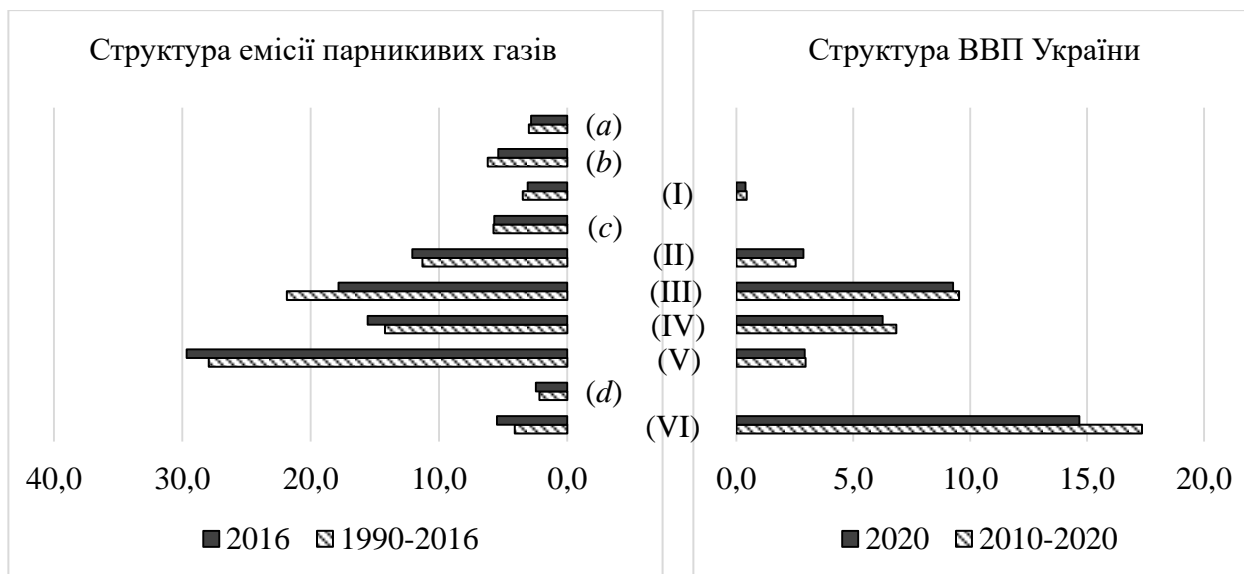


Рисунок 1 – Приріст викидів парникових газів за галузями у світі (CO<sub>2</sub>-екв.) порівняно з 1990 р., %

Джерело: складено за САІТ Climate Data Explorer, and downloaded from the Climate Watch Portal. Available here: <https://www.climatewatchdata.org/data-explorer/historical-emissions>.



Умовні позначення:

		Класифікація секторів економіки за:	
		складом емісії парникових газів	складом ВВП України за виробничим методом
		(наукове онлайн-видання "Our World in Data")	(Державна служба статистики України)
<i>a</i>	3,0	Спалювання інших видів палива	
<i>b</i>	6,2	Будівлі	
<i>I</i>	3,5	Відходи	Водопостачання; каналізація, поводження з відходами 0,44
<i>c</i>	5,8	Неорганізовані викиди	
<i>II</i>	11,3	Будівництво	Будівництво 2,54
<i>III</i>	21,9	Сільське господарство + Земле- та лісокористування	Сільське, лісове та рибне господарство 9,52
<i>IV</i>	14,2	Дорожній транспорт	Транспорт, складське господарство, пошта-ва та кур'єрська діяльність 6,84
<i>V</i>	27,9	Електропостачання та опалення	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря 2,96
<i>d</i>	2,2	Авіація та судноплавство	
<i>VI</i>	4,1	Переробна промисловість	Переробна промисловість + Добувна промисловість і розроблення кар'єрів 17,35

Рисунок 2 – Секторальна структура емісії парникових газів і ВВП України за виробничим методом, %

Джерело: складено за (Climate Watch Portal, 2021; Державна служба статистики, 2021a).

Також слід відзначити, що сектори "переробна промисловість" і "добувна промисловість і розроблення кар'єрів" (за класифікацією Державної служби статистики України), на які припадає в середньому 17% ВВП України, демонструють найвищу тенденцію до приросту карбоємності згідно з даними рис. 1 (сектор "промислового виробництва" за класифікацією нау-

кового онлайн-видання "Our World in Data").

Отже, за детермінантами карбоємності економіки Україна демонструє дві протилежні тенденції, що визначають поточну ситуацію у формуванні карбонового сліду.

З одного боку, на тлі тотального зростання емісії парникових газів у світі та найбільших економіках, які активно розви-

ваються (Climate Watch Portal, 2021), внесок України у глобальний карбоновий слід становить менше 1% та з 1986 р. зберігає спадну динамку (рис. 3). Так, станом на 2020 р. карбоновий слід економіки України зменшився майже у 3,5 раза (з 742,19 до 213,91 млн т CO<sub>2</sub>-екв.). При цьому хоча загальна карбоємність на 1 дол. ВВП

України за 1990-2019 рр. залишається вище середньосвітового показника, вона також зберігає сприятливу спадну тенденцію (рис. 4). Тому розходження між українським та середньосвітовим показниками скоротилося з 2 разів у 1990 р. до 1,2 раза у 2019 р.

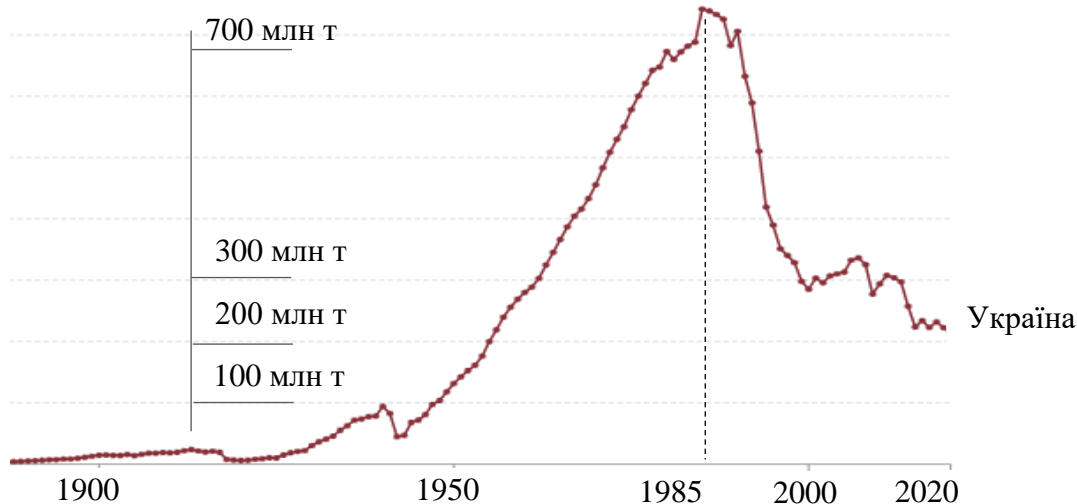


Рисунок 3 – Динаміка емісії парникових газів в Україні

Джерело: складено за (Our World in Data, 2021).

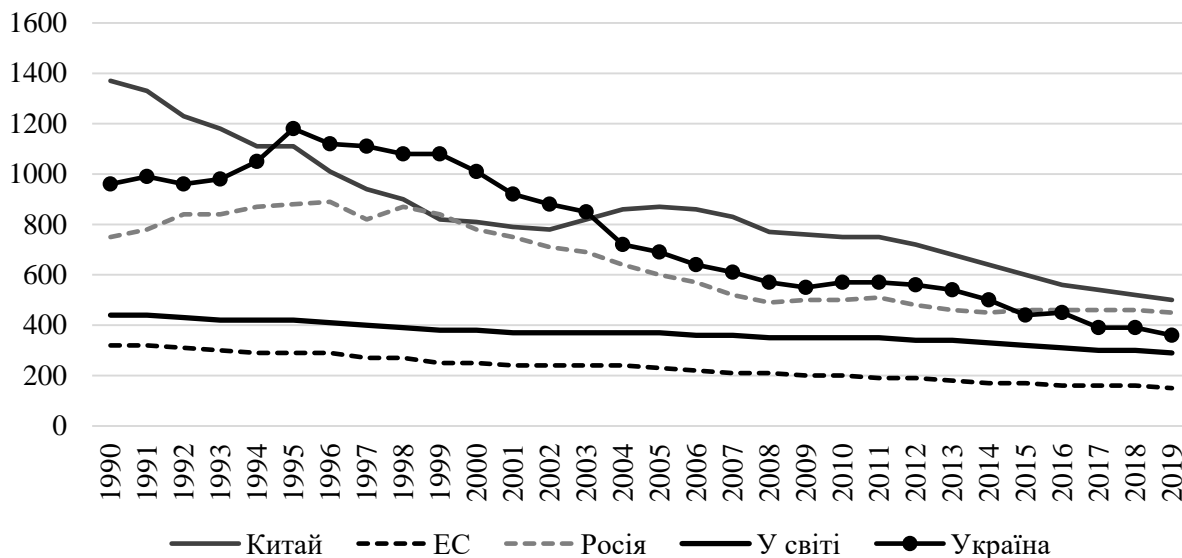


Рисунок 4 – Викиди CO<sub>2</sub> / дол. США ВВП за країнами та групами у 1990-2019 рр.

Джерело: складено за (Olivier, Peters, 2020, р. 68).

З іншого боку, з 2016 р. в Україні статистично враховуються лише викиди парникових газів від стаціонарних джерел,

тобто здебільшого карбоновий слід промисловості (Державна служба статистики України, 2021b). У складі ВВП переважа-

ють карбоноємні сектори, що демонструють схильність до прискореного зростання техногенного навантаження. При цьому рівень карбоноємності на 1 дол. ВВП України, незважаючи на позитивні тенденції, все ще у 2,4 раза вище, ніж у країнах Євросоюзу, та його зменшення переважно зумовлене спадними тенденціями в розвитку промислового сектору. Цей висновок під-

тверджується щільною кореляцією динаміки емісії CO<sub>2</sub> за статистичними даними України з динамікою доданої вартості у промисловості (рис. 5), а також низьким рівнем розвитку альтернативної енергетики (не перевищує 5% енергобалансу України), заснованої на екологічно чистих відновлювальних джерелах енергії.

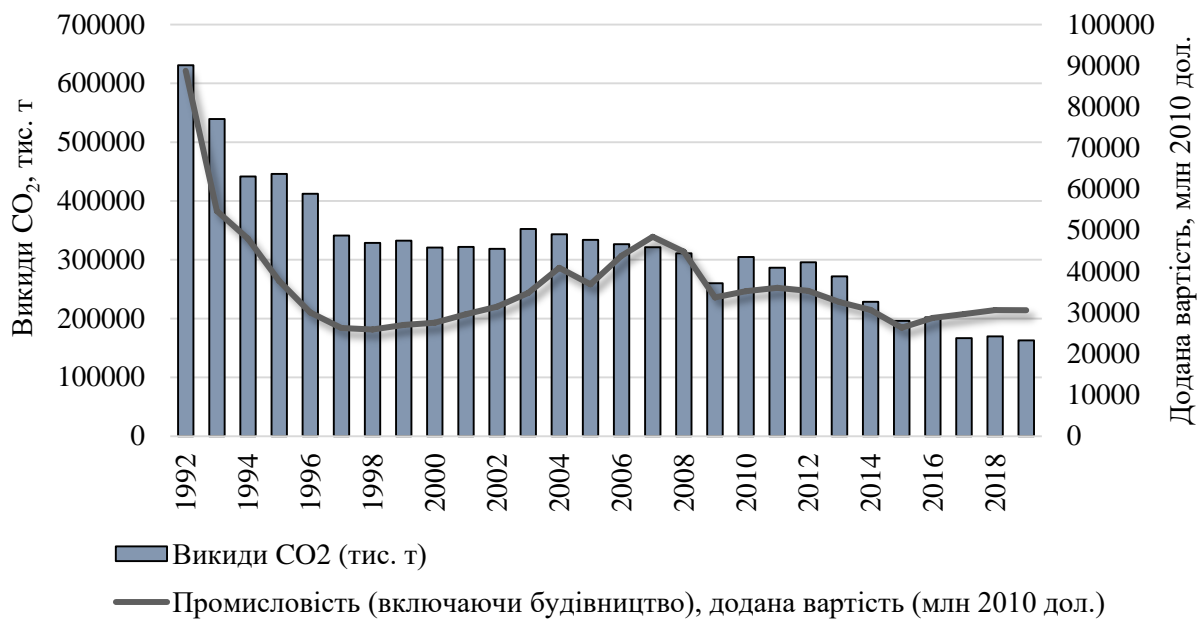


Рисунок 5 – Динаміка викидів CO<sub>2</sub> в Україні відповідно до динаміки промислового сектору

Джерело: складено за (The World Bank Group, 2020).

Пандемія COVID-19 та зумовлене нею критичне падіння економічної активності є головними чинниками, які перервали негативну загальносвітову тенденцію зростання карбонового сліду. У всіх великих промислово розвинутих країнах, за винятком Китаю, емісія CO<sub>2</sub> скоротилася (табл. 1). Максимальний результат досягнуто в енергетичному секторі ЄС-27 (-13,9% емісії) у цілому глобальні викиди CO<sub>2</sub> у 2020 р. скоротилися на 5,1% – майже до рівня викидів, зареєстрованого в 2013 р. (36,0 Гт CO<sub>2</sub>) (European Commission, 2021a, р. 19-20).

В Україні також зафіксовано скорочення карбонового сліду під час пандемії –

на 4% в енергетиці, по 2% в секторах "будинки", "транспорт" та "інші види промислового спалювання", а також на 8% в інших секторах економіки (European Commission, 2021a, р. 236). Отже, виходячи з поточної динаміки та умов формування емісії парникових газів, економіка України належить до економік світу з карбоноємністю ВВП вище за середньосвітовий та європейський рівні, проте не перевищує рамок встановленої квоти. При цьому позитивні тенденції скорочення карбоноємності зумовлені деструктивними в довгостроковій перспективі явищами – деіндустріалізацією економіки та економічною стагнацією внаслідок пандемії.

Таблиця 1 – Відсоткові зміни емісії CO<sub>2</sub> за 2019-2020 рр. у найбільших джерелах викидів за макросекторами, %

Країна	Частка глобальних викидів CO <sub>2</sub> , що припадає на сектор у 2020 р.				
	9,4%	36,5%	20,3%	21,7%	12,1%
	Будинки	Енергетична промисловість	Транспорт	Інші види промислового спалювання	Інші сектори
У світі загалом	-4,3	-4,5	-11,7	-3,2	1,1
Китай	2,2	0,8	2,3	1,2	3,4
США	-4,1	-12,3	-12,1	-6,0	-4,4
ЄС-27	-7,4	-13,9	-12,9	-9,6	-1,0
Індія	-8,3	-5,6	-9,4	-6,3	-0,7
РФ	-6,8	-7,4	-5,6	-6,5	1,8
Японія	-8,5	-4,9	-11,3	-7,5	-5,0
<b>Україна</b>	<b>-2,0</b>	<b>-4,0</b>	<b>-2,0</b>	<b>-2,0</b>	<b>-8,0</b>

Джерело: складено за (European Commission, 2021a, с.19, 236).

Припускаючи, що зменшення техногенного навантаження, зумовлене економічною та епідеміологічними кризами, має тимчасовий характер, при збереженні традиційних карбоноємних технологічних укладів, емісія CO<sub>2</sub>-еквівалента здатна повернутися на докризовий рівень після поліпшення соціально-економічної ситуації – реіндустріалізації економіки України, припинення "економічних локдаунів" та зростання потужностей виробництва.

Майбутня динаміка карбоноємності промисловості України зумовлена поєднанням таких передумов:

звуження рамок квоти на емісію парникових газів до її вичерпання у 2060 р., за наголошеними намірами Уряду України (Кабінет Міністрів України, 2020; Урядовий портал, 2021; Верховна Рада України, 2021);

підвищення вартості викидів вуглецю (за 1 т CO<sub>2</sub>-екв.) у формі податків для внутрішніх товаровиробників України (Державна фіскальна служба України, 2020) та додаткових податків для українських експортерів на ринку ЄС (у рамках компенсаційного механізму транскордонного вуглецевого регулювання) (IEA, 2020; ICAP, 2020);

визначення стратегічними пріоритетами розвитку законодавчого рівня декарбонізації та цифровізації економіки, стимулювання експорту та внутрішнього споживання, забезпечення конкурентоспромож-

ності промисловості України шляхом реіндустріалізації на інноваційній основі, продовження ланцюга створення доданої вартості кінцевої продукції в сільському господарстві (Кабінет Міністрів України, 2020; Урядовий портал, 2021; Верховна Рада України, 2021);

повільні темпи розвитку альтернативних неуглецевих джерел енергії, висока залежність енергобалансу України від вуглецевих копалин та атомної енергетики з потенційно високими екологічними ризиками (Державна служба статистики України, 2020);

низька інвестиційна активність в екологічній сфері та низька екологічна окупність інвестицій у цифрові технології, властива для кластера "наздоганяючих", до яких віднесено економіку України (Vishnevsky, Harkushenko, Zanizdra, Kniaziev, 2021).

Зменшення квоти на емісію CO<sub>2</sub>-еквівалента. За офіційними джерелами (Урядовий портал, 2021), декарбонізацію економіки України визначено "логічним продовженням євроінтеграційного курсу". У зв'язку з цим схвалено "Оновлений національний визначений внесок України до Паризької угоди щодо клімату" (НВВ2), де "закладено таку мету: до 2030 р. скоротити викиди парникових газів до рівня 35% порівняно з 1990 р." Проте на Конференції ООН щодо зміни клімату КС-26 у Глазго

(31.10-12.11.2021 р.) (Иваницкий, 2021) Президентом України наголошено на збільшенні цих зобов'язань, а саме на "скороченні викидів парникових газів на 65% від рівня 1990 р. до 2030 р. і досягнення кліматичної нейтральності не пізніше 2060 р." Отже, оскільки щорічна квота України на емісію парникових газів за "Кіотським протоколом" складала 920 млн т викидів CO<sub>2</sub>-екв., ліміт 2030 р. становитиме 322 млн т, у той час як фактично зафіксований рівень емісії парникових газів в Україні з 2015 р. становить 223,8-213,9 млн т щорічно (Our World in Data CO<sub>2</sub> and GHG Emissions Dataset, 2021). Тобто у 1,5 раза менше квоти, що дозволяє продавати невикористовувані одиниці в межах "системи торгівлі квотами"<sup>1</sup> (СТК – англ. emissions trading system).

За умов збереження поточного спадного тренду емісії парникових газів в Україні встановлена квота 35% від рівня 1990 р. (322 млн т CO<sub>2</sub>-екв.) буде вичерпана у 2040 р. (рис. 6). Тобто фактичних темпів декарбонізації промисловості України недостатньо для виконання добровільних зобов'язань України щодо досягнення "вуглецевої нейтральності" у 2060 р., яка потребує модернізації технологічних укладів.

*Вуглецеве ціноутворення.* Світовий банк нарахував 64 діючі або заплановані (які мають дату початку дії) ініціативи з вуглецевого ціноутворення, у тому числі 31 СТК і 30 податків на викиди вуглецю (IEA, 2020), які покривають 22,3% глобальних викидів парникових газів. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (англ. International Energy Agency – IEA), для досягнення цілей "Паризької угоди з клімату" необхідно довести поточні середньосвітові ціни (або вуглецеві податки – англ. carbon tax) до 40-80 дол. / т CO<sub>2</sub>-екв. і навіть до 50-100 дол. / т CO<sub>2</sub>-екв. до 2030 р. (ICAP, 2020). Фактичні ціни на вуглець

<sup>1</sup> Реалізація принципу "вуглецевої нейтральності" економіки у 2060 р. також визначає поступове припинення функціонування СТК, а отже, усунення можливості отримання доходів для України за рахунок реалізації надлишку квоти.

широко варіюються для різних СТК світу – від 1 до 127 дол. за 1 т CO<sub>2</sub>-екв. (у Швеції), а середня ціна становить 10 дол. США за 1 т CO<sub>2</sub>-екв. (табл. 2) (IEA, 2020). Лише 5% поточних цін на вуглець у світі перебувають на рівні, що відповідає траєкторіям викидів за цілями "Паризької угоди", і менше 4% – на рівні, відповідному траєкторіям викидів у сценарії сталого розвитку Міжнародного енергетичного агентства. При цьому внаслідок пандемії COVID-19 було відкладено підвищення ставок вуглецевого податку в деяких країнах і відбулося зниження ринкових цін у рамках СТК через зміну структури попиту.

Слід також зазначити, що в результаті аналізу даних 18 країн (див. табл. 2) не знайдено достатньо сильного кореляційного зв'язку між розміром ставок вуглецевого податку та енергоємністю ВВП (максимальний R<sup>2</sup>=0,2), а також вуглецевим податком і часткою відновлюваних джерел в енергобалансі країни (максимальний R<sup>2</sup>=0,3). Країни з високими цінами на вуглець і питомою вагою відновлюваних джерел (Фінляндія, Швеція та Норвегія) можуть характеризуватися енергоємністю ВВП більшою, ніж країни з меншими ставками вуглецевих податків і меншою часткою альтернативних джерел енергії (наприклад, Японія, Великобританія, Португалія та ін.) (рис. 7). Так, Швейцарія з ціною на вуглець вище, ніж у Фінляндії, також має значно меншу частку альтернативних джерел енергії та меншу енергоємність ВВП, ніж Фінляндія.

Серед розглянутих країн Україна характеризується найменшою ставкою за викиди вуглецю, одним із найнижчих показників частки відновлюваних джерел і найвищою енергоємністю ВВП. Вуглецевий податок (визначений розділом VIII Податкового кодексу України) впроваджено як ставку за викиди двоокису вуглецю (CO<sub>2</sub>) у складі загального екологічного податку у 2011 р. За даними (Державна фіскальна служба України, 2020) розмір вуглецевого податку в Україні становить близько 0,3 євро / т CO<sub>2</sub>, що є одним із найменших показників у світі (див. табл. 2).

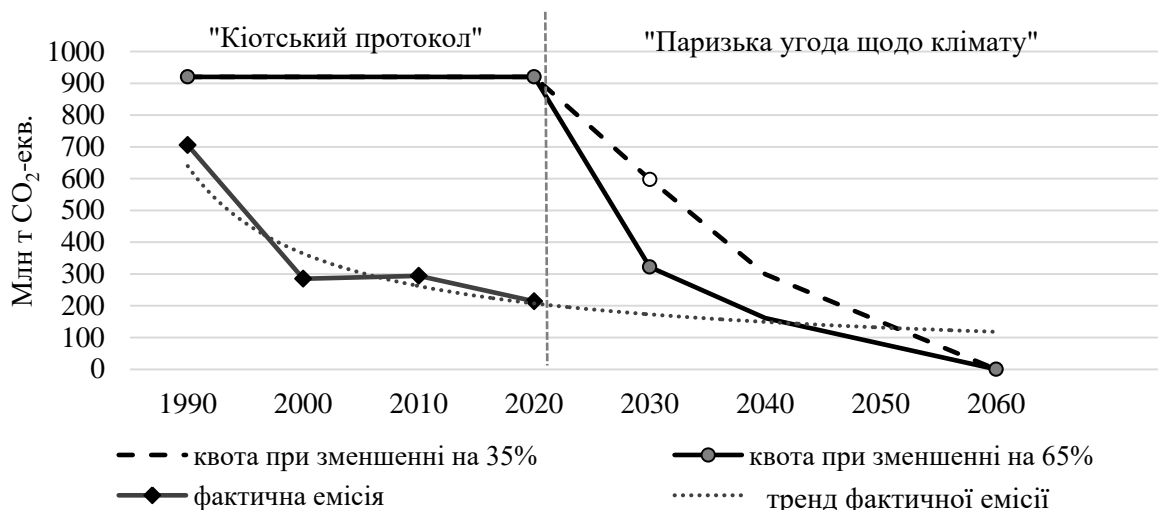


Рисунок 6 – Динаміка фактичної та прогнозованої емісії парникових газів відносно офіційної квоти для України, млн т CO<sub>2</sub>-екв.

Джерело: складено за (Кабінет Міністрів України, 2020; Верховна Рада України, 2021; Урядовий портал, 2021; Іваницький, 2021).

Таблиця 2 – Декарбонізаційний вплив вуглецевого податку

Країна	Ставка вуглецевого податку, євро/т CO <sub>2</sub>	Рік імплементації податку	Енергоємність ВВП, т.н.є./1000 дол.	Частка відновлюваних джерел енергії в енергобалансі, %
Польща	1	1990	0,11	11,8
Фінляндія	73		0,19	39,3
Норвегія	56	1991	0,12	69,4
Швеція	140		0,15	53,9
Данія	27	1992	0,1	30,8
Латвія	6	1995	0,18	37,6
Словенія	20	1996	0,14	22
Естонія	2	2000	0,22	28,6
Франція	36	2009	0,12	15,2
Швейцарія	87	2008	0,08	15
Ірландія	24	2010	0,08	9,2
Україна	0,3	2011	0,3	6,8
Японія	3	2012	0,11	10,1
Великобританія	24	2013	0,09	8,2
Португалія	8	2014	0,1	28
Мексика	3		0,12	7
Чилі	5		0,13	22,2
Південна Африка	7	2015	0,25	16,9

Джерело: складено за (Державна фіскальна служба України, 2020).

При цьому 09.11.2020 р. у Верховній Раді України зареєстровано законопроект "Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо перегляду ставок окремих податків" (№ 4346), у якому пропонується

збільшення ставки податку на викиди CO<sub>2</sub> до 30 грн за 1 т викидів з метою забезпечення джерел фінансування енергоефективних заходів (Державна фіскальна служба України, 2020).

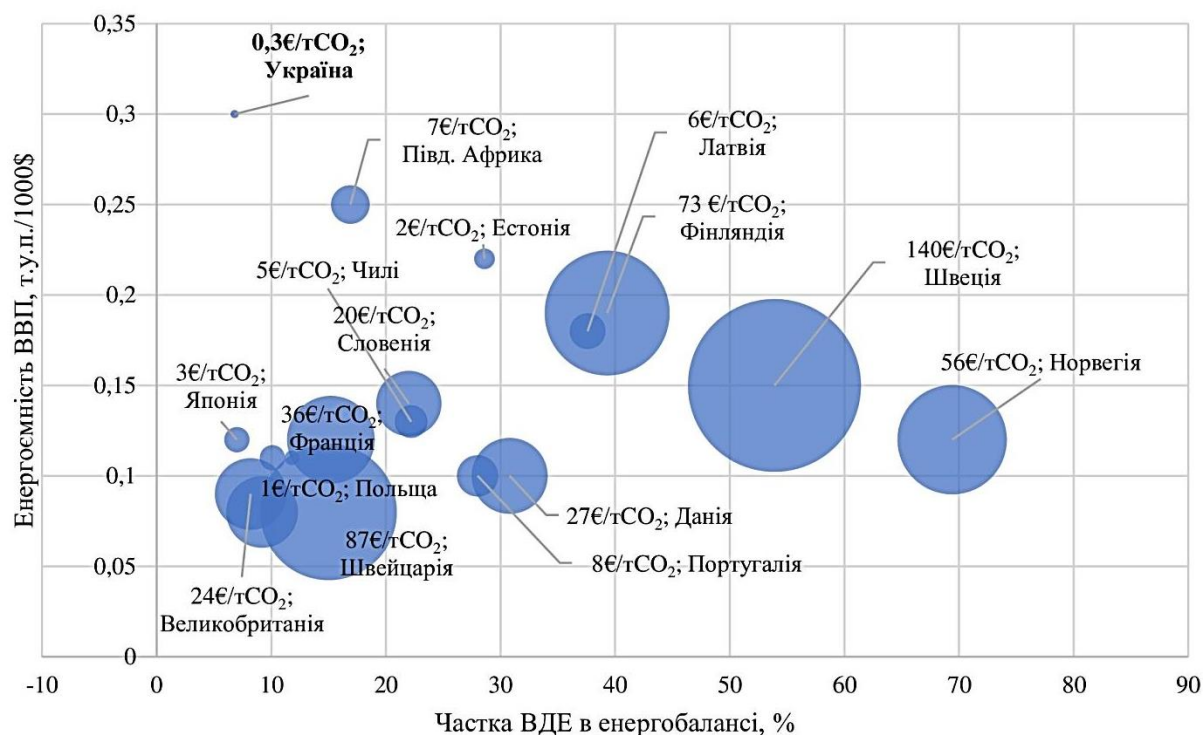


Рисунок 7 – Відношення ставок вуглецевого податку (O), енергоємності ВВП (x) та частки відновлюваних джерел в енергобалансі (y)

Джерело: складено за (Державна фіскальна служба України, 2020).

Стратегічні пріоритети розвитку промисловості України. Відповідно до форсайт-дослідження структури майбутньої економіки України на часових горизонтах 2015-2020 і 2020-2030 рр. (Форсайт економіки України, 2015, с. 46-51), у якому

оцінено потенціал розвитку пріоритетних кластерів економіки за умов їх переходу на технології V і VI технологічних укладів, переважна більшість (6 із 9 напрямів) перспективних кластерів належать до "розумних" галузей і сфер діяльності (табл. 3).

Таблиця 3 – Пріоритетні кластери майбутньої економіки України

Кластер економіки	Внесок у загальне зростання економіки, %		Часовий інтервал зростання кластера (роки)
	2015-2020	2020-2030	
Аграрний сектор	14	17	2015-2020
Військово-промисловий комплекс	13	15	2015-2030
Інформаційно-комунікаційні технології	8	12	2015-2020
Розроблення нових речовин і матеріалів, нанотехнології	7	12	2020-2025
Енергетика	7	11	2017-2025
Високотехнологічне машинобудування	6	8	2020-2025
Розвиток транзитної інфраструктури	2	5	2020-2030
"Науки про життя" (біомедична інженерія, клітинна медицина, фармацевтика)	1	5	2020-2025
Туризм	2	5	2017-2025
Інші кластери	40	10	2017-2030

Джерело: (Форсайт економіки України, 2015, с. 73).

При цьому кластери "Аграрний сектор" (14-17% в загальне зростання економіки), "Енергетика" (7-11%) та "Розвиток транзитної інфраструктури" (2-5%) належать до потенційно карбоноємних:  $\approx 12$ ;  $\approx 30$  та  $\approx 15\%$  загальної світової емісії парникових газів відповідно. Тому переорієнтація економіки України на їх пріоритетний розвиток без підвищення технологічного укладу може суттєво змінити ситуацію у формуванні карбонового сліду для промисловості на гірше.

Згідно із стратегічною програмою Кабінету Міністрів України "Вектори економічного розвитку 2030" (Кабінет Міністрів України, 2020) для секторального напрямку "промисловість" визначено такі стратегічні пріоритети:

стимулювання експорту та внутрішнього споживання, а також забезпечення конкурентоспроможності промисловості України шляхом виконання вимог ЄС щодо регулювання викидів CO<sub>2</sub> станом на 2030 р.;

створення нових виробництв та активізація інноваційної діяльності.

Питома вага зовнішньої торгівлі України з країнами ЄС-28 за 2010-2020 рр. зросла з 25,5 до 37,8% (41,5% у 2019 р.) за обсягами експорту та з 31,5 до 43,9% (41,1% у 2019 р.) – імпорту (Державна служба статистики України, 2021с). У натуральному вираженні у 2020 р. це становило 23,7 млрд дол. США експортних надходжень та 32,8 млрд дол. США імпортних витрат. При цьому категорії експортних товарів<sup>1</sup>, що за прогнозами підпадуть під додаткове оподаткування вуглецевим податком Євросоюзу, становлять  $\approx 19,74\%$  загальних експортних надходжень України у 2020 р. ( $\approx 9,7$  млрд дол. США). Отже, введення додаткового вуглецевого податку для експортерів на ринок ЄС (орієнтовно у

<sup>1</sup> Передбачається, що під вуглецеве оподаткування підпадуть: цемент, електроенергія, добрива, алюміній та його сплави, залізо і нелегвана сталь.

2026 р. у рамках механізму трансграничного вуглецевого регулювання, англ. Carbon Border Adjustment Mechanism – CBAM) та зростання собівартості імпортованої продукції з європейського ринку мають потенціал істотного впливу на результати зовнішньоекономічної діяльності вітчизняних товаровиробників і зменшення купівельної спроможності споживачів.

Упровадження CBAM супроводжується певними ризиками для внутрішніх виробників Євросоюзу й експортерів CBAM-товарів (нафтопродукти, продукція хімії, чорна металургія, кольорові метали, целюлозно-паперова промисловість) із наднизьким запасом рентабельності для компенсації зростання вуглецевої складової ціни експортної продукції на ринки ЄС (Башмаков, 2022) (табл. 4). Згідно з експертними оцінками (Görlach et al., 2020; Garnadt et al., 2020; Pyrka et al., 2020; van Schaik, 2021; Zachmann, McWilliams, 2020; European Commission, 2021b; Башмаков, 2022) декарбонізаційна політика Євросоюзу створює ризики втрати ринкової ніші та перерозподілу товарних й інвестиційних потоків не лише для країн-експортерів ЄС, але і для внутрішніх виробників та через це не характеризується високим рівнем підтримки у приватного бізнесу.

За результатами моделювання<sup>2</sup> динаміки експорту CBAM-товарів виробниками РФ, які посідали три перших місця за обсягом експорту чорних металів, добрив та алюмінію на ринок ЄС у 2016-2020 рр., при зростанні цін на вуглець втрати доходів від експорту у 2026 р., коли починає діяти CBAM, оцінено на рівні 200 млн дол., у 2030 р. – 0,7-1,2 млрд, у 2050 р. – 1,3-2 млрд (Башмаков, 2022, с. 100). Таким чином, так званий ефект "низьковуглецевих лещат"

<sup>2</sup> За імітаційною моделлю CBAM-RUS, що враховує ефекти "низьковуглецевих лещат": зниження попиту на ринку ЄС унаслідок збільшення цін усіма постачальниками; збільшення постачання товару на ринок ЄС конкурентами з меншою карбоновою місткістю та нижчою вуглецевою складовою експортної ціни.

Таблиця 4 – Конкурентні ризики, зумовлені впровадженням СВАМ

Ризики для підприємців Євросоюзу	Ризики для експортерів СВАМ-товарів на європейський ринок
<p>1. Скорочення завантаження або виведення існуючих потужностей унаслідок зростання обсягу імпорту та інвестицій у виробництво країн із "м'яким" вуглецевим регулюванням. Вважається найбільш суттєвим для нафтопродуктів, продукції хімії, чорної металургії, кольорових металів, целюлозно-паперової промисловості. Відповідно до (European Commission, 2021b; Görlach et al., 2020) прогнозуються високі ризики для "відпливу вуглецю" з ЄС до Росії, Китаю, США та Туреччини для сировинних товарів із потенційною часткою вартості вуглецю в ціні продукції понад 20% (Башмаков, 2022, с. 91).</p> <p>2. Втрати європейськими експортерами частини зовнішніх ринків при помітному підвищенні ціни на вуглець. Можливі втрати випуску СВАМ-товарів у ЄС оцінюються на рівні 1-3 (Pyrka et al., 2020).</p> <p>3. Скорочення обсягу виробництва через подорожчання сировини для підприємців ЄС і відповідне зниження обсягу експорту на 1%. При цьому очікується компенсація за рахунок продукції інших секторів (European Commission, 2021b).</p> <p>4. Зниження ефективності використання капіталу та робочої сили.</p> <p>5. Політичний опір запровадженню механізмів, подібних до СВАМ, і скасування чинного стимулюючого механізму щодо безкоштовного виділення квот на емісію парникових газів через низький рівень підтримки "зеленого курсу" бізнес-середовищем.</p> <p>6. Ефект "каскадного протекціонізму", виникнення суперечності чинним правилам СОТ, втрата частини союзників із низьковуглецевої трансформації з-поміж розвинутих країн і країн, які розвиваються (Garnadt et al., 2020; Pyrka et al., 2020; van Schaik, 2021; Zachmann, McWilliams, 2020; Башмаков, с. 93)</p>	<p>1. Втрата ринкової ніші та падіння рентабельності експортерів високовуглецевої продукції при жорсткій цінній конкуренції на ринках СВАМ-товарів, обумовлені:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>нерівністю ставок вуглецевих податків та експортних мит на вивезення сировини в конкуруючих країнах;</li> <li>фазою насичення ринків;</li> <li>високою волатильністю експортних цін на СВАМ-товари;</li> <li>розбіжностями вуглецевої місткості життєвого циклу експортованої продукції;</li> <li>технологічними розривами виробничих комплексів та інвестиційними розривами фінансування НДДКР, пов'язаних із низьковуглецевими технологіями, серед країн-експортерів (Башмаков, с. 94).</li> </ul> <p>2. Зниження ефективності економічної діяльності, використання капіталу та робочої сили через відсутність ефективних методик бенчмаркінгу (порівняльного аналізу з еталонними показниками) за питомими викидами парникових газів при виробництві базових матеріалів СВАМ-товарів в експортерів. Підвищується внаслідок запланованого зниження рівня бенчмаркінгу у ЄС до нуля у 2050 р. та високого рівня ціни на вуглець</p>

Джерело: складено за (Görlach et al., 2020; Garnadt et al., 2020; Pyrka et al., 2020; van Schaik, 2021; Zachmann, McWilliams, 2020; European Commission, 2021b; Башмаков, 2022).

для російських експортерів помітно зростає, незважаючи на очікувану компенсацію втрат за рахунок платежів європейськими імпортерами СВАМ-товарів із РФ. За експертними оцінками попередніх періодів потенційні втрати варіювалися в широкому діапазоні: від 80-100 млн до 5-8 млрд євро на рік із можливим зростанням до 2050 р. до 24 млрд євро на рік (КПМГ, 2020; Marcu et al., 2021; Широу, 2021; ИПЕМ, 2021).

Оскільки згідно з оцінками індексу глобальної конкурентоспроможності, який ураховує якість інститутів та інфраструктури, макроекономічну стабільність, кваліфікацію трудових ресурсів, ефективність ринків<sup>1</sup>, рівень технологічного розвитку, конкурентоспроможність підприємств та

<sup>1</sup> Ринку товарів та послуг, ринку праці, фінансового ринку.

інноваційний потенціал, Україна<sup>1</sup> поступається в рейтингу 2021 р. РФ<sup>2</sup> (Гуманитарний портал, 2022), доцільно очікувати, що її експортні позиції (без підвищення співпраці із "зеленими" інвестиційними інститутами ЄС) є більш вразливими.

Також при стратегічному плануванні інвестиційних проєктів із декарбонізації промисловості за рахунок цифрових технологій слід урахувати низьку екологічну окупність таких інвестицій, властиву для кластера "наздоганяючих", до якого віднесено економіку України (Vishnevsky, Harkushenko, Zanizdra, Kniaziev, 2021). Відповідно до куту нахилу ліній тренду на рис. 8, цифровізація економіки у кластерах Б та В має набагато менший позитивний ефект на екологічну ефективність економік, ніж в кластері А. Тобто зв'язок між просуванням цифрових технологій та екологічною ефективністю в кластерах "наздоганяючих" і країнах "аутсайдерів", що не належать до розвинутих економік, є не достатньо сильним. Без ув'язки із загальним рівнем розвитку економіки в цілому і технологій реального сектору зокрема, цифровізація не забезпечує екологічно сталого зростання. Тому для рішення проблеми декарбонізації української промисловості важливе значення має врахування специфіки національного науково-технічного розвитку, а також його загальна стратегічна спрямованість.

*Декарбонізація енергетичного сектору.* Енергоємність ВВП України за паритетом купівельної спроможності 2017 р. у 2019 р. скоротилася на 36,1% порівняно із показником 2007 р. і становила 0,092 т н.е./тис. міжнародних доларів (Державна служба статистики України, 2020). Загальне постачання енергії від відновлюваних джерел за 2007-2019 рр. збільшилося на 82,43%, відповідно їх частка у загальному постачанні за період 2007-2019 р. зросла з

1,7 до 5%. При цьому, кінцеве споживання енергії в цілому за 2007-2019 рр. зменшилося на 42,6%. Станом на 2020 р. за якісним складом енергопостачання від відновлюваних джерел на 77,3% забезпечено енергією біопалива та відходів (Державна служба статистики України, 2021d), 12,9% – гідроенергетикою та 4,6% – вітровою і сонячною енергією. При цьому, обсяги вироблення енергії у гідроенергетичній галузі скоротилися у 1,5 раза з 2007 р., у той час як обсяги використання біопалива та відходів збільшилися у 2 рази, а вітрової та сонячної енергії – у десятки разів.

Проте загальна частка "зеленої" енергії у загальному обсязі виробленої енергії залишається незначною<sup>3</sup>, а отже – недостатньою в контексті забезпечення "екологічної чистоти" енергетичної галузі. Відповідно до енергетичного балансу 2019 р., джерелом понад 70% виробленої енергії є спалювання фосильних копалин. Зокрема: вугілля та торфу – 28,98%, природного газу – 26,35%. Понад 24,5% представлено атомною електроенергією.

*Форсайт-сценарії декарбонізації промисловості України.* З урахуванням проаналізованих глобальних трендів і тенденцій щодо декарбонізації вітчизняної промисловості та ринкового регулювання вуглецевої ємності життєвого циклу продукції доцільно розглянути два варіанти розвитку ситуації у промисловому секторі України: за базовим та оптимістичним сценаріями.

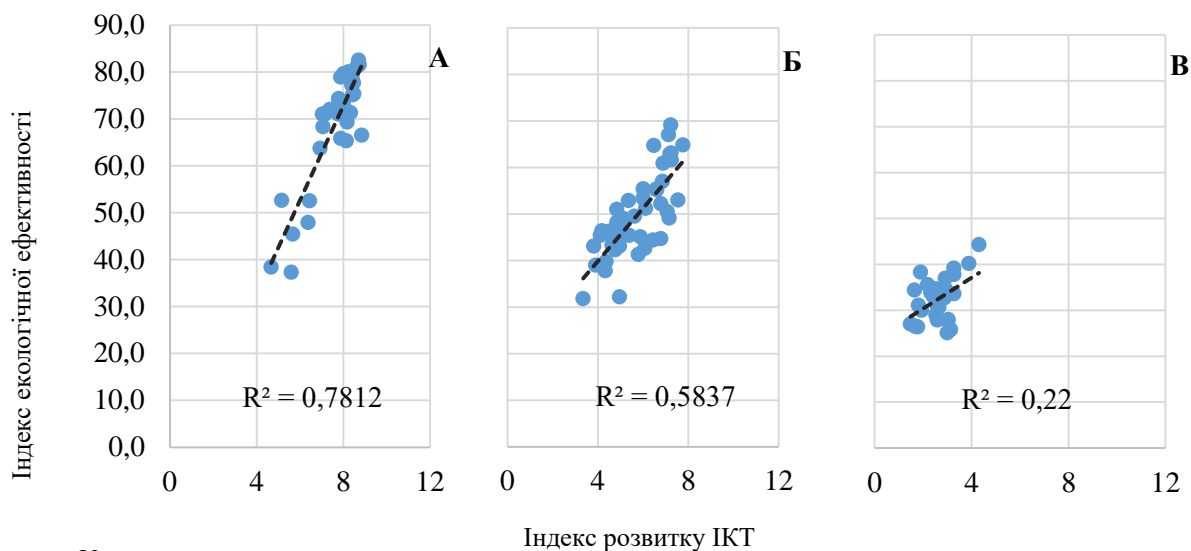
*Базовий сценарій* розвитку до 2035 р. передбачає екстраполяцію поточних тенденцій та явищ. Основними передумовами його реалізації є:

недостатність стимулів і фінансових можливостей щодо інвестування у впровадження низьковуглецевих технологій у виробництві;

<sup>1</sup> 85 місце в рейтингу 2021 р. та 57 балів за GCI-2022.

<sup>2</sup> 43 місце із 66,7 балами GCI-2022.

<sup>3</sup> Максимальний результат (2019 р.) становив 4,9%.



Умовні позначення:

А		Б	В
Кластери "лідери" та "переслідувачі" (країни з високим рівнем цифровізації)		Кластер "наздоганяючі" (країни із середнім рівнем цифровізації)	Кластер "аутсайдери" (країни з низьким рівнем цифровізації)
"лідери"	"переслідувачі"		
Швейцарія, Ірландія, Норвегія, Данія, Нідерланди, Швеція, Японія, Німеччина, Фінляндія, Австрія, США, Великобританія, Бельгія, Ізраїль, Франція, Канада, Австралія, Італія, Нова Зеландія, Словенія, Іспанія (21 країна)	Південна Корея, Чеська Республіка, Малайзія, Естонія, Словаччина, Угорщина, Китай, Філіппіни, Коста-Ріка, Тайланд, Мексика (11 країн)	Кіпр, Литва, Польща, Латвія, Греція, Португалія, Уругвай, РФ, Хорватія, Панама, Аргентина, Румунія, Чилі, Болгарія, Білорусь, Казахстан, Маврикій, Бразилія, Туреччина, Сербія, Македонія, Туніс, Грузія, Колумбія, Україна, Албанія, Південна Африка, Боснія та Герцеговина, Марокко, Йордан, Перу, Ліван, Домініканська Республіка, Сальвадор, Еквадор, Ямайка, Молдова, Алжир, Парагвай, Індонезія, Шрі Ланка, Єгипет, Монголія, Гватемала, Киргизька Республіка (45 країн)	Намібія, Болівія, Нікарагуа, Гондурас, Камбоджа, Індія, Кот-д'Івуар, Лаос, Сенегал, Лесото, Гамбія, Непал, Зімбабве, Бангладеш, Кенія, Нігерія, Замбія, Бенін, Камерун, Пакистан, Уганда, Танзанія, М'янма, Гвінея, Буркіна Фасо, Мадагаскар, Мозамбік, Ефіопія, Бурунді (29 країн)

Рисунок 8 – Залежність між індексами розвитку ІКТ та екологічною ефективністю за кластерами країн світу

Джерело: (Vishnevsky, Harkushenko, Zanizdra, Kniaziev, 2021).

нерозвиненість альтернативних (відновлюваних неуглецевих) джерел енергії в енергобалансі України (залишатиметься на рівні 5%);

збільшення податкового тягаря та конкурентних перешкод на ринку ЄС для українських виробників-експортерів.

За даних умов очікувані наслідки полягають у такому:

по-перше, подальша деіндустріалізація економіки України та збільшення тех-

нологічних розривів із розвинутими країнами світу. Це означає зменшення можливостей інвестування у сталий розвиток національної економіки із власних джерел на тлі зменшення інвестиційної привабливості для зовнішніх інвесторів, скорочення попиту на розроблення інновацій, а також занепад матеріально-технічної бази для їх апробації;

по-друге, вичерпання квоти на емісію парникових газів у 2040 р. (див. рис. 6),

втрата цінової конкурентоспроможності українських експортерів СВАМ-товарів на ринках "вуглецево-нейтральних" країн Євросоюзу, США та Китаю, що негативно вплине на вартість валюти на внутрішньому ринку України та спричинить необхідність зміни якісної структури експорту або економічної географії його спрямування – до країн із менш жорстким кліматичним законодавством. Разом із тим це сприятиме подальшому закріпленню застарілих карбоноємних технологічних укладів і збереженню "екологічно брудних" інституціональних правил промислового природокористування, погіршенню світової репутації України та значно звузить потенційні ринки збуту, оскільки країни з вуглецевою економікою також є переважно постачальниками сировини та проміжної продукції, а отже, дефакто виступають конкурентами України.

Підсумком реалізації базового сценарію декарбонізації промисловості України буде довгострокова стагнація економічного та науково-технічного розвитку, збільшення технологічного розриву з країнами – цифровими лідерами, зростання конкурентної вразливості вітчизняних товаровиробників і посилення перешкод для входу на зовнішній ринок. Це сприятиме падінню рівня доходів, купівельної спроможності, що призведе до погіршення якості життя населення, а також, з урахуванням фінансування природоохоронної діяльності за залишковим принципом, – до підвищення ризику поглиблення екологічної кризи та деградації екосистем.

*Оптимістичний сценарій* розвитку до 2035 р. передбачає позитивні якісні зрушення в технологічному укладі промислового комплексу в бік його декарбонізації та цифровізації. Передумовами реалізації цього сценарію є:

посилення співробітництва уряду України з природоохоронними міжнародними та європейськими установами в частині реалізації спільних проектів щодо запобігання зміні клімату шляхом еколо-

гічно чистої інноваційної модернізації промислового сектору України;

активізація приватно-державного партнерства провідних виробників-експортерів та уряду України у сферах декарбонізації та цифровізації промислового сектору з метою підвищення його конкурентоспроможності на глобальному ринку;

ефективна реалізація довгострокових стратегій розвитку, схвалених урядом України (Стратегії державної екологічної політики на 2025 та 2030 рр., Стратегічної програми КМУ "Вектори економічного розвитку 2030"), у тому числі:

а) перехід від сировинної моделі "вуглецевого" експорту до наукоємного "екологічно чистого" експорту кінцевої продукції з високою доданою вартістю, яка вироблена з використанням найбільш прогресивних технологій сучасності або належить до них;

б) підвищення питомої ваги альтернативних (відновлюваних неуглецевих) джерел енергії в енергобалансі України (включно з гідрогенеруючими потужностями і термальною енергією) до 17%;

с) розвиток "зеленого" ринку екологічних товарів і послуг, а також "зеленого" бізнесу – маловідходних виробництв із замкнутими циклами ресурсоспоживання та мінімальним екологічним слідом в екосистемі.

Підсумком реалізації оптимістичного сценарію декарбонізації та цифровізації промислового комплексу України є заплановане досягнення "вуглецевої нейтральності" економіки у 2060 р., а також виконання кількісних цільових індикаторів і позитивних якісних змін, запланованих у довгострокових стратегіях розвитку України (Стратегії державної екологічної політики на 2025 та 2030 рр., Стратегічній програмі КМУ "Вектори економічного розвитку 2030"), у тому числі:

звільнення експортної промислової продукції з України від додаткової сертифікації для допуску на внутрішній ринок ЄС;

поширення використання передових світових практик у промисловому секторі України, зокрема практики циркулярної економіки;

забезпечення конкурентоспроможності промисловості України в секторі високотехнологічної продукції.

Для оцінювання можливостей практичної реалізації оптимістичного сценарію декарбонізації та цифровізації промисловості України доцільно орієнтуватися на кі-

лькісні результати інноваційної активності низьковуглецевих лідерів ЄС, які прийняли підвищені зобов'язання щодо досягнення "вуглецевої нейтральності": 2030 р. – Фінляндія, 2040 р. – Австрія, 2045 р. – Швеція. Кількісні інтервали драйверів інноваційності даних країн за рейтингом інноваційних економік Bloomberg-2021 є досить широкими та варіативними за кількістю ефективних комбінацій (табл. 5).

Таблиця 5 – Драйвери інноваційності економік низьковуглецевих лідерів Євросоюзу

Драйвер	Оцінка ефективності драйвера країн-лідерів, балів				Вага показника, %
	Швеція	Фінляндія	Австрія	орієнтовний діапазон	
R&D intensity (обсяг коштів у відсотковому відношенні до ВВП, який держава спрямовує на дослідження та розробки)	4	11	6	4-11	20
Manufacturing capability (додана вартість виробництва у відсотковому відношенні до ВВП)	21	12	9	9-21	10
Productivity (ВВП у розрахунку на годину робочого дня)	12	17	15	12-15	20
High-tech density (частка публічних високотехнологічних компаній серед усіх публічних компаній у державі)	6	13	23	6-23	20
Tertiary efficiency (відвідуваність вищих навчальних закладів, відсоток дипломованих спеціалістів від загального обсягу набору та частка дипломованих спеціалістів у загальному обсязі працюючого населення в державі)	7	14	16	7-16	5
Researcher concentration (кількість науковців на 1 млн жителів)	7	10	9	7-10	20
Patent activity (кількість патентів, що подаються місцевими компаніями, у розрахунку на 1 млн жителів та 1 млн дол., витрачених на науково-дослідну діяльність)	21	10	5	5-21	5
<i>Загальна оцінка</i>	86,39	84,86	83,93		

Джерело: складено за (Jamrisko, Lu, Tanzi, 2021).

Особливу увагу слід приділяти драйверам із більшою вагою показників: обсяг відрахувань ВВП на R&D, частка національних високотехнологічних компаній, кількість науковців на 1 млн жителів. Оскільки за класифікацією Всесвітнього еко-

номічного форуму (World Economic Forum, 2019, с. 319-320) Україна перебуває у процесі трансформації між першою та другою стадіями економіко-технологічного розвитку, тобто до найбільш значимих чинників конкурентоспроможності (із вагою 40-

60%) належать "базові потреби" та " посилювачі ефективності" (із вагою 30-50%), доцільно орієнтуватися на показник доданої вартості виробництва у відсотковому відношенні до ВВП.

На сьогодні за оцінками Bloomberg-2021 рейтинг України (58 місце) погіршився на дві позиції порівняно з результатом 2020 р.

*Висновки.* Карбоноємність промисловості України та здатність урядовців і власників підприємств управляти вуглецевою ємністю життєвого циклу продукції в умовах глобального тренду прагнення до "вуглецевої нейтральності" економічної діяльності стають одними з ключових чинників конкурентоспроможності вітчизняних експортерів у найближчому майбутньому. Ратифікація "Паризької угоди щодо клімату" у 2016 р. стала підставою для систематичного скорочення національних квот на емісію парникових газів для країн-учасниць при постійному зростанні цін на вуглець у системах торгівлі квотами. За попередніми оцінками, уже в 2026 р. набуває чинності механізм транскордонного вуглецевого регулювання, призначений Європейською Комісією для захисту європейських низьковуглецевих виробників шляхом введення додаткових податків на окремі види експортної продукції. Законодавчо затверджено кінцеві терміни досягнення "вуглецевої нейтральності" країн, які мають економічну та політичну силу визначати глобальний мейнстрим економічного та науково-технологічного розвитку. Поєднання наведених чинників формує нову цифрову та вуглецево-нейтральну економічну реальність, в умовах якої карбоноємні технологічні уклади втрачають ринкові ніші та стають аутсайдерами.

Для уникнення поширення технологічних та інвестиційних розривів і збереження конкурентоспроможності України на зовнішньому ринку доцільним є розроблення ефективної національної стратегії промислового розвитку з урахуванням ак-

туальних формуючих трендів і "довгих правил", базисних інновацій, стимулюючих та компенсаційних механізмів декарбонізації без втрати конкурентного потенціалу вітчизняних виробників.

Відповідно до результатів аналізу глобальних трендів у сфері запобігання зміні клімату та регулювання карбонового сліду економічної діяльності визначено найбільш вуглецевоємні та карбоново-вразливі сектори промисловості:

енергетичний, транспортний, будівельний і сільськогосподарський, традиційні технологічні уклади, які визначально утворюють значний карбоновий слід;

переробної промисловості, авіації та судноплавства, енергетичний і транспортний, які демонструють найвищі темпи зростання карбоноємності з часом, порівняно з іншими напрямками економічної діяльності.

Обґрунтовано, що карбоново-вразливі сектори (переробна промисловість, сільське господарство, транспорт й енергетика) мають найбільше конкурентне значення для утворення ВВП України та є найбільш перспективними галузями для пріоритетного розвитку згідно з результатами останніх форсайт-досліджень та офіційних державних стратегій за умов їх переходу на вищі технологічні уклади.

За динамікою та умовами формування емісії парникових газів протягом 1990-2020 рр. карбоноємність ВВП України є вищою за середньосвітовий та європейський рівні, незважаючи на сприятливі спадні тенденції в техногенному навантаженні останніх років. Станом на 2022 р. карбоновий слід промисловості України не перевищує встановленої квоти, проте при збереженні наявних тенденцій вона може бути вичерпана у 2040 р. Існуючі передумови довгострокового промислового розвитку не містять достатніх драйверів для її ефективної декарбонізації та цифровізації, а саме:

частка альтернативних неуглецевих джерел енергії не перевищує 5% енергоба-

лансу, у той час як понад 70% припадає на фосильні копалини та понад 24,5% – на атомну електроенергію;

показник доданої вартості, утвореної промисловим сектором, за 1992-2019 рр. демонструє спадну динаміку та зменшився майже у 3 рази;

екологічні податки слабо мотивують до екологічно лояльної економічної поведінки та не забезпечують достатнього рівня фінансування – їх питома вага у складі податкових надходжень до державного бюджету України 2011-2020 рр. здебільшого не перевищує 1%;

частка капітальних інвестицій у промисловості становить 4,3-6,7% ВВП, при цьому питома вага інвестицій екологічної спрямованості у їх складі в середньому залишається на рівні 5,2%.

Виявлені позитивні тенденції скорочення карбоємності зумовлені деструктивними в довгостроковій перспективі явищами – деіндустріалізацією економіки та економічною стагнацією внаслідок пандемії. Якщо припустити, що зменшення техногенного навантаження, зумовлене економічною та епідеміологічною кризами, має тимчасовий характер, то при збереженні традиційних карбоємних технологічних укладів емісія CO<sub>2</sub>-еквівалента може повернутися на докризовий рівень.

З урахуванням результатів аналізу динаміки квоти України на емісію CO<sub>2</sub>-еквівалента і фактичного рівня викидів, особливостей вуглецевого ціноутворення, стратегічних пріоритетів розвитку промисловості, прогресу декарбонізації енергетичного сектору, динаміки та структури зовнішньоекономічних відносин України та Євросоюзу, а також експертних оцінок впливу зовнішніх регуляторів вуглецевої ємності експортної продукції на результати економічної діяльності виробників розглянуто базовий та оптимістичний сценарії декарбонізації промисловості України.

Базовий сценарій передбачає екстраполяцію поточних тенденцій та явищ. Його

підсумком буде довгострокова стагнація економічного і науково-технічного розвитку промисловості України, збільшення технологічного розриву з країнами – цифровими лідерами, зростання конкурентної вразливості вітчизняних товаровиробників і посилення перешкод для входу на зовнішній ринок.

Оптимістичний сценарій передбачає позитивні якісні зрушення в технологічному укладі промислового комплексу в бік його декарбонізації та цифровізації. Реалізація оптимістичного сценарію забезпечить досягнення "вуглецевої нейтральності" економіки у 2060 р. та інших цільових індикаторів та якісних змін, запланованих у Стратегії державної екологічної політики на 2025 та 2030 рр. і Стратегічній програмі КМУ "Вектори економічного розвитку 2030". Проте його втілення потребує значного посилення інноваційної активності – на рівні результатів низьковуглецевих лідерів ЄС, які прийняли підвищені зобов'язання щодо досягнення "вуглецевої нейтральності" (Фінляндії, Австрії та Швеції). Отже, ключовою передумовою реалізації оптимістичного сценарію є ефективне співробітництво уряду та провідних виробників-експортерів України з природозахисними міжнародними та європейськими установами у формі приватно-державного партнерства з метою впровадження спільних проєктів щодо запобігання зміні клімату.

Перспективою подальших досліджень є розроблення дорожньої карти "вуглецево-нейтрального" економічного розвитку України на засадах "зеленої" смарт-неоіндустріалізації з обґрунтуванням кількісних критеріїв скорочення емісії парникових газів, карбоємності ВВП, наявності техніко-технологічних можливостей і потреб в інвестиціях.

## Література

Башмаков И.А. (2022). Углеродное регулирование в ЕС и российский сырьевой

- експорт. *Вопросы экономики*. № 1. С. 90-109. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2022-1-90-109>.
- Верховна Рада України (2021). Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 3 березня 2021 р. № 179. *Верховна Рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-п#Text> (дата звернення: 10.01.2022).
- Гуманитарний портал (2022). Рейтинг стран мира по индексу глобальной конкурентоспособности. *Гуманитарний портал*. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index> (дата звернення: 30.01.2022).
- Державна служба статистики України (2020). Енергетичний баланс України. *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 30.03.2021).
- Державна служба статистики України (2021b). Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря (1990-2020). *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 30.03.2021).
- Державна служба статистики України (2021a). Валовий внутрішній продукт (у фактичних цінах). *Державна служба статистики України*. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2003/vvp/vvp\\_kv/vvp\\_kv\\_u/arh\\_vvp\\_kv.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2003/vvp/vvp_kv/vvp_kv_u/arh_vvp_kv.html) (дата звернення: 30.03.2021).
- Державна служба статистики України (2021c). Динаміка географічної структури зовнішньої торгівлі товарами (1996-2020). *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 02.01.2022).
- Державна служба статистики України. (2021d). Енергоспоживання на основі відновлюваних джерел за 2007-2020 роки. *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 02.01.2022).
- Державна фінансова служба України (2020). Екологічний податок: ставку податку на викиди двооксиду вуглецю пропонують збільшити. *Вісник. Офіційно про податки*. URL: <http://www.visnuk.com.ua/uk/news/100020967-ekologichniy-podatok-stavku-podatku-na-vikidi-dvookisu-vugletsyu-proponuyut-zbilshiti> (дата звернення: 30.03.2021).
- Заніздра М.Ю. (2021). Форсайтинг екологічного регулювання розвитку національної промисловості: макрорівень. *Економіка промисловості*. № 3(95). С. 25-51. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry> 2021.03.025.
- Іваницький А. (2021). Зеленский выступил на климатическом саммите. *Корреспондент*. 1 ноября. URL: <https://korrespondent.net/world/4412552-zelenskyi-vystupyl-na-klimaticheskoy-sammyte> (дата звернення: 02.01.2022).
- Кабінет Міністрів України (2020). Вектори економічного розвитку України. *Кабінет Міністрів України*. URL: <https://nes2030.org.ua/> (дата звернення: 30.01.2022).
- Порфирьев Б.Н., Широков А.А., Колпаков А.Ю., Единак Е.А. (2022). Возможности и риски политики климатического регулирования в России. *Вопросы экономики*. № 1. С. 72-89.
- Представництво України при Європейському Союзі (2021). Європейський Зелений Курс. 15 квітня. *Представництво України при Європейському Союзі*. URL: <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spivrobotnictvo/klimat-yevropejska-zelena-ugoda> (дата звернення: 30.01.2022).
- Урядовий портал (2021). Уряд схвалив цілі кліматичної політики України до 2030 року. *Міністерство екології та природних ресурсів України. Урядовий портал*. 30 липня. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-shvaliv-cili-klimatichnoyi-politiki-ukrayini-do-2030-roku> (дата звернення: 30.01.2022).

- Форсайт економіки України: середньостроковий (2015-2020 роки) і довгостроковий (2020-2030 роки) часові горизонти: наук. керів. акад. М. Згуровський. (2015). Київ: НТУУ «КПІ». 136 с.
- Acworth W., Kardish C., Kellner K. (2020). *Carbon Leakage and Deep Decarbonization: Future-proofing Carbon Leakage Protection*. Berlin: ICAP.
- Åhman M., Arensa M., Vogla V. (2020). International cooperation for decarbonizing energy intensive industries – Towards a Green Materials Club. *Environmental and Energy Systems Studies Working Paper*. (117). Sweden: Lund University.
- Bleischwitz R., Nechifor V., Winning M., Huang B., Geng Y. (2018). Extrapolation or saturation – Revisiting growth patterns, development stages and decoupling. *Global Environmental Change*. Vol. 48. P. 86-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.008>
- Climate Watch Portal (2021). *CAIT Climate Data Explorer*. URL: <https://www.climate-watchdata.org/data-explorer/historical-emissions> (дата звернення: 30.01.2022).
- European Commission (2021a). *GHG emissions of all world countries – 2021 Report*. Crippa M., Guizzardi D., Solazzo E., Muntea M., Schaaf E., Monforti-Ferrario F., Banja M., Olivier J.G.J., Grassi G., Rossi S., Vignati E. EUR 30831 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021. DOI: 10.2760/173513, JRC126363.
- European Commission (2021b). *Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism (Text with EEA relevance)*. COM (2021) 564 final. Brussels: European Commission.
- European Commission (2019). *A European Green Deal*. URL: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en) (дата звернення: 30.03.2021).
- Garnadt N., Grimm V., Reuter W.H. (2020). Carbon Adjustment Mechanisms: Empirics, Design and Caveats. *Working Paper*. № 11. German Council of Economic Experts.
- Görlach B., Duwe M., Velten E. K., Voß P., Zelljadt E., Riedel A., Ostwald R., Voigt S., Wölfling N., Germeshausen R. (2020). Analysen zum direkten und indirekten Carbon-Leakage-Risiko europäischer Industrieunternehmen. *Climate Change*. № 32.
- Haberl H., Schmid M., Haas W., Wiedenhofer D., Rau H., Winiwarter V. (2021). Stocks, flows, services and practices: Nexus approaches to sustainable social metabolism. *Ecological Economics*. Vol. 182. 106949. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106949>.
- ICAP (2020). *Emissions Trading Worldwide: Status Report 2020*. URL: <https://icapcarbonaction.com/en/icap-status-report-2020> (дата звернення: 30.01.2022).
- IEA (2020). *Implementing Effective Emissions Trading Systems*. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/implementing-effective-emissions-trading-systems> (дата звернення: 30.01.2022).
- International Monetary Fund (2022). *World Economic Outlook Update. Rising case-loads, a disrupted recovery, and higher inflation*. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2022/01/25/world-economic-outlook-update-january-2022> (дата звернення: 30.01.2022).
- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte V., Zhai P., Pirani A., Connors S.L., Péan C., Berger S., Caud N., Chen Y., Goldfarb L., Gomis M.I., Huang M., Leitzell K., Lonnoy E., Matthews J.B.R., Maycock T.K., Waterfield T., Yelekçi O., Yu R., Zhou B. (Eds.). Cambridge University Press.

- Jamrisko M., Lu W., Tanzi A. (2021). South Korea Leads World in Innovation as U.S. Exits Top Ten. URL: <https://www.bloombergquint.com/global-economics/south-korea-leads-world-in-innovation-u-s-drops-out-of-top-10> (дата звернення: 30.01.2022).
- Deokhyun K. (2022) (4th LD) S. Korea, Saudi Arabia agree to jointly develop hydrogen economy. *Yonhap Agency*. January 19. URL: <https://en.yna.co.kr/view/AEN20220118000353315?section=search> (дата звернення: 30.01.2022).
- Krausmann F., Wiedenhofer D., Haberl H. (2020). Growing stocks of buildings, infrastructures and machinery as key challenge for compliance with climate targets. *Global Environmental Change*. Vol. 61. 102034. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102034>.
- Lyon C., Saupe E.E., Smith C.J., Hill D.J., Beckerman A.P., Stringer L.C., Marchant R., McKay J., Burke A., O'Higgins P., Dunhill A.M., Allen B.J., Riel-Salvatore J., Aze T. (2021). Climate change research and action must look beyond 2100. *Global Change Biology*. Vol. 28. Iss. 2. P. 349-361. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.15871>.
- Nilsson L.J., Bauer F., Åhman M., Bataille C., de la Rue du Can S., Hansen T., Johansson B., van Sluisveld M. (2021). An industrial policy framework for transforming energy and emissions intensive industries towards zero emissions. *Climate Policy*. Vol. 21. Iss. 8. P. 1053-1065. DOI: <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1957665>.
- Ocasio-Cortez, A. (February 12, 2019). *H.Res. 109–116th Congress (2019–2020): Recognizing the duty of the Federal Government to create a Green New Deal*. URL: <https://ocasio-cortez.house.gov/sites/ocasio-cortez.house.gov/files/Resolution%20on%20a%20Green%20New%20Deal> (дата звернення: 30.03.2021).
- Olivier J.G.J., Peters J.A.H.W. (2020). *Trends in global CO<sub>2</sub> and total greenhouse gas emissions: 2020 Report*. Netherlands Environmental Assessment Agency The Hague, 2020. 85 p. URL: [https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and\\_total-greenhouse-gas-emissions-2020-report\\_4331.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and_total-greenhouse-gas-emissions-2020-report_4331.pdf) (дата звернення: 30.01.2022).
- Our World in Data (2021). *CO<sub>2</sub> and GHG Emissions Dataset. Per capita CO<sub>2</sub> emissions*. URL: <https://ourworldindata.org/explorers/co2?facet=none&country=~UKR&Gas=CO2&Accounting=Production-based&Fuel=Total&Count=Per+country&Relative+to+world+total=false> (дата звернення: 30.01.2022).
- Pyrka M., Boratyński J., Tobiasz I., Jeszke R., Sekuła M. (2020). *The effects of the implementation of the border tax adjustment in the context of more stringent EU climate policy until 2030*. Warsaw: Centre for Climate and Energy Analyses (CAKE).
- The World Bank Group (2020). *World Development Indicators*. The World Bank Group. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>. (дата звернення: 30.01.2022).
- UN News (22 September 2020). 'Enhance solidarity' to fight COVID-19, Chinese President urges, also pledges carbon neutrality by 2060. *UN News*. URL: <https://news.un.org/en/story/2020/09/1073052> (дата звернення: 30.03.2021).
- van Schaik L. (2021). CBAM political dilemma's. *Presentation at CENEf-XXI workshop "Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM): What are the possible effects for Russia's economy?"*. Moscow, July 26.
- Virag D., Wiedenhofer D., Haas W., Haberl H., Kalt G., Krausmann F. (2021). The stock-flow-service nexus of personal mobility in an urban context: Vienna, Austria. *Environmental Development*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2021.100628>.
- Vishnevsky V.P., Harkushenko O.M., Zanizdra M.Yu., Kniaziev S.I. (2021). Digital and Green Economy: Common Grounds and Contradictions. *Sci. innov.* Vol. 17. Iss. 3.

P. 14-27. DOI: <https://doi.org/10.15407/scine17.03.014>

World Economic Forum (2019). The Global Competitiveness Report 2017–2018. APPENDIX A. Methodology and Computation of the Global Competitiveness Index 2017-2018. *World Economic Forum*. URL: <https://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/04Backmatter/TheGlobalCompetitivenessReport2017–2018AppendixA.pdf> (дата звернення: 30.01.2022).

Zachmann G., McWilliams B. (2020). *A European carbon border tax: Much pain, little gain*. Policy Contribution 05/2020, Bruegel.

### References

Bashmakov, I.A. (2022). Carbon regulation in the EU and Russian commodity exports. *Voprosy Ekonomiki*, 1, pp. 90-109. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2022-1-90-109> [in Russian].

Verkhovna Rada of Ukraine (2021). Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine: On approval of the National Economic Strategy for the period up to 2030: of March 3 2021, № 179. *Verkhovna Rada of Ukraine*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-п#Text> [in Ukrainian].

Gumanitarnyj portal (2022). Ranking of world countries on the global competitiveness index. *Gumanitarnyj portal*. Retrieved from <https://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index> [in Russian].

State statistics service of Ukraine (2020). Energy balance of Ukraine. *State statistics service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].

State statistics service of Ukraine (2021b). Emissions of pollutants and carbon dioxide into the atmosphere (1990-2020). *State statistics service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].

State statistics service of Ukraine (2021a). Gross domestic product (at actual prices).

*State statistics service of Ukraine*. Retrieved from [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2003/vvp/vvp\\_kv/vvp\\_kv\\_u/arh\\_vvp\\_kv.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2003/vvp/vvp_kv/vvp_kv_u/arh_vvp_kv.html) [in Ukrainian].

State statistics service of Ukraine (2021c). Dynamics of the geographical structure of foreign trade in goods (1996-2020). *State statistics service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].

State statistics service of Ukraine (2021d). Renewable energy consumption by 2007-2020. *State statistics service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].

State Fiscal Service of Ukraine (2020). Environmental tax: it is proposed to increase the tax rate on carbon dioxide emissions. *Visnyk. Ofitsiino pro podatky*. Retrieved from <http://www.visnuk.com.ua/uk/news/100020967-ekologichniy-podatok-stavku-podatku-na-vikidi-dvookisu-vugletsyu-proponu-yut-zbilshiti> [in Ukrainian].

Zanizdra, M.Yu. (2021). Foresight of ecological regulation of national industry development: macro level. *Econ. promisl.*, 3(95), pp. 25-51. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.03.025> [in Ukrainian].

Ivanickij, A. (2021). Zelensky spoke at the climate summit. *Zhurnal Korrespondent*. November 1. Retrieved from <https://korrespondent.net/world/4412552-zelenskyi-vystupyl-na-klymatycheskom-sammyte> [in Russian].

Cabinet of Ministers of Ukraine (2020). Vectors of economic development of Ukraine. *Cabinet of Ministers of Ukraine*. Retrieved from <https://nes2030.org.ua/> [in Ukrainian].

Porfir'ev B.N., SHirov A.A., & Kolpakov A.Yu., Edinak E.A. (2022). Opportunities and risks of climate regulation policy in Russia. *Voprosy Ekonomiki*, 1, pp. 72-89 [in Russian].

Representation of Ukraine to the European Union (2021). European Green Deal. April 15. *Representation of Ukraine to the Euro-*

- pean Union. Retrieved from <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzevе-spivrobitnictvo/klimat-yevropejska-zelena-goda> [in Ukrainian].
- Uriadovi portal (2021). The government has approved the goals of Ukraine's climate policy until 2030. Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. *Uriadovi portal*. July 30. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-shvaliv-cili-klimatichnoyi-politiki-ukrayini-do-2030-roku> [in Ukrainian].
- Foresight of Ukrainian economy in the medium (2015–2020) and long term (2020–2030) time horizons. (2015). In M. Zgurovsky (Ed.). Kyiv: National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”. 136 p. [in Ukrainian].
- Acworth, W., Kardish, C., & Kellner, K. (2020). *Carbon Leakage and Deep Decarbonization: Future-proofing Carbon Leakage Protection*. Berlin: ICAP.
- Åhman, M., Arensa, M., Vogla, V. (2020). International cooperation for decarbonizing energy intensive industries – Towards a Green Materials Club. *Environmental and Energy Systems Studies Working Paper*. № 117. Sweden: Lund University.
- Bleischwitz, R., Nechifor, V., Winning, M., Huang, B., & Geng, Y. (2018). Extrapolation or saturation – Revisiting growth patterns, development stages and decoupling. *Global Environmental Change*. Vol. 48. pp. 86-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.008>
- Climate Watch Portal (2021). *CAIT Climate Data Explorer*. Retrieved from <https://www.climatewatchdata.org/data-explorer/historical-emissions>
- European Commission (2021a). *GHG emissions of all world countries – 2021 Report*. Crippa, M., Guizzardi, D., Solazzo, E., Muntea, M., Schaaf, E., Monforti-Ferrario, F., Banja, M., Olivier, J.G.J., Grassi, G., Rossi, S., & Vignati, E. EUR 30831 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021. DOI: 10.2760/173513, JRC126363.
- European Commission (2021b). *Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism (Text with EEA relevance)*. COM (2021) 564 final. Brussels: European Commission.
- European Commission. (2019). *A European Green Deal*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en).
- Garnadt, N., Grimm, V., & Reuter, W.H. (2020). Carbon Adjustment Mechanisms: Empirics, Design and Caveats. *Working Paper*. 11. German Council of Economic Experts.
- Görlach, B., Duwe, M., Velten, E. K., Voß, P., Zelljadt, E., Riedel, A., Ostwald, R., Voigt, S., Wölfing, N., & Germeshausen, R. (2020). Analysen zum direkten und indirekten Carbon-Leakage-Risiko europäischer Industrieunternehmen. *Climate Change*. (32)/2020.
- Haberl, H., Schmid, M., Haas, W., Wiedenhofer, D., Rau, H., & Winiwarter, V. (2021). Stocks, flows, services and practices: Nexus approaches to sustainable social metabolism. *Ecological Economics*. Vol. 182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106949>.
- ICAP (2020). *Emissions Trading Worldwide: Status Report 2020*. Retrieved from <https://icapcarbonaction.com/en/icap-status-report-2020>
- IEA (2020). *Implementing Effective Emissions Trading Systems*. International Energy Agency. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/implementing-effective-emissions-trading-systems>
- International Monetary Fund (2022). *World Economic Outlook Update. Rising case-loads, a disrupted recovery, and higher inflation*. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2022/01/25/world-economic-outlook-update-january-2022>

- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., & Zhou, B. (eds.). Cambridge University Press. In Press.
- Jamrisko, M., Lu, W., & Tanzi, A. (2021). South Korea Leads World in Innovation as U.S. Exits Top Ten. Retrieved from <https://www.bloomberquint.com/global-economics/south-korea-leads-world-in-innovation-u-s-drops-out-of-top-10>
- Deokhyun, K. (2022). (4th LD) S. Korea, Saudi Arabia agree to jointly develop hydrogen economy. *Yonhap Agency*. January 19. Retrieved from <https://en.yna.co.kr/view/AEN20220118000353315?section=search>
- Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Haberl, H. (2020). Growing stocks of buildings, infrastructures and machinery as key challenge for compliance with climate targets. *Global Environmental Change*. Vol. 61. 102034. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102034>.
- Lyon, C., Saupe, E.E., Smith, C.J., Hill, D.J., Beckerman, A.P., Stringer, L.C., Marchant, R., McKay, J., Burke, A., O'Higgins, P., Dunhill, A.M., Allen, B.J., Riel-Salvatore, J., & Aze, T. (2021). Climate change research and action must look beyond 2100. *Global Change Biology*. 28(2). pp. 349-361. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.15871>.
- Nilsson, L.J., Bauer, F., Åhman, M., Bataille, C., de la Rue du Can, S., Hansen, T., Johansson, B., & van Sluisveld, M. (2021). An industrial policy framework for transforming energy and emissions intensive industries towards zero emissions. *Climate Policy*. 21(8). pp. 1053-1065. DOI: <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1957665>.
- Ocasio-Cortez, A. (February 12, 2019). *H.Res.109 – 116th Congress (2019–2020): Recognizing the duty of the Federal Government to create a Green New Deal*. Retrieved from <https://ocasio-cortez.house.gov/sites/ocasio-cortez.house.gov/files/Resolution%20on%20a%20Green%20New%20Deal>
- Olivier, J.G.J., & Peters, J.A.H.W. (2020). *Trends in global CO2 and total greenhouse gas emissions: 2020 Report*. Netherlands Environmental Assessment Agency The Hague, 2020. 85 p. Retrieved from [https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2020-report\\_4331.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2020-report_4331.pdf)
- Our World in Data (2021). *CO2 and GHG Emissions Dataset. Per capita CO2 emissions*. Retrieved from <https://ourworldindata.org/explorers/co2?facet=none&country=~UKR&Gas=CO2&Accounting=Production-based&Fuel=Total&Count=Per+country&Relative+to+world+total=false>
- Pyrka, M., Boratyński, J., Tobiasz, I., Jeszke, R., & Sekuła, M. (2020). *The effects of the implementation of the border tax adjustment in the context of more stringent EU climate policy until 2030*. Warsaw: Centre for Climate and Energy Analyses (CAKE).
- The World Bank Group. (2020). *World Development Indicators*. The World Bank Group. Retrieved from <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- UN News (22 September 2020). 'Enhance solidarity' to fight COVID-19, Chinese President urges, also pledges carbon neutrality by 2060. *UN News*. Retrieved from <https://news.un.org/en/story/2020/09/1073052>
- van Schaik, L. (2021). CBAM political dilemma's. *Presentation at CENEf-XXI workshop "Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM): What are the possible*

- effects for Russia's economy?*". Moscow, July 26.
- Virag, D., Wiedenhofer, D., Haas, W., Haberl, H., Kalt, G., & Krausmann, F. (2021). The stockflow-service nexus of personal mobility in an urban context: Vienna, Austria. *Environmental Development*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2021.100628>.
- Vishnevsky, V.P., Harkushenko, O.M., Zanizdra, M.Yu., Kniaziev, S.I. (2021). Digital and Green Economy: Common Grounds and Contradictions. *Sci. in nov.* 17(3). pp. 14-27. DOI: <https://doi.org/10.15407/scine17.03.014>.
- World Economic Forum (2019). *The Global Competitiveness Report 2017–2018*. APPENDIX A. Methodology and Computation of the Global Competitiveness Index 2017–2018. Retrieved from <https://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/04Backmatter/TheGlobalCompetitivenessReport2017-2018AppendixA.pdf>
- Zachmann, G., & McWilliams, B. (2020). *A European carbon border tax: Much pain, little gain*. Policy Contribution 05/2020, Bruegel.

**Мария Юрьевна Заниздра,**

*канд. экон. наук, старший научный сотрудник*

Институт экономики промышленности НАН Украины  
ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: [marin2015zzz@gmail.com](mailto:marin2015zzz@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-3528-0212>

## **КАРБОНЕМОЖКОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ФОРСАЙТИНГ**

В рамках оценки текущей карбоноёмкости и форсайта перспектив декарбонизации промышленности Украины определены наиболее углеродоёмкие (изначально создающие значительный карбоновый след) и карбоново-уязвимые (демонстрирующие наибольшие темпы прироста карбоноёмкости со временем) промышленные секторы. Обосновано, что перерабатывающая промышленность, сельское хозяйство, транспорт и энергетика, обладающие этими двумя негативными характеристиками, имеют наибольшее конкурентное значение для ВВП Украины и являются наиболее перспективными отраслями для приоритетного развития.

Определено, что на протяжении 1990-2020 гг. карбоноёмкость ВВП Украины превышает среднемировой и общеевропейский уровни, несмотря на определенные благоприятные тенденции снижения техногенной нагрузки последних лет. По состоянию на 2022 г. карбоновый след промышленности Украины не превышает установленной квоты, однако при сохранении существующих тенденций она может быть исчерпана в 2040 г. При этом медленный прогресс декарбонизации энергетического сектора Украины, нисходящая динамика создания добавленной стоимости в промышленности, слабая мотивирующая роль экологических налогов и низкая инвестиционная активность промышленности не обеспечивают благоприятных предпосылок для эффективной декарбонизации и цифровизации промышленного комплекса.

Выявленные положительные тенденции сокращения карбоноёмкости обусловлены деструктивными в долгосрочной перспективе явлениями (деиндустриализация экономики и экономическая стагнация вследствие пандемии) и носят временный характер, сохраняя риски увеличения эмиссии парниковых газов на докризисные уровни при сохранении текущего технологического уклада.

Согласно базовому сценарию декарбонизации промышленности Украины (сохранение текущих тенденций и явлений) ожидается исчерпание национальной квоты на эмиссию парниковых газов в 2040 г., дальнейшая деиндустриализация экономики, увеличение технологических разрывов с развитыми странами мира и рост конкурентной уязвимости отечественных товаропроизводителей-экспортёров.

Оптимистический сценарий предполагает успешную декарбонизацию и цифровизацию технологического уклада промышленного комплекса. Его реализация обеспечивает достижение «углеродной нейтральности» экономики в 2060 г., а также других целевых индикаторов и качественных изменений, запланированных в официальных государственных стратегиях экологической политики и экономического развития на 2030 г. Однако воплощение этого сценария требует значительного усиления инновационной активности – на уровне результатов низкоуглеродистых лидеров ЕС, принявших на себя повышенные обязательства по достижению «углеродной нейтральности». Ключевым условием реализации оптимистического сценария является участие Украины в международных проектах по предотвращению изменения климата.

*Ключевые слова:* парниковые газы, углеродная нейтральность, декарбонизация, промышленность, форсайт, углеродный налог, экспорт, альтернативные источники энергии, сценарии.

*JEL:* O14, O44, Q57

**Mariya Yu. Zanizdra,**

*PhD in Economics, Leading Researcher*

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: marin2015zzz@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3528-0212>

## **CARBON INTENSITY OF THE UKRAINIAN INDUSTRY: CURRENT STATE AND FORESIGHT**

As part of the current carbon intensity assessment and foresight of the prospects for the decarbonization of the Ukrainian industry, the most carbon-intensive (initially creating a significant carbon footprint) and carbon-vulnerable (showing the highest growth rates of carbon intensity over time) industrial sectors were identified. It is substantiated that the processing industry, agriculture, transport and energy, which have both of the above negative characteristics, are of the greatest competitive importance for Ukrainian GDP and are the most promising sectors for priority development.

It is defined that for the period 1990-2020 the carbon intensity of Ukrainian GDP exceeds the global and European average levels, despite certain favorable trends in reducing the greenhouse gas emissions in recent years. As of 2022 the carbon footprint of the Ukrainian industry does not exceed the established quota. However, if current trends continue, it may be exhausted by 2040. At the same time, slow progress in the decarbonization of the Ukrainian energy sector, downward dynamics of the value added in industry, a weak motivating role of environmental taxes and low investment activity of industry do not provide favorable prerequisites for effective decarbonization and digitalization of the industrial complex.

The established positive trends in the reduction of carbon intensity are due to destructive phenomena in the long term (deindustrialization of the economy and economic stagnation due to the pandemic) and are temporary in nature, while maintaining the risks of increasing greenhouse gas emissions to pre-crisis levels in case of maintaining the current technological order.

According to the basic scenario of the decarbonization of the Ukrainian industry (preservation of current trends and phenomena), an exhaustion of the national quota for greenhouse gas

emissions by 2040, further deindustrialization of the economy, an increase in technological gaps with the developed countries of the world and an aggravate in the competitive vulnerability of national exporters are expected.

The optimistic scenario assumes successful decarbonization and digitalization of the technological structure of the industrial complex. Its implementation ensures the achievement of "carbon neutrality" of the economy in 2060 and the achievement of other target indicators and qualitative changes planned in the official state strategies for environmental policy and economic development for 2030. However, it requires a significant increase in innovative activity – at the level of results of low-carbon EU-27 leaders, which has taken on heightened commitments to achieve "carbon neutrality". The key condition for the implementation of the optimistic scenario is the participation of Ukraine in international projects to prevent climate change.

*Keywords:* greenhouse gases, carbon neutrality, decarbonization, industry, foresight, carbon tax, exports, alternative energy sources, scenarios.

*JEL:* O14, O44, Q57

*Формат цитування:*

Заніздра М. Ю. (2022). Карбоємність промисловості України: поточний стан і форсайтінг. *Економіка промисловості*. № 1 (97). С. 61-88. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.061>

Zanizdra, M. Yu. (2022). Carbon intensity of the Ukrainian industry: current state and foresight. *Econ. promisl.*, 1 (97), pp. 61-88. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.061>

*Надійшла до редакції 02.02.2022 р.*

**Denys V. Lypnytskyi,***PhD in Economics, application architect, technical trainer*  
i-Klass Center LLCE-mail: [denis.lipnitsky@i-klass.com](mailto:denis.lipnitsky@i-klass.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-4616-7936>;**Polina D. Lypnytska**

Up2Date Learn Online Courses

E-mail: [kumpersina@gmail.com](mailto:kumpersina@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-1722-1697>

## MONEY SUPPLY IMPACT ON INVESTMENT AND GDP: STATISTICAL ANALYSIS

The question of how the changes in money supply influence investment and GDP have been studied intensively in recent history. However, not all aspects of this impact are sufficiently researched. In particular, the "new normality" (that has evolved recently) limits the use of well-known classical concepts and models in monetary policy, especially for emerging economies to which Ukraine belongs. Thus, the subject of this study was to assess the relationship between monetary aggregates, investment, and GDP by the world economic data analysis using mathematical statistics.

As the information base for the study, the World Bank official statistics were taken (including broad money, gross capital formation, and GDP). More than 71% of all investigated countries showed a significant correlation between M3 and gross investment. The issue of how the strength of this relationship depends on the level of socio-economic development was investigated. Classification of countries was carried out using the "nearest neighbors" method in a two-dimensional feature space, namely, per capita income and correlation tightness. The analysis showed that 79% of all countries fall into the class with a proven high correlation. Moreover, their level of wealth and development was irrelevant.

A cluster analysis of countries was fulfilled in the chosen feature space using the "mean shift" method. With the help of this method, all countries have been distributed into five clusters with different socio-economic conditions and an accuracy of 91%. Among them, there was a group of countries highly sensitive to change in monetization, up to extremely negative economic impacts.

The study helped to conclude that, regardless of economic development, GDP benefits from an increase in the money supply. Although this factor is considered necessary, it is nevertheless not sufficient for economic growth, especially in the time of the fourth industrial revolution, when the government has to play a more active and complex role in accelerating national technological development.

*Keywords:* money supply, investment, GDP, monetization, correlation, cluster analysis.

*JEL:* G18, G28, C12, C22

Since the beginning of the 20<sup>th</sup> century, the world economy has faced two great challenges – the global financial crisis of 2007-2008 and the COVID-19 pandemic. To mitigate their impact, the world-leading monetary authorities lowered interest rates to the histo-

rical minimum and took non-traditional measures. This new monetary policy helped to maintain financial stability and support business activity. However, as a result, the top developed countries fell into a "liquidity trap" with interest rates close to zero and unprece-

© D. V. Lypnytskyi, P. D. Lypnytska, 2022

mented public debt raising. Such a policy means, that the central banks and monetary authorities directly finance government spending (the orthodox economic theory forbids it) via the constant expansion of the monetary base (Damiano Sandri, 2022). In such circumstances, the emerging economies faced new problems, including a strong need to maintain economic growth together with a high probability of increasing exchange rates and imported inflation.

The *situation is getting even* more complicated since the world is experiencing the fundamental transformations brought by the 4th Industrial Revolution. Many of its technologies are still in the initial phase, which means that further steps would require active government support (Vishnevsky, 2022), including new monetary policy measures. In this regard, an increase in money supply, long and cheap liquidity provision might have a positive impact on investment and real GDP growth. Whether this is the case and what preconditions are required for a positive scenario, is a matter of great theoretical and practical importance.

The question of how the changes in money supply influence investment and GDP have been studied intensively in recent history. However, not all aspects of this impact have been sufficiently researched. In particular, the "new normality", that has evolved in recent years, limits the use of well-known classical concepts and models in monetary policy, especially for emerging economies to which Ukraine belongs.

In this regard, the subject of the study is to assess the relationship between monetary aggregates, investment, and GDP by the world economic data analysis using mathematical statistics. The goal is to identify the elements of this relationship and describe their differences for various economies at the current stage of world development.

The article is structured as follows. First, it presents a brief predecessor studies overview and substantiates the research methods. Then the analysis of the relationship between money supply, investment, and GDP in

different countries is given. The applied statistical methods are used in this part. After discussing the results, the paper makes inferences, draws conclusions, and suggests directions for further research.

Among the different goals that economic policy pursues, the most important one is GDP growth, which is highly dependent on many factors. If we put aside for a while the influence of commodity markets, labor migration, innovation, etc., then the money supply will perhaps have the strongest influence on GDP. Although as shown below, a change in the money supply directly or indirectly affects the discarded factors, causing even more complex effects. And the main transmission mechanisms of influence are aggregate demand and investments (gross volume and structure).

The impact of money supply on GDP growth is non-linear. The rise in the money supply (if it is uncontrolled) leads to inflation, which, by creating additional costs for economic entities leads to a reduction in working capital, income, and investment. At the same time, distortions of information caused by inflation provoke systematic errors in making economic and, especially, investment decisions. As a result, structural problems in the economy get worse. Negative dynamics of GDP may happen as a result.

It seems that the containment of emissions and the "sterilization" of the money supply should curb inflation and promote GDP growth. But the balance between surplus and scarcity is very delicate. A lack of money supply causes no less painful consequences, than money excess. This issue will be discussed in more detail below. For now, it suffices to mention that the presence of slight inflation driven by the growth of monetary aggregates is beneficial for the economy (Adam, Weber, 2019), and under certain conditions, a negative non-linear relationship between inflation and unemployment can be observed (Phillips, 1958).

Since interdependencies between GDP and other macroeconomic factors are complex, economic policy simultaneously uses

many levers of control. In addition to GDP growth, they are moderate inflation, control of unemployment, limiting the budget deficit, and maintaining an acceptable trade balance. The multidimensional criterion of success,

which takes into account the above-mentioned factors, has been called the "magic square". It usually demonstrates the impossibility of achieving all four goals simultaneously (Fig. 1).

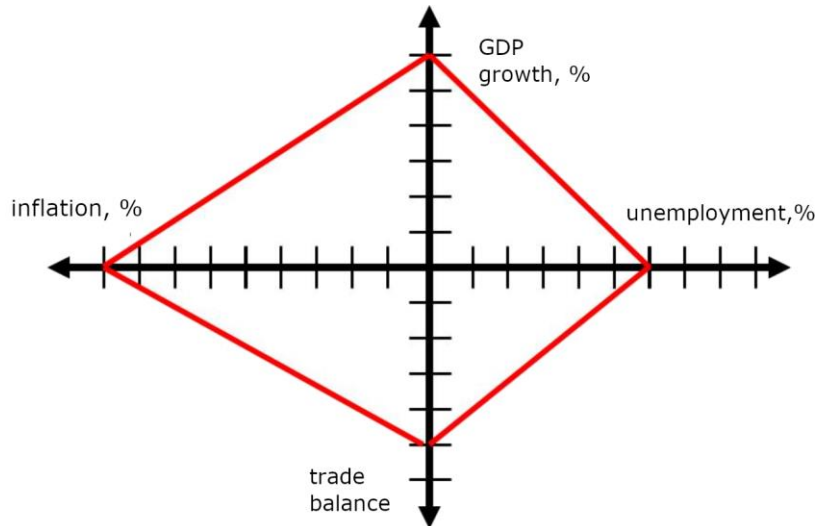


Figure 1 – "Magic square"  
Source: Kaldor, 1971.

Therefore, economic policy is often forced to count on higher priority tasks, sacrificing the rest. During a severe economic downturn, inflation and budget deficits are usually sacrificed to recover and accelerate GDP growth. The entire quantitative easing policy pursued by the United States is proof of this. Low-interest rates and "helicopter" money allowed the US to restore stock indices and return GDP growth, but at the cost of inflation rising. The consumer price index in the United States increased by 2021 to a record level for 40 years – 6,8% (Inflation in the US accelerated to a record since 1982, 2021).

However, as you know, *quad licet iovi, non licet bovi*. The financial authorities of other countries (Russia, China, Brazil, etc.), on the contrary, have kept the interest rates at a high level since 2008. Their surge in inflation was mainly caused by non-emission factors. And despite the measures taken, the cancellation of the next stage of quantitative easing in the leading countries was followed by the expected outflow of capital from less developed economies to the USA, the UK,

and Central Europe (Zaiko, 2015). The external debt of individual countries like Ukraine, Turkey, India, and some others increased significantly. The monetization of these economies has suffered a decline. It resulted in a natural "sterilization" of their finances.

Regardless of its cause, "money hunger" is considered by many economists no less evil than uncontrolled inflation (Krugman, 2010). But despite this, people continue to believe in inflation targeting as the most useful vaccine against any economic disease. And the reason is not only the apparent simplicity of this recipe but its imposition by the world's leading financial institutions.

Inflation targeting performed through regulating monetary aggregates and/or discount rates is considered by economists differently. The character of their assessment largely depends on the state of the economy under study (Stiglitz, 2008). For technologically and economically developed countries with huge capital stock, such targeting may positively impact GDP growth. On the contrary, for less developed countries with low capi-

talization or suppressed aggregate demand, statistical data prove the neutrality of the targeting policy or even its negative impact on GDP.

At the same time, despite the statistical analysis, the very logic of economic mechanisms suggests that the excessive pressure on inflation by restraining the money supply causes a corresponding pressure on demand and investment. As a counterargument, it is argued that it will be risky to allow inflation to rise to 6% and above. Beyond this line, price volatility, which is difficult to control, begins (Perevyshina, 2017).

However, even if a "green corridor" is set within 4-5%, effective targeting is still difficult to implement. In particular, the macroeconomic information required for the regulator is distributed unevenly over time. Prices, production statistics, budget revenue, and similar data come to decision-making centers in different periods, which causes policy inaccuracies (Kartaev, 2017; Stiglitz, 2008, May 6). Delays in the arrival of information lead targeting to the blind pursuit of an elusive target. And the most likely consequence of this is the excessive "sterilization" of the money supply up to the aforementioned "money hunger".

The negative consequences of long-term compaction of monetary aggregates are numerous. Some researches show that "money hunger" is especially aggressive towards the industries with a complex technological structure, and a high share of added value (Blinov, 2015). As a result, the first consequence of money's "evaporation" from the economy is the primitivization of its structure, which is obviously the case in Ukraine.

The monetary deficit also leads to a simplification of the structure of households' consumption. The savings, and as a result, investments are going down. Investment strategies also boil down to the minimum need for survival, ignoring innovative, high-tech, and, especially, venture capital assets.

The reduction of high-tech industries and jobs causes an outflow of labor resources from the most promising sectors of the economy. As a result, labor migration may in-

crease, and specifically, the outflow of the most qualified staff. All these factors, multiply reinforcing each other, cause multiple effects. The impact of the real money supply contraction on the decline in GDP becomes non-linear. Its rise influence on GDP growth is also non-linear. But how exactly it works is a separate question.

## **Econometric analysis**

### *Problem formulation*

S. Blinov (Blinov, 2015, p. 9) describes the reasons why GDP growth requires not only recovery but an outstripping growth of the money supply. According to the author, "linear growth of real GDP requires exponential growth of real money supply." Among the reasons for this phenomenon, there is the structural complexity of the economy. It means that an increase in money supply leads first to a rise in the number of transactions required to recreate (or form) this complex structure. Only then, to an increase in value-added, which is only a part of the total cost of transactions. Thus, figuratively speaking, monetary resources first fill all the buffers and channels of the "reclamation system" of the economy, and only then lead to "fertility".

This somewhat simplified logic ignores technological development factors and life cycles of technologies. Which is of strong importance in the time of the 4th Industrial Revolution. Not only an increase in the money supply and aggregate demand can secure the growth of breakthrough technologies. It is especially the truth for the microchips industry, which is the base of the modern digital economy. The microchips industry's development requires many other conditions and actions that go beyond the scope of the monetary policy.

Nevertheless, under certain conditions, the mentioned effects (Blinov, 2015) can take place. If we consider the state of the Ukrainian economy against the background of the problems discussed, we can get a good illustration of what has been said.

The trend of the monetary aggregate M3 of Ukraine is shown in the chart below in Fig.

2 (National Bank of Ukraine). Fig. 3 also shows an increase in the inflation rates and prices for construction work, which illustrates

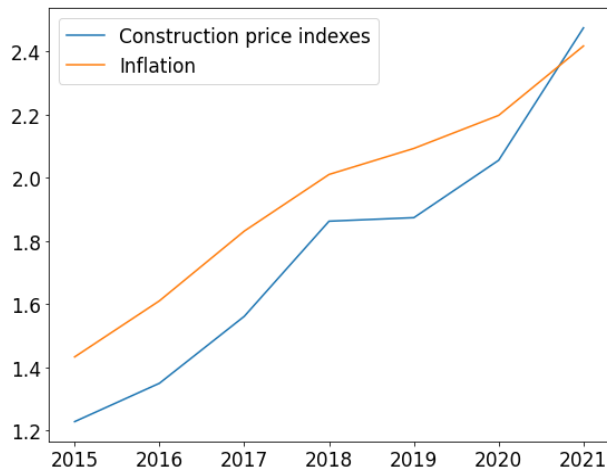


Figure 2 – **Broad money index (Ukraine)**  
Source: National Bank of Ukraine.

From the illustrations above it is obvious, that the fall in the real money supply was about 10% between 2015 and 2020. Against the background of a long-term decline in real M3, its notable growth happened only in recent years (about 20% in 2020), while the inflation rate was much higher throughout the entire period under consideration.

The correspondence between the money supply and the productivity of the economy is

the inflation of investment opportunities (Ministry of Finance of Ukraine).

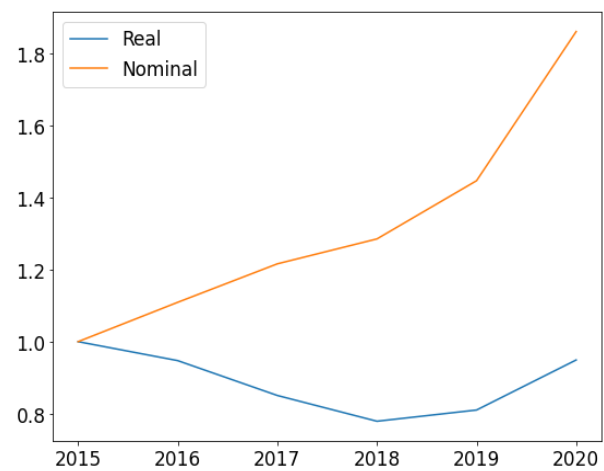


Figure 3 – **Inflation and construction works price base indexes (Ukraine)**  
Source: Ministry of Finance of Ukraine.

usually measured by the monetization coefficient (Pshinko, Myamlin, 2012):

$$K_m = M / GDP,$$

where M – monetary supply aggregate, M2 or M3 (broad money);

GDP – gross domestic product.

Following the formula, monetization coefficients have been calculated for Ukrainian and several foreign economies. The results are shown in Table. 1.

Table 1 – **Global monetization coefficients (2020), %**

Ukraine	Russia	Japan	India	China	USA	Brazil
44	60	258	73	205	95	96

Source: compiled by authors.

It is worth mentioning, that the GDP boosting by expanding the money supply is a task far from having a simple solution for a particular economy. It is obvious that the monetization of the Ukrainian economy is insufficient for long-term and productive economic growth, even more, for the increasing complexity of the domestic economy. But the question remains: What coefficient might be considered sufficient?

Take Japan and China, for example, where monetization coefficients are 258% and 205%, respectively. Both of these countries do not have a liquidity crisis. However, it is only in China where the cash flow turns the "millstones" of economic growth. In Japan, the problems, that piled up in the economy and finance during the "lost decade" (Fumio Hayashi, 2001), inhibit now investment activity even in presence of a significant increase in liquidity. China, whose investment channels

are more straightforward than its neighbor's, is showing more progress. However, China also runs the risk of facing similar difficulties in the future due to accumulating "bad debts" (China's potential loss from NPLs estimated at \$1 trillion, 2016).

To what extent should monetary aggregates be built up without excessive inflation? F. Kartaev, says that the level of harmless inflation can be "a little more than 10% for developing economies" (Kartaev, 2019). Then, he insists that inflation must be kept substantially lower even for such countries. The author favors inflation targeting over money supply expansion, insisting that the long-term impact on GDP growth from the first is more robust than from the second. Thus, the opinions of F. Kartaev and S. Blinov are opposed.

Some authors study the differences in monetary policy and its impact on inflation and GDP growth for countries with distinct economic or socio-cultural conditions. F. Kartaev explores the countries with different ethnolinguistic diversity (Kartaev, 2018). O. Klochkova analyzes inflation in countries with different levels of economic freedom (Klochkova, 2017). However, these studies do not provide any universal conclusions.

Thus, the following points were taken as a theoretical basis for the study: firstly, the hypothesis concerning the positive impact of the expansion of the real money supply and monetization of the economy on the growth of investment and, as a result, GDP growth. Secondly, the alleged ambiguity of the criteria and approaches for stimulating GDP growth by "calming down" exchange rates and inflation. Thirdly, there is a wide variety of economies of individual countries, which highly differ in sectoral structure, trade balance, debt burden, global cooperation, etc. This diversity, however, is desirable to be reduced to certain patterns. Taking into account the foregoing facts and hypotheses, a statistical analysis of the World Bank data time series was conducted (the World Bank, 2020). Its results are shown and explained below.

### **Relationship analysis: the real money supply and investment**

As the information base for the study, the official statistics of the World Bank were taken (including M3 – broad money, gross capital formation, GDP, and population for individual countries) for the period 2006–2020. The period was chosen deliberately from the year before the real-estate bubble explosion to the year when the "COVID-19" crisis began. The influence of the latter one on the world economy has not yet ceased, and in certain markets, for example, electronics, it is only increasing these days (Kelion, 2021, February 5).

The calculations were accomplished in Python programming language using the statistics and machine learning library (Scikit-learn). The code and its execution results are given as an interactive notebook and are available at the following link (Lypnytska, GitHub).

By the authors cited above (Stiglitz, 2008; Blinov, 2015) the relationship between monetary aggregates and GDP is considered to be confirmed. Investments are acknowledged as an intermediate agent for such influence. However, the impact of monetization on the investment itself has not been sufficiently and quantitatively studied by them. Therefore, as a complement to the above-mentioned works, the impact of M3 money aggregate on gross capital formation was studied (to isolate the investment influence on GDP growth and examine it in its pure form).

The relationship between broad money and investment was measured by computing the Pearson correlation coefficients (All of Statistics, 2004) for all countries from the World Bank report. Then the empirical threshold for the Pearson coefficient was set at 65%. This threshold helped to separate the countries with a proven relationship between broad money and investment activity. Table 2 below shows a fragment of the top list, sorted by the correlation strength.

Table 2 – TOP countries by the correlation between M3 and gross capital formation (2020)

Country	Correlation coefficients	GDP per capita, USD
Kazakhstan	0,956351	26 352
Sweden	0,956661	52 850
Peru	0,958855	12 854
Cambodia	0,962369	4 389
Turkey	0.963198	28 385
Kyrgyzstan	0,971727	5 258
S.Korea	0,974348	42 719
India	0,983017	6 717
China	0,992802	16 411
USA	0,869843	60 162
UK	0,835022	41 627

Source: compiled by authors.

The list turned out to be quite heterogeneous. In addition to India, China, the United States, and the UK, it includes some countries from a completely different division, like Peru and Cambodia. However, 71% of all investigated countries showed a significant relationship between broad money and gross investment. The histogram of Pearson correlation coefficients (Fig. 4) indicates that

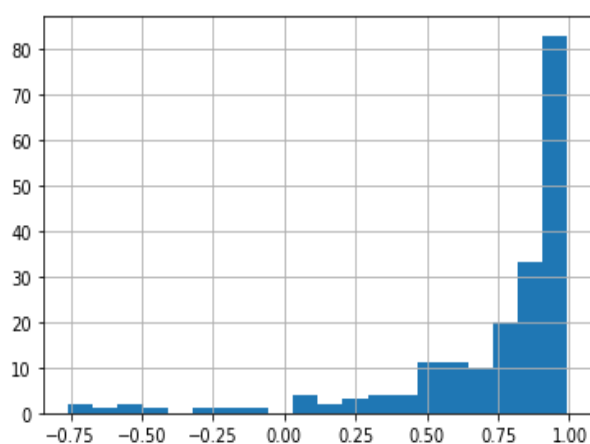


Figure 4 – Histogram of correlation between broad money and gross capital formation

Source: compiled by authors.

The Turkey example below illustrates this relationship, including the linear regression equation shown in Fig. 6 (the coefficient of determination equals 71%). This judgment

most countries naturally fall into the "core", that is, a group with the highest degree of correlation. And if the observation of time series for individual countries itself only displays a probable similarity in M3 and gross investment tendencies (Fig. 5), then regression analysis proves the existence of a significant relationship between them.

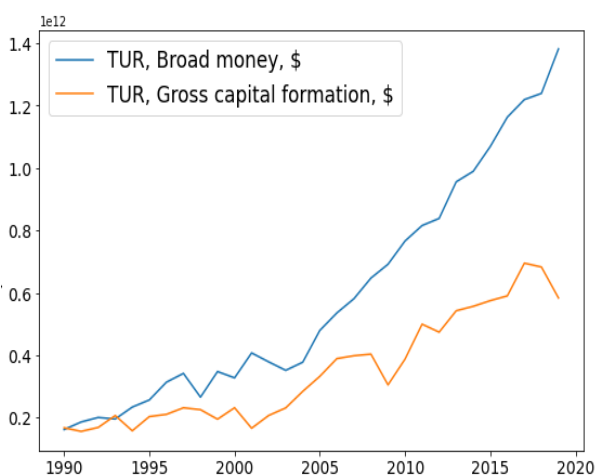


Figure 5 – Broad money and gross capital formation (Turkey)

Source: compiled by authors.

applies equally to all countries that have passed the determined threshold of 65% for the Pearson correlation coefficient. Thus, the relationship between the two factors is proven.

### Further analysis and discussion

It is believed that the influence of the money supply on investment and via investment on GDP depends significantly on the level of the country's economic development. In less developed and poor countries, the expansion of the money supply can only cause excessive inflation and thus harm the GDP. Thus, the practicality of inflation targeting is supposed to be confirmed.

To clarify this hypothesis, the next stage of the study was accomplished. The "nearest neighbors" were chosen as an analytical method (Hastie, 2017). The classification of countries was carried out using it. As a result,

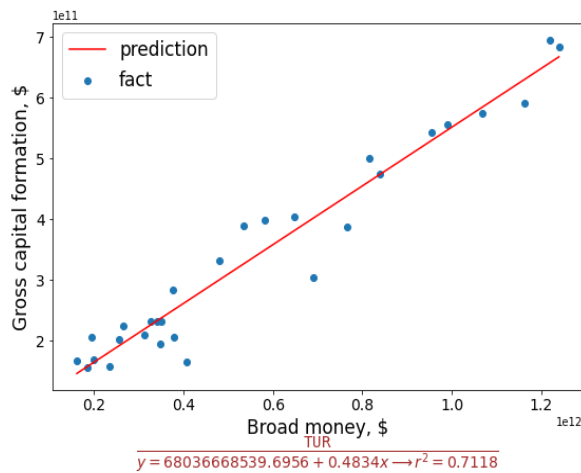


Figure 6 – Regression analysis (Turkey)  
Source: compiled by authors.

However, most poor countries also belong to that class. The figure shows them belonging to the dense cluster of blue dots in the lower right corner. At the same time, some middle-income countries (as well as poor ones) are found to belong to the class with a low correlation between broad money and gross investment. Therefore, we can talk about the incorrectness of the hypothesis that the growth of the money supply has a positive effect on investment and GDP growth only for developed and rich countries.

The vast majority of the analyzed countries ended up in the class with a provable correlation regardless of their wealth and development. The share of such countries constitutes 79%. On the contrary, among the re-

the countries were separated in a two-dimensional feature space. Namely, per capita income (1) and the tightness (Pearson coefficient) of the relationship between broad money and gross capital formation (2). The outcomes of the classification are shown in Fig. 7.

The division of countries into two groups was done with 91% accuracy. The fulfilled statistical analysis (together with inferences drawn) partly conflicts with the opinions of the above-mentioned authors. As expected, countries with the highest GDP per capita ended up in a strongly correlated class (blue labels in Fig. 7).

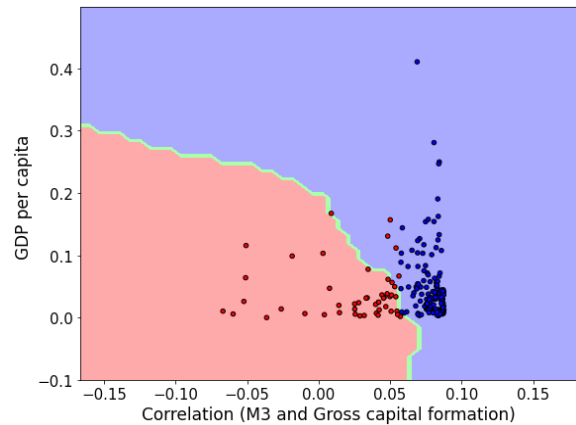


Figure 7 – "Nearest neighbors" classification  
Source: compiled by authors.

maining 21%, there are countries with predominantly middle and low per capita income.

To expand the study, countries cluster analysis was executed in the same feature space. These heterogeneous indicators (GDP per capita and correlation coefficient) were also normalized, as in the classification method shown above. The "mean shift" method was applied for this cluster analysis (Comaniciu, Meer, 2002). The internal parameters of the "mean shift" method were selected based on cross-validation, maximizing the accuracy of separating the countries in the feature space. The results of the analysis are illustrated in Fig. 8. The countries were divided into five clusters, marked in the figure in different

colors (with the centers of the clusters marked with larger circles).

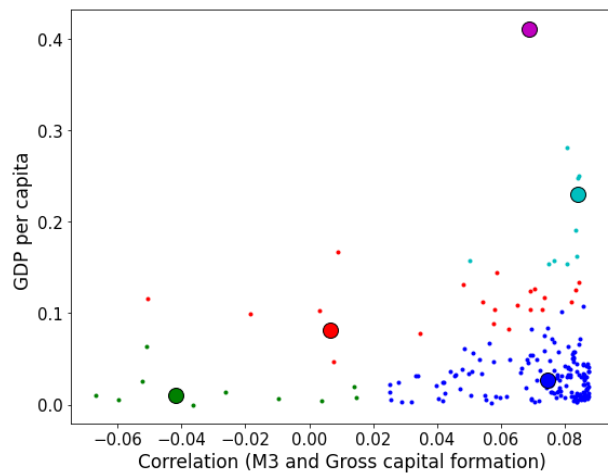


Figure 8 – "Mean shift" clustering

Source: compiled by authors.

The analysis showed that the largest group, marked in blue in the lower right corner, included 78% of the total number of countries. And these are precisely the countries with a relatively low level of GDP per capita but at the same time a high correlation between broad money and investment. For such countries, the increase in monetization is strongly linked with GDP growth.

Economic logic itself suggests that the low savings ratio and weak financial institutions in such countries make them very susceptible to money supply decrease and decline in monetization up to very negative consequences for their economy. These countries' group includes India, Turkey, China, Brazil, Mexico, and several other Latin American countries.

Rich countries in the upper right quadrant of the figure (consisting of two relatively small clusters) have shown, as expected, a strong positive relationship between the broad money supply and investment growth. In contrast, the green cluster (low correlation and low per capita income) in the lower-left quadrant predictably includes countries ravaged by war or poverty, such as Ethiopia and Libya.

However, there is also a small group of countries where the relationship between M3

and gross investment does not depend on wealth. They are represented by the red cluster in the figure. Among the countries in this group, there are Japan, Switzerland, and Panama. These are three clear examples of how different economic destinies brought them to this neighborhood. Japan is still unable to resurrect the economy and the financial institutions' normal functioning after the "lost decade". The other two countries are offshore havens whose economies are weakly dependent on domestic monetary policy.

*Conclusions.* Money is not just a "blanket" thrown over the economy to warm it up. They can and do work, but only with varying degrees of success. Monetary policy is the tool that has helped overcome two global crises, but it also created new problems, namely, uncontrolled price increases and "financial bubbles" inflating.

As shown by the statistical analysis, money is important, but it is not always the decisive factor for the growth of investment and GDP. Moreover (and it should be emphasized), this conclusion does not directly depend on the level of economic development. In most world countries (both developed and developing), a strong relationship exists between real money supply and investment. This relationship leads to GDP growth. But at the same time, there are certain rich economies, where the growth of the real money supply is weakly related to the increase of investments. There are some cases, where the dependence is almost functional (but until the possibilities of extensive growth are exhausted).

Despite the importance of monetary variables, key factors that influence the "real money supply-investment-GDP" chain should be investigated outside the monetary sphere. The conclusion has long been known but is relatively new for the current conditions. The sustained expansion of the monetary base and the growth of the real money supply do matter. But they cannot by themselves solve the fundamental problems of modernizing economic institutions and bridging technological gaps. Concerning the Ukrainian economy, the regulator has to maintain a stable growth of

the real money supply. It is essential for solving the accumulated problems, providing that the government creates preconditions for accelerating the national technical and technological development and raising the general level of the economy. Such complex rules for economic policy should be considered a priority for further research in these subject areas.

### Література

- Блинов С. (2015). Реальные деньги и экономический рост. *Munich Personal RePEc Archive*. URL: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/67256>
- Вишневикий В. (2022). Цифрові технології та проблеми розвитку промисловості. *Економіка України*. № 1. С. 47-66. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2022.01.047>
- Зайко Н. (2015). Количественное смягчение в США: последствия для развивающихся стран. *Региональные проблемы преобразования экономики*. № 6 (56). С. 96-100.
- Индекс цен на строительные работы. *Минфин*. URL: <https://index.minfin.com.ua/economy/index/buildprice/> (дата звернення: 28.12.2021).
- Инфляция в США ускорила до рекорда с 1982 года. (2021, 10 декабря). *Экономическая правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/rus/news/2021/12/10/680569/> (дата звернення: 25.12.2021).
- Картаев Ф. (2019). Как инфляционное таргетирование влияет на экономический рост. *Эконс*. URL: <https://econs.online/articles/opinions/kak-inflyatsionnoe-tar-getirovanie-vliyaet-na-rost/> (дата звернення: 22.11.2021).
- Картаев Ф. (2018). Оценка влияния монетарной политики на экономический рост для различных групп стран. *Финансы: теория и практика*. Т. 22. № 1. С. 50-63. DOI: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2018-22-1-50-63>
- Картаев Ф. (2017). Полезно ли инфляционное таргетирование для экономического роста? *Вопросы экономики*. № 2. С. 62-74. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2017-2-62-74>
- Келион Л. (2021, 5 февраля). В мире не хватает чипов. При чем здесь коронавирус и что теперь будет с электроникой. *BBC*. URL: <https://www.bbc.com/russian/news-55950090> (дата звернення: 22.11.2021).
- Клочкова О. (2017). Моделирование влияния инфляции на экономический рост для различных по уровню экономической свободы стран. *Экономическая политика*. Т. 12. № 5. С. 22-41.
- Национальный банк Украины. URL: <https://bank.gov.ua>
- Переышина Е.А. (2016). Влияние инфляции на темпы экономического роста. *Финансы и кредит*. № 9. С. 18-30.
- Потенциальный убыток Китая от невозвратных кредитов оценили в \$1 трлн. (2016). *РБК*. URL: <https://www.rbc.ru/finances/06/05/2016/572c79239a7947861367effd> (дата звернення: 25.11.2021).
- Пшинько А. Н., Мямлин В. В., Мямлин С. В. (2012). Влияние скорости обращения денежной массы на эффективность национальной экономики. *Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта*. № 42. С. 300-311.
- Стиглиц Дж. (2008). Таргетирование инфляции: Испытания реальностью. *Вести*. № 88. URL: <https://elitetrader.ru/index.php?newsid=11988> (дата звернення: 25.11.2021).
- Adam K., Weber H. (2019). Optimal Trend Inflation. *American Economic Review*. Vol. 109. No 2. P. 702-737. DOI: <http://dx.doi.org/10.1257/aer.20171066>
- All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference (2004). Springer. New York. 434p.
- Comaniciu D., Meer P. (2002). Mean shift: a robust approach toward feature space analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, No. 5, pp. 603-619. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/34.1000236>

- Damiano Sandri. Monetary Finance: Do Not Touch, or Handle with Care? Itai Agur, Damien Capelle, Giovanni Dell'Ariccia. International Monetary Fund. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/Departmental-Papers-Policy-Papers/Issues2022/01/11/Monetary-Finance-Do-Not-Touch-or-Handle-with-Care-464862> (дата звернення: 11.01.2022).
- Fumio Hayashi (2001). The 1990s in Japan: A Lost Decade. *University of Tokyo*. DOI: <https://doi.org/10.1006/redy.2001.0149>.
- Hastie T. (2017). The Elements of Statistical Learning. Springer. New York. 745 p.
- Kaldor N. (1971) Conflicts in National Economic Objectives. *Economic Journal*. Vol. 81, Iss. 321. P. 1-16.
- Krugman P. (2010, August 2). Why Is Deflation Bad? *The New York Times*. URL: <https://krugman.blogs.nytimes.com/2010/08/02/why-is-deflation-bad/> (дата звернення: 20.10.2021).
- Lypnytska P. InvestM3World. *GitHub*. URL: <https://github.com/Polinden/InvestM3World.git> (дата звернення: 25.12.2021).
- Phillips A. W. (1958, November). The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*. P. 283-299.
- Scikit-learn. URL: <https://scikit-learn.org> (дата звернення: 23.12.2021).
- Stiglitz J. (2008). The Failure of Inflation Targeting. *Project Syndicate*. URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/the-failure-of-inflation-targeting> (дата звернення: 22.11.2021).
- The World bank. URL: <https://www.worldbank.org> (дата звернення: 25.12.2021).
- <https://doi.org/10.15407/economyukr.2022.01.047> [in Ukrainian].
- Zaiko, N. (2015). Quantitative Easing in the United States: Implications for Developing Countries. *Regional problems of economic transformation*, 6 (56), pp. 96-100 [in Russian].
- Price index for construction works. Ministry of Finance of Ukraine. Retrieved from <https://index.minfin.com.ua/economy/index/buildprice/>
- Inflation in the USA accelerated to a record since 1982 (2021, December 10). *Economic truth*. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/rus/news/2021/12/10/680569/> [in Russian].
- Kartaev, F. (2019). How inflation targeting influences economic growth. *Ekons*. Retrieved from <https://econs.online/articles/opinions/kak-inflyatsionnoe-targetirovanie-vliyaet-na-rost/> [in Russian].
- Kartaev, F. (2018). Assessment of the impact of monetary policy on economic growth for various groups of countries. *Finance: theory and practice*, 22 (1). pp. 50-63. DOI: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2018-22-1-50-63> [in Russian].
- Kartaev, F. (2017). Is inflation targeting good for economic growth? *Voprosy Ekonomiki*, 2, pp. 62-74. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2017-2-62-74> [in Russian].
- Kelion, L. (2021, February 5). The world is running out of chips. What does the coronavirus have to do with it and what will happen to electronics now? *BBC*. Retrieved from <https://www.bbc.com/russian/news-55950090> [in Russian].
- Klochkova, O. (2017). Modeling the impact of inflation on economic growth for countries with different levels of economic freedom. *Economic policy*, 12 (5), pp. 22-41.
- National Bank of Ukraine. Retrieved from <https://bank.gov.ua>.
- Perevshina, E.A. (2017). Influence of inflation on the pace of economic growth. *Finance and credit*, 9, pp. 18-30 [in Russian].
- China's Potential Loss From NPLs Estimated At \$1 Trillion (2016). *RBC*. Retrieved

### References

- Blinov, S. (2015). Real money and economic growth. Munich Personal RePEc Archive. Retrieved from <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/67256> [in Russian].
- Vishnevsky, V. (2022). Digital technologies and problems of industrial development. *Economics of Ukraine*, 1, pp. 47-66. DOI:

- from <https://www.rbc.ru/finances/06/05/2016/572c79239a7947861367effd>
- Pshinko, A., Myamlin, V., & Myamlin, S. (2012). Influence of the velocity of circulation of the money supply on the efficiency of the national economy. *Science and progress of transport. Bulletin of the Dnepropetrovsk National University of Railway Transport*, 42, pp. 300-311 [in Russian].
- Stiglitz, J. (2008, May 6). The Failure of Inflation Targeting. Project Syndicate. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/the-failure-of-inflation-targeting> [in Russian].
- Adam, K., & Weber, H. (2019). Optimal Trend Inflation. *American Economic Review*, 109 (2), pp. 702-737. DOI: <http://dx.doi.org/10.1257/aer.20171066>
- All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference. (2004). *Springer*. New York. P. 434.
- Comaniciu, D., Meer, P. (2002). Mean Shift: A Robust Approach Toward Feature Space Analysis. *EEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24(5), pp. 603-619. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/34.1000236>
- Damiano, Sandri, Itai Agur, Damien Capelle, Giovanni Dell'Ariccia (2022). Monetary Finance: Do Not Touch, or Handle with Care? *International Monetary Fund*. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/Departmental-Papers-Policy-Papers/Issues/2022/01/11/Monetary-Finance-Do-Not-Touch-or-Handle-with-Care-464862>
- Fumio Hayashi (2001). The 1990s in Japan: A Lost Decade. *The University of Tokyo*. DOI: <https://doi.org/10.1006/redo.2001.0149>.
- Hastie, T. (2017). *The Elements of Statistical Learning*. Springer. New York. P. 745.
- Kaldor, N. (1971). Conflicts in National Economic Objectives. *Economic Journal*, 81 (321), pp. 1-16.
- Krugman, P. (2010). Why Is Deflation Bad? *The New York Times*. Retrieved from <https://krugman.blogs.nytimes.com/2010/08/02/why-is-deflation-bad/>
- Lypnytska, P. InvestM3World. *GitHub*. Retrieved from <https://github.com/Polinden/InvestM3World>
- Phillips, A.W. (1958). The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*. pp. 283-299.
- Scikit-learn. Retrieved from <https://scikit-learn.org/>
- Stiglitz, J. (2008). Inflation Targeting: A Test of Reality. *News №. 88*. Retrieved from <https://elitetrader.ru/index.php?newsid=11988> [in Russian].
- The World Bank. Retrieved from <https://www.worldbank.org>

**Денис Володимирович Липницький,**

канд. екон. наук, архітектор додатків, технічний тренер

i-Klass, навчальний центр

вул. Шота Руставелі, 39/41, м. Київ, 01033, Україна

E-mail: [d.lipnitsky@i-klass.com](mailto:d.lipnitsky@i-klass.com)

<https://orcid.org/0000-0002-4616-7936>;

**Поліна Денисівна Липницька**

навчальний онлайн центр «Up2Date»

E-mail: [kumpersina@gmail.com](mailto:kumpersina@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-1722-1697>

## ВПЛИВ ГРОШОВОЇ МАСИ НА ІНВЕСТИЦІЇ ТА ВВП: СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ

Незважаючи на те що вплив грошової маси на інвестиції та ВВП активно досліджується, не всі аспекти цього процесу вивчені достатньою мірою. Це, зокрема, пов'язано з «ною нормальністю», яка склалася останнім часом. Її особливості не дозволяють вико-

ристовувати класичні концепції та моделі для формування ефективної монетарної політики, тим більше у специфічних умовах емерджентної економіки, до якої належить Україна. Метою статті є визначення взаємозв'язку грошових агрегатів, інвестицій та ВВП у нових умовах шляхом аналізу часових рядів економічних даних.

Інформаційною базою дослідження є статистика Світового банку за країнами світу з показниками «широких» грошей (M3) і валових інвестицій. Статистичний аналіз дозволив встановити, що понад 71% розглянутих країн мають суттєву кореляцію між M3 та валовими інвестиціями. Визначено, наскільки сила кореляції залежить від рівня соціально-економічного розвитку. Для цього на основі методу «найближчих сусідів» здійснено класифікацію країн у двовимірному просторі: за параметрами доходу на душу населення і щільності зв'язку M2 та інвестицій. Аналіз свідчить, що 79% з усіх розглянутих країн опинилися в класі з доведеною високою кореляцією, причому незалежно від рівня їхнього багатства та розвитку. У цьому ж просторі ознак виконано кластерний аналіз країн із використанням методу «зрушення середнього», який дозволив із точністю 91% розподілити країни на п'ять кластерів із різними соціально-економічними умовами, а також виокремити групу країн, особливо чутливих до зниження рівня монетизації, аж до негативних наслідків для економіки.

Доведено, що незалежно від рівня розвитку економіки зростання «широкої» грошової маси є чинником, який істотно впливає на зростання ВВП. Незважаючи на те що даний чинник розглядається як необхідний, він не є достатнім для зростання економіки, особливо в період Четвертої промислової революції, коли держава має відігравати більш активну та складну роль у прискоренні національного техніко-технологічного розвитку.

*Ключові слова:* грошова маса, інвестиції, ВВП, монетизація, кореляція, кластерний аналіз.

*JEL:* G18, G28, C12, C22

**Денис Владимирович Липницький,**

*канд. экон. наук, архитектор приложений, технический тренер*

*i-Klass, учебный центр*

*ул. Шота Руставели, 39/41, г. Киев, 01033, Украина*

*E-mail: d.lipnitsky@i-klass.com*

*<https://orcid.org/0000-0002-4616-7936>;*

**Полина Денисовна Липницкая**

*учебный онлайн центр «Up2Date»*

*E-mail: kumpersina@gmail.com*

*<https://orcid.org/0000-0003-1722-1697>*

## **ВЛИЯНИЕ ДЕНЕЖНОЙ МАССЫ НА ИНВЕСТИЦИИ И ВВП: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Несмотря на то что влияние денежной массы на инвестиции и ВВП активно исследуется, не все его аспекты достаточно изучены. В частности, сложившаяся в последние годы «новая нормальность» не позволяет использовать классические концепции и модели для формирования эффективной монетарной политики, тем более в специфических условиях эмерджентной экономики, к которой относится Украина. Целью статьи является определение взаимосвязи денежных агрегатов, инвестиций и ВВП в новых условиях посредством анализа временных рядов экономических данных.

Информационной базой исследования является статистика Мирового банка по странам мира с показателями «широких» денег (M3) и валовых инвестиций. Статистический анализ позволил установить, что более 71% рассматриваемых стран показали существен-

ную корреляцию между МЗ и валовыми инвестициями. Определено, насколько сила корреляции зависит от уровня социально-экономического развития страны. Для этого на основе метода «ближайших соседей» проведена классификация стран в двухмерном пространстве: по параметрам дохода на душу населения и тесноты связи М2 и инвестиций. Анализ показал, что 79% из всех анализируемых стран оказались в классе с доказуемой высокой корреляцией, причем независимо от уровня их богатства и развития. В том же пространстве признаков выполнен кластерный анализ стран с использованием метода «сдвига среднего». Этот метод позволил с точностью 91% разделить страны на пять кластеров с различными социально-экономическими условиями, а также выделить отдельную группу стран, особенно чувствительных к снижению уровня монетизации, вплоть до самых негативных последствий для экономики.

Доказано, что независимо от уровня развития экономики рост «широкой» денежной массы является фактором, существенно влияющим на рост ВВП. Несмотря на то что этот фактор рассматривается как необходимый, он, тем не менее, не является достаточным для роста экономики, особенно в период Четвертой промышленной революции, когда государство должно играть более активную и сложную роль в ускорении национального технико-технологического развития.

*Ключевые слова:* денежная масса, инвестиции, ВВП, монетизация, корреляция, кластерный анализ.

*JEL:* G18, G28, C12, C22

*Формат цитирования:*

Lypnytskyi D. V., Lypnytska P. D. (2022). Money supply impact on investment and GDP: statistical analysis. *Економіка промисловості*. № 1 (97). С. 89-102. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.089>

Lypnytskyi, D. V., & Lypnytska, P. D. (2022). Money supply impact on investment and GDP: statistical analysis. *Econ. promisl.*, 1 (97), pp. 89-102. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.089>

*Надійшла до редакції 21.01.2022 р.*

## ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІКИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ І ВИРОБНИЧИХ КОМПЛЕКСІВ

УДК 658.8:339.13

DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.103>

**Яна Миколаївна Шуміло,**

*канд. екон. наук*

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

E-mail: [juicy.stilet@gmail.com](mailto:juicy.stilet@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-7726-4037>

### КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ РЕФЛЕКСИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПОВЕДІНКОЮ СПОЖИВАЧІВ У МАРКЕТИНГОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Досліджено методичні підходи та запропоновано концептуальні положення механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств, які передбачають виявлення рефлексивних складових поведінки споживачів у процесі прийняття рішення про придбання продуктів, формування та реалізацію рефлексивних керуючих впливів.

Розроблено метод виявлення рефлексивних складових поведінки споживачів у маркетинговій діяльності підприємств, зокрема чинників, що впливають на ймовірність прояву споживачем наслідування у процесі прийняття рішення про придбання продуктів, в основу якого покладено висновки нейробіологічних досліджень В. Ключарьова й удосконалений метод багатфакторного дослідження особистості Р. Кеттелла. Відмітною особливістю вдосконаленого методу Р. Кеттелла є інтерпретація результатів анкетування для визначення рефлексивних складових поведінки споживачів у процесі прийняття рішення про купівлю продукту, зокрема рівня емоційної нестабільності, конформізму, інтровертності, інформованості та оцінки часу на прийняття рішення, що дозволяє підвищити ефективність прогнозування та формування відповідних рефлексивних керуючих впливів для збільшення обсягу продажу продуктів.

Здійснено формалізацію ключових рефлексивних складових і наведено послідовність етапів реалізації механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств. Для реалізації концептуальних положень механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємства запропоновано застосовувати модифіковану модель А. Чхартішвілі «реклама товару», спрямовану на максимізацію прибутку, в рамках якої, на відміну від існуючих, використовуються рефлексивні складові поведінки споживачів у процесі прийняття рішення про купівлю продуктів, зокрема схильність споживачів до наслідування. Застосування моделі дозволить підвищити ефективність та обґрунтованість прийняття управлінських рішень про управління поведінкою споживачів для посилення конкурентних переваг підприємства.

*Ключові слова:* поведінка споживачів, рефлексивне управління, маркетингова діяльність, прийняття рішень, підприємство.

*JEL:* M3, C65

У 2015-2016 рр. економіка України зазнала найбільшої кризи за часів незалежності. Падіння ВВП склало 9,9%. Найбіль-

ше скорочення виробництва спостерігалось у металургії (42,6%) та машинобудуванні (46,3%). Малі та середні підприємства зни-

© Я. М. Шуміло, 2022

зили економічну активність на 80-90%, майже 40 тис. із них повністю зупинили свою діяльність, а рівень інфляції досяг максимального значення за останні 20 років – 43,3%. Починаючи з 2019 р. після впровадження низки економічних реформ спостерігається незначне поліпшення економічного становища України, проте сучасні умови господарювання створюють нові виклики. Із початку 2020 р. виникають нові вимоги до функціонування підприємств, пов'язані з такими наслідками пандемії COVID-19, як масовий перехід на онлайн-режим роботи, зростання кількості підприємств, що використовують у своїй діяльності цифрові технології, прискорений розвиток сучасних цифрових технологій. В умовах посилення конкуренції, прискорення темпів розроблення й упровадження інновацій, пов'язаних із цифровізацією процесів продажу товарів і послуг на ринках, залученням цифрових інструментів маркетингової діяльності, підприємствам стає все складніше боротися за «прихильність» споживачів, утримувати високі показники продажів, а також збільшувати обсяги споживчого попиту на продукти для одержання прибутку від їх реалізації.

Повільне зростання показників розвитку окремих галузей економіки та підприємств підтверджує нездатність вітчизняних підприємств гнучко реагувати на вимоги поточної ринкової ситуації, що негативно позначається на стабільності економічних показників розвитку країни загалом. Необхідним стає розроблення нових методів управління споживчим попитом й удосконалення існуючих маркетингових інструментів для стимулювання посилення конкурентних переваг підприємств на ринках.

Для здійснення ефективної політики управління підприємством, побудованої на комплексному використанні чинників впливу на поведінку споживача, необхідним стає її прогнозування та відповідне управління, що передбачає дослідження і використання механізмів формування та

прийняття рішень. Раніше в економічній науці розглядалася можливість управління тільки раціональною поведінкою споживачів, проте вже у 2002 р. Д. Канеман отримав Нобелівську премію за дослідження передбачуваних аномалій у раціональності економічних агентів і доведення можливості управління ірраціональною поведінкою споживачів. Сьогодні вивчення поведінки споживачів та її відхилень від постулату раціональності виокремилось у напрям досліджень «поведінкова економіка». Окрема увага приділяється дослідженню різновиду ірраціональної поведінки, відповідно до якого прийняття рішення про придбання продуктів є результатом наслідування поведінки інших суб'єктів ринку. Таке наслідування проявляється за умов низької інформованості, обмеженості в часі на прийняття рішення та відповідних значень індивідуальних рефлексивних складових споживчої поведінки, зокрема рівня емоційної нестабільності, конформізму, інтровертності тощо.

У 2017 р. нобелівський лауреат Р. Талер довів, що впливати на процес прийняття споживчих рішень та збільшувати обсяги продажів продуктів можливо за допомогою позитивного підкріплення і непрямих вказівок, тобто з використанням методів непрямого інформаційного впливу або рефлексивного управління. У зв'язку з вищезазначеним дослідження процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств для підвищення ефективності їх функціонування та посилення конкурентних переваг є актуальним.

Застосування рефлексивного підходу для впливу на результат прийняття рішень економічними агентами розглянуто в роботах сучасних науковців. Так, Дж. Сорос інтерпретує наслідування на фондовому ринку за допомогою рефлексивного підходу (Soros, 2008). Е. Григор'єв в (Григорьев, 2004) описує механізми рефлексивного управління біржовими гравцями з боку осіб, які мають інформаційні засоби та способи впливу на процеси прийняття рі-

шень учасниками біржових ігор. Результат впливу на споживачів за допомогою підвищення / зниження рівня інформованості описано в сигнальній теорії нобелівських лауреатів Д. Акерлофа і М. Спенса. У дослідженні (Spence, 1973) на прикладі ринку збуту старих автомобілів доведено, що збільшення додаткової інформації про якість послуг служить сигналом для прийняття споживчого рішення. Додатковою інформацією можуть виступати: фірмові знаки, гарантії, рекомендації, поруки, кваліфікація. Основною ідеєю сигнальної теорії стало те, що деякі економічні дії економічних агентів на ринку можуть інтерпретуватися як сигнали для прийняття конкретного споживчого рішення. Застосування сигнальної теорії на споживчих ринках може викликати стагну поведінку, яка проявляється у виборі споживачами саме того товару, про який послано сигнал. Таким чином, можна спостерігати інформаційне управління поведінкою споживачів.

Значний внесок у вирішення проблеми управління поведінкою економічних агентів за допомогою рефлексивного підходу здійснили і українські вчені.

Так, Р. Лепа (Лепа, Шкарлет, Лысенко и др., 2012) розглядає застосування математичних моделей рефлексивного управління в різноманітних економічних ситуаціях на підприємстві: у процесах прийняття управлінських рішень, оцінювання кадрового потенціалу, вирішення конфліктних ситуацій серед персоналу. С. Турлакова (Турлакова, 2020) досліджує передумови виникнення стагну поведінки з використанням рефлексивного підходу до управління стагну поведінкою персоналу на підприємствах. В. Гурієвська (Гурієвська, 2014) розглядає рефлексивний підхід як метод удосконалення практики управління та доводить, що принципи рефлексивного підходу у процесі прийняття управлінських рішень, налагодження взаємодії, вирішення конфліктів забезпечують оптимізацію управлінської діяльності, оскільки спираються на особистість як на творця й основ-

ного компонента системи державного управління. І. Сташкевич (Сташкевич, 2018) пропонує використовувати рефлексивне управління для мінімізації опору персоналу змінам на підприємстві, засновуючи механізм на силі впливу лідера групи. М. Мальчик (Мальчик, 2018) обґрунтовує передумови ефективності використання методів рефлексивного управління конкурентоспроможністю підприємства в розрізі активної адаптації підприємства до зовнішніх умов і визначає ключові чинники, що впливають на ірраціональність процесу прийняття рішень при вирішенні завдань забезпечення підприємства конкурентними перевагами. Т. Жовковська розглядає методологію прийняття управлінських рішень у рамках рефлексивного підходу, визначає загальні методи та прийоми реалізації управлінських рішень в умовах когнітивного конфлікту за рахунок здійснення рефлексивних впливів (Жовковська, 2018).

Проте в зазначених роботах встановлено відсутність механізму управління, який би поєднував переваги рефлексивного підходу та враховував особливості ірраціональної поведінки споживачів для використання в маркетинговій діяльності підприємств, що потребує орієнтації на застосування сучасних глобальних цифрових платформ для торгівлі, нових цифрових методів продажу товарів і послуг, стрімке розповсюдження цифрової інформації тощо. Отже, необхідним є подальше вдосконалення методів управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств на основі рефлексивного підходу.

*Метою* статті є дослідження, обґрунтування та розроблення концептуальних положень механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств.

Аналіз методів і моделей управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств (Турлакова, Шумило, 2016) свідчить, що існуючі методи потребують значного розширення та синтезу

напрацювань у сфері психології, соціології, теорії прийняття рішень і теорії управління. Недоліком більшості існуючих підходів є їх орієнтація на модель раціональної поведінки економічного агента без урахування можливих проявів ірраціональної поведінки споживачів. Рефлексивний підхід базується на вивченні процедур прийняття рішень відповідно до когнітивного механізму сприйняття й інтерпретації інформації економічними агентами та, на відміну від інших підходів, дозволяє змінювати структуру інформованості споживачів у процесі прийняття рішень про придбання продуктів із використанням маловитратних методів інформаційного управління, що є значною перевагою для побудови на його основі такого механізму управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності, який би дозволив посилити конкурентні переваги підприємства та збільшити обсяги продажів товарів і послуг.

У результаті діалектичного аналізу понятійного апарату управління поведінкою споживачів удосконалено низку визначень. Так, маркетингову діяльність підприємства визначено як управлінську діяльність, спрямовану на планування виробничо-збутової діяльності на основі вивчення ринку та впливу на попит з метою реалізації товарів і послуг й одержання прибутку в умовах конкуренції. Поведінку споживачів сформульовано як взаємодію економічних агентів з оточуючим маркетинговим середовищем: продуктами (товарами чи послугами), місцями продажу, рекламою під час прийняття рішення про придбання продуктів. Рефлексивне управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств передбачає формування такої структури інформованості споживачів, яка спричиняє зміну їх уявлень про попит на ринку та приводить до досягнення мети управління, якою є збільшення обсягів споживання товарів чи послуг підприємства для одержання додаткового прибутку.

Суб'єктом управління (СУ) на ринку, що впливає на об'єкт управління для досягнення власних цілей, є продавець (відділ продажів підприємства) – економічний агент, який реалізує продукт. Продавець на ринку пропонує продукт об'єкту управління. У рамках розроблених концептуальних положень метою продавця на ринку є прийняття об'єктом управління рішення про придбання запропонованих продуктів аналогічно більшості інших споживачів і, як наслідок, одержання додаткового прибутку від підвищення обсягів реалізації. Об'єктом управління (ОУ) на ринку є споживач і безпосередньо його поведінка у процесі прийняття рішення про придбання продуктів. Об'єкт управління при прийнятті рішення про покупку керується бюджетними обмеженнями. Крім того, на результат прийняття рішення та прояви наслідування у поведінці споживачів на ринку впливають такі рефлексивні складові: ступінь інформованості, обмеження в часі на прийняття рішення, індивідуальні схильності до наслідування і чинник стадності (інформація про сумарний попит). Загальну схему механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств наведено на рис. 1.

Концептуальні положення механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств передбачають реалізацію розробленого механізму управління шляхом виявлення рефлексивних складових поведінки споживачів у процесі прийняття рішення про придбання продуктів, формування та здійснення рефлексивних керуючих впливів, що змінюють рефлексивні складові поведінки споживачів у процесі прийняття рішення про придбання продуктів для забезпечення підвищення попиту і, як наслідок, збільшення обсягів продажів продуктів й одержаного прибутку.

Запропоновані положення засновані на системному та рефлексивному підходах і передбачають: визначення загальної ємності ринку; визначення частки потенцій-



Рисунок 1 – Загальна схема механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів

Джерело: розроблено автором.

них споживачів на ринку; оцінювання прогнозу частки споживачів на ринку, які придбають продукт до та після рефлексивного управління; формування і реалізацію відповідних рефлексивних керуючих впливів для досягнення мети управління. Формування рефлексивних керуючих впливів припускає врахування таких рефлексивних складових поведінки потенційних споживачів: наявність чинників ризику (низька інформованість і обмежений час на прийняття рішення); індивідуальна схильність до наслідування (емоційна нестабільність, інтровертність, конформізм); наявність чинника стадності (інформація про сумарний попит на продукт). Зміна значень рефлексивних складових із використанням методів рефлексивного управління зумовлює відгук у вигляді відповідної поведінки споживачів на ринку та забезпечує необхідний рівень попиту для одержання додаткового прибутку від реалізованих продук-

тів, що дозволить посилити конкурентні позиції підприємства, яке застосовуватиме запропонований механізм рефлексивного управління поведінкою споживачів.

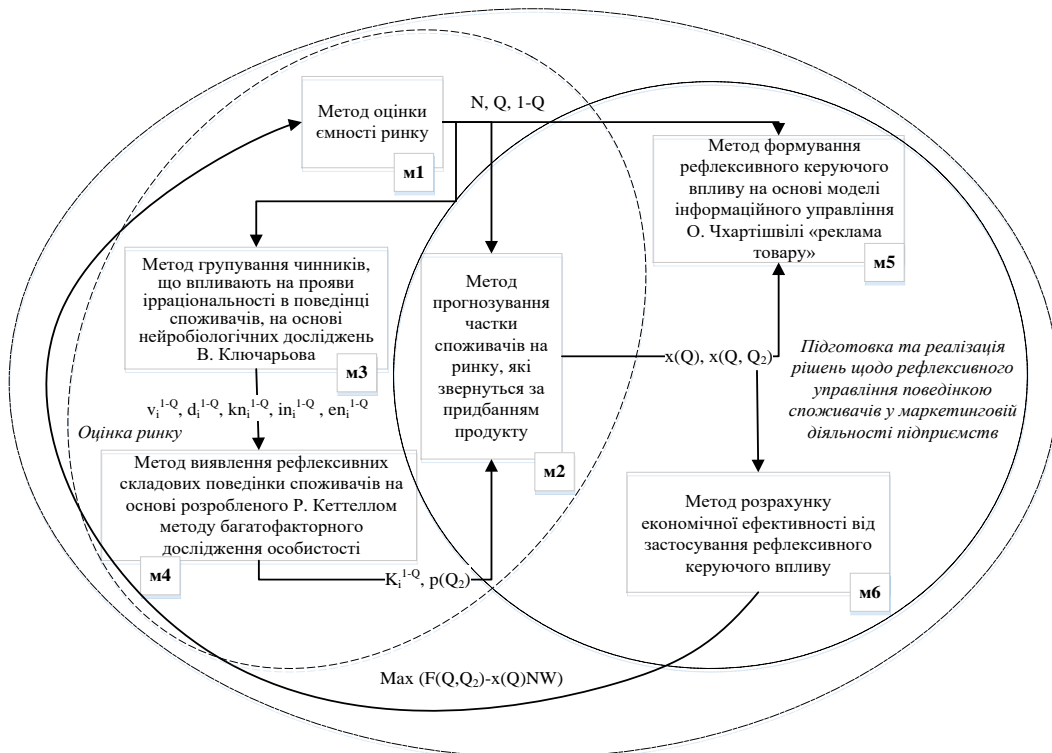
Концептуальну схему механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств, що відображає зв'язок теоретико-методологічного, методичного, інструментального, модельного та організаційно-практичного рівнів, наведено на рис. 2.

Синтез системи рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств (рис. 3) представлено комплексом методів, призначених для вирішення завдань згідно з концептуальними положеннями відповідного механізму, а саме: методом аналізу ринку продуктів [м1], що включає дослідження цифрових платформ і виявлення частки існуючих клієнтів та потенційних споживачів; методом прогнозування частки



**Рисунок 2 – Концептуальна схема механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств**

*Джерело:* розроблено автором.



**Рисунок 3 – Синтез системи рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств**

*Джерело:* розроблено автором.

споживачів на ринку, які звернуться за придбанням продукту [м2]; методом групування особливостей поведінки споживачів [м3] на основі нейробіологічних досліджень В. Ключарьова (Ключарев, Зубарев, Шестакова и др., 2014); удосконаленням методом багатофакторного дослідження особистості Р. Кеттелла (Капустина, 2001) для виявлення схильності споживачів до ірраціональної поведінки, зокрема наслідування [м4]; методом формування рефлексивного керуючого впливу [м5] відповідно до модифікованої моделі О. Чхартішвілі «реклама товару» (Чхартішвили, 2004), що дозволить змінити рефлексивні складові поведінки споживачів для прийняття рішення про придбання продукту відповідно до функції максимізації прибутку; методом розрахунку економічної ефективності застосування рефлексивного керуючого впливу [м6].

Методи механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств взаємодіють між собою за допомогою зв'язків, позначених на рис. 3 відповідними стрілками:  $N, Q, 1 - Q$  – інформація, одержана в результаті оцінювання ринку щодо його ємності та частки споживачів, які придбали та не придбали продукт до початку рефлексивного впливу;  $en_i^{1-Q}, in_i^{1-Q}, kn_i^{1-Q}, d_i^{1-Q}, v_i^{1-Q}$  – згруповані особливості поведінки споживачів у процесі прийняття рішення про придбання продукту, серед яких: рівень емоційної нестійкості, рівень інтровертності, рівень конформізму, рівень інформованості/досвіду споживача, оцінка часу, відведеного на прийняття рішення;  $K_i^{1-Q}$  – загальний коефіцієнт наслідування споживача, розрахований на основі виявлених рефлексивних складових поведінки споживачів;  $p(Q_2)$  – імовірність придбання продукту часткою потенційних споживачів, які ще не придбали продукт, розрахований на основі  $K_i^{1-Q}$ ;  $x(Q)$  – прогнозна частка споживачів на ринку, які придбають продукт до рефлексивного керуючого впливу, що залежить від частки споживачів,

схильних придбати продукт без будь-якого впливу;  $x(Q, Q_2)$  – прогнозна частка споживачів на ринку, які придбають продукт після рефлексивного керуючого впливу, що залежить від частки споживачів, схильних придбати продукт без будь-якого впливу, та частки споживачів, схильних придбати продукт після зміни їх рефлексивних складових поведінки.

Аналіз особливостей поведінки споживачів у процесі прийняття рішення про придбання продуктів свідчить, що споживачам притаманні прояви ірраціональності в поведінці, зокрема часто можна спостерігати прояви наслідування чи стадної поведінки. Визначено, що ймовірність проявів наслідування споживачами на ринку залежить від рефлексивних складових їх поведінки, які запропоновано згрупувати на основі досліджень В. Ключарьова у зовнішні (необхідність прийняття швидкого рішення, низький рівень інформованості/досвіду споживача) та індивідуальні чинники (високий рівень емоційної нестійкості, високий рівень інтровертності, високий рівень конформізму) і визначати за допомогою розробленого Р. Кеттеллом методу багатофакторного дослідження особистості відповідно до вдосконаленої інтерпретації результатів анкетування. Змінюючи значення рефлексивних складових поведінки споживачів, можна впливати на результат прийняття рішення про придбання продуктів на ринку. Нормалізація виявлених рефлексивних складових дозволяє представити результат прийняття рішення споживачем у математичному вигляді як функцію, залежну від конкретних змінних.

Концептуальні положення механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств передбачають реалізацію суб'єктом управління таких етапів:

1. *Оцінювання ємності ринку.* Нехай існує ринок, де реалізуються продукти  $A$ , та існує безліч споживачів  $N$ , які готові задовольнити свою потребу шляхом покупки  $A$ . Конкретного споживача із множини  $N$  позначимо як  $H_i$ , де  $i = \overline{1, N}$ . Визначення

кількості споживачів  $N$  аналогічне визначенню ємності ринку. Суб'єкт управління визначає мету управління як необхідність реалізації обсягу продуктів  $A$  за ціною  $W$  на суму  $AW$ .

2. Виокремлення двох груп споживачів на ринку:  $Q$  – частка споживачів, які придбають продукт без будь-яких впливів;  $1 - Q$  – частка споживачів, які не купують продукт без впливу, але в перспективі можуть його придбати. Частку агентів першого типу  $Q$  розраховано з використанням методу аналізу ринку на основі даних про фактичні продажі та кількість клієнтів  $n_1$  за визначений період часу до застосування будь-яких рефлексивних керуючих впливів чи управління

$$Q = \frac{(n_1 \times 100\%)}{N}. \quad (1)$$

3. Розрахунок прогнозованої частки споживачів на ринку, які придбають продукт до початку рефлексивного управління. Якщо частка  $Q$  агентів першого типу є загальним знанням, то агенти очікують, що саме  $Q$  агентів придбають продукт. Фактично згідно з методом прогнозування частки споживачів на ринку, які звернуться за придбанням продукту, агенти спостерігають, що продукт придбає частка  $x(Q)$  споживачів:

$$x(Q) = Q + (1 - Q)p(Q). \quad (2)$$

Такий вплив виявляється підтвердженням, оскільки  $\forall Q \in [0; 1], Q \leq x(Q)$  – споживачі бачать, що продукт схильні купувати більше людей, ніж вони уявляли.

Безліч можливих дій кожного агента складається з двох дій:  $a$  (асерт) – придбання товару або послуги та  $r$  (режест) – відмова від придбання товару або послуги. Приймемо, що агенти другого типу з імовірністю  $p(Q)$  обирають дію  $a$ , при цьому  $p(Q)$  – неспадна на  $[0; 1]$  функція, така, що

$$p(r) = \varepsilon, p(a) = 1 - \delta, \varepsilon \leq 1 - \delta, \quad (3)$$

де  $\varepsilon$  і  $\delta$  – константи, що належать одиничному відрізку.  $\varepsilon \leq 1 - \delta$  та відповідає тому, що деякі агенти другого типу «помилляються» і навіть якщо вважають, що всі інші агенти мають другий тип, то купують

продукт;  $\delta$  характеризує схильність агентів до прояву наслідування внаслідок рефлексивного впливу;  $\delta = 0$  означає споживача, схильного до наслідування;  $\delta = 1$  – незалежного споживача, не схильного до прояву наслідування внаслідок впливу;

4. Зіставлення прогнозованого значення частки споживачів на ринку, які придбають продукт до початку рефлексивного управління, з фактичним рівнем продажів продуктів. Якщо одержаний відповідно до формули (2) результат  $x(Q)$  більше за фактичний рівень продажів  $Q$ , то суб'єкт управління переходить до розрахунку прогнозованого значення  $x(Q, Q_2)$  – частки споживачів, які придбають продукт після рефлексивного керуючого впливу.

5. Формування рефлексивного керуючого впливу при  $x(Q) > Q$ . Для збільшення обсягу продажів продуктів до цільового значення необхідно сформувати у споживачів із частки  $1 - Q$  нове уявлення  $Q_2$  про значення параметра  $Q$  – частку агентів, схильних купувати продукт без рефлексивного керуючого впливу. Формування нового уявлення відбувається відповідно до рефлексивного керуючого впливу в рамках модифікованої моделі О. Чхартішвілі «реклама товару» за рахунок розповсюдження серед споживачів інформації про кількість споживачів, які вже придбали продукт ( $Q_2 = 1$ ). Одержана інформація та сформоване уявлення спонукають споживача до наслідування. Крім того, під час рефлексивного управління суб'єкт управління також може передавати таку інформацію споживачам на ринку, відповідно до якої інформованість споживача зменшується ( $d_i^{1-Q} \rightarrow 0$ ) та/або споживач стає обмеженим у часі на прийняття рішення про покупку продуктів ( $v_i^{1-Q} \rightarrow 1$ ). Таким чином, зміна відповідних рефлексивних складових поведінки споживачів приведе до збільшення їх схильності до наслідування й імовірності прояву стадної поведінки.

6. Розрахунок прогнозованої частки споживачів на ринку, які придбають продукт після рефлексивного управління. Фор-

муючи уявлення  $Q_2$ , суб'єкт управління здійснює рефлексивний керуючий вплив на споживачів із частки  $1 - Q$  на ринку. Оскільки агенти не підозрюють про наявність управління з боку суб'єкта, вони очікують побачити, що  $Q_2$  агентів придбають продукт. Тоді частка споживачів на ринку, які звернуться за придбанням продукту, дорівнює

$$x(Q, Q_2) = Q + (1 - Q)p(Q_2). \quad (4)$$

При цьому ймовірність придбання  $p(Q_2)$  продукту  $A$  часткою споживачів  $1 - Q$  після початку рефлексивного керуючого впливу залежить від того, наскільки споживачі продуктів  $A$  на ринку схильні до проявів наслідування, які визнаються рефлексивними складовими поведінки, що формують відповідний коефіцієнт схильності до наслідування  $K_i^{1-Q}$ , який розраховується на основі значень: рівня емоційної нестійкості  $en_i^{1-Q}$ ; інтровертності  $in_i^{1-Q}$ ; конформізму  $kn_i^{1-Q}$ ; інформованості/досвіду споживача  $d_i^{1-Q}$ ; оцінки часу, відведеного на прийняття рішення  $v_i^{1-Q}$ . Відповідні значення рефлексивних складових поведінки споживачів визначаються за допомогою розробленого Р. Кеттеллом методу багатфакторного дослідження особистості відповідно до вдосконаленої інтерпретації результатів анкетування. Одержані результати опитування нормалізуються в параметри, серед яких: індивідуальні характеристики споживача  $en_i^{1-Q}, in_i^{1-Q}, kn_i^{1-Q} \in [0; 1]$ , рівнозначні між собою за вагомістю щодо впливу на прояви наслідування у поведінці споживачів; зовнішні чинники, що також є рівнозначними між собою та стосуються оцінки ймовірності помилки передбачення винагороди (ризика)  $d_i^{1-Q}, v_i^{1-Q} \in [0; 1]$ . Параметри, які складаються з індивідуальних особливостей споживача та зовнішніх чинників, формують загальний коефіцієнт наслідування споживача  $K_i^{1-Q} \in [0; 1]$ , який розраховується за такою формулою:

$$K_i^{1-Q} = 0,5 \left( \frac{1}{3} en_i^{1-Q} + \frac{1}{3} in_i^{1-Q} + \frac{1}{3} kn_i^{1-Q} \right) + 0,5 \left( \frac{1}{2} d_i^{1-Q} + \frac{1}{2} v_i^{1-Q} \right). \quad (5)$$

Зворотною величиною  $K_i^{1-Q}$  є схильність споживача зберігати свою думку і незалежність від рефлексивного впливу, тобто

$$\partial_i^{1-Q} = 1 - K_i^{1-Q}. \quad (6)$$

Для всієї частки опитаних споживачів

$$\partial = \frac{1}{n_3} \sum_{i=1}^{n_3} \partial_i^{1-Q}, \quad (7)$$

де  $n_3$  – кількість споживачів із частки  $1 - Q$ , які взяли участь в опитуванні. Формування репрезентативної вибірки з частки споживачів  $1 - Q$  базується на загальних характеристиках цільової аудиторії споживачів ринку, для визначення яких суб'єкт управління здійснює маркетингове дослідження. Тоді

$$p(Q_2) = 1 - \partial. \quad (8)$$

Одержавши значення  $p(Q_2)$ , суб'єкт управління може виконати розрахунок прогнозу частки споживачів на ринку, які придбають продукт після рефлексивного керуючого впливу згідно з формулою (4).

7. *Розрахунок прогнозного прибутку від впровадження рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств.* Загальна сума витрат  $z(Q, Q_2)$  на впровадження рефлексивного управління поведінкою споживачів розраховується як сума витрат на формування, застосування рефлексивного управління  $Z_1$  та дослідження характеристик цільової аудиторії  $Z_2$  за формулою

$$z(Q, Q_2) = z_1 + z_2. \quad (9)$$

Якщо дохід від продажів пропорційний частці агентів, які купують продукт, то прибуток (різниця між доходом і витратами) розраховується в такий спосіб:

$$F(Q, Q_2) = x(Q, Q_2)NW - z(Q, Q_2). \quad (10)$$

Прогнозна ефективність рефлексивного управління визначається як різниця між  $F(Q, Q_2)$  і  $x(Q)NW$ , а цільова функція рефлексивного управління – як

$$F(Q, Q_2) - x(Q)NW \rightarrow \max_{Q_2}. \quad (11)$$

Розглянемо обмеження для задачі (11). Перше обмеження:

$$Q_2 \in [0; 1], \text{ та } Q_2 \geq Q. \quad (12)$$

Рефлексивний керуючий вплив є недоцільним і витрати не виправдаються, якщо достатня частка агентів купує продукт за відсутності рефлексивного управління. Друге обмеження: агенти другого типу повинні спостерігати значення частки агентів, які купують продукт, не менше, ніж їм повідомив суб'єкт управління:

$$x(Q, Q_2) \geq Q_2. \quad (13)$$

З урахуванням формули (4) одержуємо

$$Q + (1 - Q)p(Q_2) \geq Q_2. \quad (14)$$

Оптимальне стабільне вирішення завдання щодо рефлексивного управління включає розв'язок задачі максимізації (11) при обмеженні (14). Стабільність передбачає повний збіг очікуваних і спостережуваних агентами результатів, тобто вираз (14) є рівністю. Тоді єдиним стабільним рефлексивним керуючим впливом буде повідомлення суб'єкта управління про те, що всі споживачі є споживачами першого типу ( $Q_2 = 1$ ). Рефлексивний вплив буде здійснено за допомогою рекламної кампанії для потенційних споживачів продукту  $A$ , яка складається із споживачів типу  $Q$  та  $1 - Q$ .

$$\max_{Q_2} \left\{ \begin{array}{l} F(Q, Q_2) - x(Q)NW \rightarrow \\ F(Q, Q_2) = x(Q, Q_2)NW - z(Q, Q_2) \\ x(Q) = Q + (1 - Q)p(Q) \\ x(Q, Q_2) = Q + (1 - Q)p(Q_2) \\ p(Q_2) = 1 - \partial \\ \partial = \frac{1}{n_3} \sum_{i=1}^{n_3} \partial_i^{1-Q} \\ \partial_i^{1-Q} = 1 - K_i^{1-Q} \\ Q + (1 - Q)p(Q_2) \geq Q_2 \\ Q_2 \geq Q \\ z(Q, Q_2) = z_1 + z_2 \end{array} \right. \quad (15)$$

8. Упровадження рефлексивного управління поведінкою споживачів на ринку та фіксація результатів.

9. Оцінювання фактичної кількості споживачів, які звернулися для придбання продукту після рефлексивного управління. Якщо кількість звернень більше або дорівнює прогнозованому результату від звер-

нень без будь-яких впливів ( $x(Q, Q_2)NW \geq x(Q)NW$ ), то мета управління досягнута, а якщо ні – слід повернутися до першого етапу механізму.

Загальну послідовність етапів реалізації механізму рефлексивного управління (РУ) поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств наведено на рис. 4. Це дозволить підприємству збільшити прибуток від продажів продуктів за рахунок підвищення споживчого попиту на них.

*Висновки.* Аналіз методів управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств свідчить, що існуючі методи потребують значного розширення та синтезу напрацювань у сфері психології, соціології, теорії прийняття рішень і теорії управління щодо врахування можливих проявів ірраціональної поведінки споживачів. Обґрунтовано, що найбільш доцільним для управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств є рефлексивний підхід, який із використанням маловитратних методів інформаційного управління дозволяє побудувати такий механізм управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств, який дозволить посилити їх конкурентні переваги та збільшити обсяги продажів товарів і послуг.

Для забезпечення підвищення попиту на продукти підприємств удосконалено концептуальні положення механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності, які передбачають визначення загальної ємності ринку та частки потенційних споживачів на ньому, оцінювання прогнозованої частки споживачів, які придбають продукт до і після рефлексивного управління, та формування відповідних рефлексивних керуючих впливів для досягнення мети управління. Реалізація відповідних концептуальних положень дозволить посилити конкурентні позиції підприємства та збільшити обсяги продажів продуктів за рахунок стимулювання зростання попиту на них.

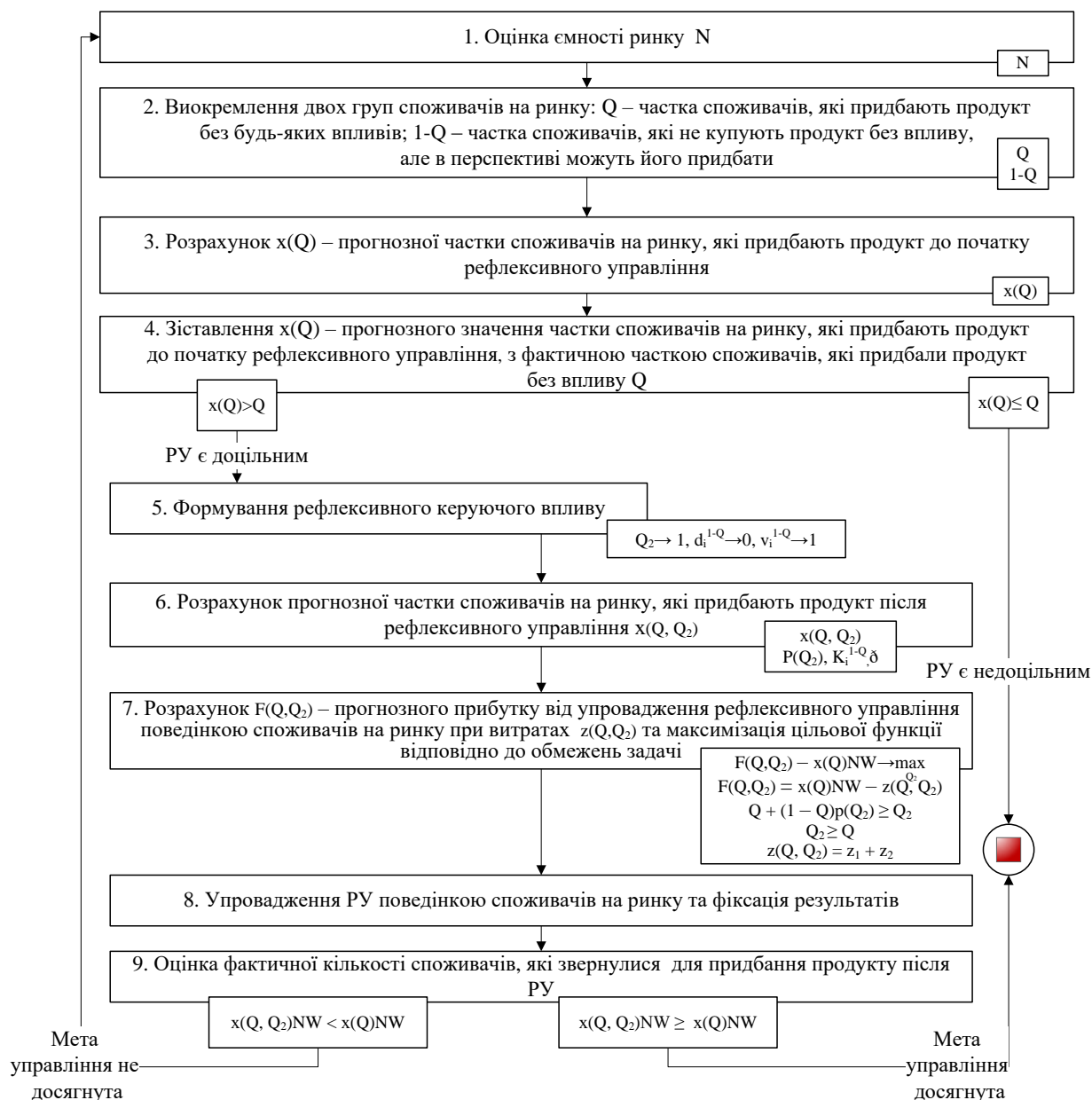


Рисунок 4 – Загальна послідовність етапів реалізації механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств

Джерело: розроблено автором.

Для формування ефективних рефлексивних керуючих впливів щодо збільшення обсягів продажів підприємства виконано аналіз особливостей поведінки споживачів у процесі прийняття рішень про придбання продуктів. Виявлено, що на ринках часто можна спостерігати прояви наслідування у поведінці споживачів. На основі висновків нейробіологічних досліджень В. Ключарьова узагальнено чинники, які впливають

на прояви наслідування, а саме виокремлено та систематизовано за відповідними групами такі рефлексивні складові поведінки споживачів: зовнішні (необхідність прийняття швидкого рішення, низький рівень інформованості/досвіду споживача) та індивідуальні чинники (високий рівень емоційної нестійкості, високий рівень інтровертності, високий рівень конформізму).

Для визначення значень рефлексивних складових поведінки споживачів запропоновано використовувати відповідний метод, у рамках якого дістав подальшого розвитку розроблений Р. Кеттеллом метод багатофакторного дослідження особистості. Запропонована інтерпретація результатів анкетування для визначення рефлексивних складових поведінки споживачів (зовнішніх й індивідуальних чинників) дозволяє підвищити достовірність прогнозування їх поведінки щодо придбання продуктів на ринку та сформувані відповідні рефлексивні керуючі впливи у маркетинговій діяльності з метою стимулювання збільшення обсягів продажів товарів і послуг підприємства й одержання додаткового прибутку.

З метою реалізації концептуальних положень механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств запропоновано застосовувати модифіковану модель інформаційного управління О. Чхартішвілі «реклама товару», спрямовану на максимізацію отриманого прибутку, у рамках якої, на відміну від існуючої, використовуються рефлексивні складові поведінки споживачів у процесі прийняття рішення про придбання продуктів (зокрема схильності до наслідування). Зміна відповідних значень складових поведінки споживачів із застосуванням методів рефлексивного управління зумовлює відгук у вигляді відповідної поведінки та забезпечує необхідний рівень попиту для одержання додаткового прибутку, що дозволяє посилити конкурентні позиції підприємства за рахунок підвищення ефективності й обґрунтованості прийняття управлінських рішень щодо рефлексивного управління у маркетинговій діяльності.

Актуальним напрямом подальших досліджень є автоматизація механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств шляхом створення системи підтримки прийняття рішень.

### Література

Турлакова С. С., Шумило Я. Н. (2016) Підходи к управлению стадным пове-

дением потребителей на рынках сбыта. *Научный Вестник Донбасской государственной машиностроительной академии*. № 2 (20). С. 186-191.

Soros G. (2008) .The new paradigm for financial markets: The credit crisis of 2008 and what it means. Philadelphia: PublicAffairs, 208 p.

Григорьев Э. П. (2004). Об информационном манипулировании биржевым рынком. *Рефлексивные процессы и управление*. № 1. Т. 4. С. 62-74.

Spence M. (1973). Job Market Signalling. *Quarterly Journal of Economics*. № 3 (87). P. 355-374.

Лепя Р. Н., Шкарлет С. Н., Лысенко Ю. Г. и др. (2012). Рефлексивные процессы в экономике: концепции, модели, прикладные аспекты: монография / под ред. Р. Н. Лепя. Донецк: АПЕКС, 2012. Т. 1. 560 с.

Турлакова С. С. (2020). Рефлексивное управление стадным поведением на предприятиях: концепция, модели и методы: монография. НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти. Киев. 322 с.

Гурієвська В. М. (2014). Застосування рефлексивного підходу в системі державного управління. *Вісник Національної академії державного управління при Президентові України*. № 1. С. 64-71.

Сташкевич І. І. (2018). Інформаційне моделювання процесів мінімізації опору персоналу організаційним змінам на підприємстві. *Економіка промисловості*. № 4 (84). С. 103-120.

Мальчик М. В. (2018). Рефлексивні методи управління конкурентоспроможністю підприємств Поліського регіону в контексті їх активної адаптації. *Меліорація та облаштування Українського Полісся: колективна монографія / за ред. Я. М. Гадзала, В. А. Сташука, А. М. Рокочинського*. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. Т. 2. С. 781-785.

Жовковська Т. Т. (2018). Методологія прийняття управлінських рішень за рефлексивного підходу. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Сер.: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. № 19 (1). С. 146-151.

- Ключарев В., Зубарев И., Шестакова А. (2014) Нейробиологические механизмы социального влияния. *Экспериментальная психология*. № 4. С. 20-36.
- Капустина А. Н. (2001). Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла. Санкт-Петербург: Речь. 112 с.
- Чхартишвили А. Г. (2004). Теоретико-игровые модели информационного управления. Москва: ЗАО «ПМСОФТ». 227 с.

### References

- Turlakova, S. S., & Shumilo, Ya. N. (2016) Approaches to managing the herd behavior of consumers in the markets. *Nauchnyj Vestnik Donbasskoj gosudarstvennoj mashinostroitelnoj akademii*, 2 (20), pp.186-191 [in Russian]
- Soros, G. (2008). The new paradigm for financial markets: The credit crisis of 2008 and what it means. Philadelphia: PublicAffairs, 208 p.
- Grigoriev, E. P. (2004). On informational manipulation of the exchange market. *Refleksivnye procesy i upravlenie*, 1, vol. 4, pp. 62–74 [in Russian].
- Spence, M. (1973). Job Market Signalling. *Quarterly Journal of Economics*, 3 (87), pp. 355–374.
- Lepa, R. N., Shkarlet, S. N., Lysenko, Yu. G. et al. (2012). Reflexive processes in the economy: concepts, models, applied aspects. In R. N. Lepa (Ed.). Donetsk: АРЕХ, 2012. Vol. 1. 560 p. [in Russian].
- Turlakova, S. S. (2020). Reflexive management of herd behavior at enterprises: concept, models and methods. Kyiv: National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Industrial Economics. [in Russian]
- Gurievska, V. M. (2014). The establishment of a reflexive approach in the system of state administration. *Bulletin of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine*, 1, pp. 64-71 [in Ukrainian].
- Stashkevich, I. I. (2018). Informational modeling of minimization processes to support the staff of organizational changes at the enterprise. *Economy of industry*, 4 (84), pp. 103-120. [in Ukrainian]
- Malchik, M. V. (2018). Reflexive methods of managing the competitiveness of enterprises in the Polish region in the context of their active adaptation. In Ya. M. Gadzal, V. A. Stashuk, A. M. Rokochinsky (Eds.). *Reclamation and landscaping of the Ukrainian Polissya* (pp.781-785). Kherson: OLDI-PLUS [in Ukrainian].
- Zhovkovska, T. T. (2018). Methodology for adopting managerial decisions for a reflexive approach. *Scientific Bulletin of UzhNU*, 19 (1), pp. 146-151 [in Ukrainian].
- Klyucharev, V., Zubarev, I., & Shestakova, A. (2014) Neurobiological mechanisms of social influence. *Experimental psychology*, 4, pp. 20–36. [in Russian]
- Капустина, А. Н. (2001). *Multifactorial personality technique of R. Kettell*. St. Petersburg: Rech. 112 p. [in Russian]
- Чхкхартшвили, А. Г. (2004). *Game-theoretic models of information management*. Moscow: ЗАО PMSOFT. 227 p. [in Russian]

**Яна Николаевна Шумило,**

канд. экон. наук

Институт экономки промышленности НАН Украины  
ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: juicy.stilet@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7726-4037>

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕХАНИЗМА РЕФЛЕКСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Исследованы методические подходы и предложены концептуальные положения механизма рефлексивного управления поведением потребителей в маркетинговой деятельности предприятий, предусматривающих выявление рефлексивных составляющих поведения

потребителей в процессе принятия решения о приобретении продуктов, формировании и реализации рефлексивных управляющих воздействий.

Представлен метод выявления рефлексивных составляющих поведения потребителей в маркетинговой деятельности предприятий, в частности факторов, влияющих на вероятность проявления потребителем подражания в процессе принятия решения о приобретении продуктов, в основу которого положены выводы нейробиологических исследований В. Ключарева и усовершенствованный метод многофакторного исследования личности Р. Кеттелла. Отличительной особенностью усовершенствованного метода Р. Кеттелла является интерпретация результатов анкетирования для определения рефлексивных составляющих поведения потребителей в процессе принятия решения о покупке продукта, в частности уровня эмоциональной нестабильности, конформизма, интровертности, информированности и оценки времени на принятие решения, что позволяет повысить эффективность прогнозирования и формирования соответствующих рефлексивных управляющих воздействий для увеличения объема продажи продуктов.

Осуществлена формализация ключевых рефлексивных составляющих и представлена последовательность этапов реализации механизма рефлексивного управления поведением потребителей в маркетинговой деятельности предприятий. Для реализации концептуальных положений механизма рефлексивного управления поведением потребителей в маркетинговой деятельности предприятия предложено применять модифицированную модель А. Чхартишвили «реклама товара», направленную на максимизацию прибыли, в рамках которой, в отличие от существующих, используются рефлексивные составляющие поведения потребителей в процессе принятия решения о покупке продуктов, в частности склонность потребителей к подражанию. Применение модели позволит повысить эффективность и обоснованность принятия управленческих решений по управлению поведением потребителей для усиления конкурентных преимуществ предприятия.

*Ключевые слова:* поведение потребителей, рефлексивное управление, маркетинговая деятельность, принятие решений, предприятие.

*JEL:* M3, C65

**Yana M. Shumilo,**

*PhD in Economics*

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: juicy.stilet@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7726-4037>

## **CONCEPTUAL PROVISIONS OF THE MECHANISM OF REFLEXIVE CONTROL OF CONSUMER BEHAVIOR IN THE MARKETING ACTIVITIES OF ENTERPRISES**

Methodological approaches are studied and conceptual provisions of the mechanism of reflective management of consumer behavior in marketing activities of enterprises are proposed, which involve identifying reflective components of consumer behavior in the decision-making process on product acquisition, formation and implementation of reflective control influences.

The method of identifying reflective components of consumer behavior in marketing activities of enterprises, in particular – the factors influencing the likelihood of consumer inheritance in the decision to purchase products, based on the conclusions of neurobiological researches by V. Klyucharev and improved method of multifactorial researches by R. Cattell. A distinctive feature of the improved R. Cattell's method is the interpretation of questionnaires to determine the reflective components of consumer behavior in the decision to purchase a product, including the

level of emotional instability, conformism, introversion, awareness and evaluation of decision-making time. reflexive control influences to increase product sales.

The formalization of key reflexive components is carried out and the sequence of stages of realization of the mechanism of reflexive management of behavior of consumers in marketing activity of the enterprises is resulted. To implement the conceptual provisions of the mechanism of reflective management of consumer behavior in marketing activities of a company proposed to use a modified model "advertising of goods" by A. Chkhartishvili aimed at profit maximization, which, unlike existing, uses reflective components of consumer behavior in the purchase decision products, in particular – the tendency of consumers to imitate. The application of the model will increase the efficiency and validity of management decisions to manage consumer behavior to enhance the competitive advantages of the enterprise.

*Keywords:* consumer behavior, reflexive management, marketing activity, decision making, enterprise.

*JEL:* M3, C65

*Формат цитування:*

Шуміло Я. М. (2022). Концептуальні положення механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств. *Економіка промисловості*. № 1 (97). С. 103-117. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.103>

Shumilo, Ya. M. (2022). Conceptual provisions of the mechanism of reflexive control of consumer behavior in the marketing activities of enterprises. *Econ. promisl.*, 1 (97), pp. 103-117. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2022.01.103>

*Надійшла до редакції 14.02.2022 р.*

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ: ЯК ПІДВИЩИТИ  
КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ І НЕ ВТРАТИТИ ЛЮДИНУ.

Рецензія на колективну монографію «Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness» (authors: Vishnevsky V.P., Harkushenko O.M., Zanizdra M.Yu., Kniaziev S.I., Lypnytskyi D.V., Chekina V.D.)

Ключовою тенденцією останнього десятиліття у провідних країнах світу став перехід до нового технологічного укладу, який отримав назву «Індустрія 4.0» (Industry 4.0), або «смарт-промисловість» (smart industry). Відмітною ознакою цих змін є стрімка цифровізація економіки, яка істотно змінює людину, виробництво і суспільну сферу. Актуальність даної проблематики зростає у світлі взаємозв'язку між досягненням проголошених ООН Цілей сталого розвитку та «розумними» галузями виробництва і смарт-промисловістю. Це, зокрема, відзначається у щорічних доповідях ЮНІДО, а також відповідає сучасним тенденціям глобалізації в умовах Четвертої промислової революції та світової пандемії, коли економічні потреби викликають необхідність задіяння інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), аналізу масивів великих даних, інших продуктів сучасної високотехнологічної індустрії. Як відповідь на виклик цифрової трансформації суспільства, нещодавно побачила світ колективна наукова монографія українських учених «Цифровізація економіки: як підвищити конкурентоспроможність країни»<sup>1</sup> за редакцією академіка НАН України В. Вишневського та члена-кореспондента НАН України С. Князева (Київ: Академперіодика, 2021).

<sup>1</sup> Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness / V.P. Vishnevsky, O.M. Harkushenko, M.Yu. Zanizdra, S.I. Kniaziev, D.V. Lypnytskyi, V.D. Chekina; Eds. V.P. Vishnevsky, & S.I. Kniaziev; NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics. Kyiv, Akademperiodyka, 2021. 168 p. DOI: 10.15407/akademperiodyka.435.168

Автори зазначають, що зі змістовного боку цифрова економіка охоплює цифрову техніку і технології (апаратні засоби, програмне забезпечення, обладнання зв'язку), навички людини в частині користування цими технікою і технологіями (цифрові навички), а також проміжні цифрові товари та послуги, які використовуються у виробництві ВВП (с. 7). На відміну від численних світових досліджень проблем цифровізації, становлення та подальшого розвитку цифрової економіки, автори роблять акцент на проблемі оцінювання та ефективного використання потенціалу цифровізації національних економік, хоча вони усвідомлюють, що цифровізація сама по собі не є економічною панацеєю, оскільки в умовах слаборозвинутої інноваційної сфери, застарілих виробничих технологій, зношених машин і обладнання, дефіциту досвідченого персоналу вона має мало перспектив і може звестися до заміщення одних робочих місць іншими у сфері послуг (с. 8).

Монографія складається з п'яти розділів.

У першому розділі «Цифровізація економіки та розвиток інформаційно-комунікаційних технологій» розкрито суть цифровізації та сучасних ІКТ, властивості сектору ІКТ, його структури та інфраструктури. Висвітлено інституційні та економічні аспекти, а також передумови успішного розвитку ІКТ.

Ураховуючи не лише товарну, але і ресурсну суть інформації в сучасному світі та узагальнюючи існуючі визначення, автори «економізують» власне розуміння ІКТ, акцентуючи увагу на його виробничому і науковому аспектах, та визначають їх як сукупність методів і процесів вироб-

ництва інформації, її зберігання, обробки, передавання та сприйняття людиною або спеціальними пристроями, а також науковий опис таких методів і процесів (с. 18).

Уточнюючи розуміння структури сектору ІКТ, який складається з двох великих сфер (послуги та промисловість), дослідники виокремлюють сферу інфраструктури ІКТ, підкреслюючи, що згідно з цим визначенням продукція ІКТ-промисловості, використовується в інформаційних комунікаціях, трактується як частина ІКТ-інфраструктури (с. 20). Однак у такому трактуванні інфраструктура змішується з поняттями секторів ІКТ (послуги та промисловість), хоча роль інфраструктури є наскрізною, операційною для всієї сфери ІКТ, включаючи і послуги, і промисловість. У подальшому доцільно конкретизувати дане питання та більш чітко окреслити, розмежувати в системі ІКТ роль її секторів та інфраструктури, унаочнивши це на відповідній схемі.

У книзі подано репрезентативний масив економіко-статистичних даних, відповідно до яких країни-лідери з виробництва ІКТ-продукції належать до економік із розвинутою індустрією (с. 25). При цьому констатується, що ІКТ і їх сектор самі по собі не є запорукою успішного розвитку країни. Для досягнення вищого рівня доходів у національній економіці потрібно не лише розвивати ІКТ та цифрову економіку, але й одночасно нарощувати інвестиції в сучасні виробничі технології на території своєї країни чи поряд, розвивати національну науку і смарт-промисловість, що є драйвером інновацій та умовою підвищення національної конкурентоспроможності в сучасному світі (с. 27). Важливим для сучасних умов є висновок про те, що відсутність фахівців, здатних працювати з ІКТ, розробляти продукцію для цього сектору, а також системи їх професійної підготовки ставить країну у становище постійного покупця (реципієнта) зарубіжних ІКТ й обладнання (с. 21).

Дослідивши особливості функціонування сектору ІКТ, автори виокремлюють

такі передумови його успішного розвитку в країні: стабільна економіка зі сталими економічними інститутами, розвиток яких є послідовним і передбачуваним; високий рівень освіченості населення країни; надійний інститут захисту прав інтелектуальної власності; розвинутий ринок ІКТ; державна фінансова підтримка підприємств сектору ІКТ; антимонопольне регулювання і підтримка конкурентного середовища між підприємствами сфери ІКТ (с. 29-35).

У другому розділі «Цифровізація економіки та сучасні цифрові технології» досліджено перехід від традиційного до цифрового бізнесу, чинники впливу цифровізації на результати економічної діяльності, а також розвиток технологій цифрової трансформації економіки (на прикладі 5G, великих даних і блокчейну).

Поділяючи думку про те, що, на відміну від оцифрування, цифровізація охоплює і економічні відносини (с. 40), автори визначають цифрову економіку як економічну діяльність, засновану на цифрових ІКТ і широкій мережі зв'язків, створених за допомогою цих технологій, між фізичними та юридичними особами, матеріальним та віртуальними об'єктами, виробничими і невиробничими процесами тощо (с. 43).

У монографії наведено результати різних оцінок, згідно з якими середньорічні темпи зростання потенціалу ринку цифрової трансформації коливаються від 16 до 22% (с. 46). Хоча лише 15% респондентів із числа компаній, які лише розпочали цифровізацію бізнесу, підтвердили, що їх підприємства мають стратегію цифрової трансформації (с. 48). При цьому різноманітним є баланс вигід і ризиків, які несе в собі цифрова трансформація: від зміни діяльності людей і підприємств, способів управління, виробництва і реалізації продукції, бізнес-моделей, характеру праці, виникнення нових робочих місць, появи нових товарів і послуг – до скорочення зайнятості, зниження попиту на працівників певної кваліфікації, кардинальної зміни або зникнення окремих професій і спеціальностей,

подальшого зростання нерівності в доходах.

Розглядаючи розвиток конкретних технологій цифрової трансформації економіки, автори відзначають усе більш стрімкий розвиток нового напрямку застосування великих даних – використання прогностичних моделей у державному секторі економіки з метою побудови безпечнішого суспільства, удосконалення адміністративних функцій, передбачення та зменшення бюджетних витрат (с. 59). Починає на практиці розкривати свій потенціал блокчейн, причому не лише у сфері фінансів і торгівлі (криптовалюти, смарт-контракти), але й у сфері матеріального виробництва. Зокрема, перспективним напрямом його застосування у промисловості може стати симбіоз із технологіями промислового Інтернету речей (с. 10).

У третьому розділі «Екологічні аспекти цифровізації економіки» висвітлено глобальні тенденції екологічної та цифрової трансформації економіки, проаналізовано силу впливу цифровізації на сталий розвиток, здійснено спробу окреслити еколого-цифровий профіль України.

Виходячи з результатів аналізу світових трендів наголошено, що «цифрові розриви» між інноваційно активними лідерами і менш технологічно розвинутими економіками сприяють консервації застарілих екологічно брудних і ресурсоемних технологічних укладів, що закріплює за останніми роль сировинних придатків і кінцевих пунктів розміщення небезпечних відходів. У той же час цільове використання «зелених» цільових технологій здатне забезпечити зниження техногенного навантаження на глобальну екосистему та досягнення вуглецевої нейтральності цифрової індустрії (с. 78-79).

Відзначено такі сприятливі ефекти цифровізації, як дематеріалізація, розумність і, як наслідок, зниження техногенного навантаження на екосистеми. Разом із тим негативні ефекти цифровізації зумовлені підвищеним попитом на смарт-продукти і цифрові послуги, що провокує зростання

енергоспоживання та емісії парникових газів, накопичення електронних відходів, яке посилюється недобросовісною конкуренцією (с. 82).

Зацікавити читача можуть результати оцінювання сили зв'язку між індексом розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ICT Development Index) та індексом екологічної ефективності (Environmental Performance Index – EPI), виконаного для підтвердження гіпотези про існування прямого зв'язку між рівнями цифровізації та сталим розвитком у різних країнах, а також розподіл одержаної сукупності країн на кластери. При цьому автори дійшли висновку про те, що цифровізація сама по собі, без ув'язки з оновленням технологій реального сектору, не забезпечує екологічно сталий розвиток. Тому для вирішення проблеми велике значення має врахування специфіки національного науково-технічного розвитку, а також його загальної стратегічної спрямованості (с. 85-90).

Практичний інтерес становить спроба авторів побудувати еколого-цифровий профіль України. Незважаючи на те що ІКТ-сектор України є досить перспективним і має певні можливості для подальшого розвитку, результати досліджень і розраховані показники (у міжкраїнному зіставленні) свідчать про незначне використання ІКТ для розв'язання гуманітарних проблем і досягнення ключових стратегічних цілей ООН. Екологічна спрямованість цифрових технологій в Україні для енерго- і ресурсозбереження виражена недостатньо. Більш прогресивні цифрові технології (електронна комерція, 3D-друк, аналіз великих даних), які потребують додаткового інвестування і високої кваліфікації персоналу, є менш розповсюдженими. Отже, цифровізація економіки поки ще не може розглядатися як надійний спосіб вирішення екологічних проблем України. «Цифра» сама по собі, без розвитку національного виробництва на інноваційній основі, розроблення та впровадження сучасних виробничих процесів і продуктів, адаптації євро-

пейських практик публічно-приватного партнерства в цій сфері є малоефективною (с. 90-102).

У четвертому розділі «Проблеми оцінювання процесів цифровізації та їх впливу на економічний розвиток» узагальнено методичні підходи до моніторингу та оцінювання процесів цифровізації, а також еволюцію сучасних моделей впливу ІКТ на економічний розвиток.

Відзначається, що існують значні труднощі в моніторингу та вимірюванні рівня розвитку цифрової економіки. Незважаючи на наявність індикаторів цифровізації в галузях промисловості, освіти та зайнятості, сферах фінансів і науки, для коректного порівняння країн розрахунки показників нових технологій, навичок, здібностей і компетенцій потребують подальшого вдосконалення (с. 111).

Автори також розглядають парадокс Р. Солоу та моделі, які так чи інакше його розвивають (с. 114), стверджуючи про те, що сучасна промисловість, уся економіка, сфера державного управління є немислимыми без інтернету, мобільних девайсів, цифрових даних і платформ тощо, і в цьому сенсі парадокс Солоу втратив практичне значення (с. 125). Однак скептицизм Р. Солоу щодо економічного ефекту від комп'ютеризації є передумовою комплексу питань, які можна висунути сьогодні до процесу цифровізації: яким є не лише її вплив на продуктивність праці, а ширше – соціально-економічний ефект від неї, якими є зміни в характері праці та якостях сучасного працівника? Побічно торкнувшись питань в аспекті «комп'ютерної залежності» та напрямів розвитку людського капіталу, автори далі не йдуть, хоча якщо припустити, що людський капітал не має бути додатком, функцією цифровізації, а сама вона здебільшого має відбуватися на благо людини, то відповідному розділу монографії не вистачає соціальної гостроти; постановки проблем розвитку інтелектуальних і творчих функцій людини не лише як працівника, але і організатора та керівника ви-

робничого процесу; формування нової структури потреб тощо.

Своєрідний американський підхід до підготовки персоналу STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics – наука, технології, інженерія, математика), який розглядають автори (с. 168), є лише одним із підходів, досить технізованим і формалізованим, орієнтованим на підготовку інженерних кадрів і має бути видозмінений у реальних умовах з обов'язковим включенням суспільних дисциплін, які формують світогляд фахівця, а точних наук – лише за потреби фаху.

У п'ятому розділі «Трансформаційний потенціал цифровізації та шляхи підвищення національної конкурентоспроможності» побудовано функції залежності цифрових затрат і реальних результатів, виконано оцінювання трансформаційного потенціалу цифровізації економіки, а також запропоновано шляхи підвищення трансформаційного потенціалу цифровізації та конкурентоспроможності національної економіки за векторами розвитку технологій, людського капіталу й інститутів.

У цьому розділі запропоновано з використанням методів кластерного аналізу виокремити групи країн, схожі за цифровими та виробничими характеристиками, інтерпретовані як країни Індустрій 4.0, 3.0+, 3.0 і 2.0, а також встановлено сучасне місце України в даному групуванні: оскільки в Україні домінують технології 3.0, навіть масове впровадження інновацій, у тому числі заснованих на придбаних технологіях, це не зможе вирішити проблеми конкурентоспроможності національної економіки та її переходу із стану «сировинного додатку» розвинутих країн у стан «нового індустріального тигра» з домінуючими технологіями 3.0+ та 4.0. Розвиток ІКТ у відриві від реального сектору економіки – заняття неперспективне. Недостатньо розвивати цифрову економіку саму по собі – необхідно мати високий базовий рівень техніки і технологій та одночасно нарошувати інвестиції в основний капітал,

наближаючи їх до рівня більш розвинутих країн (с. 143, 146).

На думку авторів, це означає, що принципові рішення про національний розвиток слід приймати з урахуванням довгострокових державних інтересів, які виходять за межі поточної економічної окупності, а стратегічні імперативи та довгострокову політику соціально-економічного розвитку не можна будувати, покладаючись лише на ринкові стимули та механізми (с. 146). Поділяючи таку думку, варто додати: Україна потребує формування та здійснення національної промислової політики, визначеної з урахуванням світових трендів, а також вітчизняних наукових і ресурсних (потужності, сировина, кадри) можливостей. Що стосується ролі науки, то важливим є не лише підвищення фінансування, але й належне цілепокладання для неї та формування попиту на її розробки з боку держави, роль якої в розвитку новітньої індустрії та цифрової економіки в сучасних українських умовах є головною.

Розвиток цифрової економіки й ІКТ є якісно новим етапом глобальних соціально-

економічних, науково-технічних та інституційних перетворень. Якщо в середині ХХ ст. Р. Вінер у своїй праці «Людське використання людських істот. Кібернетика і суспільство» зазначав: жити дієво означає жити, маючи адекватну інформацію (To live effectively is to live with adequate information)<sup>1</sup>, то сьогодні абсолютне володіння інформацією втілюється в потужних, компактних і мобільних системах, які людина прагне використовувати повно і повсюдно, не знаючи меж. Однак автори роблять реалістичний висновок про те, що розриви між країнами з різними домінуючими технологіями будуть не скорочуватися, а розширюватися (с. 131).

Зрозуміло, що не варто будувати ілюзій щодо перебігу та наслідків цифровізації у глобальному масштабі. Проте прагнути спрямувати її процеси на забезпечення сталого розвитку для всього людства, спираючись на всі здобутки сучасної науки і гуманізму, у тому числі вдумливо читаючи та розвиваючи рецензований монографічний доробок колег-науковців, – це наш професійний обов'язок.

Член-кореспондент НАН України,  
доктор економічних наук

А.О. Коваленко

---

<sup>1</sup> Norbert Wiener. The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society. London: Free Association Books, 1989. P. 18.

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

---

*Scientific and practical journal*



**Е**кономіка  
**П**ромисловості  
*Economy of Industry*

Научно-практический журнал

---

Издается с 1997 года

Выходит ежеквартально

---



---

№ 1 (97)

2022

**Научно-практический журнал «Экономика промышленности» издается с 1997 г.  
Свидетельство о государственной регистрации журнала КВ № 23249-13089ПР от 22.03.2018 г.  
Выходит ежеквартально**

**Журнал включен в Перечень научных специализированных изданий Украины**  
(в соответствии с приказом Министерства образования и науки Украины от 24.10.2017 г. № 1413)

**ISSN 1562-109X (Print)**  
**ISSN 2306-532X (Online)**

Журнал зарегистрирован в Международном центре  
периодических изданий (ISSN International  
Center, г. Париж)

Журнал «Экономика промышленности» индексируется украинской общегосударственной реферативной базой данных «Україніка наукова» и представлен в **Научной электронной библиотеке периодических изданий НАН Украины**. Издание размещено в международной электронной библиотеке научной периодики **EBSCO Publishing**, а также в библиографической базе данных **WorldCat**. Журнал включен в международный каталог научных периодических изданий **Ulrich's Periodicals Directory**. Журнал индексируется наукометрической базой **Index Copernicus** (Варшава, Польша). С ноября 2011 г. издание включено в международную наукометрическую базу «Научная электронная библиотека **E-Library.Ru** (Российского индекса научного цитирования – **РИНЦ**)». Издание индексируется свободно доступной системой **GoogleScholar**. С 2013 г. научно-практический журнал «Экономика промышленности» индексируется в международных наукометрических базах: **DRJI** (Directory of Research Journals Index) и **Research Bible** (Токио, Япония). Журнал включен в индексированную систему журналов открытого доступа **CiteFactor**, а также в реферативную базу данных European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (**ERIH PLUS**).

**Основатели:**

Национальная академия наук Украины,  
Институт экономики промышленности

**E-mail:**

RPokotylenko@econindustry.org,  
admin@econindustry.org.

**Web:** www.ojs.econindustry.org.

**Web:** iie.org.ua

**Адрес редакции:**

ул. М. Капнист, 2,  
Киев, Украина, 03057.

**Тел.:** (044) 200-55-71.

**Моб.:** (095) 291-03-11

**Научно-редакционный совет:**

АМОША А.И. (председатель редакционного совета, акад. НАН Украины. Институт экономики промышленности НАН Украины), АЛЕКСАНДРОВ И.А. (д.э.н., проф. Одесский национальный политехнический университет), ГЕЕЦ В.М. (акад. НАН Украины. Институт экономики и прогнозирования НАН Украины), КВИЛИНСКИ А. (к.э.н. Лондонская академия науки и бизнеса, Англия), ЛИБАНОВА Э.М. (акад. НАН Украины. Институт демографии и социальных исследований им. М.В. Птухи НАН Украины), МАКОГОН Ю.В. (д.э.н., проф. Мариупольский национальный университет).

**Редакционная коллегия:**

ВИШНЕВСКИЙ В.П. (главный редактор, акад. НАН Украины. Институт экономики промышленности НАН Украины), ЗАЛОЗНОВА Ю.С. (зам. главного редактора, чл.-кор. НАН Украины. Институт экономики промышленности НАН Украины), ПОКОТИЛЕНКО Р.В. (зам. главного редактора, ответственный редактор, к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), ГАРКУШЕНКО О.Н. (секретарь редакционной коллегии, к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), АНТОНЮК В.П. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), БРЮХОВЕЦКАЯ Н.Ю. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), БУЛЕЕВ И.П. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), КРАВЧЕНКО О.А. (д.э.н., проф. Государственный университет инфраструктуры и технологий), МИХНЕНКО В. (к.э.н., Оксфордский университет, Великобритания), НОВИКОВА О.Ф. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), СОЛДАК М.А. (к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), ХАРАЗИШВИЛИ Ю.М. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), ЧЕРЕВАТСКИЙ Д.Ю. (д.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины).

Статьи для публикации в научно-практическом журнале отбираются на условиях конкурса, по результатам внутреннего и внешнего рецензирования. Ответственность за достоверность фактов, дат, названий, имен, данных, цитат несут непосредственно авторы статей. Редакция может не разделять высказанные в статьях мнения и выводы, что не налагает на нее никаких обязательств. Перепечатки и переводы допускаются только с согласия автора и редакции. Материалы публикуются на языке оригинала.

**Рекомендован к печати ученым советом Института экономики промышленности НАН Украины**  
(протокол № 3 от 23.03.2022 г.)

© Институт экономики промышленности НАН Украины

© Экономика промышленности, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОБЛЕМЫ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ И ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<b>Череватский Д. Ю., Вольчин И. А.</b> Долгосрочные факторы и тенденции развития топливно-энергетического комплекса Украины .....	5
<b>Никифорова В. А.</b> Долгосрочные факторы и тенденции развития металлургии Украины .....	32

### МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<b>Заниздра М. Ю.</b> Карбооемкость промышленности Украины: текущее состояние и форсайт .....	61
<b>Липницкий Д. В., Липницкая П. Д.</b> Влияние денежной массы на инвестиции и ВВП: статистический анализ .....	89

### ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

<b>Шумило Я. Н.</b> Концептуальные положения механизма рефлексивного управления поведением потребителей в маркетинговой деятельности предприятий.....	103
---	-----

### РЕЦЕНЗІЇ, ІНФОРМАЦІЙНІ ПОВІДОМЛЕННЯ

<b>Коваленко А. А.</b> Цифровизация экономики: как повысить конкурентоспособность и не потерять человека. Рецензия на коллективную монографию «Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness» (authors: Vishnevsky V.P., Harkushenko O.M., Zanizdra M. Yu., Kniaziev S.I., Lypnytskyi D.V., Chekina V.D.) .....	118
---	-----



THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

---

*Scientific and practical journal*



**Е**КОНОМІКА  
**П**РОМИСЛОВОСТІ  
*Economy of Industry*

---

Since 1997

Published quarterly

---



**No. 1 (97)**

**2022**

**The scientific and practical journal "Economy of Industry" has been publishing since 1997**  
**The certificate of the journal state registration is KB No. 23249-13089IIP dated 22.03.2018**  
**The journal is published quarterly**

**The journal is included in the List of specialized scientific editions of Ukraine**  
(in accordance with the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine  
of October 24, 2017 No. 1413)

**ISSN 1562-109X (Print)**  
**ISSN 2306-532X (Online)**

The Journal is registered in the International Center of  
periodicals (ISSN International Center, Paris)

The journal "Economy of Industry" is indexed in the Ukrainian nationwide abstract database "Ukrayinika naukova" and is offered in the **Scientific electronic library of periodicals of the NAS of Ukraine**. The periodical is offered also in to the global electronic library of science periodicals **EBSCO Publishing**, in to the **Ulrich's Periodicals Directory** and also in the world's largest network of library content and services **WorldCat**. The journal is indexed by the scientometric base **Index Copernicus** (Warsaw, Poland). Since November 2011 the journal has been including into the International Scientometric Database "Scientific Electronic Library **E-Library.Ru** (the Russian Science Citation Index – **RSCI**)". The periodical is indexed in the freely accessible search system **GoogleScholar**. Since 2013 the journal is indexed in the Scientometric Databases: **DRJI** (Directory of Research Journals Index) and **Research Bible** (Tokyo, Japan). The journal is included in to the **Citefactor** service that provides access to quality controlled Open Access Journals and in to the reference database of the **European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (ERIH PLUS)**.

**Founders:**  
The NAS of Ukraine,  
The Institute of Industrial Economics

**E-mail:**  
RPokotylenko@econindustry.org,  
admin@econindustry.org.  
**Web:** www.ojs.econindustry.org.  
**Web:** iie.org.ua

**The address of the editorial office:**  
2 M. Kapnist Str.,  
Kyiv, Ukraine, 03057.  
**Tel.:** 38 (044) 200-55-71.  
**Mobile tel.:** 38(095) 291-03-11

**Editorial Council:**

AMOSHA O.I. (Chairman of the Editorial Council, Fellow of the NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), ALEXANDROV I.O. (Doctor of Economics, Professor, Odessa National Polytechnic University), GEETS V.M. (Academician of the NAS of Ukraine, Institute of Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine), KWILINSKI A. (PhD in Economics, London Academy of Science and Business, England), LIBANOVA E.M. (Academician of the NAS of Ukraine, Institute of Demography and Social Studies named after M.V. Ptukha of the NAS of Ukraine), MAKOGON Yu.V. (Doctor of Economics, Professor, Mariupol State University).

**Editorial Board:**

VISHNEVSKY V.P. (Chief Editor, Member of the Editorial Council, Fellow of the NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), ZALOZNOVA Yu.S. (Deputy Chief Editor, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), POKOTYLENKO R.V. (Deputy Chief Editor, Managing Editor, PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), GARKUSHENKO O.M. (Secretary of the Editorial Board, PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), ANTONYUK V.P. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), BRYUKHOVETSKAYA N.Ye. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), BULEEV I.P. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), CHEREVATSKYI D.Yu. (Doctor of Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), KHARAZISHVILI Yu.M. (Doctor of Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), KRAVCHENKO O.O. (Doctor of Economics, State University of Infrastructure and Technology), MYKHENKO V. (PhD in Political Economy, University of Oxford, United Kingdom), NOVIKOVA O.F. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), SOLDAK M.O. (PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine).

Articles for publication in the scientific and practical journal are selected under the terms of competition by the results of internal and external reviewing. The authors of the articles are fully responsible for accuracy of facts, dates, titles, proper names, data, and quotations. The publisher may not share the opinions expressed in articles, and does not assume any obligations concerning authors' points of view. Reprints and translations are allowed only in the consent of the author and publisher. Materials are printed in the source language.

**The issue is approved for publication by the Academic Council of the  
Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine  
(protocol No. 3 dated 23.03.2022)**

© The Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine  
© Economy of Industry, 2022

## CONTENTS

### PROBLEMS OF DEVELOPMENT STRATEGY AND FINANCIAL AND ECONOMIC INDUSTRY REGULATION

- Cherevatskyi D. Yu., Volchin I. A.** Long-term factors and trends in the development of the fuel and energy complex of Ukraine..... 5
- Nikiforova V. A.** Long-term factors and trends of the Ukrainian steel industry development ..... 32

### MACROECONOMIC AND REGIONAL PROBLEMS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT

- Zanizdra M. Yu.** Carbon intensity of the Ukrainian industry: current state and foresight.....61
- Lypnytskyi D. V., Lypnytska P. D.** Money supply impact on investment and GDP: statistical analysis .....89

### PROBLEMS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES' AND PRODUCTION COMPLEXES' ECONOMICS

- Shumilo Ya. M.** Conceptual provisions of the mechanism of reflexive control of consumer behavior in the marketing activities of enterprises..... 103

### REVIEWS, INFORMATION MESSAGES

- Kovalenko A.O.** Digitalization of the economy: how to increase competitiveness and not to lose a human being. Review of a collective monograph «Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness» (authors: Vishnevsky V.P., Harkushenko O.M., Zanizdra M. Yu., Kniaziev S.I., Lypnytskyi D.V., Chekina V.D.) ..... 118

Науково-практичний журнал

---

**№ 1 (97)  
2022**



Видається з 1997 року

Виходить щоквартально

Оригінал-макет підготовлено у відділі інформатизації наукової діяльності  
Інституту економіки промисловості НАН України

**Літературний редактор**

О. А. Кокорєва

**Комп'ютерна верстка**

Я. Є. Красуліна

**Відповідальний редактор**

Р. В. Покотиленко

**Засновники:**

Національна академія наук України,  
Інститут економіки промисловості

Свідоцтво про державну реєстрацію журналу  
КВ № 23249-13089ПР від 22.03.2018 р.