

Олександр Іванович Амоша,

академік НАН України, почесний директор

Інститут економіки промисловості НАН України

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

E-mail: Amosha1937@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0189-3819>;

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

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

Віталій Олександрович Баш,

аспірант

Інститут економіки промисловості НАН України

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

E-mail: Bash.v@dch.com.ua

<https://orcid.org/0009-0008-1173-2174>

ЩОДО РЕЗИЛЬЄНТНОСТІ СУБ'ЄКТІВ РИНКУ НА ПРИКЛАДІ ПІДПРИЄМСТВ ДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ¹

Катаклізми останнього періоду (починаючи з пандемії COVID-19) обумовили важливість теми резильєнтності макро- і мікроекономік, тобто здатності екосистем, бізнесу, суспільства долати шоки та продовжувати функціонувати приблизно таким самим чином. Питання резильєнтності є вкрай важливим для добувних компаній, оскільки їм недоступна будь-яка релокація і кон'юнктурне перепрофілювання.

Метою статті є уточнення суті резильєнтності та виявлення чинників, що її визначають для суб'єктів ринкової системи.

У процесі дослідження використано загальнонаукові методи абстракції, аналізу, синтезу, спостережень, узагальнення; мікрокосм-системний підхід, який є поширенням світ-системного підходу на мікроекономіку; кумулятивні криві собівартості; однофакторні промислові функції; методи математично-статистичного аналізу; закон Ципфа-Парето. Базою спостережень є ринок світового коксівного вугілля, а також виробничі й економічні показники вітчизняної компанії з видобутку залізної руди шахтним способом.

Обґрунтовано, що збитковість виробничо-комерційної діяльності є необхідною, але недостатньою умовою втрати мікрокосм-економікою резильєнтності. Активними акторами даного процесу (втрати резильєнтності) разом із безпосередніми суб'єктами ринку виступають їх власники, держава та інші суб'єкти. Його остаточна стадія настає після перетину суб'єктом ринку певної точки неповернення.

¹ Стаття містить результати дослідження, виконаного в рамках наукового проекту «Формування засад національно укоріненої стійкості та безпеки економічного розвитку України в умовах гібридної системи «мир-війна» (номер держреєстрації 0123U100965).

Модель певного ринку являє собою кумулятивну криву собівартості. Кінцева частина графіка кумулятивної кривої собівартості, де розміщені елементи з найгіршими економічними характеристиками (група підвищеного ризику), є суттєво нелінійною. Ранг позиції відповідного елементу кривої математично визначає значення собівартості за законом Ципфа-Парето, що дозволяє виявити зону рентабельного функціонування суб'єктів ринку.

Застосування моделі логіт-регресії надає можливість оцінити вірогідність втрати суб'єктом ринку рентабельності за властивої йому собівартості й довірчого інтервалу цін, що спостерігалися протягом певного періоду.

Ступінь ризику втрати резильєнтності обумовлюють не тільки чинники самого ринку, але і властива суб'єкту ринкової діяльності виробнича функція. Як приклад наведено однофакторну логарифмічну виробничу функцію вітчизняної компанії з видобутку залізної руди шахтним способом.

Ключові слова: резильєнтність, суб'єкти ринку, мікрокосм-економіки, мікрокосм-імперії, кумулятивна крива собівартості, логіт-регресія, закон Ципфа-Парето.

JEL: O21

Тема резильєнтності як макро-, так і мікроекономік^{1,2} стала вельми актуальною в реаліях сучасного світу. Екосистеми, бізнес і суспільство мають бути спроможними подолати шоки та продовжувати функціонувати приблизно таким самим чином (Walker, 2020).

Прагнення забезпечення резильєнтності потребує більш точного сприйняття самого феномену. Як відзначає Декарт, «... смерть ніколи не настає з вини душі, але винятково тому, що руйнується якась із головних частин тіла. ... Тіло живої людини так само відрізняється від тіла мертвої, як відрізняється годинник або інший автомат (тобто машина, яка рухається сама собою), коли вони зібрані й коли в них є матеріальна умова тих рухів, для яких вони призначені, ... від того ж годинника або тієї ж машини, коли вони зламані й коли немає умови їхнього руху» (Descartes, 1950, с. 597). Декартівський пасаж дає підстави сприйняти резильєнтність (стресостійкість) як річ дуальну: вона або є, або її немає, незважаючи на природу шоку і прояв кризи. Підприємство, як годинник, існує, доки «йде», доки не зламався: коли шахту затопило, пізно спере-

чатися про резильєнтність. У даному контексті слід навести вислів Аристотеля щодо «метафізики»: «ціле більше, ніж сума його частин» (Healey, 2021). І справді, затоплені під час Другої світової війни шахти Донбасу (вплив сили ззовні) були відновлені та ще довго працювали, поставляючи паливо для енергетики та вугільну шихту для металургії, навіть будучи збитковими – їх резильєнтністю повністю опікувалася держава, надаючи дотації з бюджету.

С. Джексон, експерт із проблем резильєнтності переважно в інженерній сфері (авіація та ін.), відпрацьовує першу лінію: найбільше його турбує надійна праця «годинників» (Jackson, 2022). Тому у відгуку на книгу «На межі катастрофи» С. Флінна, президента Центру національної політики³ (Flynn, 2007), автор відзначає відповідність наданих рекомендацій правилам проектування, як-от функціональне резервування, незалежність (слабкий зв'язок) систем, щоб «після збою, наприклад після терористичної атаки, землетрусу чи урагану» (Jackson, 2010), вони залишалися резильєнтними. Так, капітани океанських парусників, щоб уникнути навігаційних ексцесів, тримали на

¹ Industry 5.0. A Transformative Vision for Europe. Governing Systemic Transformations towards a Sustainable Industry. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/industry-50-transformative-vision-europe_en (дата звернення: 28.09.2023).

² Resilient Industries: Competitiveness in the Face of Disasters. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7755> (дата звернення: 28.09.2023).

³ Center for National Policy. URL: <https://www.centerforationalpolicy.org/index.html> (дата звернення: 27.09.2023).

борту не менше трьох хронометрів. Натомість є інше бачення, згідно з яким резильєнтність трактується не з позицій автономності, а в контексті системи із зовнішнім контуром – над підприємством є ринок, тому резильєнтність окремої фірми проявляється через її зв'язки з іншими суб'єктами. У цьому випадку ступінь резильєнтності бізнес-суб'єктів є функцією цін, які склалися на ринках, і собівартості отримання продукції (Череватський, 2023). Ринок працює, незважаючи на наявність ексцесів, з якими стикаються його суб'єкти (війни, повені, пандемії, політичні перевороти), – змінюються ціни, попит, собівартість товарів.

На думку Д. Дойча, спрощені пояснення є так само бажаними, як і будь-які інші (Deutsch, 1998). Правильними є як погляди на резильєнтність, засновані на інженерній концепції (функціональне резервування, слабкий зв'язок між елементами системи, щоб запобігти ефекту доміно), так і ті, що характеризують ринкову ситуацію загалом.

Тема резильєнтності є вкрай важливою для добувних компаній не лише через природне погіршення якості покладів корисних копалин у процесі експлуатації: їм недоступна будь-яка релокація, перепрофілювання і припинення діяльності (відкачувати шахтні води потрібно майже довічно). Проблемами стійкості шахт опікуються науковці ДТУ «Дніпровська політехніка». Показовою є стаття О. Трифонової щодо підтримки «гомеостазу» (постійності внутрішнього стану) таких підприємств (Трифопова, 2018). Авторка наводить теорію Дж. ван Гіга, поняття «гомеокінетичного плато», але її дослідження не містить конкретних розрахунків. До того ж, краєм гомеокінетичного плато згідно з її концепцією є точка, де собівартість продукції дорівнює ціні. Це правильно, але дуже спрощено. Суттєві надбання щодо втілення засад теорії Дж. ван Гіга в оцінювання поточних станів і розроблення оптимальних траєкторій розвитку мезо- та макроекономічних систем має Ю. Харазішвілі (Kharazishvili, Kwilinski, 2022), але предметом його досліджень не є резильєнтність мікрокосм-економік як учасників ринків.

Метою статті є уточнення суті резильєнтності та виявлення чинників, що визначають її для суб'єктів ринкової системи.

У процесі дослідження використано: загальнонаукові методи – абстракції, аналізу, синтезу, спостережень, узагальнення;

мікрокосм-системний підхід (Череватський, 2019), який є поширенням світ-системного підходу І. Валлерстайна на мікроекономіку – розподіл виробничих структур на мінісистеми (підприємства, які використовують реципрокні відносини із взаємообміном); мікрокосм-економіки (підприємства в системі товарно-грошових відносин); мікрокосм-імперії (бізнес-утворення з редистрибуцією). Мінісистеми – це елементи інтегрованих систем, що не мають виходу на ринки, горизонтально та вертикально інтегровані структури. Мікрокосм-імперії – транснаціональні корпорації, що також не є суб'єктами ринкових відносин. Мікрокосм-економіки є справжніми суб'єктами ринків. Деякі з них належать мікрокосм-імперіям. Складність сприйняття полягає, наприклад, у тому, що німецький вугільний концерн був мікрокосм-економікою, британська ж національна вугільна компанія – фінансовим холдингом, тобто мікрокосм-імперією. Німецькі шахти прав юридичних осіб не мали і здійснювали виключно оперативну діяльність із видобутку вугілля, а його реалізацією опікувався концерн. Британські шахти, навпаки, були юридичними особами та виступали суб'єктами бізнесу, що самостійно здійснювали виробничу, маркетингову та комерційну діяльність як мікрокосм-економіки. Штаб-квартира компанії Xstrata (мікрокосм-імперія) розташована в м. Цуг (Швейцарія), а вугледобувні підприємства (мікрокосм-економіки) – по всьому світу: від Австралії до Південної Африки. Операції в Австралії здійснює дочірня компанія Xstrata, яка є місцевою вугільною мікрокосм-імперією. На початку 2012 р. відбулося з'єднання Xstrata та Glencore з утворенням ще більшої мікрокосм-імперії Glencore Xstrata International, яка наразі є найбільшим у світі експортером енергетичного вугілля та провідним експортером міді;

кумулятивну криву собівартості – Cumulative Cost Curve (CCC) як модель ринку за участю промислових компаній (Barua, 2020). У світі існує багато агентств, які складають кумулятивні криві собівартості компаній з видобутку вугілля, залізної руди, тонкого металевого листа та ін.;

однофакторні промислові функції (Череватський, 2020) як модель формування витрат промислових підприємств;

методи математично-статистичного аналізу (кластерного, регресійного) (Rizzo, 2019);

закон Ципфа-Парето (El Kaabouchi et al., 2021) – для математичного моделювання фрагментів ринків.

Базою спостережень виступає ринок коксівного вугілля за даними роботи (Амоща, Залознова, Череватський, 2017) (див. таблицю), а також виробничі й економічні показники ПрАТ «Суша балка», яке функціонує понад 100 років і спеціалізується на видобутку та реалізації залізної руди (агло-руди) суто підземним способом виробництва. Рудник складається із двох шахт: «Ювілейна» з виробничою потужністю 2250 тис. т аглоруди на рік та «ім. Фрунзе» – 1050 тис. т на рік. Очисні роботи проводяться на великих глибинах: горизонт 1420 м по шахті «Ювілейна» і 1135-1210 м – «ім. Фрунзе». ПрАТ «Суша балка» є мікрокосм-економікою мікрокосм-імперії DCH¹.

Таблиця – Дані функціонування ринку коксівного вугілля в рік *t*

Номер компанії	Обсяг постачань, млн т	Собівартість, дол./т
1	2	3
1	1,9	46,0
2	5,6	55,0
3	3,5	58,0
4	1,4	60,0
5	4,5	65,3
6	1,4	66,7
7	4,5	68,7
8	1,4	69,3
9	1,4	73,3
10	4,5	74,7
11	5,6	74,7
12	3,5	75,3
13	6,5	75,3
14	4,3	76,0
15	3,8	75,3
16	4,2	76,7
17	6,3	78,0
18	4,2	78,0
19	2,6	78,7
20	4,7	80,0
21	4,2	81,3

Продовження таблиці

1	2	3
22	1,6	82,7
23	2,6	82,7
24	2,6	84,0
25	2,6	84,0
26	2,6	84,7
27	1,6	85,3
28	2,6	86,7
29	3,8	86,7
30	3,6	86,7
31	1,1	88,0
32	3,6	88,0
33	11	88,7
34	2,6	90,0
35	3,1	90,7
36	6,2	93,3
37	2,1	94,7
38	2,1	95,3
39	2,6	95,3
40	1,1	95,3
41	1,1	96,0
42	4,6	96,0
43	5,2	96,7

¹ DCH. URL: <https://dch.ua> (дата звернення: 23.09.2023).

Продовження таблиці

1	2	3
44	2,5	99,3
45	2,5	100,7
46	2,5	100,7
47	4,2	101,3
48	2,1	101,3
49	2,5	102,1
50	6,3	102,7
51	6,8	103,3
52	2,5	103,3
53	8,5	103,3
54	9,6	104,7
55	5,3	104,7
56	4,2	104,7
57	6,3	106,0
58	7,9	106,0
59	6,3	106,7
60	2,1	106,7
61	3,2	108,7
62	2,1	108,7
63	3,2	109,3
64	1,6	109,3
65	1,6	110,0
66	1,6	110,7
67	8,8	111,3
68	3,2	111,7
69	13,1	113,3
70	5,8	113,3
71	3,7	116,7
72	1,6	116,7
73	3,7	118,3
74	3,7	120,0
75	7,4	120,0
76	3,7	121,7
77	1,6	121,7
78	5,3	125,0
79	1,6	126,7
80	13,1	128,3
81	2,1	128,3
82	3,2	130,0

Закінчення таблиці

1	2	3
83	8,8	130,0
84	1,6	131,7
85	1,6	131,7
86	1,6	133,3
87	1,6	133,3
88	2,1	136,7
89	2	140,0
90	1,6	143,3
91	1,6	145,0
92	3,2	146,7
93	1,6	150,0
94	2,6	155,0

Моделлю товарного ринку є кумулятивна крива, що відображає розподіл собівартості за суб'єктами (рис. 1).

Наведена кумулятивна крива собівартості стосується експортної діяльності 94 фірм (мікрокосм-економік), що функціонували на різних континентах та в різних країнах, здійснювали видобуток, збагачення вугілля, транспортування вугільної продукції до портів, сплату портових послуг, податків і роялті. Кожна точка на діаграмі відповідає певній фірмі.

На графіку відсічено собівартість, що відповідає 50 та 90% обсягів поставок ресурсу, та зазначено ціну за довгостроковими контрактами (Long Term price – LT price). Витрати на межі 50% кумулятивних поставок – 103 дол./т; витрати на межі 90% кумулятивних поставок – 128 дол./т; ціна за довгостроковими контрактами – 135 дол./т;

Формула для визначення рентабельності має такий вигляд:

$$R_m = \frac{P - C_m}{P}, \quad (1)$$

де R_m – поточна рентабельність діяльності m -го учасника ринку;

C_m – собівартість продукції m -го учасника ринку;

P – ціна продукції на ринку.

Згідно з розрахунками рентабельність підприємств на межі 50% кумулятивних

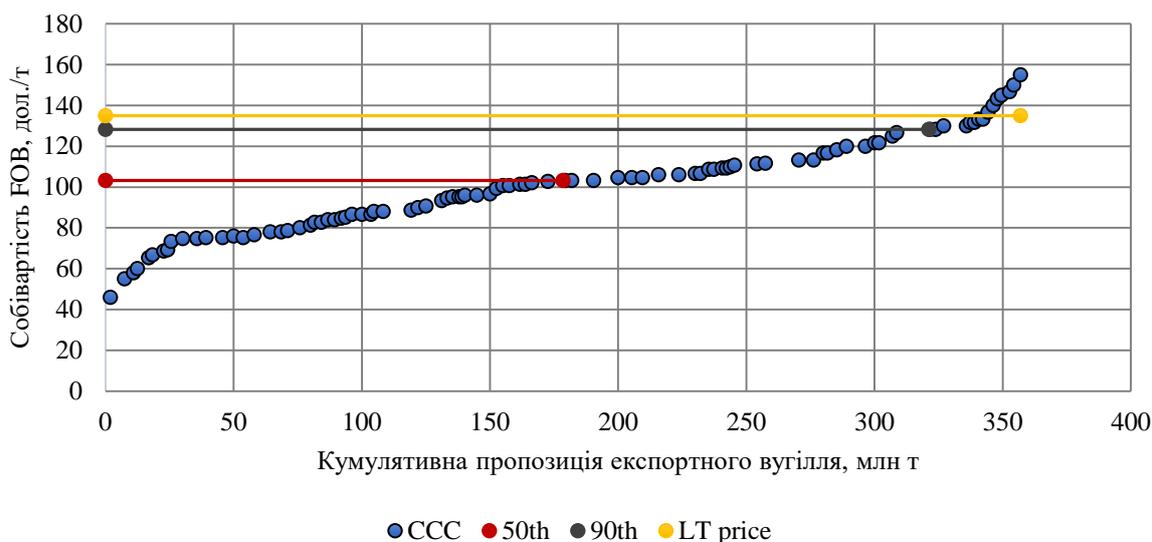


Рисунок 1 – Класична кумулятивна крива собівартості на прикладі світового експорту коксівного вугілля

поставок при ціні, яка є актуальною, складає 0,23; на межі 90% кумулятивних поставок – 0,05; учасник із рангом 87 має рентабельність, близьку до нуля, а з рангом 94 – -0,15. Починаючи з 88 місця на кумулятивній кривій собівартості фірми-експортери працюють собі на збиток. Тут, на думку О. Трифонової (Трифонова, 2018), гомеокінетичне плато добігає краю, тобто підприємства втрачають резильєнтність. Але достатньо змінитися ціні, щоб ситуація стала іншою: гірші можуть поліпшити свій економічний стан, натомість можуть і погіршити. Так, зменшення цін на австралійське коксівне вугілля розпочалося із середини 2013 р. У 2014 р. сировина втратила 20% ціни, зменшившись до 120 дол./т, а з початку 2015 р. подешевшала ще на 38% – до 73,4 дол./т. При таких цінах видобуток вугілля залишався рентабельним (повні витрати з урахуванням перевезення на FOB), за даними Bloomberg, лише у Glencore, Мечела та ВНР Billiton; 9 із 37 квінслендських шахт, на які припадає 29 млн т виробленої продукції, через низькі ціни виявилися не спроможними покрити зазначені витрати. Незважаючи на це, сектор продовжив працювати з високим виробничим навантаженням, оскільки контракти на надання послуг щодо енерго- та водопостачання,

залізничних перевезень, портового обслуговування тощо було складено на умовах «бери або плати» (Take-or-Pay). Цей факт, а також необхідність компенсацій персоналу у зв'язку з неповним завантаженням, призвели б до ще більших економічних втрат, ніж видобуток вугілля собі на збиток (Амоша, Залознова, Череватский, 2017).

Отже, збитковість є необхідною, але недостатньою умовою втрати підприємством резильєнтності. Слід урахувувати історію функціонування компанії, а саме її кредитоспроможність, минулорічні накопичення прибутку, здатність і готовність власників (перш за все мікрокосм-імперій) і держави дотувати фірму. Після закриття шахт у регіоні Лімбург (Нідерланди) допомогу з боку структурних фондів ЄС офіційно було припинено тільки через 25 років з початку транзитивного процесу. Вугільні регіони України застрягли в точці біфуркації: через економічні міркування збиткові шахти потрібно закривати, а з огляду на соціально-політичні наслідки цього робити не можна. «Точка неповернення» означає критичну точку (рису, рубіж), перехід за яку унеможливує повернення до вихідного стану. Отже, межею резильєнтності є певна точка неповернення.

«Вугільна галузь США, – визнав у 2012 р. Дж. Івз, президент і головний виконавчий директор великої компанії Arch Coal, – перебуває на піку реструктуризації, яка призведе до того, що деякі компанії підуть із ринку, а інші, такі як Arch, зменшать масштаб діяльності, очікуючи на поліпшення ринкової кон'юнктури»¹. Навіть Arch Coal не вдалося уникнути банкрутства – вся мікрокосм-імперія виявилася нерезильєнтною². У 2020 р. компанія змінила назву на Arch Resources³.

Аналіз резильєнтності суб'єктів ринку на прикладі моделі має розпочинатися з хвостової частини кумулятивної кривої, оскільки саме цей відрізок графіка відрізняється своєю суттєвою нелінійністю. Там розташована зона підвищеного ризику втрати резильєнтності, а саме місце мікрокосм-еко-номіки зі складу мікрокосм-імперії Arch Coal.

Під час навантаження фізичне тіло зазнає деформацій. За законом Гука доки деформації зростають лінійно (пропорційно зусиллю), доти тіло зберігає пружність і після зняття навантаження повертається до вихідних розмірів. Якщо ж деформація під навантаженням перевищує межу пропорційності, то матеріал, за термінологією металознавців, починає «текти» з подальшою руйнацією тіла. Категорією «тіла» здатні виступати ринки, підприємства, регіональні та національні господарства.

У процесі дослідження ринку експортного коксівного вугілля виокремлено п'ять кластерів (груп компаній), які відрізняються за собівартістю і рангами (розподіл в автоматичному режимі). Четвертий кластер: учасники ринку 1-8 – початок вибірки, принципово низькі показники собівартості; п'ятий кластер: компанії 79-94 – найвищі показники собівартості. Інші кластери (тре-

тій – учасники 18-37; другий – 38-58; перший 59-78) суттєвою нелінійністю не відрізняються.

Рентабельність суб'єкта m (формула 1) є функцією ринкової ціни товару та собівартості ринкової пропозиції. Значення собівартості, у свою чергу, залежить від позиції компанії на кривій, тому саме п'ятий кластер містить кандидатів на втрату резильєнтності. За Законом Ципфа-Парето ранг стає ключовою характеристикою суб'єктів ринку.

$$c_r = \frac{c_{\max}}{r^b}, \quad (2)$$

де c_r – значення елемента, що має ранг r у спадній послідовності;

c_{\max} – максимальне значення елемента ряду;

b – показник ступеня.

Застосування закону Ципфа-Парето потребує трансформації послідовності суб'єктів таким чином, щоб фірми з найвищими показниками собівартості отримали перші ранги – висхідний характер послідовності має стати спадним. У результаті фірми 84-94 з п'ятого кластера отримують ранги 1-16 (рис. 2). Показник b (формула 2) визначено із застосуванням методу найменших квадратів за реальними даними, характерними для суб'єктів кластера ($b=0,066$). Розрахункові дані тісно корелюють із фактичними, що надає можливість досить точно прогнозувати показники собівартості за рангами.

Дія закону Ципфа-Парето, як свідчать результати зіставлення показників розрахункової моделі з реальними даними, розповсюджується тільки на елементи п'ятого кластера. Із переходом до іншого кластера розходження збільшується. Даний факт є важливим, оскільки підкреслює особли-

¹ Состояние угольной промышленности США (2012). *Коул интернэшнл*. № 2. С. 8-9.

² Arch Coal Emerges from Chapter 11. Shares of the reorganized company began trading Wednesday on the NYSE. URL: <https://www.wsj.com/articles/arch-coal-emerges-from-chapter-11-1475684184>. Arch Coal Inc. emerged from bankruptcy Wednesday after winning court approval on a turnaround plan that clears nearly \$5 billion in debt from the coal producer's books (дата звернення: 23.09.2023).

³ Arch Resources. URL: <https://www.archrsc.com> (дата звернення: 23.09.2023).

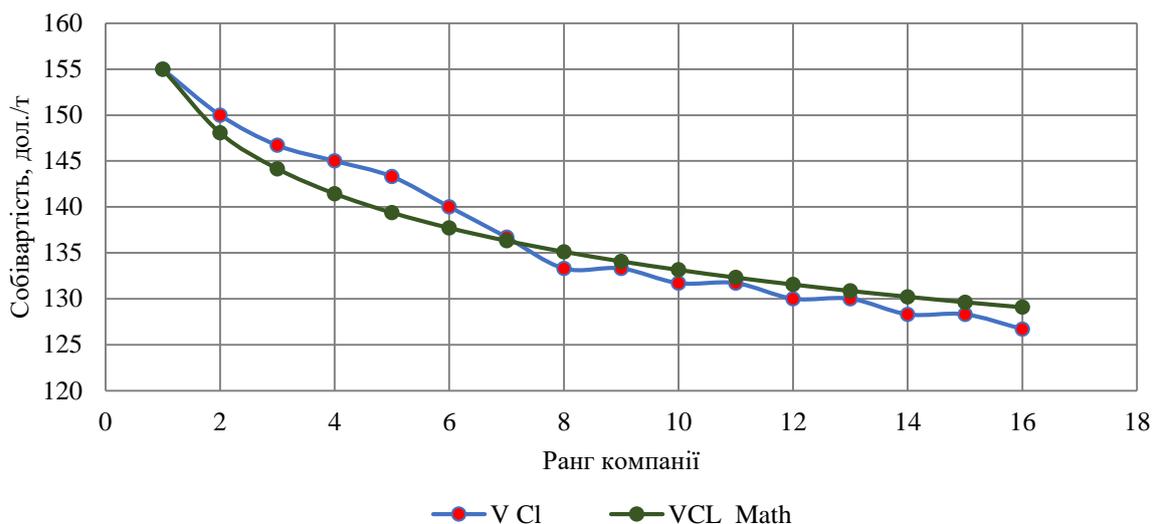


Рисунок 2 – Реальні (VCL) та розрахункові (VCL_Math) показники собівартості компаній, які опинилися у п'ятому кластері

вість саме цього групування учасників ринку: можна скоротити кількість фірм-кандидатів на втрату резильєнтності. Другим важливим моментом є те, що кожна фірма, яка перебуває у складі групи ризику, має детермінований рангом показник собівартості: чим вище ранг, тим безпечніше позиція.

Формула (2) дозволяє визначити ранг фірми, яка має нульову рентабельність: достатньо замість c_r підставити значення ціни продукту p . Отже, завданням є знаходження значення r , за яким

$$c_r = \frac{155}{r^{0,066}} = P = 135 \text{ дол.} \quad (3)$$

Розв'язком, який одержано за допомогою модуля «Пошук розв'язку» із MS Excel, є $r=8$. Тобто підприємство, що на кумулятивній кривій займає сьоме місце від кінця (ранг 7 за спадною послідовністю), працює собі на збиток, властива йому собівартість становить 136,32 дол./т. У фірм з рангом від 1 до 7 є можливість зберегти резильєнтність за допомогою зовнішніх чинників (мікрокосм-імперія, держава). Є варіант задіяти режим жорсткої економії та ін.

Складність ситуації полягає в тому, що собівартість залежить від обсягів реалізації товару, тому криза здатна погіршити стан учасника ринку, аж до переходу на позицію з нижчим рангом у послідовності.

Навіть фірма-власник рангу 1 теж може збільшити собівартість пропозиції продукту, причому не через технологічні причини, а саме через зменшення обсягу пропозиції (виробництва).

Феномен збільшення собівартості через зменшення обсягів реалізації товару підтверджує досвід ПрАТ «Суша балка». Якщо у 2021 р. компанією було реалізовано 2697 тис. т товарної продукції за собівартістю 1168,27 грн/т, то у воєнному 2022 р. ситуація суттєво змінилася: 1252 тис. т за собівартістю 2112,84 грн/т. Однак слід також урахувати інфляцію. Міжнародні організації (Світовий банк, Євростат) перераховують ВВП національних економік за паритетом купівельної спроможності. Для цього зіставляють 3 тис. видів товарів і послуг із споживчих кошків, що потребує багато часу.

Більш раціональним є прийом, яким із 1986 р. користується співтовариство аналітиків, а саме: перерахунок курсів валют на підставі індексу «Біг Мак» (Big Mac Index) від журналу The Economist. McDonald's є в більшості країн світу, а сам гамбургер Біг Мак містить таку кількість продовольчих компонентів (хліб, сир, м'ясо, овочі), що може виступати певним «зліпком» національного господарства. Вартість страви в

кожній країні залежить від обсягів випуску, ціни оренди, сировини, робочої сили та інших чинників. Щоб дізнатися реальний курс гривні до долара США, потрібно лише мати інформацію про ціни на гамбургери в нью-йоркському і київському ресторанах.

У рамках даного дослідження необхідно розрахувати й зіставити місткість у витратах підприємства субстанції, яка є *tertium comparationis* («загальним третім»). П. Сраффа називав це *compositum mixtum*, тобто складеним благом (Sraffa, 2016). Стандартним сраффіанським товаром може також виступити гамбургер Біг Мак, який пропонує McDonald's (Череватський, 2020).

$$z_t = \frac{c_t R_t}{P_{BMt}}, \quad (4)$$

де z_t – споживання складеного блага в рік t ;

c_t – собівартості видобутку, транспортування та реалізації товару в рік t ;

R_t – обсяг реалізації товару в рік t ;

P_{BMt} – ціна Біг Маку в рік t по національному господарству, яке розглядається.

Ціна Біг Маку у 2021 та 2022 рр. в Україні складала 69 та 101 грн відповідно, у США – 5,67 дол.¹

ПрАТ «Суша балка» у 2021 р. витратило в процесі вироблення і постачання на ринок 45653 тис. од. складеного блага, або 16,93 од./т, тоді як у 2022 р. – 26193 тис. од., або 20,92 од./т. У цінах 2022 р. собівартість ринкової продукції становила б 1709,93 і 2112,92 грн/т; ринкова кон'юнктура компанії стала явно гіршою – орієнтовно 119 дол./т за паритетом купівельної спроможності проти 96 дол./т у 2021 р. (збільшилася майже на 24%).

Проте звітні дані ПрАТ «Суша балка», ціни, які були актуальними у вітчизняних ресторанах McDonald's, а також розрахунки на підставі формули (4) свідчать, що зазначені показники виявилися не найгіршими за всю історію існування компанії (з 2000 р.). На рис. 3 наведено річну собівартість ринкової товарної продукції за паритетом купівельної спроможності в цінах Біг Маку 2022 р.

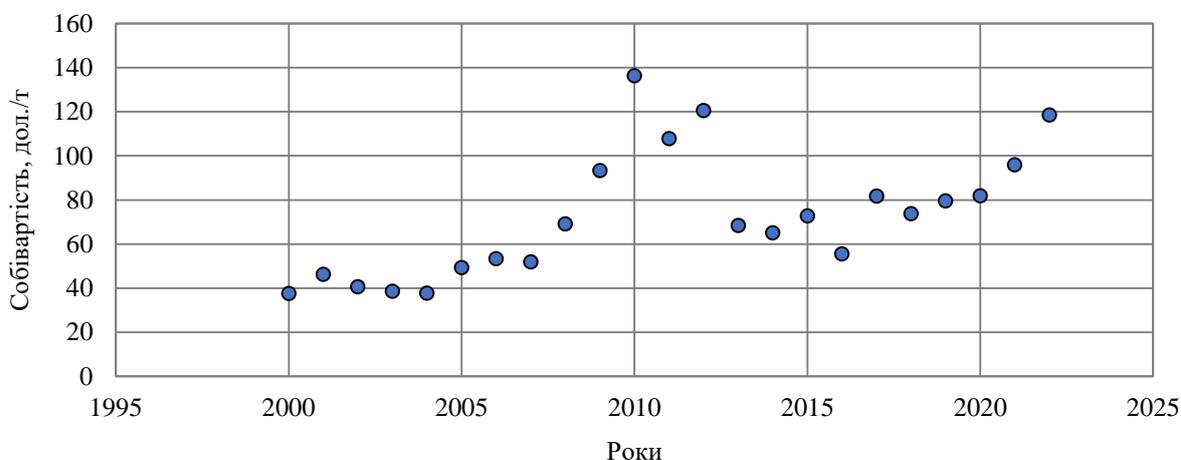


Рисунок 3 – Динаміка собівартості ринкової продукції ПрАТ «Суша балка» з 2000 р. за цінами Біг Маку 2022 р.

Найбільш складною виявилася ситуація у 2010 р. (136,4 дол./т) через світову економічну кризу. Але саме подальше існу-

вання підприємства підтверджує наявність властивої йому резильєнтності. До того ж, статистика світових цін на руду була дос-

¹ Війна та Біг Мак. Про що говорять нові ціни в Макдональдсі. URL: <https://focus.ua/uk/economics/530163-voyna-i-big-mak-o-chem-govoryat-novye-ceny-v-makdonaldse> (дата звернення: 23.09.2023).

татньо динамічною¹. Так, протягом 2014-2022 рр. ціни змінювалися від 56 дол./т у 2015 р. до 162 дол./т у 2021 р., але з вірогідністю 0,95 ціна 1 т руди складала $93,19 \pm 22,37$ дол./т.

На рис. 4 наведено динаміку показників собівартості по ПрАТ «Суха балка», ранжованих за спаданням, а також надано характеристики ціни на руду у 2014-2022 рр.

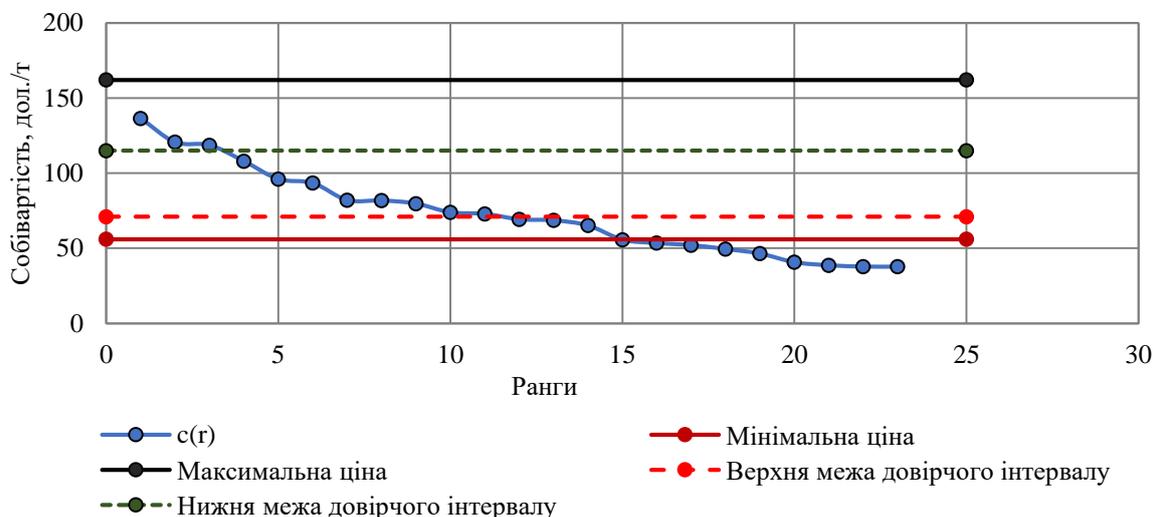


Рисунок 4 – Розрахункова собівартість товарної продукції (2000-2022 рр.) і середні світові ціни на товарну рудну продукцію (2014-2022 рр.)

Ринкова кон'юнктура для ПрАТ «Суха балка» здебільшого була несприятливою.

Найбільшу нелінійність, тобто ризиковість щодо втрати резильєнтності, демонструє відрізок графіка, що з'єднує точки з рангами 1-6, які відповідають 2009, 2021, 2011, 2022, 2012 та 2010 рр. Залежність Цифа-Парето, що їх описує, має такий вигляд:

$$c_{SB_{1-6}} = \frac{136}{r^{0,189}}, \quad (5)$$

де $c_{SB_{1-6}}$ – собівартість ринкової продукції ПрАТ «Суха балка» за спостереженнями, що мають ранги 1-6, дол./т.

Показник $b=0,189$ показує суттєво інтенсивніше зменшення показників собівартості від рангу до рангу, ніж у випадку підприємств-учасників експортного ринку коксівного вугілля.

Якщо оцінювати за світовими цінами, то найбільш вразливими для компанії є ранги 1-3: показники собівартості перевищують верхню межу довірчого інтервалу ціни. Точки, що мають ранги 4-12, перебувають у межах довірчого інтервалу цін: вони можуть бути і рентабельними, і нерентабельними за станом. Найбільш стабільними в плані функціонування компанії виявилися роки з рангами 13 і вище.

На рис. 5 наведено логістичну криву (логіт-регресійну залежність), що характеризує вірогідність настання збитковості (позначка 1) стосовно певних показників собівартості продукції при цінах, які охоплює довірчий інтервал (стан беззбитковості – позначка 0).

Міжнародні експерти очікують на погіршення стану ринків руди для виробників загалом. Світові ціни на метал, брутт і

¹ Average prices for iron ore worldwide from 2014 to 2024. URL: <https://www.statista.com/statistics/675857/average-prices-iron-ore-worldwide/> (дата звернення: 30.09.2023).

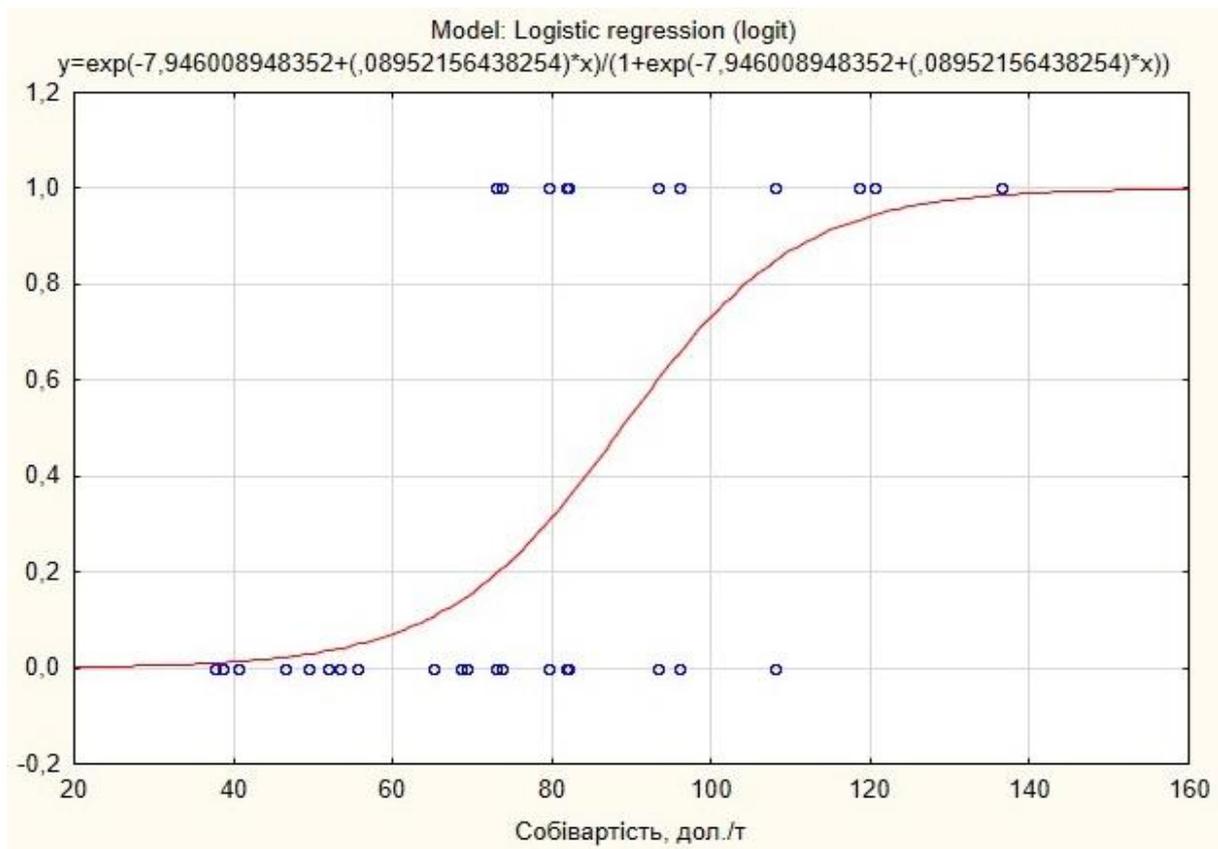


Рисунок 5 – Вірогідність настання збитковості залежно від собівартості товарної продукції при цінах, які охоплює довірчий інтервал (93 ± 23 дол./т)

залізородну сировину у 2022 р. обвалилися на чверть, і це лише початок. За прогнозами австралійських корпорацій (а це найбільші експортери глобального виміру), ціни на руду за кілька років можуть знизитися до 55 дол./т¹. Це вже призвело до ринкового домінування бразильських і південноафриканських експортерів, хоча і вони можуть виявитися вразливими на тлі глибокого падіння цін. «Неймовірно дешева» сировина з Австралії та Бразилії, на думку експертів, спричинить довгий «ведмежий» період на ринках залізної руди². Це може катастрофічно знизити резильєнтність вітчизняних ринкових акторів.

Проте ризики втрати резильєнтності необхідно оцінювати в контексті не тільки динаміки інших ринкових акторів, але й самого суб'єкта, його виробничої функції. Виробнича функція промислового підприємства є фронтом трансформацій технологічної безлічі – кількісною залежністю випуску продукції (ринкової пропозиції) від витрат ресурсів. Складність побудови однофакторної виробничої функції сучасного підприємства (наприклад, вугільної або рудної шахти) полягає в тому, що видобуток копалини потребує, окрім живої праці, застосування великої кількості інших ресурсів: електроенергії, палива, різномірних матеріалів,

¹ Примус до зупинки. Які українські підприємства змушені згорти виробництво через проблеми з логістикою та тарифами. URL: <https://daily.rbc.ua/rus/show/prinuzhdenie-ostanovke-kakie-ukrainskie-predpriyatiya-1656677950.html> (дата звернення: 30.09.2023).

² Світові ціни на залізну руду знизяться до \$55 за тону. URL: <https://gmk.center/ua/news/svitovi-cini-na-zaliznu-rudu-znizyatsya-do-55-za-tonnu/> (дата звернення: 30.09.2023).

послуг та ін. Потрібно знайти певну субстанцію, складене благо – той же Біг Мак, кількість штату працівників (Череватський, 2020), паливо для електростанцій (Амоша, Череватський, 2023), складову екологічного рюкзака (Череватський, Бойко, 2023) та ін. Головне – мати рознесені за часом спостереження, точніше спостереження широкого діапазону навантажень на виробництво. Щоб знайти обсяг складеного блага, який відповідає просуванню промисловим підприємством певного обсягу товару на ринок, достатньо, як зазначено вище, розділити величину витрат підприємства на ціну Біг Маку (у разі його вибору як *compositum mixtum*) у вказаний період часу.

Притаманна промисловій компанії виробнича функція має такий вигляд:

$$Q = K_{sh} \cdot \ln(z) + S_{sh}, \quad (6)$$

де Q – обсяг реалізації продукції на ринку;

K_{sh} , S_{sh} – коефіцієнти логарифмічної функції;

z – відповідні витрати складеного блага.

Логарифмічна залежність, по-перше, найбільшою мірою відповідає специфіці добувного підприємства: графік має відрізок на осі абсцис, а шахта, як відомо, працює, навіть якщо зовсім не видобуває копалини, – необхідно постійно провітрювати гірничі виробки, дренувати вироблений простір тощо; по-друге, нелінійність властива закону спадної віддачі (зниження граничного доходу).

Інший варіант формули (6):

$$z = e^{\frac{R-S_{sh}}{K_{sh}}}, \quad (7)$$

де e – основа натурального логарифму (приблизно 2,718).

На рис. 6 наведено виробничу функцію ПрАТ «Суха Балка» як залежність обсягу просування аглоруди на внутрішній та зовнішні ринки від витраченого в процесі видобутку та реалізації товару складеного блага (умовних Біг Маків).

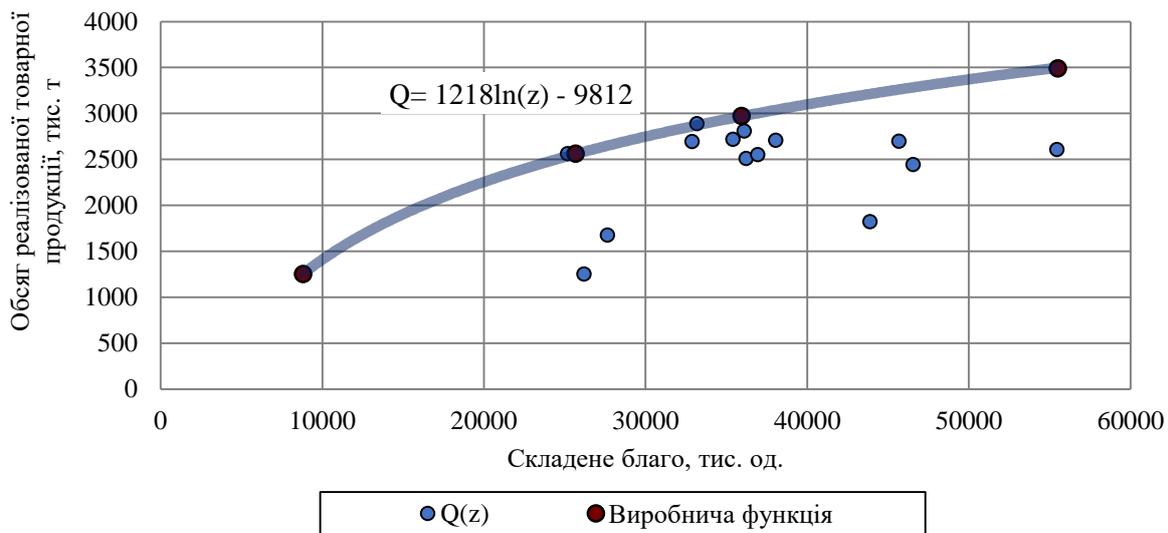


Рисунок 6 – Залежність ринкової реалізації залізної руди від витрат складеного блага за даними ПрАТ «Суха Балка» 2008-2022 рр. – виробнича функція і річні показники

Якщо підприємство дотримується графіка виробничої функції, то режими його роботи є найбільш економічно раціональними. Щоб реалізувати 2697 тис. т залізної руди, як це було у 2021 р., за розрахунками на підставі виробничої функції

підприємству знадобилося б 28864 тис. од. складеного блага, а не 45653 тис. Точки, що лежать на діаграмі не власне на лінії, а нижче графіка виробничої функції, є прикладом нераціонального використання виробничих можливостей, технологій та ін.

На рис. 7 наведено щорічні показники виробництва сирової руди і реалізації товарної продукції. Деякі точки щодо реалізації

рудної продукції на рис. 6 синхронізовано з цією діаграмою. Більшість відзначених точок означає часи кризи або виходу з неї.

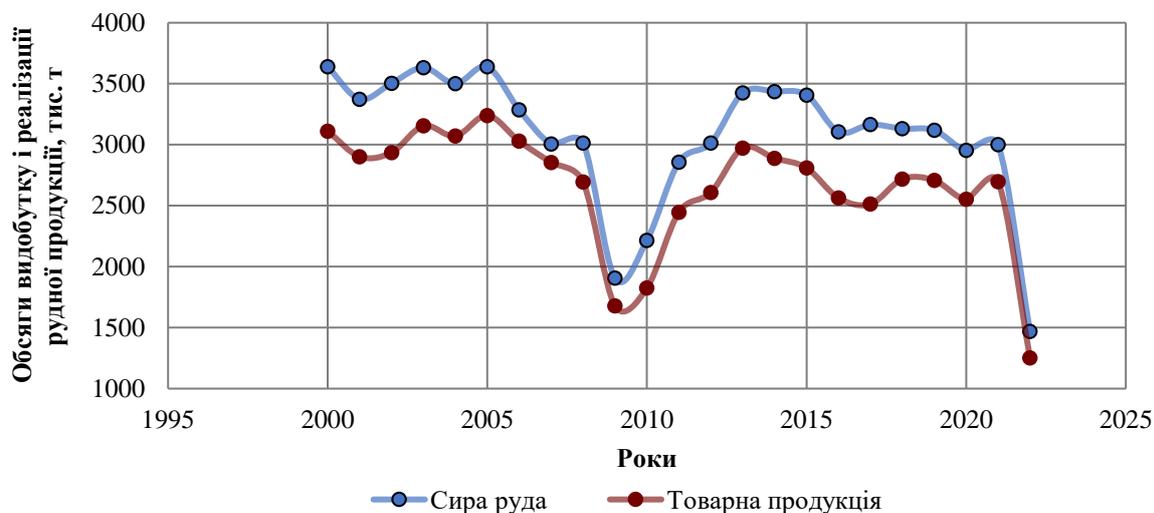


Рисунок 7 – Річні показники видобутку сирової руди і реалізації товарної продукції за період з 2000 по 2022 р.

Підтримка резильєнтності окремого учасника ринку полягає у прагненні працювати (порівнювати витрати ресурсів й обсягів вироблення товару) за властивою йому формулою виробничої функції.

На рис. 8 відображено залежність собівартості товарної продукції від обсягів ринкової реалізації за параметрами виробничої функції ПрАТ «Суша балка».

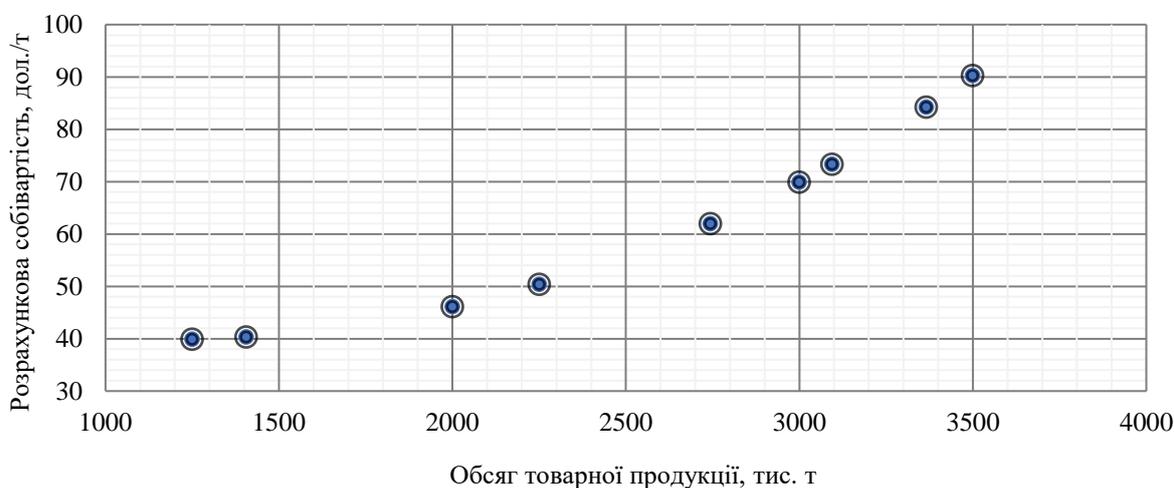


Рисунок 8 – Розрахункова собівартість реалізації товарної продукції за параметрами виробничої функції ПрАТ «Суша балка» при ціні складеного блага 5,67 дол./од.

Через нелінійність виробничої функції собівартість товарної продукції може суттєво підвищитися разом із збільшенням

обсягів її реалізації. Це дає підстави стверджувати, що резильєнтність функціонування суб'єкта ринкової діяльності залежить

від параметрів властивої йому виробничої функції, обсягів реалізованої ним продукції, ринкових цін, а також рангу його позиції на кумулятивній кривій собівартості.

Висновки

1. Суб'єктами ринкової системи в контексті дослідження прийнято самостійні мікрокосм-економіки та мікрокосм-економіки зі складу мікрокосм-імперій.

2. Збитковість виробничо-комерційної діяльності є необхідною, але недостатньою умовою втрати мікрокосм-економікою резильєнтності. Активними акторами цього процесу, разом із безпосередніми суб'єктами ринку, виступають їх власники, зокрема мікрокосм-імперії, держава та інші суб'єкти. Остаточна стадія втрати резильєнтності настає після перетину суб'єктом ринку певної точки неповернення.

3. Моделлю певного ринку є кумулятивна крива собівартості, кожен елемент якої ранжований за собівартістю від мінімального до максимального значення. Кінцева частина графіка кумулятивної кривої собівартості, де розташовані елементи з найгіршими економічними характеристиками (група підвищеного ризику), є суттєво нелінійною. Ранг позиції відповідного елемента кривої математично визначає значення собівартості за законом Ципфа-Парето, що дозволяє виявити зону рентабельного функціонування суб'єктів ринку.

4. Застосування моделі логіт-регресії дозволяє оцінити вірогідність втрати суб'єктом ринку рентабельності за властивої йому собівартості й довірчого інтервалу цін, що спостерігалися протягом певного періоду.

5. Ступінь ризику втрати резильєнтності обумовлюють не тільки чинники самого ринку, але і властива суб'єкту ринкової діяльності виробнича функція. Як приклад наведено однофакторну логарифмічну виробничу функцію ПрАТ «Суша балка» з видобутку залізної руди шахтним способом, побудовану на підставі фактичних економіко-виробничих показників.

6. Доведено, що обсяг видобутку і реалізації товарної продукції нелінійно впливає на собівартість ринкової пропозиції, а отже, процес підтримки резильєнтності конкретної мікрокосм-економіки має узгоджуватися з урахуванням як властивостей ринку, так і притаманної виробничої функції.

Література

- Амоша А.И., Залознова Ю.С., Череватский Д.Ю. (2017). Угольная промышленность и гибридная экономика: монография. Київ: НАН України, Ин-т економіки промсти. 196 с.
- Амоша О.І., Череватський Д.Ю. (2023). Оптимізація споживання палива енергогенеруючими компаніями на підставі виробничих функцій електростанцій: тема для дискусії. *Збірка наукових праць ХІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Теплова енергетика: шляхи реформації та розвитку»* (Київ, 24-25 жовтня 2023 р.). Київ: Ін-ут теплоенергетичних технологій НАН України. С. 218-221.
- Трифонов О.В. (2018). Теоретичні засади прийняття управлінських рішень щодо забезпечення стійкого функціонування добувального підприємства. *Економічний простір*. № 137. С. 159-170.
- Череватский Д.Ю. (2019). О мир-системном подходе к исследованию экономики промышленности. *Экономика промышленности*. № 2 (86). С. 146-159. DOI: <https://doi.org/10.15407/econindustry2019.02.146>
- Череватський Д.Ю. (2020). Compositum mixtum однофакторної виробничої функції. *Економіка промисловості*. № 4 (92). С. 118-128. DOI: doi.org/10.15407/econindustry2020.04.118
- Череватський Д.Ю., Бойко О.В. (2022). Регресійна модель екологічного рюкзака українського вугілля. *Вісник економічної науки України*. № 2 (43). С. 41-45. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.2\(43\).41-45](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.2(43).41-45)
- Baruya P. (2018). Production and supply chain costs of coal. Iea clean coal centre. DOI:

- <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30325.52961>
- Descartes R. (1988). *Descartes: Selected Philosophical Writings* (J. Cottingham, R. Stoothoff, D. Murdoch, A. Kenny, Eds.). Cambridge: Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511805059>
- Deutsch D. (1998). *The fabric of reality: Towards a Theory of Everything*. Penguin UK. 400 p.
- El Kaabouchi A., Machu F.X., Cocks J., Wang R., Zhu Y.Y., Wang Q.A. (2021). Study of a measure of efficiency as a tool for applying the principle of least effort to the derivation of the Zipf and the Pareto laws. *Advances in Complex Systems*. arXiv: 2103.11900.
- Flynn S. (2007). *The Edge of Disaster*. New York: Random House. 272 p.
- Healey R. (2021). Holism. *The Routledge Companion to Philosophy of Physics*. P. 655-665. Routledge.
- Jackson S. (2010). The Edge of Disaster Rebuilding a Resilient Nation. *Insight*. № 13 (2). P. 65-66. DOI: <https://doi.org/10.1002/inst.201013265>
- Jackson S. (2022). Functional holism of systems. *Systems Research and Behavioral Science*. DOI: <https://doi.org/10.1002/sres.2902>
- Kharazishvili Y., Kwilinski A. (2022). Methodology for Determining the Limit Values of National Security Indicators Using Artificial Intelligence Methods. *Virtual Economics*. № 5 (4). P. 7-26. DOI: [https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.04\(1\)](https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.04(1))
- Rizzo M.L. (2019). *Statistical computing with R*. CRC Press. 488 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429192760>
- Sraffa P. (2016). Production of commodities by means of commodities. *What are the Questions and Other Essays*. P. 144-150. Routledge.
- Walker B. (2020). Resilience: what it is and is not. *Ecology and Society*. № 25 (2). P. 11.
- Economics of the NAS of Ukraine. 196 p. [in Russian].
- Amosha, O.I., & Cherevatskyi, D.Yu. (2023). Optimization of fuel consumption by energy generation companies based on production functions of power plants: topic for discussion. *Collection of scientific papers of the 19th International Scientific and Practical Conference "Thermal Energy: Ways of Renovation and Development"* (Kyiv, October 24-25, 2023) (pp. 218-221). Kyiv: Institute of Thermal Energy Technologies of the National Academy of Sciences of Ukraine.
- Tryfonova, O. (2018). Theoretical basics of managerial decision-making to provide sustainable functioning of a mining enterprise. *Economic Scope*, 137, pp. 159-170.
- Cherevatskyi, D.Yu. (2019). On the world-system approach to the study of industrial economics. *Econ. promisl.*, 2(86), pp. 146-159. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.02.146> [in Russian].
- Cherevatskyi, D.Yu. (2020). Compositum mixture of one-factor production function. *Econ. promisl.*, 4 (92), pp. 118-128. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.04.118>
- Cherevatskyi, D.Yu., & Bojko, O.V. (2022). Regression Model of Ecological Backpack Ukrainian Coal. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 2 (43), pp. 41-45. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.2\(43\).41-45](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.2(43).41-45)
- Baruya, P. (2018). Production and supply chain costs of coal. IEA CLEAN COAL CENTRE. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30325.52961>
- Descartes, R. (1988). *Descartes: Selected philosophical writings*. Cambridge University Press.
- Deutsch, D. (1998). *The fabric of reality*. Penguin UK.
- El Kaabouchi, A., Machu, F.X., Cocks, J., Wang, R., Zhu, Y.Y., & Wang, Q.A. (2021). Study of a measure of efficiency as a tool for applying the principle of least effort to the derivation of the Zipf and the Pareto laws. *Advances in Complex Systems*. arXiv: 2103.11900.

References

- Amosha, A.I., Zaloznova, Yu.S., & Cherevatskyi, D.Yu. (2017). *Coal industry and hybrid economy*. Kyiv: Institute of Industrial

- Flynn, S. (2007). *The Edge of Disaster*. New York, NY: Random House.
- Healey, R. (2021). Holism. In *The Routledge Companion to Philosophy of Physics* (pp. 655-665). Routledge.
- Jackson, S. (2010). *The Edge of Disaster Rebuilding a Resilient Nation*. DOI: <https://doi.org/10.1002/inst.201013265>
- Jackson, S. (2022). Functional holism of systems. *Systems Research and Behavioral Science*. DOI: <https://doi.org/10.1002/sres.2902>
- Kharazishvili, Y., & Kwilinski, A. (2022). Methodology for Determining the Limit Values of National Security Indicators Using Artificial Intelligence Methods. *Virtual Economics*, 5 (4), pp. 7-26. DOI: [https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.04\(1\)](https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.04(1))
- Rizzo, M. L. (2019). *Statistical computing with R*. CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429192760>
- Sraffa, P. (2016). Production of commodities by means of commodities. In *What are the Questions and Other Essays*, pp. 144-150. Routledge.
- Walker, B. (2020). Resilience: what it is and is not. *Ecology and Society*, 25(2), pp. 11.

Oleksandr I. Amosha,

Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, honorary director
 Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine
 2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine
 E-mail: Amosha1937@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0189-3819>;

Danylo Yu. Cherevatskyi,

Doctor of Economics, завідувач відділу
 Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine
 2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine
 E-mail: cherevatskyi@nas.gov.ua
<https://orcid.org/0000-0003-4038-6393>;

Vitalii O. Bash,

postgraduate
 Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine
 2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine
 E-mail: Bash.v@dch.com.ua
<https://orcid.org/0009-0008-1173-2174>

REGARDING THE RESILIENCE OF MARKET ENTITIES ON THE EXAMPLE OF ENTERPRISES IN THE EXTRACTIVE INDUSTRY

The last period (starting with the pandemic) cataclysms determined the importance for the macro- and microeconomies resilience as the ability of ecosystems, business, society to cope with shocks and continue to function in approximately the same way.

The topic of resilience is extremely important for mining companies, because they cannot afford any relocation and industrial repurposing.

The goal of this work is to clarify the essence of resilience and identify the factors that determine it for subjects of the market system.

Research methods: general scientific – abstraction, analysis, synthesis, observation, generalization; the microcosm-system approach, which is an extension of the world-system approach to microeconomics; cumulative cost curves; single-factor production functions; methods of mathematical and statistical analysis; Zipf-Pareto law.

The base of observations is the global coking coal market, production and economic indicators of the Ukrainian iron ore mining company.

It is shown that the unprofitability of industrial and commercial activity is a necessary but not sufficient condition for the microcosm-economy to lose resilience. The loss of resilience is a process whose active actors, along with the direct subjects of the market, are their owners, the state and other subjects and authorities. The final stage of resilience loss occurs after the market subject crosses a certain point of no return.

A model of a certain market is a cumulative cost curve. The final part of the cumulative cost curve's graph, where the elements with the worst economic characteristics (high-risk group) are located, is significantly non-linear. The rank of the element position on the curve mathematically determines with the Zipf-Pareto law the cost value and identifies the zone of market entities profitable functioning according with the market price of products.

The application of the logit-regression model makes it possible to estimate the probability of a market subject's profitability loss at its inherent cost and the confidence interval of prices observed during a certain period.

The risk degree of resilience loss is determined not only by the factors of the market itself, but also by the production function characteristic of the subject of market activity. The article provides an example of a one-factor logarithmic production function of a Ukrainian iron ore mining company.

Keywords: resilience, market subjects, microcosm-economy, microcosm-empires, cumulative cost curve, logit-regression, Zipf-Pareto law.

JEL: O21

Формат цитування:

Амоша О. І., Череватський Д. Ю., Баш В. О. (2023). Щодо резильєнтності суб'єктів ринку на прикладі підприємств добувної галузі. *Економіка промисловості*. № 4 (104). С. 5-21. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.005>

Amosha, O. I., Cherevatskyi, D. Yu., & Bash, V. O. (2023). Regarding the resilience of market entities on the example of enterprises in the extractive industry. *Econ. promisl.*, 4 (104), pp. 5-21. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.005>

Надійшла до редакції 30.10.2023 р.