ISSN 2071-1859 (Print), ISSN 2521-6635 (Online)
УДК 502.1:504.06 https://doi.org/10.33271/crpnmu/86.418

© Т.Ф. Яковишина[1], А.А. Нестер[2]
[1]Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна
[2]Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

SWOT-АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ДОСЯГНЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ

T. Yakovyshyna[1], https://orcid.org/0000-0002-5924-7847
A. Nester[2] https://orcid.org/0000-0002-1276-6068
[1] Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
[2]Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine

SWOT-ANALYSIS OF THE POSSIBILITY FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN GALVANIC PRODUCTION IN UKRAINE

Мета. Оцінювання перспектив досягнення сталого розвитку гальванічного виробництва в Україні, як усвідомленої необхідності на шляху євроінтеграції в ЄС, за допомогою застосування процедури SWOT-аналізу для виявлення гальмівних факторів залучення інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технологій щодо підвищення екологічної безпеки в умовах соціо-економічної нестабільності, пов'язаної з війною.

Методика дослідження. Для оцінки можливості досягнення сталого розвитку гальванічного виробництва використовували розширений варіант SWOT-аналізу, матричну модель Мак-Кінсі та критерії песимізму-оптимізму Гурвіца.

Результати. Встановлено можливість досягнення сталого розвитку гальванічного виробництва в Україні через незначне переважання потенціалу можливостей і сильних сторін над існуючими загрозами та слабкими сторонами (B (1,630) > A (1,605)). Розраховано допустиму межу для ризиків (R_{opt} = 15,1%) та здійснено їх розподілення на очікувані та неочікувані. Виявлено високий рівень очікуваних і неочікуваних ризиків (*RPI* (2,99) ≥ 1, R_{exp} = 74,9 %), що обумовлюють нестабільність в досягненні результату.

Наукова новизна. Встановлено тісні кореляційні залежності між стратегіями SO і WO (0,758) та ST і WT (0,766), які підтверджують комплексний характер сталого розвитку гальванічного виробництва та потребують для ефективного використання можливостей і протидії загрозам одночасного врахування як сильних, так і слабких сторін. Набуло подальшого розвитку застосування розширеного варіанту SWOT-аналізу для вирішення соціо-еколого-економічних задач, як такого що надає можливість оцінити їх реалізацію вже на початковому етапі.

Практична значимість. Аналіз стратегій SO, WO, ST і WT надає можливість підсилити сильні сторони та максимально використати можливості, а також своєчасно розробити низку заходів, спрямованих на мінімізацію найбільш небезпечних впливів існуючих загроз на слабкі сторони. Запропонований підхід відрізняється гнучкістю, здатністю враховувати місцеві особливості, шляхом корегування факторів SWOT-матриці, і може бути застосований для підприємств гальванічного виробництва в Україні та світі.

***Ключові слова**: сталий розвиток, екологічна безпека, гальванічне виробництво, ресурсо- та енергозберігаючі технології, SWOT-аналіз, очікувані й неочікувані ризики.*

Вступ. Суттєві переваги та широкі можливості використання гальванічних технологій зумовили залучення їх до таких галузей промисловості, як авіабудування, автомобілебудування, суднобудування, приладобудування та будівельна індустрія. Гальванічне електроосадження сьогодні становить майже 40% світової вартості на ринку металевих покриттів, причому лідирують країни Північної Америки та Західної Європи [1]. За прогнозом Mordor Intelligence (2026) світовий ринок гальванічного виробництва збільшиться приблизно з 22,10 млрд дол. у 2025 р. до 23,41 – млрд дол. у 2026 р. та досягне 31,25 млрд дол. – у 2030 р. Середній темп зростання буде становити 5,92%. Високий попит на обробку поверхонь та продукцію споживчої електроніки стимулюватимуть розвиток гальванічного виробництва. В Україні сектор гальванічних покриттів стрімко реагує на нагальні потреби, що відбивається через зростання попиту на гальванічні покриття для медичного обладнання, електроніки та військової техніки.

Негативний вплив гальванічного виробництва на навколишнє середовище пов'язаний з його специфікою, що передбачає розпорошеність між багатьма підприємствами різних галузей промисловості, де воно досить часто представлено невеличкими технологічно застарілими цехами, які не мають сучасного обладнання для нанесення покриттів або утилізації відходів. Навіть порівняно успішні підприємства можуть використовують застарілі розчини й електроліти, які не відповідають сучасним технологічним та екологічним стандартам ЄС. Складна економічна ситуація в країні, проблеми із залученням інноваційних технологій та модернізацію обладнання позначається через економію коштів на системі очищення, що сприяє надходженню у водні об'єкти стічних вод з вмістом шкідливих речовин значно вище ГДК. Щорічно в Україні в результаті його роботи утворюється понад 500 млн $м^3$ стічних вод [2], які містять в своєму складі солі важких металів, кислот, лугів, поверхнево-активні речовини в кількостях значно перевищуючих ГДК.

Потужним джерелом забруднення навколишнього середовища в гальванотехніці постають промивні води та відпрацьовані концентровані розчини, котрі, незважаючи на невеликий обсяг лише 0,2–0,3 % від загальної кількості стічних вод, надають більше ніж 70% у загальний рівень забруднення. Водоємність гальванічного виробництва значною мірою визначається організацією промивних операцій і, зазвичай, становить 0,2–2 $м^3$ на 1 $м^2$ поверхні покриття, проте іноді може доходити до 5 $м^3$ [3, 4].

Стічні води, залежно від специфіки технологічних процесів гальванічного виробництва, можуть містити високо небезпечні сполуки важких металів – кадмію, свинцю, молібдену, нікелю в поєднанні з органічними забруднювачами – нафтопродуктами та поверхнево-активними речовинами, які мають низьку здатність до біологічного розкладу й кумулятивний вплив. Вміст забруднювачів у концентрованих стічних водах становить 10–400 г/л, а у розведених – 1–100 мг/л, що зумовлено недосконалістю технологічного процесу внаслідок втрат 50–70% кольорових металів та 80–95% кислот і лугів [5].

Гальванічний шлам, що містить значну кількість важких металів, насамперед Cu, Cr та Ni, здатний призвести до екологічної небезпеки та створити

серйозні ризики для навколишнього середовища і здоров'я людини внаслідок їх неправильної утилізації [6]. Поширені в Україні реагентні технології вилучення металів із води не гарантують належної ефективності очищення, не дають змогу її повторного використання у виробництві та призводять до утворення шламів, які накопичуються на територіях підприємств і спричиняють негативний вплив на екологічний стан ґрунтів та водних об'єктів. В той же час провадження технологій селективного відновлення високоцінних металів з гальванічного шламу направлене не тільки на зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище, а й передбачає досягнення цілої низки економічних та соціальних цілей, як то створення замкнутого промислового ланцюга циркулярної економіки, та інтеграції міст з високо розвиненою промисловістю до програми «ZeroWasteCity».

Необхідність сталого розвитку гальванічного виробництва пов'язана з євроінтеграцією України та Законом України № 2697-VIII від 28.02.2019 «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», що передбачає досягнення високих економічних показників за умов мінімізації шкідливого впливу на довкілля через впровадження «зелених» технологій.

Аналіз попередніх досліджень. Важливу роль у становленні методології SWOT відіграв Інститут досліджень Стенфордського університету (Stanford Research Institute, SRI) у США, де у 1960-х роках дослідницька група під керівництвом Роберта Стюарта (Robert F. Stewart) та за участю Альберта Хамфрі (Albert S. Humphrey) розробила підхід до стратегічного управління, що передбачав виявлення сприятливих і несприятливих факторів, які впливають на діяльність підприємства. Саме в цей період сформувалася концептуальна основа майбутнього SWOT-аналізу, а саме, сильні та слабкі сторони розглядалися як внутрішні характеристики об'єкта аналізу, тоді як можливості та загрози – як фактори зовнішнього середовища. Подальший розвиток SWOT-аналізу був пов'язаний із переходом від простого переліку факторів до їх зіставлення та формування стратегічних альтернатив, що в свою чергу, дало змогу перейти від інструменту діагностики до стратегічного формування рішень. Одночасно почали активно розвиватися модифіковані форми SWOT-аналізу, спрямовані на підвищення об'єктивності оцінювання факторів, а саме, до аналізу стали додавати кількісне оцінювання їх вагомості, ранжування та визначення пріоритетності.

В теперішній час SWOT-аналіз використовують для отримання інформації про внутрішні та зовнішні умови розвитку виробництва для обґрунтованого вибору напряму діяльності, розуміння перспективності впровадження інновацій відносно очікуваних результатів в реаліях конкретної соціо-еколого-економічної ситуації [7]. SWOT-аналіз дає можливість врахувати цілу низку факторів, а саме: технологічних – сучасні автоматизовані технології, економічних – умови ринку, соціальних – потреби населення, війна та екологічних – зміна клімату, рівень забруднення навколишнього середовища [8–9]. Зв'язки між сильною і слабкою стороною, зважаючи на існуючі зовнішні загрози та можливості розвитку дозволяють сформувати основні стратегії [10–11], що є досить актуальним для

планування і впровадження природоохоронних технологій та інноваційних проєктів переходу виробництв до зеленої економіки. SWOT-аналіз вигідно відрізняється від інших стратегічних інструментів планування (табл. 1) і може бути використаний для вирішення задач, пов'язаних із досягненням цілей сталого розвитку.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика інструментів стратегічного планування [10–12]

Інструмент	Особливості
SWOT-аналіз	Поєднує внутрішній потенціал із зовнішніми можливостями та загрозами, надає змогу провести оцінювання без зайвої деталізації
PESTEL-аналіз	Глибше структурує політичні, економічні, соціальні, технологічні, екологічні та правові фактори, але не оцінює внутрішні сильні та слабкі сторони та є часовитратним
Porter's 5 Forces	Детальніше аналізує структуру конкуренції, але має вужчу сферу застосування та менш ефективний щодо впровадження інновацій
Бенчмаркінг	Дає змогу визначити відставання або переваги щодо аналогів, проте не охоплює комплексно зовнішні можливості та загрози
Сценарний аналіз	Глибше досліджує альтернативні сценарії, але є складнішим і більш ресурсомістким
VRIO-аналіз	Детальніше визначає стратегічну цінність ресурсів, однак недостатньо охоплює зовнішнє середовище
Pareto-аналіз	Може призвести до ігнорування менш видимих, проте важливих проблем

Залучення SWOT-аналізу до екологічної сфери розпочато закордонними вченими, а саме: управління середземноморським прісноводним озером [13], виявлення та кількісна оцінка внутрішніх та зовнішніх факторів, що підтримують або загрожують ефективності збереження природоохоронних територій [14], визначення стратегії управління екологічними ризиками при видобутку корисних копалин [15], тощо.

Еволюція SWOT-аналізу пройшла шлях від якісного інструменту виявлення сприятливих і несприятливих факторів до комплексного інструменту стратегічного планування та підтримки управлінських рішень в різних сферах. Його актуальність сьогодні значною мірою визначається можливістю адаптувати класичну чотирифакторну модель до різних об'єктів дослідження та поєднувати її з кількісними, цифровими й просторовими методами аналізу.

Формулювання невирішеної частини проблеми та мети. Зважаючи на існуючий доробок успішної практики SWOT-аналізу для стратегічного планування, об'єктивної оцінки внутрішніх ресурсів підприємства та аналізу зовнішнього

середовища для розробки ефективного плану дій, в сфері екології зроблено тільки перші кроки його використання, даний метод потребує конкретизації та деталізації з урахуванням природоохоронної направленості. Значна кількість екологічних проблем сьогодення значно масштабніша, пов'язана з соціальною та економічною сферами, отже потребує комплексного вирішення, що й передбачає сталий розвиток. Гальванічне виробництва в Україні ініціює цілу низку екологічних проблем, які йдуть врозріз із цілями 3, 9, 11, та 12, а саме, відповідальне споживання і виробництво за умов забезпечення безпеки навколишнього середовища, що сприятиме якісному життю і благополуччю нинішніх та прийдешніх поколінь.

Мета роботи полягала в оцінюванні перспектив досягнення сталого розвитку гальванічного виробництва в Україні, як усвідомленої необхідності на шляху євроінтеграції в ЄС за допомогою застосування процедури SWOT-аналізу для виявлення гальмівних факторів залучення інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технологій щодо підвищення екологічної безпеки в умовах соціоекономічної нестабільності, пов'язаної з війною.

Методика проведення досліджень. Стандартна процедура SWOT-аналізу проводилась відповідно до побудованої матриці сильних та слабких сторін, загроз і можливостей стосовно сталого розвитку гальванічного виробництва в Україні на прикладі підприємств «ПАТ Темп» м.Хмельницький, «ПАТ Тернопільський радіозавод «Оріон» м.Тернопіль, ТДВ «Золочівський радіозавод» м.Золочів, ПАТ «Рівненський радіотехнічний завод» м.Рівне, в якій увага маштабувалася від досягнення за соціально-економічними чинниками ефективної діяльності шкідливого виробництва та забезпечення екологічної безпеки населення техногенно навантажених урбоекосистем до перспектив розвитку держави, її євроінтеграції, розбудови зеленої економіки, впровадження стратегії Європейського зеленого курсу.

Експертне оцінювання передбачало врахування значимості факторів та залучення фахівців різних напрямів, діяльність яких стосувалася роботи підприємства, як-то випуск продукції, просування її на ринку, підбір кваліфікованого персоналу, впровадження інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технологій, розробка стратегічного плану розвитку та інших напрямів – хіміки, екологи, технологи, інженери, економісти, управлінці, серед яких були науковці та практики, з досвідом роботи в Україні та країнах ЄС від 10 до 46 років. Типової поширеної помилки під час проведення SWOT-аналізу, яка полягає у створенні надто довгого списку сильних та слабких сторін, загроз і можливостей, а також відповідних стратегічних варіантів дій, уникали керуючись рекомендаціями [16–17], а саме у кожному квадранті матриці було виділено лише шість ключових позицій без зайвої обтяжливої деталізації.

Результати розрахунку зваженої бальної оцінки виступали підґрунтям для подальшої статистичної оцінки матричної моделі можливостей Мак-Кінсі, щодо визначення потенціалу сильних (S) і слабких (W) сторін, а також аналізу реалізації можливостей (O) і ризиків загроз (N) за формулами 1 і 2 відносно перспектив впровадження інноваційних технологій для досягнення сталого розвитку гальванічного виробництва в Україні.

$$
\begin{aligned}
P_i^S &= \sum K_{ij}^{SO} - S_i \times \sum K_{ij}^{ST} \\
P_i^W &= \sum K_{ij}^{WO} - W_i \times \sum K_{ij}^{WT} \\
R_i^O &= \sum K_{ij}^{SO} - O_i \times \sum K_{ij}^{WO} \\
R_i^T &= \sum K_{ij}^{ST} - T_i \times \sum K_{ij}^{WT}
\end{aligned} \qquad (1)
$$

або (-)↓

$$
\begin{aligned}
P_i^S &= S_i \times \sum K_{ij}^{SO} - \sum K_{ij}^{ST} \\
P_i^W &= W_i \times \sum K_{ij}^{WO} - \sum K_{ij}^{WT} \\
R_i^O &= O_i \times \sum K_{ij}^{SO} - \sum K_{ij}^{WO} \\
R_i^T &= T_i \sum K_{ij}^{ST} - \sum K_{ij}^{WT}
\end{aligned} \qquad (2)
$$

Рівень впливу загроз та негативних факторів (А) визначали за формулою (3), а використання можливостей разом із позитивними факторами – за формулою (4):

$$A = W(\sum P) + T(\sum R) \qquad (3)$$

$$B = S(\sum \mathrm{P}) + O(\sum R) \qquad (4)$$

Реалізація проєкту могла вважалась успішною, коли виконувалась умова – В > А.

Найімовірніші загрози та взаємозв'язки між ними при впровадженні інновацій для сталого розвитку гальванічного виробництва оцінювали за допомогою моделі розрахунку сукупності ризиків, на основі очікувань та раніше отриманих статистичних оцінок показників SWOT-аналізу.

Межу допустимого рівня ризику показників загроз визначали за формулою (5), згідно критеріїв песимізму-оптимізму Гурвіца, яка успішно зарекомендувала себе при оцінюванні інвестиційних процесів.

$$R_{opt} = \left\{100\% \times \left|\max_i |(\lambda)\mathrm{m} \times \min_i R + (\lambda) \times \max_i R|\right|\right\}, \qquad (5)$$

де R_{opt} – межі допустимого ризику; $\max_i R$ – максимальне значення загрози (T_i); $\mathrm{mix}_i R$ – мінімальне значення загрози (T_i); λ – коефіцієнт (рейтинг) ризику, який набуває значення залежно від рішення експерта відносно до можливого прояву цього ризику.

Зважаючи на те, що для визначення коефіцієнту ризику використовують експертне рознесення показників моделі нечіткого лінгвістичного класифікатора, то за умов застосування її жорсткого варіанту, були представлені наступні оцінки: 0 – ризик практично відсутній; 0,25 – ризик малоймовірний; 0,5 – стан невизначеності; 0,75 – ризик доволі імовірний; 1 – ризик гарантовано реалізується.

При перевищенні заданої межі допустимого ризику вагами показників загроз SWOT-аналізу, ризики вважали очікуваними (Exp) з більшою часткою ймовірності, в іншому випадку – неочікуваними ризиками (Unexp), прояв яких не призведе суттєвих негативних впливів на досягнення амбітної мети, якою є сталість гальванічного виробництва шляхом впровадження інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технологій.

Для отримання більш точного результату також оцінювали сукупний вірогідний вплив всіх ризиків в цілому з урахуванням коригуючого індексу за формулами (6 і 7)

$$R_{exp} = \frac{\sum_{n=1}^{n} R_{Exp\,loss}}{\sum_{n=1}^{n} R_{Exp\,loss} + \sum_{n=1}^{n} R_{Unexp\,loss}} \times RPI \times 100\%, \quad (6)$$

$$RPI = \frac{\sum R_{Unexploss}}{\sum R_{Exploss}}, \quad (7)$$

де R_{exp} – ступінь виникнення ризику; RPI – коригуючий індекс співвідношення сукупності неочікуваних та очікуваних ризиків; n – розмір вибірки ризиків (T_n); $R_{Unexploss}$ – неочікувані ризики (T_i); $R_{Exploss}$ – очікувані ризики (T_i).

Результати та їх обговорення. Досліджені гальванічні виробництва в Україні («ПАТ Темп» м.Хмельницький, «ПАТ Тернопільський радіозавод «Оріон» м.Тернопіль, ТДВ «Золочівський радіозавод» м.Золочів, ПАТ «Рівненський радіотехнічний завод» м.Рівне) дали змогу виявити найбільш суттєві фактори та скласти, на їх основі SWOT-матрицю (табл. 2) За результатами бальної оцінки з врахуванням їх вагомості, отриманими від різних фахівців, було проведено ранжування для кожного квадранту SWOT-матриці (рис. 1).

Таблиця 2

SWOT-матриця сильних та слабких сторін, загроз і можливостей впровадження інноваційних технологій для досягнення сталого розвитку гальванічного виробництва в Україні

S (strength) – сильні сторони	W (weaknesses) – слабкі сторони
S1 – наявність техногенної сировини для повторного використання S2 – розроблені інноваційні ресурсо- та енергозберігаючі технології S3 – наявність виробничих потужностей S4 – автоматизація виробничих процесів S5 – впроваджена технологія повторного використання міді для металізації S6 – випуск унікальної продукції	W1 – порушена транспортна інфраструктура, нестабільна логістика W2 – високій рівень податків W3 – інтенсифікація процесів еміграції кваліфікованого кадрового ресурсу W4 – висока конкуренція при виході на європейські ринки W5 – відповідність сертифікації продукції нормам ЄС W6 – застарілі технології (високий рівень зношеності основних засобів) та потреба модернізації
O (opportunities) – можливості	T (threats) – загрози
O1 – вихід на ринки ЄС O2 – перехід до зеленої економіки O3 – створення інноваційної продукції з високим попитом O4 – скорочення викидів парникових газів та наближення до вуглецевої нейтральності O5 – залучення державних та іноземних інвестицій O6 – забезпечення екологічної безпеки населення техногенно навантажених міст	T1 – недостатня наявність ремонтних баз в Україні T2 – високі ціни на електроенергію T3 – нестабільність роботи пов'язана з військовими загрозами T4 – проблеми з підготовкою кваліфікованих кадрів у ВНЗ України T5 – залежність гальванічного виробництва від імпорту складових для ремонту обладнання T6 – обмеження щодо реалізації на ринках ЄС

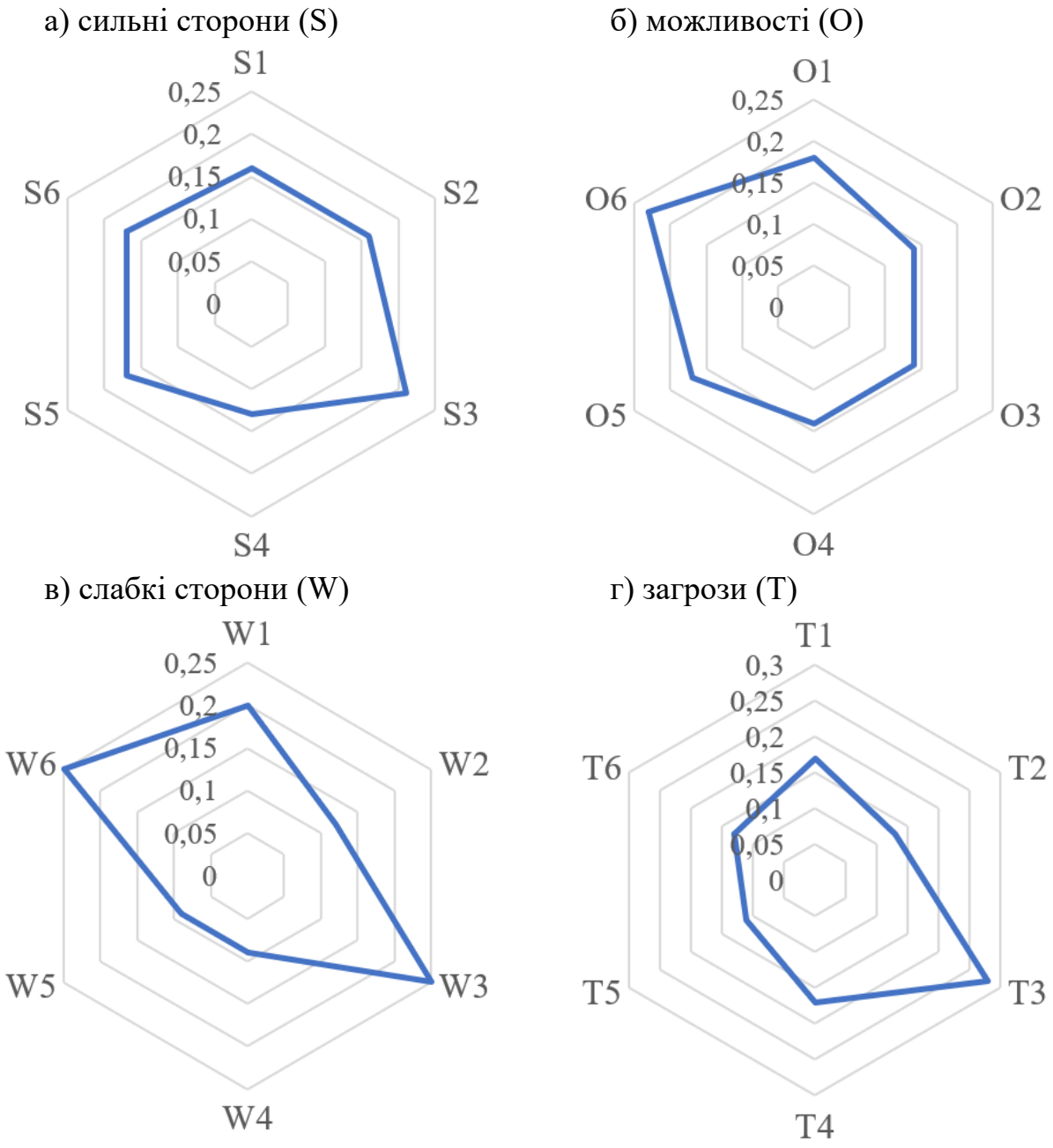


Рис. 1. Результати зваженої бальної оцінки (ранги) SWOT-аналізу сталого розвитку гальванічного виробництва в Україні

Серед сильних сторін провідне місце займає наявність виробничих потужностей (S3 = 0,21) на тлі майже рівномірного розподілення інших (див. табл. 2), за виключенням систем автоматизації виробничих процесів, які дещо програють більш сучасним закордонним аналогам. На жаль, на виробництвах використовуються застарілі високо відходні технології (W6), які разом з відтоком висококваліфікованих кадрів до країн ЄС (W3), зумовлюють найбільші значення зваженої бальної оцінки серед слабких сторін. Найвища загроза реалізації переходу гальванічного виробництва до сталого розвитку пов'язана з військовими діями на території України (T3), що підсилюється міграцією кваліфікованого персоналу, проблемами енергетики та зношеністю і потребою заміни обладнання (T1, T2 і

Т4). Можливості, які відкривається перед підприємствами, спрямовані на досягнення комплексного соціо-еколого-економічного результату щодо забезпечення екологічної безпеки населення техногенно навантажених міст (О6 = 0,23), євроінтеграції через залучення іноземних інвестицій та просування продукції на ринках ЄС.

Зважаючи на чинники матриці SWOT-аналізу були означені чотири основні стратегії. Стратегія SO («максі-максі») – являє собою використання сильних сторін гальванічного виробництва, спрямованих на максимальне розкриття можливостей підприємств, стимулювання впровадження розроблених інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технології, повторного використання міді за умов підтримки через залучення державних та іноземних інвестицій. Реалізація стратегії SO зумовить перехід до зеленої економіки та призведе до досягнення цілої низки екологічних ефектів, а саме, зменшення забруднення довкілля, і як наслідок створення екологічно безпечного середовища в межах техногенно навантажених урбоекосистем. Стратегія WO («міні-максі») передбачає подолання слабких сторін – відтік кваліфікованого кадрового ресурсу та необхідність модернізації виробництва шляхом використання можливостей, що в теперішніх умовах може бути здійснено через підвищення привабливості для іноземних інвесторів чому сприяє державна політика України. Головною вимогою до нових власників є реструктуризація, оновлення технологічних потужностей та збереження або створення робочих місць. Стратегія ST («максі-міні») показує яким чином використати переваги для нейтралізації зовнішніх загроз, здебільшого пов’язаних з війною, через швидке відновлення та забезпечення стабільної роботи виробництва із залученням всіх сильних сторін. Стратегія WT («міні-міні») надає розуміння як зовнішні загрози можуть посилити вплив слабких сторін, щоб в подальшому їх мінімізувати, тобто відносно загрози, пов’язаної з війною, вийти за межі підприємства і приділити увагу проблемам логістики. При оцінці взаємодії стратегічних напрямів було встановлено тісні кореляційні зв’язки між SO і WO (0,758) та ST і WT (0,766), що в першому випадку свідчить про узгодженість потенціалу використання зовнішніх можливостей як для реалізації наявних переваг підприємств, так і для подолання їх внутрішніх недоліків, а в другому – зовнішні загрози одночасно актуалізують використання внутрішніх переваг разом з необхідністю подолання внутрішніх недоліків.

Згідно розрахунків показників А – відносно наявних загроз та негативних факторів, спрямованих на гальмування залучення інновацій в технологічний процес щодо отримання високоякісної конкурентоспроможної на ринках ЄС продукції за умов ресурсо- та енергозбереження для досягнення зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище в межах зони впливу підприємств та В – розкриття потенціалу можливостей, націлених на досягнення сталого розвитку гальванічного виробництва на тлі існуючих сильних сторін було встановлено виконання умов В (1,630) > А (1,605), згідно чого можна стверджувати про нестабільний успіх (табл. 3).

Таблиця 3

Статистична оцінка показників SWOT-аналізу сталого розвитку гальванічного виробництва в Україні

Сторони	Ранг	Можливості						Загрози						Потенціал
		O1	O2	O3	O4	O5	O6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P
Сильні сторони	S1	0,026	0,019	0,019	0,019	0,042	0,034	0,027	0,021	0,045	0,027	0,018	0,021	0,133
	S2	0,026	0,019	0,019	0,019	0,042	0,034	0,027	0,021	0,045	0,027	0,018	0,021	0,133
	S3	0,034	0,025	0,025	0,025	0,055	0,044	0,036	0,027	0,059	0,036	0,023	0,027	0,164
	S4	0,021	0,016	0,016	0,016	0,034	0,027	0,022	0,017	0,036	0,022	0,014	0,017	0,113
	S5	0,027	0,020	0,020	0,020	0,044	0,036	0,029	0,022	0,048	0,029	0,019	0,022	0,138
	S6	0,027	0,020	0,02	0,020	0,044	0,036	0,029	0,022	0,048	0,029	0,019	0,022	0,138
Слабкі сторони	W1	0,032	0,024	0,024	0,024	0,052	0,042	0,034	0,026	0,056	0,034	0,022	0,026	0,158
	W2	0,019	0,014	0,014	0,014	0,031	0,025	0,020	0,016	0,034	0,020	0,013	0,016	0,103
	W3	0,040	0,030	0,030	0,030	0,065	0,053	0,043	0,033	0,070	0,043	0,028	0,033	0,186
	W4	0,014	0,011	0,011	0,011	0,023	0,019	0,015	0,012	0,025	0,015	0,010	0,012	0,081
	W5	0,014	0,011	0,011	0,011	0,023	0,019	0,015	0,012	0,025	0,015	0,010	0,012	0,081
	W6	0,040	0,030	0,030	0,030	0,065	0,053	0,043	0,033	0,070	0,043	0,028	0,033	0,186
Реалізація	R	0,134	0,105	0,105	0,105	0,194	0,167	0,141	0,113	0,203	0,141	0,099	0,113	

Перехід до сталого розвитку гальванічного виробництва в значній мірі утруднює війна разом із застарілим технологічним обладнанням, недосконалими системами очищення, ресурсо- та енерговитратністю та відсутністю можливості вилучення високоцінних металів із стічних вод і гальванічного шламу. Залучення технологій відновлення Cu^{2+}, Ni^{2+} та Cr^{3+}з гальванічного шламу, що можуть бути реалізовані шляхом вилуговування, екстракцію розчинником, випарювання та осадження довели свою ефективність на підприємствах ЄС та Китаю. Використання таких екстрагентів як P507, LIX984 та M5640) при pH 3,0-4,0 дозволяє осаджувати відновлені метали у вигляді $CuCO_3$, $CrPO_4$ та $Ni(OH)_2$ і повністю вилучати їх із стічних вод [6], що сприяє як підвищенню екологічної безпеки через зменшення навантаження на водні ресурси, так і розвитку циркулярності економіки на прикладі конкретного виробництва.

Розрахунок допустимої межі рівня ризику (R_{opt} = 15,1%) дав змогу чітко пов'язати загрозу нестабільності роботи гальванічного виробництва в результаті війни в Україні з очікуваним ризиком (Exp), в той час як виведення з ладу обладнання у сукупності з нестачею висококваліфікованого персоналу для його обслуговування й ремонту майже доходило до цієї межі, але її не перетинало (табл. 3). Неочікувані ризики (Unexp), котрі здебільшого були пов'язані з євроінтеграцією виробництва, як то залежність від імпорту складових для ремонту обладнання та обмеження реалізації продукції на ринках ЄС, в сукупності з підвищенням цін на електроенергію та збільшенням її використання для природоохоронних цілей, а саме, впровадження технологій очищення стічних вод і вилучення металів, можуть спричинити значно менший вплив щодо гальмування переходу до сталого розвитку для гальванічного виробництва.

В нашому випадку індекс *RPI* (2,99) ≥ 1, а R_{exp} становив 74,9 %, що свідчить про високий рівень очікуваних і неочікуваних ризиків для успішного переходу до зеленої економіки та сталого розвитку гальванічного виробництва в Україні, незважаючи на наявність вітчизняних та закордонних інноваційних природоорієнтованих технологій, спрямованих на підвищення екологічної безпеки для населення техногенно навантажених міст – осередків авіабудівної, автомобілебудівної, суднобудвної, приладобудвної та інших галузей промисловості, пов'язаних безпосередньо з цим виробництвом.

Висновки. Доведена ефективність використання SWOT-аналізу як дієвого інструменту для вирішення сучасних екологічних проблем, орієнтованих на досягнення сталого розвитку на прикладі гальванічного виробництва. Цей підхід дозволяє врахувати технічний рівень оснащення підприємства, його вплив на стан навколишнього середовища, а також економічні й соціальні фактори, забезпечуючи гармонійний баланс між екологічними потребами та прагненням до прогресу. Встановлено, що гальмування переходу до зеленої економіки та відсутність чіткої успішності відносно досягнення сталого розвитку у гальванічного виробництва відбувається через нестабільність пов'язану із війною, яка підсилює низку неочікуваних ризиків, як на національному рівні в межах України – підвищення цін на електроенергію, проблеми із залученням інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технологій, так і при євроінтеграції – через обмеження

реалізації продукції на ринках ЄС внаслідок високих вимог до її якості та залежності від імпорту складових для ремонту обладнання в умовах складної логістики. Курс на євроінтеграцію України робить критично важливим оцінку перспектив досягнення сталого розвитку для гальванічного виробництва, як підґрунтя до розробки короткострокових і довгострокових заходів відносно до потреб кожного конкретного підприємства.

Перелік посилань

1. Innocenti, M., Giurlani, W., Rosini, A., Marcucci, M., Bonechi, M., Verrucchi, M., Biffoli, F., Pappaianni, G., Mariani, E., Giovani, C., & Fontanesi, C. (2024). Sustainability in the Electroplating Industry: A Challenge to Overcome. *ECS Meeting Abstracts, MA2024-02(22),* 1930. https://doi.org/10.1149/ma2024-02221930mtgabs
2. Пляцук, Л.Д., & Мельник, О.С. (2008). Аналіз технологій очистки гальванічних стоків в Україні. *Вісник СумДУ*, 2. 116–121.
3. Лінючева, О.В., Яцюк, Л.А., Мотронюк, Т.І., Букет, О.І. & Фроленкова, С.В. (2017). *Гальванотехніка. Проєктування гальванічних виробництв [Електронний ресурс]: навчальний посібник.* Київ: НТУУ «КПІ».
4. Донченко, М.І., & Фроленкова, С.В. (2016). *Екологічна безпека гальванотехніки. Частина 1. Стічні води. Механічна та сорбційна очистка*. Київ: НТУУ «КПІ».
5. Bosiuk, A., & Shestopalov, O. (2022). Analysis of modern technologies and methods of purification of galvanic waste in machine-building industry. *Ecological Sciences, 43*(4), 74–78. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.12
6. Ma, J, & Xiong, Z. (2025). Sustainable metal recovery from electroplating sludge: bridging technology and environmental regulation. *Sustainability*, *17(11)*, 4957. https://doi.org/10.3390/su17114957
7. Яковишина, Т.Ф., & Прус, М.В. (2025). SWOT-аналіз перспектив використання smart теплиць в Україні. *Екологічні науки*, *63*, 74–79. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.6-63.12
8. Ghazinoory, S., Abdi, M., & Azadegan-Mehr, M. (2011). SWOT methodology: a state-of-the-art review for the past, a framework for the future. *Journal of Economics, Business and Management*, *12*, 24–48. https://doi.org/10.3846/16111699.2011.555358
9. Копчак, Ю.С., Лобунець, Т.В., & Луковський, Р.І. (2025). SWOT-аналіз як важливий інструмент у розробці стратегії бізнесу. *Економіка та суспільство, 61*. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-146
10. StratNav. Best strategic planning tools for 2025. https://www.stratnavapp.com/Articles/strategic-planning-tools
11. Grant, R.M. (2016). *Contemporary strategy analysis*. Text and cases edition. John Wiley & Sons.
12. Leigh, D. (2009). *SWOT analysis*. In handbook of improving performance in the workplace: Vol. 1–3. Wiley: Hoboken. NJ. USA. 2009. pp. 115–140.
13. Taufik, M.J., Martono, D.N., & Soelarno, S.W. (2021). SWOT Analysis in determining environmental risk management strategy in medium scale nickel laterite mining (case study in PT Rohul Energi Indonesia). *IOP Conf. Series: Earth and environmental science*, *940*, 012023. https://doi.org/:10.1088/1755-1315/940/1/012023
14. Данкевич, В.Є. (2018). SWOT та PESTEL-аналіз сучасного стану земельних відносин в Україні. *Економіка АПК*, *7*, 93–103.
15. Petriki, O., & Bobori, D.C. (2025). Ecological assessment and SWOT-AHP integration for sustainable management of a mediterranean freshwater lake. *Sustainability*, *17*, 4950. https://doi.org/10.3390/su17114950
16. Gurel, E., & Tat, M. (2017). SWOT analysis: a theoretical review. *Journal of International Social Research*, *10*(51*)*, 994–1006.

17. Scolozzi, R., Schirpke, U., Morri, E., D'Amato, D., & Santolini, R. (2014). Ecosystem services-based SWOT analysis of protected areas for conservation strategies. *Journal of environmental management*, *146*, 543–551.

ABSTRACT

Purpose. Prospective assessment for achieving the sustainable development of galvanic production in Ukraine, recognizing the need for European integration in the EU, due to the additional stagnation of the SWOT analysis procedure for identifying inhibitory factors are seeking to obtain innovative resource- and energy-saving technologies for promote ecological safety in the minds of the socio-economic instability associated with the war.

The methodology of research. The assessment of the achieving sustainable development of the galvanic production has been conducted with SWOT analysis, the McKinsey matrix model and the Hurwicz pessimism-optimism criteria.

Findings. The possibility of the galvanic production has been established to achieving sustainable development in Ukraine, based on the slight predominance of the potential of opportunities and strengths over existing threats and weaknesses (B (1.630) > A (1.605)). The permissible risk level limits have been determined (R_{opt} = 15,1%), along with the classification of risks into expected and unexpected categories. High levels of both expected and unexpected risks have been identified (*RPI* (2,99) ≥ 1, R_{exp} = 74,9%), contributing to instability in achieving the desired outcome.

The originality. Strong correlations have been established between the SO and WO strategies (0,758) and between the ST and WT strategies (0,766); these confirm the multifaceted nature of the sustainable development of galvanic production and demonstrate that effectively leveraging opportunities and countering threats requires simultaneously taking into account both strengths and weaknesses. The application of an extended version of SWOT analysis has been further developed, for addressing socio-eco-economic challenges, as this approach enables the assessment of their implementation at the initial stage.

Practical implications. An analysis of SO, WO, ST, and WT strategies enable the strengthening of advantages and the maximization of opportunities, as well as the timely development of measures to minimize the most dangerous impacts of existing threats on identified weaknesses. The proposed approach is flexible and capable of accounting for local specificities through the adjustment of SWOT matrix factors; it is applicable to enterprises of the galvanic production both in Ukraine and world.

Keywords*: sustainable development, ecological safety, galvanic production, resource- and energy-saving technologies, SWOT analysis, expected and unexpected risks.*

дата першого надходження статті до видання	10.07.2026
дата прийняття до друку статті після рецензування	20.08.2026
дата публікації (оприлюднення)	30.09.2026

© 2026. T. Yakovyshyna, A. Nester
Published by the Dnipro University of Technology on behalf of Collection of Research Papers of the National Mining University. ISSN 2521-6635 (Online) | ISSN 2071-1859 (Print). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.