

УДК 005.511(083.9):338.12

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.198.201-208>**Маслак О.О.**доктор економічних наук
Національний університет «Львівська політехніка»**Maslak Oleksandr**

Dr. of Economic Sc.

Lviv Polytechnic national university

<https://orcid.org/0000-0003-3432-7311>**Вороновська М.М.**кандидат економічних наук
Національний університет «Львівська політехніка»**Voronovska Marta**

PhD. in economic Sc.

Lviv Polytechnic national university

<https://orcid.org/0000-0002-3539-0171>**Малик М.В.**

Національний університет «Львівська політехніка»

Malyk Maksym

Lviv Polytechnic national university

<https://orcid.org/0009-0004-6293-8982>

МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ТАКТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ В СИСТЕМІ ЦИРКУЛЯРНИХ БІЗНЕС-МОДЕЛЕЙ ПІДПРИЄМСТВ

Для вивчення стану тактичного планування у системі циркулярних бізнес-моделей у статті здійснено часткове PLS-SEM моделювання, що дозволило встановити зв'язки між спостережуваними змінними (цифровими інноваціями, методологією механізму тактичного планування, результативністю циркулярних моделей підприємств). За результатами моделювання підтверджено гіпотезу щодо впливу цифрових технологій на методологію механізму тактичного планування.

Результати перевірки PLS-SEM моделі за критеріями якості засвідчили відсутність мультиколінеарності та необхідність збільшення числа змінних з метою досягнення належного рівня узгодженості елементів (регресійної моделі). Усунення змінної (за не підтвердженою гіпотезою) забезпечить оптимізацію її структури, нормалізацію залишків та зниження рівня середнього значення залишків між спостережуваною та неявною коваріаційною матрицею (SRMR).

Ключові слова: тактичне планування, моделювання, циркулярна економіка, бізнес моделі, методичні положення.

MODELING THE CONDITION OF TACTICAL PLANNING IN THE SYSTEM OF CIRCULAR BUSINESS MODELS OF ENTERPRISES

This study investigates the implementation conditions, content, and features of tactical planning within the framework of circular business models in enterprises. It aims to identify effective methods, techniques, tools, and approaches for developing tactical plans in the system of circular business models of enterprises. Methodological provisions were employed to analyse approaches to tactical planning in circular business models. The primary focus was on evaluating the effectiveness of tactical planning, which is determined by the use of appropriate planning methods, adherence to implementation principles, and the application of relevant planning tools (technologies) in the context of the circular economy. This effectiveness is reflected in various performance indicators of the enterprise.

To assess the state of tactical planning in circular business models, economic and mathematical modeling was conducted using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). PLS-SEM facilitated the establishment of relationships between observed variables, including digital innovations, tactical planning mechanism methodology, and the effectiveness of circular enterprise models. The modeling results confirmed the hypotheses regarding the impact of

digital technologies on the methodology of the tactical planning mechanism in the system of circular business models of enterprises. Key digital technologies identified as significant and effective include artificial intelligence (AI), green supply chain management (ML), and social media marketing (SMM). The methodology of the tactical planning mechanism was found to have the greatest impact on enterprise profit, transaction costs, and the utilization of industrial solid waste.

Model validation results, based on quality criteria, indicated the absence of multicollinearity and highlighted the need to increase the number of variables to achieve a higher level of consistency in the regression model. The elimination of variables associated with unconfirmed hypotheses will optimize the model structure, normalize residuals, and reduce the average residual value between the observed and implicit covariance (correlation) matrix (SRMR).

Keywords: tactical planning, modeling, circular economy, business models, methodological provisions.

JEL Classification: P00, M20, O21

Постановка проблеми. Як відомо, тактичне планування як різновид планування відіграє ключову роль у впровадженні циркулярних бізнес-моделей на підприємствах. Циркулярні бізнес-моделі спрямовані на гармонійний розвиток підприємств, який супроводжується максимальним використанням ресурсів, мінімізацією відходів та створенням стійких економічних систем тощо. У цьому контексті тактичне планування, яке спрямоване на періоди часу до одного року допомагає підприємствам ефективно розподіляти ресурси, оптимізувати виробничі операції та забезпечувати безперервність бізнес-процесів. Воно дозволяє вчасно реагувати на зміни ринкових умов, результативно впроваджувати інновації та досягати стратегічних цілей. Таким чином, тактичне планування є невід'ємною складовою успішного переходу до циркулярної економіки та потребує ретельного аналізування.

Водночас при дослідженні стану тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств пріоритетним є вивчення його результативності. Результативність планування, з одного боку, обумовлюється використанням відповідних методів планування, дотриманням принципів його впровадження, застосуванням інструментів (технологій) планування, актуальних сучасним умовам циркулярної економіки тощо. З іншого боку, ефективність планування виражається у показниках результативності діяльності підприємства та від використання циркулярних бізнес-моделей. Тож, обравши аналізування результативності тактичного планування як пріоритетне завдання, забезпечимо: вивчення технологій тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств; дослідження тактичного планування у взаємозв'язку із кінцевими показниками діяльності підприємства в умовах циркулярної економіки (рентабельність виробництва, розмір трансакційних витрат, прибуток підприємства, споживання енергії на одиницю випущеної продукції; споживання води на одиницю випущеної продукції; коефіцієнт використання промислових твердих відходів; повторне використання промислових стічних вод тощо) [1, 2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання аналізування тактичного та інших видів планування та циркулярних бізнес-моделей підприємств досліджувались та ґрунтовно вивчені у наукових працях Костанца Р., Камберленд Дж., Дейлі Х., Зварич І., Орехової Т., Рудої М.В., Яремчук Т.С., Бортнікової М.Г.,

Горбаль Н.І., Ломаги Ю.Р., Тудораш, М. тощо [1-6]. У цих та інших наукових працях ретельно досліджені та ґрунтовно вивчені методичні положення з аналізування підходів до тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств, що містять завдання аналізування, порядок аналізування, методологію проведення аналітичних дій, джерела даних для аналізування (матеріали фінансової та управлінської звітності, статистичну звітність, адміністративні дані підприємства та іншу інформацію, необхідну для здійснення аналізування), способи та прийому узагальнення отриманої інформації (фіксація підсумкових результатів аналізування у висновках та рекомендаціях) тощо.

Моделювання як складова процесів аналізування циркулярної економіки, що передбачає симбіотичне поєднання системного і когнітивного моделювання та використання динамічної регресивної моделі рекомендовано у праці Костанца Р., Камберленд Дж., Дейлі Х. [5]. Для моделювання підходів до тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств можна також використати параметричні лінійні методи, непараметричний DEA-метод, застосувати регресійні методи тощо [6]. Це забезпечить аналіз факторів впливу на циркулярні бізнес-процеси, оцінювання рівня ефективності, прогнозування тощо.

Водночас питання моделювання тактичного планування у системі циркулярних бізнес-моделей недостатньо розкриті у науковій літературі. Ретельного дослідження потребують не лише методи аналізування, а і прикладні засоби, які забезпечують аналітичну обробку даних згідно обраних методів. Окрім того, із метою дослідження тактичного планування у системі циркулярних бізнес-процесів слід забезпечити роботу із латентними змінними, які не можуть бути вимірні безпосередньо, але можуть бути оцінені через інші спостережувані змінні.

Мета статті – провести аналізування технологій, застосовуваних для тактичного планування у системі циркулярних бізнес-моделей і виявлення їх впливу на кінцеві результати функціонування підприємства в умовах циркулярної економіки.

Виклад основних результатів дослідження. Для реалізації цілей дослідження застосуємо часткове моделювання структурних рівнянь найменших квадратів (PLS-SEM). PLS-SEM дозволяє встановити зв'язки між спостережуваними змінними (технологіями

тактичного планування, цифровими інноваціями, методологією механізму тактичного планування) та прихованими конструктами (гіпотетичними елементами ідеальної бізнес-моделі у системі циркулярної економіки), які не можна безпосередньо спостерігати, але їх вплив на кінцеві результати діяльності підприємства підлягає оцінюванню [7]. Для використання техніки PLS-SEM слід сформулювати гіпотезу за такими складовими:

H₀. Цифрові технології важливі у забезпеченні результативності циркулярних бізнес-моделей;

H₁. Цифрові технології мають вплив на методи тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств;

H₂. Цифрові технології мають вплив на методологію механізму тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств;

H₃. Методи і методологія механізму тактичного планування впливають на результативність циркулярних бізнес-моделей та підприємств загалом.

Наведені гіпотези графічно відображено на рис. 1.

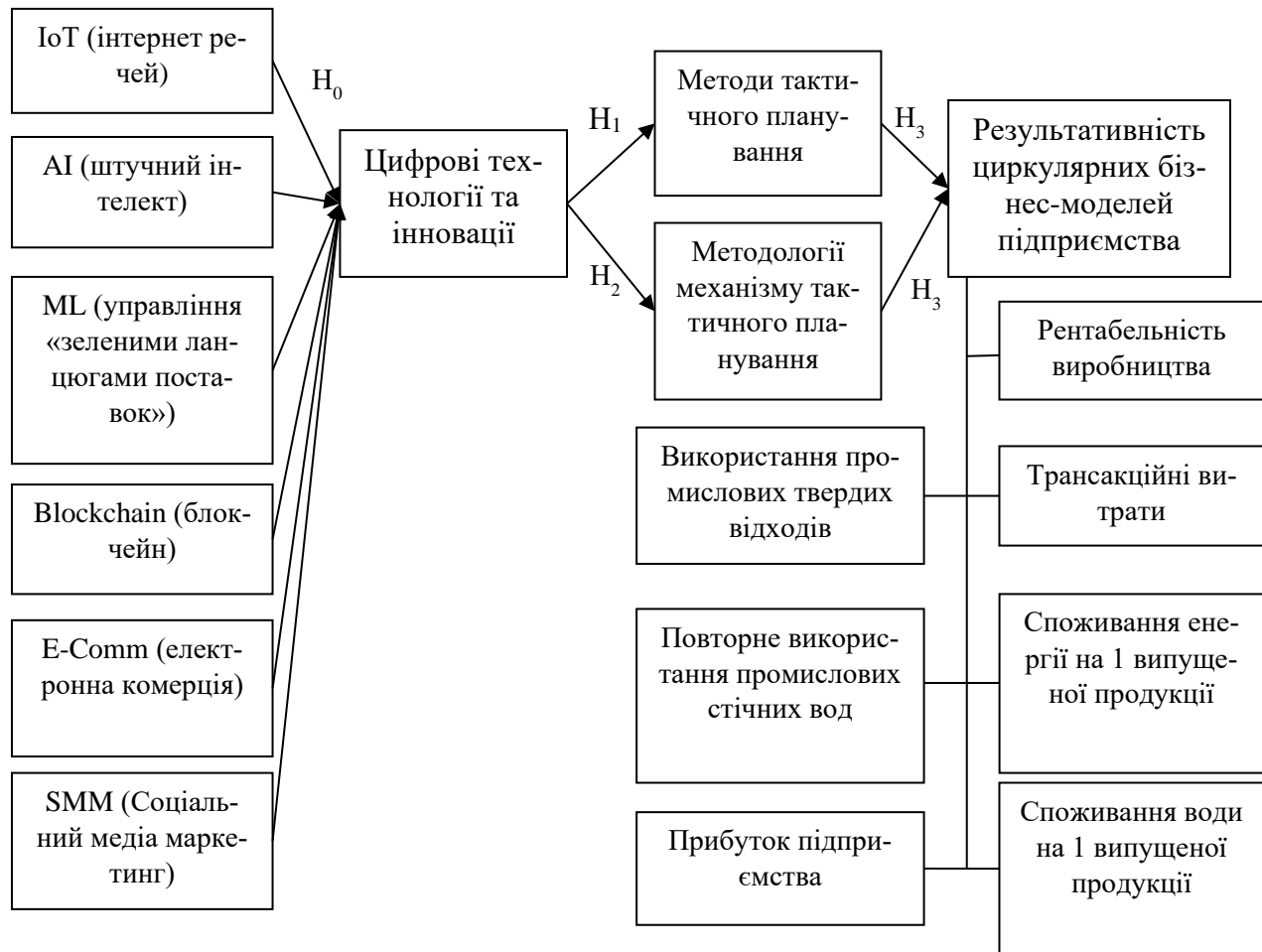


Рис. 1. Рекомендована гіпотетична модель аналізування тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств

Джерело: складено авторами

Із рис. 1 простежимо зв'язок системи бізнес-моделей цифрової економіки із методами тактичного планування (методологією механізму тактичного планування), а також те, як вони впливають на результативність циркулярних бізнес-моделей та діяльність підприємства загалом.

Для емпіричного використання та перевірки сформуованих гіпотез складено анкету-опитувальник (табл. 1). Вона містить 15 показників, які згруповано за сформуованими гіпотезами. Запитання закодовані з метою подальшого опрацювати результатів опитування у SmartPLS. При складенні питань анкети для кожного із

них передбачено формування відповідей шляхом експертного оцінювання за шкалою Лайкерта (1 – цілком незадоволений (важливий); 2 – часткового не задоволений (важливий); 3 – нейтральна відповідь; 4 – задоволений (важливий); 5 – цілком задоволений (дуже важливий)).

Оцінювання сформуованої гіпотетичної моделі здійснено за допомогою SmartPLS, для чого у середовищі програми створено діаграму причинно-наслідкових зв'язків. Її оформлено, виходячи із описаної вище залежності та на основі зведених результатів опитування менеджерів підприємств львівського регіону. Коди

змінних наведеної діаграми відповідають кодам анкети-опитувальника (табл. 1), а зв'язки елементів – висловленим гіпотезам (див. рис. 1).

За результатами розрахунку PLS-SEM алгоритму отримано Path-коефіцієнти (вагові коефіцієнти лінійної регресії), які наведені на рис. 2.

Таблиця 1

Анкета-опитувальний для перевірки гіпотетичної моделі аналізування тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств

Перемінні (гіпотеза)	Код	Запитання	Шкала
H ₀ . IoT	H ₀ _Q001	Оцініть важливість і результативність використання у вашій компанії технологій IoT	[1;5]
H ₀ . AI	H ₀ _Q002	Оцініть важливість і результативність використання у вашій компанії технологій AI	[1;5]
H ₀ . ML	H ₀ _Q003	Оцініть важливість використання у вашій компанії технологій ML	[1;5]
H ₀ . Blockchain	H ₀ _Q004	Оцініть важливість і результативність використання у вашій компанії технологій блокчейну.	[1;5]
H ₀ . E-Comm	H ₀ _Q005	Оцініть важливість і результативність використання у вашій компанії технологій електронної комерції	[1;5]
H ₀ . SMM	H ₀ _Q006	Оцініть важливість і результативність використання у вашій компанії технологій SMM	[1;5]
H ₁ . МТП	H ₁ _Q001	Чи впливають цифрові технології на методи тактичного планування підприємства (МТП)	[1;5]
H ₂ . ММТП	H ₂ _Q001	Чи впливають цифрові технології на методологію механізму тактичного планування підприємства (ММТП)	[1;5]
H ₄ . РВ	H ₃ _Q001	У вказаному діапазоні оцініть рівень досягнення вашим підприємством такого показника як: рентабельність виробництва (РВ)	[1;5]
H ₄ . ТВ	H ₃ _Q002	У вказаному діапазоні оцініть рівень досягнення вашим підприємством такого показника як: трансакційні витрати (ТВ)	[1;5]
H ₄ . ПП	H ₃ _Q003	У вказаному діапазоні оцініть рівень досягнення вашим підприємством такого показника як: прибуток підприємства (ПП)	[1;5]
H ₄ . СЕ1ВП	H ₃ _Q004	У вказаному діапазоні оцініть рівень досягнення вашим підприємством такого показника як: споживання енергії на одиницю випущеної продукції (СЕ1ВП)	[1;5]
H ₄ . СВ1ВП	H ₃ _Q005	У вказаному діапазоні оцініть рівень досягнення вашим підприємством такого показника як: споживання води на одиницю випущеної продукції (СВ1ВП)	[1;5]
H ₄ . ВПТВ	H ₃ _Q006	У вказаному діапазоні оцініть рівень досягнення вашим підприємством такого показника як: використання промислових твердих відходів (ВПТВ)	[1;5]
H ₄ . ПВПСВ	H ₃ _Q007	У вказаному діапазоні оцініть рівень досягнення вашим підприємством такого показника як: повторне використання промислових стічних вод (ПВПСВ)	[1;5]

Джерело: сформовано авторами

Аналізуючи їх, зробимо наступні висновки. Цифрові технології, використовувані у тактичному плануванні циркулярних бізнес-моделей мають як позитивний, так і негативний вплив на методологію тактичного планування. Важливими та результативними технологіями, що забезпечують процес тактичного планування циркулярних бізнес-моделей за результатами дослідження визначено штучний інтелект AI, управління

ланцюгами «зелених» поставок ML, соціальний медіа-маркетинг SMM.

Водночас Інтернет речей (IoT), блокчейн та електронна комерція мають негативний вплив, що пов'язано із зростанням трансакційних витрат їх впровадження (внаслідок подорожчання енергоресурсів), проблемами у роботі за рахунок відсутності постачання електроенергії, інфляції, падіння попиту.

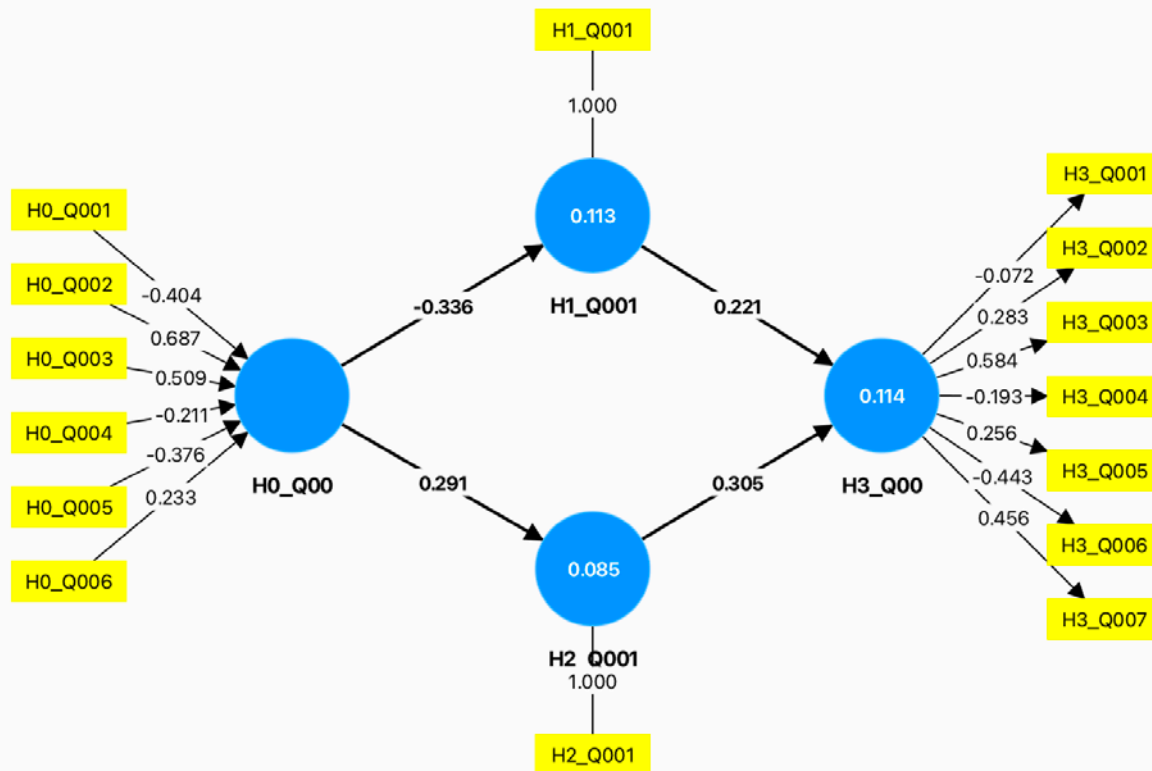


Рис. 2. Стандартизовані вагові коефіцієнти лінійної регресії, що описує підходи до тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств
Джерело: побудовано авторами із використанням SmartPLS

За результатами моделювання гіпотезу H₁ (Цифрові технології мають вплив на методи тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств) не підтверджено, проте виявлено слабкий вплив цифрових технологій на методологію механізму тактичного планування (гіпотеза H₂). Тут відзначимо

відсутність чіткого розуміння відмінності досліджених категорій серед респондентів, що становить обмеження досліджуваної моделі. Проте за результатами аналізування встановлено зв'язок між методами і методологією механізму тактичного планування та результативністю циркулярних бізнес-моделей (табл. 2).

Таблиця 2

Матриця Path-коефіцієнтів лінійної регресії, яка описує підходи до тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств

Змінні моделі	H ₀ _Q ₀₀	H ₁ _Q ₀₀₁	H ₂ _Q ₀₀₁	H ₃ _Q ₀₀
H ₀ _Q ₀₀	1	-0,036	0,291	
H ₁ _Q ₀₀₁	-0,036	1		0,221
H ₂ _Q ₀₀₁	0,291		1	0,305
H ₃ _Q ₀₀	0,221		0,305	1

*Умовні позначення: зв'язки між перемінними у заштрихованих комірках не підлягали дослідженню.
Джерело: побудовано авторами із використанням SmartPLS

Щодо гіпотези H₃ (Методи і методологія механізму тактичного планування впливають на результативність циркулярних бізнес-моделей та підприємств загалом), то найбільший вплив виявлено на показники прибутку підприємства, транзакційні витрати та використання промислових твердих відходів (рис. 2).

У процесі дослідження моделі у середовищі SmartPLS розраховано показники напряму та щільності зв'язку, здійснено статистичне оцінювання структурних змін. Показники якості та статистичне

оцінювання змін у структурі регресійної моделі узагальнено в табл. 3.

Згідно отриманих результатів щільність зв'язків між досліджуваними показниками є низькою, що логічно, зважаючи на значну кількість чинників внутрішнього середовища впливу на циркулярні бізнес моделі. У регресійну модель включено лише ті із них, які мають вплив на реалізацію підходів до тактичного планування. Щодо структурних змін регресійної моделі тактичного планування в системі циркулярних бізнес-

моделей підприємств, то вкажемо на те, що малий ефект очікується від вилучення другої змінної [8]. Також сіл зазначити, що гіпотеза H_2 не підтвердилась.

Таблиця 3

Показники якості та структурних змін регресійної моделі тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств

Змінні моделі	Показники			Висновки
	R ²	R	F ²	
$H_0_Q_{00} \rightarrow H_1_Q_{001}$	0,113	0,336	0,123	Середній ефект від вилучення змінної
$H_0_Q_{00} \rightarrow H_2_Q_{001}$	0,085	0,292	0,093	Малий ефект від вилучення змінної
$H_1_Q_{001} \rightarrow H_3_Q_{00}$	0,114	0,338	0,053	Малий ефект від вилучення змінної
$H_2_Q_{001} \rightarrow H_3_Q_{00}$			0,100	Середній ефект від вилучення змінної

Джерело: побудовано авторами із використанням SmartPLS

Так як нами використано багатофакторні регресійні моделі, дослідженню підлягала мультиколінеарність їх змінних, для чого використано значення VIF (The Variance Inflation Factor). Як відомо, низька кореляція незалежних змінних характерна для значення VIF $\ll 3$, а у модель доцільно включати змінні для яких VIF $\ll 5$ [9]. Беручи до уваги рівень рівень VIF незалежних змінних регресійної моделі тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств, мультиколінеарність між ними відсутня.

Як обмеження моделі вкажемо на те, що коефіцієнт Альфа Кронбаха для проведеного дослідження рівний 0,085. Такий рівень є низьким та вказує на недостатність міри внутрішньої узгодженості, що базується на середній кореляції елементів [10]. Для підвищення рівня коефіцієнту альфа Кронбаха слід розглянути можливість збільшення кількості елементів, їх перегляду у напрямі збільшення кореляції між елементами

(усуненні змінної, що має від'ємну кореляцію із іншими) при сталій кількості елементів кореляційної моделі. За коефіцієнтом Дейкстра-Генселера (RHO_A) нормативне значення, що становить 0,7 у результаті моделювання не досягнуто [11]. Зважаючи на значення average extracted variance (AVE=0,133) у результаті моделювання конвергентна валідність підтверджена [12].

Розглянемо також показники точності регресійної моделі тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств (табл. 4).

За отриманим значення індексу SRMR (standardized root mean square residual) отримано значення рівне 0,097. Згідно [13] отриманий рівень SRMR не перевищує порогове значення 0,08 точність отриманих результатів є посередньою. Тож, рекомендовану регресійну модель не слід використовувати для прогнозування.

Таблиця 4

Показники точності регресійної моделі тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств

Показники	Насичена модель (Saturated model)	Оцінена модель (Estimated model)
SRMR	0.097	0.098
d_ULS	1.121	1.147
d_G	0.208	0.212
Chi-square	98.709	100.435
NFI	0.168	0.154

Джерело: побудовано авторами із використанням SmartPLS

Висновки. З результатами моделювання підтверджено гіпотези щодо впливу цифрових технологій на методологію механізму тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств (гіпотези H_0 , H_2). Серед цифрових технологій важливим та результативними визначено штучний інтелект AI, управління ланцюгами «зелених» поставок ML, соціальний медіа-маркетинг SMM. Найбільший вплив методології механізму тактичного планування визначено на прибуток підприємства, транзакційні витрати та використання промислових твердих відходів (гіпотеза H_3).

Гіпотеза H_1 щодо впливу цифрових технологій на методи тактичного планування в системі циркулярних бізнес-моделей підприємств не підтверджена, через відсутність чіткого розуміння відмінності досліджених категорій методів та методології тактичного планування серед респондентів. Ефект від вилучення цієї змінної за критерієм F2 є малим.

Наявність непідтвердженої гіпотези вплинула на статистичні показники якості регресійної моделі, зафіксовано недостатність міри внутрішньої узгодженості за коефіцієнтом Альфа Кронбаха та коефіцієнтом

Дейкстра-Генселера (RHO_A), проте валідність за значення AVE (average extracted variance) підтверджено. У масиві незалежних змінних мультиколінеарність відсутня, що підтверджено критерієм VIF.

За наявності не підтвердженої гіпотези, регресійна модель не придатна для прогнозування, адже потребує оптимізації її структури, нормалізації залишків та

зниження рівня середнього значення залишків між спостережуваною та неявною коваріаційною (кореляційною) матрицею (SRMR).

У подальших розвідках за проблемою слід вивчити досвід тактичного планування у системі циркулярних бізнес-моделей підприємств.

Список використаних джерел:

1. Зварич І. (2017). Циркулярна економіка і глобалізоване управління відходами. Журнал європейської економіки, Вип. 16(1). С. 41-57. URL: <https://jeej.wunu.edu.ua/index.php/ukjee/article/view/914>.
2. Орехова Т. (2020). Циркулярна економіка як глобальний імператив. Журнал європейської економіки, Вип. 18(4). С. 360-371. URL: <https://jeej.wunu.edu.ua/index.php/ukjee/article/view/1422>.
3. Руда М.В., Яремчук Т.С., Бортнікова М.Г. (2021). Циркулярна економіка в Україні: адаптація європейського досвіду. Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку, № 3(1). С. 212-222.
4. Горбаль Н.І., Ломага Ю.Р. (2022). Циркулярна економіка—основа сталого розвитку підприємств. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія «Проблеми економіки та управління, № 1(9). С. 9-24.
5. Costanza R., Cumberland J., Daly H., Goodland R., Norgaard R. An Introduction to Ecological Economics. Florida: CRC Press, LLC. 1997.
6. Tudorache M. (2024). DEA Insights into Circular Economy Implementation: Literature Review and Guidelines for supporting H4C development. URL: https://essay.utwente.nl/101288/1/Tudorache_BA_EEMCS.pdf.
7. Економіко-математичне моделювання та технології управління транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення: звіт про НДР № 0123U101920 (проміжний). Суми: Сумський державний університет, 2023. 16 с. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/95198/1/Kolosok_zvit_2023.pdf.
8. Cohen J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd Ed.). New York: Routledge.
9. Ortiz M.C., Sarabia L.A. & Sánchez M.S. (2023). The inversion of multiresponse partial least squares models, a useful tool to improve analytical methods in the framework of analytical quality by design. Analytica Chimica Acta, No. 1276. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37573110/>.
10. Tavakol M. & Dennick R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. International journal of medical education, No. 2. Pp. 53-55.
11. Hair J., Sarstedt M., Hopkins L. & Kuppelwieser V. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) an emerging tool in business research. European Business Review, No. 6(2). Pp. 106–121.
12. Kulal A., Rahiman H.U., Suvarna H., Abhishek N., Dinesh S. (2024). Enhancing public service delivery efficiency: Exploring the impact of AI. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, Vol. 10. Iss. 3.
13. Mu W., Cui S., Deng F. & Liu T. Validity and Reliability of the Chinese Version of Digital Hoarding Scale. Research on Social Work Practice, DOI: <https://doi.org/10.1177/10497315241267202>.

References:

1. Zvarych, I. (2017). Tsyrukuliarna ekonomika i hlobalizovane upravlinnia vidkhodamy [Циркулярна економіка і глобалізоване управління відходами]. Journal of European Economy, Vol.16 (1). Pp. 41-57. Retrieved from: <https://jeej.wunu.edu.ua/index.php/ukjee/article/view/914>. [in Ukrainian].
2. Oriekhova, T. (2020). Tsyrukuliarna ekonomika yak hlobalnyi imperativ [Циркулярна економіка як глобальний імператив]. Journal of European Economy, Vol.18(4). Pp. 360-371. Retrieved from: <https://jeej.wunu.edu.ua/index.php/ukjee/article/view/1422>. [in Ukrainian].
3. Ruda, M.V., Yaremchuk, T.S., & Bortnikova, M.H., (2021). Tsyrukuliarna ekonomika v Ukraini: adaptatsiia yevropeiskoho dosvidu [Циркулярна економіка в Україні: адаптація європейського досвіду]. Management and Entrepreneurship in Ukraine: the stages of formation and problems of development, No. 3(1). Pp. 214. [in Ukrainian].
4. Horbal, N.I., & Lomaha, Yu.R., (2022). Tsyrukuliarna ekonomika—osnova staloho rozvytku pidpriemstv [Циркулярна економіка—основа сталого розвитку підприємств]. Journal of Lviv Polytechnic National University. Series of Economics and Management, No. 1(9). Pp. 9-24. [in Ukrainian].
5. Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., & Norgaard, R., (1997). An Introduction to Ecological Economics. Florida: CRC Press, LLC. [in English].
6. Tudorache, M. (2024). DEA Insights into Circular Economy Implementation: Literature Review and Guidelines for supporting H4C development. Retrieved from: https://essay.utwente.nl/101288/1/Tudorache_BA_EEMCS.pdf. [in English].
7. Ekonomiko-matematychne modeliuвання та tekhnologii upravlinnia transkordonnoiu enerhobezpekoiu v

umovakh voiennykh dii ta pislivoiennoho vidnovlennia [Економіко-математичне моделювання та технології управління транскордонною енергобезпекою в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення], (2023). Zvit pro NDR № 0123U101920 (promizhnyi). Sumy: Sumskyi derzhavnyi universytet, 16 p. Retrieved from: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/95198/1/Kolosok_zvit_2023.pdf [in Ukrainian].

8. Cohen J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Ed.). New York: Routledge. [in English].

9. Ortiz M.C., Sarabia L.A. & Sánchez M.S. (2023). The inversion of multiresponse partial least squares models, a useful tool to improve analytical methods in the framework of analytical quality by design. *Analytica Chimica Acta*, No. 1276. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37573110/>. [in English].

10. Tavakol M. & Dennick R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, No. 2. Pp. 53-55. [in English].

11. Hair J., Sarstedt M., Hopkins L. & Kuppelwieser V. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) an emerging tool in business research. *European Business Review*, No. 6(2). Pp. 106–121. [in English].

12. Kulal A., Rahiman H.U., Suvarna H., Abhishek N., Dinesh S. (2024). Enhancing public service delivery efficiency: Exploring the impact of AI. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, Vol. 10. Iss. 3. [in English].

13. Mu W., Cui S., Deng F. & Liu T. Validity and Reliability of the Chinese Version of Digital Hoarding Scale. *Research on Social Work Practice*, DOI: <https://doi.org/10.1177/10497315241267202>. [in English].