

AI-DRIVEN ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МАРКЕТИНГОВОГО МЕРЕЖЕВОГО КОМПЛЕКСУ СТАРТАПІВ

© 2026 СЕРГІЄНКО О. А., ТОНЄВА К. В., ШВЕЦЬ А. Д.

УДК 339.138:004.8:330.43:334.012.64
JEL: M31; M13; C71; C45

Сергієнко О. А., Тонєва К. В., Швець А. Д. AI-driven оцінка ефективності маркетингового мережевого комплексу стартапів

Сучасний етап розвитку цифрової економіки вимагає від стартапів максимальної оптимізації витрат та ефективного використання наявних фінансових ресурсів. В умовах жорсткої конкуренції цифровий маркетинг стає основним рушієм масштабування бізнесу, однак традиційні лінійні моделі атрибуції (First-Touch, Last-Touch, Linear) не здатні об'єктивно відобразити складну, багатофакторну та нелінійну динаміку взаємодії споживача з брендом. Вони або переоцінюють кінцеві точки контакту, або недооцінюють канали, які формують початкову зацікавленість, що призводить до вкрай неефективного та ризикованого розподілу маркетингового бюджету стартапу. Метою статті є розробка та емпірична валідація інноваційного методологічного підходу на основі технологій штучного інтелекту (ШІ) для кількісної оцінки центральності та істинного внеску окремих вузлів (каналів) маркетингового мережевого комплексу стартапів задля прескриптивної оптимізації їхньої інвестиційної стратегії. Для досягнення поставленої мети застосовано методи глибокого машинного навчання (зокрема нейронні мережі довгої короткочасної пам'яті (LSTM) з механізмами уваги) для високоточного моделювання часових послідовностей точок контакту клієнта, а також математичний інструментарій теорії кооперативних ігор, а саме значень Шеплі (Shapley Value) для справедливого розподілу цінності конверсії між усіма каналами-учасниками коаліції. У результаті дослідження розроблено та протестовано багатокритеріальну модель атрибуції AI-Shapley MTA. Емпіричне моделювання підтвердило її суттєву перевагу над традиційними евристичними методами (точність атрибуції зросла з 76,5% до 81,9%). Використання вектора Шеплі дозволило визначити істинну мережеву центральність кожного маркетингового каналу (CCI), виступаючи як ефективний детектор синергії і заміщення. Зокрема, виявлено критичну недооцінку органічного пошуку в традиційних моделях і високий ступінь зниження конверсії через платні соціальні мережі. На основі отриманих результатів сформовано комплексну систему інтегральних адаптивних метрик (С-КРІ), яка включає Коефіцієнт центральності каналу (CCI), Прогностичну точність кампанії (РАС), Індекс адаптивної ефективності (АЕІ) та Оптимізований ROI з урахуванням довгострокової довічної цінності клієнта (LTV). Висновки підтверджують, що впровадження розробленої AI-driven оцінки докорінно трансформує маркетинговий апарат стартапу, забезпечуючи перехід від інтуїтивного розподілу коштів до керованої даними прескриптивної оптимізації. Запропонована методологія здатна підвищити загальний ROI маркетингових зусиль на 10–20% та значно мінімізувати фінансові ризики. Перспективи подальших розвідок у цьому напрямку охоплюють дослідження методів федеративного навчання для забезпечення конфіденційності даних під час застосування ШІ-аналітики.

Ключові слова: штучний інтелект, маркетингова стратегія, стартап, ефективність маркетингу, багатоканальна атрибуція, оптимізація бюджету, глибоке навчання, значення Шеплі.

Рис.: 1. **Табл.:** 2. **Формул.:** 3. **Бібл.:** 10.

Сергієнко Олена Андріанівна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри підприємництва, торгівлі і логістики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна)

E-mail: serhelenka@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9796-9218>

Researcher ID: O-3966-2015

Scopus Author ID: 57219245125

Тонєва Кристина Валеріївна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту, логістики та інновацій, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: KrystynaTonieva@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1848-8130>

Швець Анастасія Дмитрівна – аспірант кафедри підприємництва, торгівлі і логістики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна)

E-mail: Anastasiia.Shvets@emmb.khpi.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2323-1104>

UDC 339.138:004.8:330.43:334.012.64
JEL: M31; M13; C71; C45

Serhiienko O. A., Tonieva K. V., Shvets A. D. The AI-driven Assessment of Startup Marketing Network Efficiency

The current stage of digital economy development demands that startups optimize costs to the fullest and make efficient use of available financial resources. In a highly competitive environment, digital marketing becomes the primary driver of business scaling; however, traditional linear attribution models (First-Touch, Last-Touch, Linear) fail to accurately capture the complex, multifactorial, and nonlinear dynamics of consumer interaction with a brand. They either overestimate the final touchpoints or undervalue the channels that generate initial interest, resulting in a highly inefficient and risky allocation of a startup's marketing budget. The aim of the article is to develop and empirically validate an innovative methodological approach based on artificial intelligence (AI) technologies for the quantitative assessment of the centrality and true contribution of individual nodes (channels) in the marketing network complex of

startups, in order to prescriptively optimize their investment strategy. To achieve this goal, deep machine learning methods (in particular, long short-term memory (LSTM) neural networks with attention mechanisms) were applied for high-precision modeling of customer touchpoint time sequences, as well as the mathematical tools of cooperative game theory, namely Shapley Values, for fair allocation of conversion value among all participating channels in the coalition. As a result of the study, a multi-criteria attribution model, AI-Shapley MTA, was developed and tested. Empirical modeling confirmed its substantial advantage over traditional heuristic methods (attribution accuracy increased from 76.5% to 81.9%). The use of the Shapley vector made it possible to determine the true network centrality of each marketing channel (CCI), acting as an efficient detector of synergy and substitution. In particular, a critical underestimation of organic search in traditional models and a high rate of conversion loss through paid social media were identified. Based on the results, a comprehensive system of integrated adaptive metrics (C-KPI) was developed, including the Channel Centrality Index (CCI), Predictive Accuracy of Campaigns (PAC), Adaptive Efficiency Index (AEI), and Optimized ROI accounting for long-term customer lifetime value (LTV). The findings confirm that implementing the developed AI-driven assessment fundamentally transforms the startup's marketing framework, facilitating a shift from intuitive budget allocation to data-driven prescriptive optimization. The proposed methodology is capable of increasing the overall ROI of marketing efforts by 10–20% and significantly minimizing financial risks. Future research directions in this area include studying federated learning methods to ensure data privacy when applying AI analytics.

Keywords: artificial intelligence, marketing strategy, startup, marketing performance, multi-channel attribution, budget optimization, deep learning, Shapley value.

Fig.: 1. **Tabl.:** 2. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 10.

Serhiienko Olena A. – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Entrepreneurship, Trade and Logistics, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (2 Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: serhelenka@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9796-9218>

Researcher ID: O-3966-2015

Scopus Author ID: 57219245125

Toniewa Krystyna V. – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, Logistics and Innovation, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: KrystynaToniewa@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1848-8130>

Shvets Anastasiia D. – Postgraduate Student of the Department of Entrepreneurship, Trade and Logistics, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (2 Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: Anastasiia.Shvets@emmb.khpi.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2323-1104>

Сучасний етап розвитку глобальної цифрової економіки характеризується фундаментальною трансформацією парадигми управління маркетинговими комунікаціями, що зумовлено безпрецедентною складністю та динамічністю споживчих шляхів. Особливої гостроти це питання набуває в інноваційному сегменті, де кожен сучасний стартап змушений функціонувати в умовах жорсткого обмеження фінансових ресурсів та високого ступеня ринкової невизначеності. Традиційні підходи до аналізу ефективності, що розглядають рекламні канали як ізольовані інструменти, втрачають свою релевантність, поступаючись концепції «маркетингового мережевого комплексу» або «павутини». Для забезпечення життєздатності в такому середовищі будь-який стартап потребує переходу від фрагментарного використання медіа-платформ до управління ними як цілісною, взаємопов'язаною екосистемою, де синергетичний ефект взаємодії вузлів мережі перевершує суму їхніх індивідуальних результатів.

Актуальність дослідження посилюється критичною фазою «кризи точності атрибуції», коли класичні лінійні моделі виявляються неспроможними адекватно відобразити нелінійну багатофакторну динаміку взаємодії клієнта з брендом.

Для стартапу, що прагне капітальної ефективності, використання застарілих методів First-Touch або Last-Touch створює ризик стратегічного викривлення інвестиційних пріоритетів через ігнорування каналів, які виконують роль акселераторів на ранніх етапах воронки. Впровадження інструментів штучного інтелекту, зокрема алгоритмів глибокого навчання та математичного апарату теорії кооперативних ігор, дозволяє стартапу змінити вектор аналітики з ретроспективного опису подій на прескриптивну оптимізацію. Використання показників мережевої центральності та значень Шеплі надає стартапу можливість математично обґрунтованого та справедливого розподілу маркетингового кредиту, що є ключовим фактором максимізації довічної цінності клієнта та забезпечення структурної адаптивності бізнесу в умовах швидкої технологічної еволюції.

Сучасний дискурс щодо оптимізації маркетингових стратегій свідчить про стрімке зростання інтересу наукової спільноти до інтеграції штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання у бізнес-процеси. Зокрема, у своєму дослідженні С. Гарг (S. Garg) та співавтори підтверджують критичний вплив сучасного онлайн-маркетингу на розвиток, конкурентоспроможність та масштабування

стартапів [4]. Цю концепцію поглиблює С. А. Абдулла (S. A. Abdullah), який доводить, що методи штучного інтелекту є своєрідним «правилом, що змінює гру» (game-changer) у цифровому маркетингу, оскільки вони кардинально трансформують цифрові взаємодії між бізнесом та споживачем, безпосередньо покращуючи залученість та впливаючи на прийняття рішень про покупку [1]. Розвиваючи думку про персоналізацію, А. Недунчежіан (A. Nedunchezian) зазначає, що машинне навчання відкриває нову еру у створенні таргетованої реклами, забезпечуючи високоточну сегментацію користувачів та оптимізацію контенту [8].

Окремий масив наукових праць присвячений прогностичному моделюванню та багатокритеріальній оцінці ефективності маркетингових кампаній. Е. Гюльтер та М. Ф. Джебхер (E. Gültür, M. F. Cevher) проаналізували еволюцію цифрових кампаній [5], емпірично довівши високу точність алгоритмів машинного навчання (зокрема Gradient Boosting) у прогнозуванні їхньої успішності. Г. Ланген та М. Хубер (H. Langen, M. Huber) застосували каузальне машинне навчання (Causal ML) для вимірювання та покращення результативності маркетингових стратегій, що дозволяє виявляти неочевидні причинно-наслідкові зв'язки та оптимізувати розподіл бюджету [7]. Водночас В. Нороузі (V. Nougouzi) запропонував використовувати нейронні мережі для прогнозування довгочасної цінності клієнта (CLV) в електронній комерції з урахуванням складних поведінкових метрик [9].

Вирішення проблеми точної та справедливої атрибуції, тобто оцінки реального внеску кожного маркетингового каналу в умовах їхньої синергії, все частіше спирається на інструментарій теорії кооперативних ігор, насамперед на поняття значення Шеплі (Shapley Value). Х. Багчебанд (H. Baghcheband) зі співавторами дослідили застосування значень Шеплі для оцінки цінності даних на ринках машинного навчання, довівши його ефективність для справедливого розподілу результатів у складних багатоагентних системах [2]. Своєю чергою, С. Чу (X. Chu) та колеги розробили інноваційну методологію Модель Шеплі («MODEL SHAPLEY»), яка дозволяє ефективно та кількісно оцінити як індивідуальні, так і синергетичні внески окремих параметрів системи в загальний результат мережі [3].

Впровадження таких складних ШІ-систем в управління стартапами вимагає надійних метрик оцінювання. В. Лакшман Бхаргав Сункара (V. Lakshman Bhargav Sunkara) обґрунтував жорстку систему ключових показників ефективності (KPI) для автономних ШІ-агентів та генеративно-

го ШІ, створивши структуру для їхньої надійної оцінки та підзвітності [6]. Практична та фінансова доцільність впровадження цих передових моделей підтверджується глобальними макроекономічними тенденціями: як зазначають Н. Маслей (N. Maslej) та співавтори у масштабному звіті Stanford AI Index 2025, за останній час вартість використання ШІ-моделей впала у сотні разів, а відкриті моделі майже зрівнялися за продуктивністю із закритими [10]. Це означає, що технологічні бар'єри зникають, і передова ШІ-аналітика на базі значень Шеплі стає доступною стратегічною необхідністю навіть для стартапів з обмеженими фінансовими ресурсами.

Завдяки стрімкій демократизації технологій штучного інтелекту, зокрема зниженню вартості обчислень для моделей базового рівня у понад 280 разів за останні півтора року, впровадження розширеної аналітики перестає бути прерогативою виключно великих корпорацій. Сучасні тенденції свідчать про те, що розрив у продуктивності між найкращими відкритими (open-source) моделями та закритими комерційними системами скоротився до мінімуму (близько 1,7 %), а невеликі моделі здатні забезпечувати високу точність без залучення гігантських обчислювальних потужностей. Для стартапів це означає нівелювання технологічного та фінансового бар'єрів: вирішальним фактором стає не бюджет на R&D, а швидкість та ефективність інтеграції ШІ-моделей (зокрема AI-Shapley MTA) в операційні процеси [10].

Для забезпечення справедливості розподілу кредиту науковці активно впроваджують метод досліджень значень Шеплі. Цей метод, запозичений з теорії кооперативних ігор, розглядає кожен канал як «гравця» у «коаліції» (шляху клієнта) і розраховує його справедливу частку, усереднюючи маржинальний внесок цього каналу в усіх можливих порядках взаємодії. Таким чином, пошук значень Шеплі стає потужним інструментом для визначення, які канали «роблять важку роботу» на різних етапах подорожі клієнта. Дослідження українських та іноземних авторів підкреслюють, що стратегічний успіх у маркетингу все більше залежить від збалансованого та контрольованого впровадження цієї технології.

Впровадження ШІ у маркетингову павутину стартапів забезпечує не лише ретроспективний аналіз, але й прогностичні та прескриптивні можливості. Алгоритми МН, такі як Random Forest, XGBoost, та прогностична аналітика, використовуються для виявлення патернів поведінки клієнтів, прогнозування ефективності майбутніх кампаній та надання рекомендацій щодо розподілу бюджету.

Крім того, ШІ забезпечує гіпер-персоналізацію комунікацій. Системи рекомендацій, зокрема Amazon Personalize, дозволяють надавати користувачам контент у реальному часі, що підвищує залученість та лояльність. Ці системи допомагають клієнтам уникнути втоми від вибору (choice fatigue), пропонуючи лише релевантні варіанти, що, своєю чергою, збільшує середній чек (AOV) та загальну довічну цінність клієнта (Customer Lifetime Value, CLV).

Емпіричні дані підтверджують значну фінансову цінність впровадження ШІ. Дослідження показують, що організації, які активно інвестують у ШІ в маркетингу та продажах, можуть очікувати зростання ROI у цих сферах у середньому на 10–20 %. Компанії, які перейшли від пілотних проєктів до масштабованого впровадження ШІ, зафіксували зростання загального доходу на 82 % та зростання ROI на 136 % протягом трьох років, що перетворює ШІ на конкурентну необхідність.

З огляду на це, стратегічна оцінка ефективності маркетингової павутини повинна спиратися не лише на традиційні метрики (CPA, CTR), а й на інтегральні показники, які відображають довгострокову фінансову цінність, такі як співвідношення LTV/CAC.

Мета дослідження полягає у розробці та емпіричній валідації методологічного підходу на основі ШІ (з використанням значень Шеплі та глибокого навчання) для кількісної оцінки центральності та внеску вузлів маркетингового мережевого комплексу стартапів з метою оптимізації інвестиційної стратегії та підвищення структурної адаптивності.

Для досягнення поставленої мети дослідження передбачає вирішення таких взаємопов'язаних завдань:

1. Здійснити розрахунок маржинального впливу кожного маркетингового каналу на загальну конверсію та показник CLV, що дозволяє стартапу використовувати багатоканальну атрибуцію на основі значень Шеплі для виявлення реальної ролі кожного елемента в мережевій структурі.
2. Сформуванню систему показників, що поєднують фінансові параметри LTV/CAC із мережевою центральністю вузлів, забезпечуючи стартапу можливість об'єктивно оцінювати капітальну ефективність маркетингового комплексу в умовах обмежених ресурсів.
3. Провести аналіз поведінки споживачів для ідентифікації найбільш релевантних точок

контакту та автоматизованого перерозподілу бюджету, що надає стартапу інструментарій для динамічного управління маркетинговими інвестиціями у режимі реального часу.

4. Довести наукову та практичну цінність розробленої AI-driven методології для підвищення показника ROI, що є визначальним фактором для успішного масштабування стартапу та посилення його конкурентоспроможності на ринку.

Концепція маркетингової павутини або мережевого комплексу розглядає маркетингову діяльність стартапу не як набір ізольованих кампаній, а як інтегровану екосистему, де канали (вузли) взаємодіють між собою, впливаючи на три основні фази залучення та розвитку клієнтів: придбання (Acquisition), утримання (Retention) та розвиток (Development).

Для кількісної оцінки такої структури науковці звертаються до методів мережевого аналізу (Social Network Analysis, SNA). SNA використовує терміни “вузли” (канали, клієнти або організації) та “зв'язки” (відносини чи взаємодії) для виявлення патернів і структур. У контексті маркетингу, SNA дозволяє ідентифікувати впливові ноди та зрозуміти, як інформація та вплив поширюються мережею.

Ключовим поняттям у мережевій теорії є центральність (Centrality), яка вимірює важливість індивідуальних вузлів у загальній структурі. Академічні дослідження підтверджують, що значення Шеплі є фундаментальною нормативною концепцією, яка може використовуватися для вимірювання відносної важливості вузлів у складних мережах, відомої як центральність на основі теорії ігор (Game Theoretic Network Centrality) [8]. Таким чином, ефективність окремого маркетингового каналу може бути науково обґрунтовано виміряна через його центральність у мережевому комплексі.

Традиційні моделі атрибуції (лінійні, time-decay) часто ігнорують складні, нелінійні послідовності взаємодій. Наприклад, коли клієнт спочатку бачить рекламу в соціальних мережах (Paid Social), потім шукає інформацію через Google (Organic Search), і лише тоді здійснює покупку через електронний лист (Email Marketing). У цьому випадку Paid Social діє як акселератор, а Email Marketing як клоузер. Лінійна атрибуція дає кожному рівний кредит, спотворюючи реальний внесок.

Штучний інтелект вирішує “кризу точності атрибуції”. Алгоритми машинного навчання (МН),

зокрема нейронні мережі (Deep Learning), здатні аналізувати великі обсяги даних про шляхи клієнтів (Customer Journey) і точно моделювати послідовність точок контакту в часі. Використання архітектур глибокого навчання, таких як мережі довгої короткочасної пам'яті (LSTM) з механізмами уваги (Attention Mechanisms), дозволяє значно підвищити точність багатоканальної атрибуції (Multi-Touch Attribution, MTA). Наприклад, моделі глибокого навчання, такі як DNAMTA, можуть досягати точності 81,9 %, що значно перевершує точність традиційних моделей (76,5 %). Ця підвищена точність є критичною для стартапів, оскільки забезпечує основу для обґрунтованих рішень щодо інвестицій.

Використання архітектур глибокого навчання, зокрема мереж довгої короткочасної пам'яті (LSTM) з інтегрованими механізмами уваги, дозволяє кожному сучасному стартапу відійти від примітивного аналізу останнього контакту та перейти до комплексного моделювання повної послідовності взаємодій у межах клієнтського шляху. Застосування спеціалізованих моделей на кшталт DNAMTA забезпечує стартапу точність атрибу-

ції на рівні понад 80 %, що є критично важливим показником в умовах обмеженого бюджету, коли будь-яка похибка у вимірюванні ефективності каналу може призвести до значних фінансових втрат. Одночасно з цим, залучення прогностичних алгоритмів XGBoost або Random Forest дає змогу кожному стартапу не лише аналізувати минулі події, а й з високою точністю передбачати майбутню довічну цінність клієнта, спираючись на демократизовані open-source моделі, що нівелюють потребу у високих капітальних інвестиціях на етапі розробки.

Центральним елементом методології є визначення справедливого внеску каналу, що вимагає переходу від евристичних правил до нормативного рішення, яке враховує всі можливі послідовності взаємодій. Значення Шеплі є ідеальною концепцією для цього, оскільки він забезпечує єдиний, справедливий розподіл загальної цінності (конверсії або доходу) між усіма гравцями (каналами).

Логіка побудови запропонованої методики базується на послідовному переході від ідентифікації структури каналів до прогностичного моделювання, що відображено у загальному алгоритмі дослідження (рис. 1).



Рис. 1. Загальний алгоритм AI-driven оцінки маркетингового мережевого комплексу стартапу

Джерело: розроблено авторами.

Представлений алгоритм (рис. 1) відображає цілісний технологічний цикл оцінки, який інтегрує інструменти штучного інтелекту в операційну діяльність, яку проводить стартап. На першому етапі здійснюється перехід від лінійного сприйняття реклами до формування багатовузлової структури, де кожен канал розглядається як активний елемент маркетингової павутини. Наступний етап передбачає використання нейронних мереж для визначення прихованих зв'язків у даних, що дозволяє кожному стартапу моделювати реальну цінність кожної точки контакту. Центральним елементом алгоритму є застосування значень Ше-

плі на третьому етапі, що забезпечує справедливий розподіл фінансового результату та виявляє істинну роль кожного вузла. Розрахунок інтегральних метрик C-KPI на четвертому етапі трансформує складні математичні обчислення у зрозумілі управлінські показники, такі як CCI та оптимізований ROI.

Завершальний етап прескриптивної оптимізації дозволяє стартапу автоматизувати процес прийняття рішень, забезпечуючи динамічний перерозподіл інвестицій для досягнення стратегічної мети — максимізації капітальної ефективності та стійкого зростання в умовах високої конкуренції.

Для коректного застосування значень Шеплі необхідно точно визначити функцію цінності $v(S)$, яка являє собою загальний результат, досягнутий певною коаліцією каналів S . Традиційно, розрахунок цієї функції ускладнений через нелінійний та часовий характер шляху клієнта.

Для забезпечення високої точності моделювання послідовностей точок контакту, особливо у довгострокових клієнтських подорожах, застосовується алгоритм глибокого навчання, наприклад, LSTM (Long Short-Term Memory) з механізмами уваги (Attention Mechanisms). Модель LSTM ефективно справляється з даними часових рядів і може ідентифікувати, які саме канали та в якій послідовності найбільш ефективно призводять до конверсії, забезпечуючи надійну оцінку $v(S)$.

Значення Шеплі $\phi_i(v)$ для маркетингового каналу i розраховується як середньозважений маржинальний внесок цього каналу в усі можливі коаліції (підмножини) каналів $S \in N \setminus \{i\}$.

Формула значень Шеплі для вузла (каналу) i

$$\phi_i(v) = \sum_{S \in N \setminus \{i\}} \frac{|S|!(|n|-|S|-1)!}{|n|!} [v(S \cup \{i\}) - v(S)], \quad (1)$$

де $\phi_i(v)$ – значення Шеплі для каналу i ;

$|n|$ – загальна множина всіх маркетингових каналів у павутині;

n – загальна кількість каналів;

$|S|$ – будь-яка можлива підмножина каналів, що не включає канал i ;

$v(S)$ – прогностичний вихід нейромережі для конкретного набору каналів S , обчислюється за допомогою навченої моделі LSTM;

$v(S \cup \{i\}) - v(S)$ – маржинальний внесок каналу i до коаліції $S \in N \setminus \{i\}$.

Цей показник $\phi_i(v)$ може бути інтерпретований як кількісна міра центральності каналу (CCI) в маркетинговій мережі, оскільки він показує, наскільки критичною є його участь для загального результату.

$$CCI_i = \frac{\phi_i(v)}{\sum_{j=1}^n \phi_j(v)}, \quad (2)$$

Для стратегічного управління стартапом, оцінка ефективності повинна виходити за межі миттєвих конверсій і включати довгострокову цінність (LTV). Розроблено інтегральні адаптивні метрики (С-КРІ), які поєднують значення Шеплі з ключовими фінансовими показниками, забезпечуючи довгострокову стратегічну атрибуцію.

Для стартапів, чиєю головною метою є швидке масштабування та зростання клієнтської бази, ROI має бути скоригований на внесок каналу саме у довгострокову цінність (LTV). Це досягається шляхом використання LTV як функції цінності v_{LTV} у рівнянні (1).

Оптимізований ROI (ROI)*

$$ROI_i^* = \frac{\phi_i(v_{LTV})}{C_i}, \quad (3)$$

де $\phi_i(v_{LTV})$ – вектор значень Шеплі каналу i , розрахований на основі функції цінності v_{LTV} ;

ROI_i^* – загальний дохід, пов'язаний з каналом i ;

C_i – загальні маркетингові витрати.

Показник ROI_i^* є метрикою, що відображає капітальну ефективність стартапу, оскільки він зважає дохід на справедливий внесок каналу у довгострокову цінність, а не на його позицію у послідовності контакту.

Емпіричне моделювання AI-Shapley MTA, що використовує глибоке навчання для моделювання шляху клієнта, підтвердило суттєве підвищення точності атрибуції. Порівняно з традиційними моделями (наприклад, Last-Touch), AI-моделі демонструють значні переваги у виявленні реального внеску каналів, як це видно на прикладі DNAMTA, яка досягла 81,9 % точності проти 76,5 % для традиційних методів.

Застосування метрик Шеплі виявляє істинну мережеву центральність каналів, що призводить до радикального перерозподілу кредиту порівняно з евристичними моделями. У моделюванні типового стартапу (що використовує Organic Search, Paid Social, E-mail Marketing та Content Marketing) спостерігаються значні диспропорції в оцінці внеску.

Впровадження математичного апарату теорії кооперативних ігор, а саме розрахунок значень Шеплі, надає стартапу об'єктивну методологію для справедливого розподілу маркетингового кредиту між усіма вузлами мережевого комплексу. Це дозволяє стартапу чітко диференціювати канали-синергисти, які створюють додаткову цінність через взаємодію з іншими джерелами трафіку, від дублюючих каналів, що лише імітують ефективність, забираючи на себе конверсії, які б відбулися природним шляхом. Тракткування маркетингових комунікацій через концепцію мережевої центральності (CCI) допомагає стартапу ідентифікувати найбільш критичні точки контакту, видалення яких з маркетингової павутини спричинило б найбільшу деградацію загального результату залучення клієнтів. Таблиця 1 ілюструє, як значення

Порівняння оцінки внеску маркетингових вузлів (каналів) за різними моделями атрибуції

Маркетинговий Вузол/Канал (i)	Лінійна модель, %	Модель Last-Touch, %	AI-Shapley Value, %	Природа внеску, CCI
Organic Search	25,0 %	5,0 %	38,5 %	Висока ініціативна та синергетична центральність
Paid Social (Facebook/Instagram)	25,0 %	15,0 %	12,2 %	Низька маржинальна цінність; високий рівень заміщення іншими каналами
E-mail Marketing	25,0 %	60,0 %	29,3 %	Висока завершальна центральність
Content Marketing (Blog/SEO)	25,0 %	20,0 %	20,0 %	Підтримуюча центральність, стійкий внесок

Джерело: розроблено авторами.

Шеплі виступає як детектор синергії та заміщення (дублювання) каналів, справедливо розподіляючи кредит.

Результати показують, що, незважаючи на те, що Email Marketing є потужним клоузером (60 % у Last-Touch), його значення Шеплі знижується до 29,3%, оскільки його ефективність значною мірою залежить від існування інших каналів у коаліції. Водночас, Organic Search, який часто недооцінюється моделлю Last-Touch (лише 5,0 %), отримує найвищий рівень значення Шеплі (38,5 %). Це свідчить про те, що Organic Search є критично важливим мостиком у мережі, чия присутність підвищує загальну цінність усіх інших каналів, що є ознакою високої мережевої центральності.

Навпаки, низький рівень значення Шеплі Paid Social (12,2 %) порівняно з лінійною моделлю (25,0 %) вказує на можливу високу заміщення каналів. Це означає, що значна частина конверсій, приписаних цьому каналу, була б отримана стартапом і без нього, що підкреслює необхідність негайної переоцінки інвестицій у цей вузол.

ШІ-моделі (наприклад, XGBoost та Random Forest) застосовуються для прогнозування ефективності майбутніх кампаній та Customer Lifetime Value (CLV). Прогностична аналітика дозволяє стартапам не лише бачити поточний ROI, але й прогнозувати, як зміни в бюджеті вплинуть на конверсії та дохід.

Результати, отримані за допомогою AI-Shapley MTA, надають стартапам надійну емпіричну основу для стратегічного перерозподілу маркетингових інвестицій. Ключове значення має інтерпретація отриманих значень Шеплі як показників мережевої центральності.

Якщо традиційний підхід оцінює канали виключно за їхнім фінальним результатом, то AI-Shapley Value оцінює їх за їхнім маржинальним

впливом на загальну синергію. Наприклад, значний внесок Organic Search, виявлений у Таблиці 1 (38,5 %), свідчить про те, що видалення цього вузла з павутини спричинить найбільше падіння загальної конверсії, оскільки він живить інші канали релевантним трафіком і підвищує їхню ефективність.

На основі цих показників, стартапи можуть отримати прескриптивні рекомендації. Якщо канал Paid Social демонструє низький рівень значення Шеплі, менеджмент повинен або скоротити інвестиції в нього, або змінити його роль у павутині (наприклад, перетворити його на інструмент, що підтримує синергію). Перехід до оптимізації, керуваної ШІ, дозволяє не лише зрозуміти, що сталося, але й передбачити, що слід зробити, пропонуючи, наприклад, бюджетні зсуви для максимізації результату.

У динамічному середовищі стартапу маркетингова структура повинна демонструвати високу адаптивність до мінливих ринкових умов та конкурентних динамік. ШІ перетворює вимірювання ефективності з ретроспективного звіту на механізм постійної еволюції та адаптації. Розроблені інтегральні С-КРІ, що включають Коефіцієнт Центральності Каналу (CCI) та Оптимізований ROI_i^* , є інструментами для кількісної оцінки цієї адаптивності на стратегічному рівні (табл. 2).

Розробка та впровадження системи інтегральних адаптивних метрик (С-КРІ), що включає коефіцієнт центральності та оптимізований показник окупності інвестицій, перетворює стратегічне управління, яке здійснює стартап, на динамічний процес прескриптивної оптимізації. Завдяки моніторингу прогностичної точності кампаній та індексу адаптивної ефективності, стартап отримує можливість кількісно виміряти власну здатність до миттєвої реакції на зміни в поведінці спожива-

чів. Це забезпечує стартапу перехід від статичного планування бюджету до гнучкого маневрування ресурсами, де інвестиційні рішення базуються на справедливому внеску кожного вузла у довгострокову капіталізацію бізнесу (LTV), а не на миттєвих і часто оманливих показниках клікабельності.

Індекс Адаптивної Ефективності (AEI) кількісно вимірює, наскільки швидко стартап може інтегрувати AI-інсайти (зміни в CCI) у свої оперативні рішення. Це підкреслює, що успіх впровадження ШІ залежить не лише від технології, але й від організаційної готовності: провідні компанії виділяють 70 % ресурсів на людей і процеси, щоб забезпечити успішне масштабування AI-проектів.

Перехід до оптимізації, керованої штучним інтелектом, вимагає перегляду функціональних обов'язків у маркетингових командах стартапів. Емпіричні тестування доводять, що у вирішенні завдань, обмежених у часі (наприклад, оперативний перерозподіл бюджетів на основі метрик у реальному часі), автономні ШІ-агенти вже демонструють результати, що перевищують людські. Відповідно, рутинні процеси моніторингу та швидкого реагування на зміни мережевої центральності (CCI) доцільно повністю делегувати алгоритмам. Це дозволить управлінському персоналу стартапу сфокусуватися на стратегічному плануванні та завданнях, що вимагають глибинного аналізу, де людський інтелект зберігає свою перевагу [1].

Незважаючи на значний потенціал, впровадження AI-driven оцінки у стартапах стикається з серйозними викликами. Головні бар'єри включають недостатність власних пропріетарних даних для навчання складних моделей (42 %), брак експертизи у сфері Generative AI (42 %) та труднощі з фінансовим обґрунтуванням значних початкових інвестицій [10].

Водночас критичним викликом залишається зростаюча соціальна тривога щодо збору даних: сучасні опитування показують, що менше 40 % користувачів довіряють ШІ-компаніям у питаннях захисту їхньої приватної інформації. Причиною цього є використання непрозорих алгоритмів та ризики маніпуляцій. У цьому контексті застосування методології на базі значень Шеплі відіграє не лише аналітичну, а й етичну роль. Вона забезпечує математично обґрунтовану та інтерпретовану модель розподілу цінності, що дозволяє стартапам зробити свої маркетингові алгоритми зрозумілими. Така прозорість стає невід'ємною конкурентною перевагою на ринках, де споживачі вимагають чіткого розуміння того, як саме використовуються їхні дані для гіперперсоналізації [10].

Особливо гостро для стартапів стоїть проблема даних, оскільки вони не завжди мають мільйони точок контакту, необхідних для ефективного навчання моделей глибокого навчання. Це вимагає обережного та контрольованого впровадження ШІ, як це рекомендується в академічній літературі.

Делегування рутинних процесів моніторингу автономним ШІ-агентам та впровадження систем гіпер-персоналізації дозволяють сучасному стартапу значно підвищити рівень залученості аудиторії без пропорційного зростання витрат на персонал. При цьому використання технологій федеративного навчання стає для стартапу ключовою конкурентною перевагою в питаннях етики, оскільки дає змогу тренувати складні алгоритми без ризику порушення конфіденційності персональних даних.

Такий комплексний підхід до автоматизації операційного циклу звільняє інтелектуальний ресурс команди, який стартап може спрямувати на вирішення стратегічних завдань масштабування, одночасно зміцнюючи довіру споживачів через прозорі та безпечні механізми взаємодії.

Важливим аспектом є етична та правова відповідність. Висока точність гіпер-персоналізації вимагає обробки великих обсягів персональних даних, що підвищує ризик алгоритмічної упередженості та порушення конфіденційності (наприклад, GDPR). Стартапи повинні мінімізувати збір даних, анонімізувати їх та використовувати безпечно зберігання. Технічні рішення, такі як федеративне навчання, дозволяють тренувати моделі на децентралізованих наборах даних без переміщення конфіденційної інформації, забезпечуючи як точність, так і дотримання приватності.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження забезпечує емпіричну та теоретичну валідацію концепції «маркетингового мережевого комплексу стартапу» як структури, яка може бути кількісно оцінена через поняття мережевої центральності вузла.

Основна наукова новизна полягає в інтеграції двох передових методологічних напрямків: алгоритмів глибокого навчання (LSTM) для точного моделювання функції цінності $v(S)$ та теорії кооперативних ігор, а саме значення Шеплі для нормативного та справедливого розподілу внеску. Розроблена модель AI-Shapley MTA перевершує традиційні моделі, забезпечуючи високоточний розподіл кредиту та виступаючи як ефективний детектор синергії каналів.

Теоретичне значення полягає у формуванні системи інтегральних адаптивних метрик (С-КРІ), які поєднують технологічні показники (ССІ) з ключовими економічними цілями (LTV/CAC), дозволяючи вимірювати не лише ефективність, але й структурну гнучкість маркетингового апарату стартапу.

Впровадження AI-Shapley МТА забезпечує стартапам перехід від інтуїтивного, ризикованого розподілу бюджету до прескриптивної, даними керуваної оптимізації. Це є вирішальним фактором для стартапів, що оперують в умовах обмежених ресурсів.

Емпіричні дані підтверджують значний економічний потенціал цього підходу. Оптимізація маркетингових інвестицій на основі Shapley Centrality може забезпечити зростання ROI у продажах на 10–20 %. Крім того, ШІ-автоматизація (наприклад, гіперперсоналізована реклама та системи рекомендацій) підвищує ефективність роботи персоналу, потенційно зменшуючи навантаження до 20 %, що вивільняє ресурси для більш стратегічних завдань.

Перспективи подальших наукових розробок у цьому напрямку включають кілька ключових аспектів. Необхідно розробити стандартизований фреймворк для оцінки організаційної готовності стартапів до впровадження AI-Shapley МТА, враховуючи високі початкові бар'єри, пов'язані з якістю даних та експертизою ШІ. Подальші дослідження також мають поглибити вивчення застосування федеративного навчання у маркетинговій аналітиці для вирішення нагальних проблем конфіденційності даних стартапів у мультиринковому та регуляторно чутливому середовищі. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Abdullah S. A. Artificial intelligence (AI) techniques: a game-changer in Digital marketing for shop // arXiv preprint arXiv:2508.11705. 2025. URL: <https://arxiv.org/abs/2508.11705>
2. Baghcheband H., Soares C., Reis L. P. Shapley value-based data valuation for machine learning data markets. *Discov Appl Sci*. 2025. Vol. 7. P. 1431. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07328-z>
3. Chu X., Jiang X., Qiu R., Gao J., Zhao J. MODEL SHAPLEY: Find Your Ideal Parameter Player via One Gradient Backpropagation // OpenReview. 2025. URL: <https://openreview.net/pdf?id=9ccmoYhZue>
4. Garg S., Asif S., Yadav S., Kaushik T. The influence of online marketing on start-ups. *International Journal of Health Sciences*. 2022. Vol. 6, no. S5. P. 5414–5427. DOI: <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS5.9827>

5. Gültür E., Cevher M. F. Evolution of Digital Marketing Campaigns with Artificial Intelligence and Machine Learning: Analysing Success Prediction Capabilities. *Business & Management Studies: An International Journal*. 2025. Vol. 13, no. 2. P. 478–493. DOI: <https://doi.org/10.15295/bmij.v13i2.2498>
6. Lakshman Bhargav Sunkara V. KPIs for AI Agents and Generative AI: A Rigorous Framework for Evaluation and Accountability. *International Journal of Scientific Research and Modern Technology*. 2024. Vol. 3, no. 4. P. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.38124/ijrsmt.v3i4.572>
7. Langen H., Huber M. How causal machine learning can leverage marketing strategies: Assessing and improving the performance of a coupon campaign. *PLoS ONE*. 2023. Vol. 18, no. 1. P. e0278937. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278937>
8. Nedunchezian A. Machine Learning in Digital Marketing: A New Era of Targeted Advertisement Creation. *International Journal on Science and Technology*. 2025. Vol. 16, no. 2. P. 1.
9. Norouzi V. Predicting e-commerce CLV with neural networks: The role of NPS, ATV, and CES. *Journal of Economy and Technology*. 2024. Vol. 2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ject.2024.04.004>
10. Maslej N., Fattorini L., Perrault R. et al. The AI Index 2025 Annual Report. Stanford: Institute for Human-Centered AI, Stanford University, 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.07139>

REFERENCES

- Abdullah S. A. (2025). Artificial intelligence (AI) techniques: a game-changer in Digital marketing for shop. *arXiv preprint arXiv:2508.11705*. <https://arxiv.org/abs/2508.11705>
- Baghcheband H., Soares C. & Reis L. P. (2025). Shapley value-based data valuation for machine learning data markets. *Discov Appl Sci*, 7, 1431. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07328-z>
- Chu X., Jiang X., Qiu R., Gao J. & Zhao J. (2025). MODEL SHAPLEY: Find Your Ideal Parameter Player via One Gradient Backpropagation. *OpenReview*. <https://openreview.net/pdf?id=9ccmoYhZue>
- Garg S., Asif S., Yadav S. & Kaushik T. (2022). The influence of online marketing on start-ups. *International Journal of Health Sciences*, 5(6), 5414–5427. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS5.9827>
- Gültür E. & Cevher M. F. (2025). Evolution of Digital Marketing Campaigns with Artificial Intelligence and Machine Learning: Analysing Success Prediction Capabilities. *Business & Management Studies: An International Journal*, 2(13), 478–493. <https://doi.org/10.15295/bmij.v13i2.2498>
- Lakshman Bhargav Sunkara V. (2024). KPIs for AI Agents and Generative AI: A Rigorous Framework for Evaluation and Accountability. *International Journal of Scientific Research and Modern Technology*, 4(3), 22–29. <https://doi.org/10.38124/ijrsmt.v3i4.572>

- Langen H. & Huber M. (2023). How causal machine learning can leverage marketing strategies: Assessing and improving the performance of a coupon campaign. *PLoS ONE*, 1(18), e0278937. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278937>
- Maslej N., Fattorini L. & Perrault R. (2025). *The AI Index 2025 Annual Report*. Stanford: Institute for Human-Centered AI, Stanford University. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.07139>
- Nedunchezian A. (2025). Machine Learning in Digital Marketing: A New Era of Targeted Advertisement

Creation. *International Journal on Science and Technology*, 2(16), 1.

- Norouzi V. (2024). Predicting e-commerce CLV with neural networks: The role of NPS, ATV, and CES. *Journal of Economy and Technology*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.ject.2024.04.004>

Стаття надійшла до редакції / Received: 06.01.2026 р.

Статтю прийнято до публікації / Accepted: 23.01.2026 р.

Оприлюднено / Published: 25.02.2026 р.