

Бородіна Ю. Р.
студентка кафедри економічної кібернетики
ORCID: 0009-0000-0984-8647;

Коваленко Б. О.
аспірант кафедри економічної кібернетики
ORCID: 0009-0000-9953-6742;

Фартушний І. Д.
канд. фіз-мат. наук, доц.,
доцент кафедри економічної кібернетики
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського», м. Київ, Україна
ORCID: 0000-0003-1595-9495

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ЗБУТУ: ІНТЕГРАЦІЯ КЛАСИЧНОЇ ЕКОНОМЕТРИКИ ТА АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В FMCG-СЕКТОРІ

Сучасна економіка активно трансформується, переходячи від індустріальної до інформаційної епохи, відомої як «Індустрія 4.0». Ця епоха характеризується злиттям цифрових, фізичних і біологічних технологій та впровадженням нових способів збору й аналізу даних, штучного інтелекту, нанотехнологій, інновацій тощо [1, с.156]. Головним ресурсом стають не матеріальні активи, а дані, а головною інновацією – здатність створити модель, яка б демонструвала стан підприємства та давала можливість якомога точніше прогнозувати і приймати відповідні правильні рішення.

Для підприємств сектору товарів повсякденного попиту, як от «Хенкель Україна», інноваційний розвиток тепер стосується не лише вдосконалення продукту – він зміщується на процесні інновації, зокрема на процесну трансформацію логістики та бюджетування, створюючи потребу в заміні застарілих аналітичних інструментів сучасними.

Будь-яка інновація виникає як відповідь на нездатність старих методів вирішувати нові завдання. Довгий час базовим інструментом економічної аналітики були лінійні економетричні моделі, зокрема SARIMA, що базується на принципах детермінізму, припускаючи лінійну залежність між минулим та майбутнім і вважаючи ринкові цикли стабільними. Незважаючи на те, що фундаментальні принципи цієї моделі були описані ще в минулому столітті, як методологія Бокса-Дженкінса, сучасні дослідження підтверджують, що вона й досі залишається класичним стандартом для моделювання циклічних та сезонних трендів [2, с.118].

Однак сучасне ринкове середовище хаотичне і нелінійне через зовнішні політичні шоки, зміну поведінки покупця, вплив E-commerce – в таких умовах класичні моделі видали б помилку, інтерпретували дані як шум. Тому використання класики в нинішніх умовах гальмує інноваційний розвиток компанії та призводить до помилок у плануванні, що веде до втрат фінансової стійкості та погіршення конкурентоспроможності.

Вирішенням сучасних проблем в прогнозуванні є впровадження методів машинного навчання. На відміну від чітких алгоритмів класики, такі моделі машинного навчання як випадковий ліс чи градієнтний бустинг здатні до самонавчання – вони не просто екстраполюють тренд, а виявляють приховані, неявні залежності у великих масивах даних. Методи машинного навчання, як і статистичні, намагаються підвищити точність прогнозування через мінімізацію функції втрат, зазвичай суми квадратів помилок [3].

Впровадження методів машинного навчання у процеси прогнозування продажів компанії «Хенкель Україна» переведе реактивне управління на проактивне, тобто компанія не реагуватиме на зміни постфактум, а зможе їх передбачити.

Втім повна відмова від методів класики та використання виключно методів машинного навчання може бути неточним рішенням та призвести до проблеми «чорної скриньки», коли керівництво отримує дані, але не зможе відслідкувати алгоритм, за яким ці дані були знайдені. Тому справжньою інновацією для підприємства варто вважати не просто заміну одного методу іншим, а впровадження світових практик – гібридних інтелектуальних систем, в яких поєднується надійність перевірених класичних економетричних моделей та гнучкість моделей машинного навчання [2, с.120-121].

Отже, процес інновації для цього інноваційного підходу для компанії «Хенкель Україна» можна представити таким чином:

1. Відділити і використати лінійну компоненту моделі SARIMA, що дозволить бачити чіткі тренди та сезонність і легко інтерпретувати модель.
2. Застосувати алгоритми машинного навчання для аналізу залишків, які SARIMA відкинула б як помилку. Інноваційність цього підходу полягає у тому, що у даних, які б SARIMA відкинула як шум,

методи машинного навчання можуть виявити приховані нелінійні залежності та структурні патерни, що піддаються прогнозуванню.

3. Інтеграція результатів у єдиний прогноз.

Така гібридна модель є прикладом комбінаторної інновації, що дозволяє підприємству зберегти розуміння загальних трендів ринку завдяки моделі SARIMA та водночас врахувати високочастотні нелінійні коливання завдяки методам машинного навчання.

З точки зору аналітики інноваційної діяльності, доцільність такого переходу визначається показником повернення інвестицій ROI в IT-інфраструктуру та проявляється у наступних трьох напрямках:

1. *Оптимізація оборотного капіталу.* Підвищення точності прогнозу навіть на декілька відсотків у масштабах міжнародної FMCG-компанії вивільняє суттєві фінансові ресурси через зниження рівня страхових запасів та мінімізації витрат на зберігання продукції, одночасно зменшуючи ризик втраченого прибутку через раптовий дефіцит товарів.

2. *Цифровізація менеджменту.* Тепер менеджерам не потрібно спиратися на інтуїцію, досвід або застарілі дані для прогнозування продажів. Методи машинного навчання математично отримують обсяги продажів, проаналізувавши великий масив історичних даних, тим самим знижуючи вплив людського фактору на результат.

3. *Стратегічна адаптивність в умовах волатильного ринку.* На відміну від статичних моделей, гібридна може перенавчатися на актуальних даних в режимі реального часу, що дозволить підприємству перейти до гнучкого планування та забезпечить високу стійкість ланцюгів постачання до різних ринкових коливань.

Перехід підприємства «Хенкель Україна» до використання гібридних інтелектуальних систем прогнозування є необхідним впровадженням, яке варто зробити якомога швидше з метою уникнення втрати рівня конкурентоспроможності. Гібридна модель дозволить вирішити головну проблему сучасної аналітики, поєднавши передбачуваний алгоритм класичної SARIMA та високу точність методів машинного навчання. Відмова від застарілих лінійних методів на користь адаптивних data-driven рішень оптимізує логістику і вивільняє оборотний капітал підприємства.

Однак, щоб ця технологічна інновація була прибутковою та максимально ефективною, перед застосуванням моделі на всьому асортименті товарів, необхідно спершу обрати найбільш волатильну категорію та порівняти отримані результати з поточним планом та бажаними результатами. Також необхідно провести серію тренінгів для відділів логістики, продажу, маркетингу та фінансів, навчити працівників застосовувати модель для прогнозування показників та сценарного аналізу з метою досягнення цільових результатів. Також для коректної роботи моделі необхідно забезпечити регулярне оновлення даних для врахування нових змін у цінах, наявності акцій чи логістичних збоїв. Дотримання цих вимог дозволить підвищити ефективність гібридної моделі та використовувати її для забезпечення інноваційного розвитку й довгострокової конкурентоспроможності компанії.

Перспективи майбутніх досліджень у цьому напрямку полягають у розширенні кількості змінних для моделювання, зокрема цінових стратегій конкурентів та індексів споживчих настроїв, а також у вивченні можливостей адаптації гібридних систем до аналізу потокових даних і коригування прогнозів у режимі реального часу.

Список використаних джерел

1. Шаравара О.О. Клаус Шваб «Четверта промислова революція»: світоглядні ідеї. *Актуальні проблеми філософії та соціології*: наук. фах. вид. Одеса, 2017. С. 156–158. URL: https://apfs.nuoua.od.ua/archive/15_2017/44.pdf (дата звернення: 23.02.2026).
2. Ajiboye A. O. Hybrid Modeling for Sales Prediction Using SARIMA, CNN, LSTM, and Stacking Ensemble. *International Journal of Computer (IJC)*. 2024. Vol. 53, № 1. С. 114–149. URL: <https://ijcjournal.org/InternationalJournalOfComputer/article/view/2330/873> (the date of application: 23.02.2026).
3. Spyros Makridakis, Evangelos Spiliotis, Vassilios Assimakopoulos Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward, 2018. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0194889> (the date of application: 25.02.2026).