

Мартиненко Я.О

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ДОСВІДУ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ АІ-ТРАНСФОРМАЦІЙ

Хімічна промисловість, як фундамент сучасної економіки, стикається з викликами глобальної конкуренції, підвищеними вимогами до екологічності та безпеки, зростанням складності технологій. Рівень ефективності традиційних технологій зменшився до 0,06 [1]. Системи автоматизації, які широко задіяні у хімічних технологіях, є фрагментарними і потребують систематичного оновлення. Тому поєднання передової автоматизації та штучного інтелекту (АІ) стає драйвером не лише технологічної, а й економічної трансформації хімічної промисловості.

Дослідники стверджують [2], що інтеграція штучного інтелекту та автоматизації в хімічній технології призводить до трансформації економічної моделі промисловості через зниження операційних витрат на 20-40%, скорочення часу розробки нових продуктів у 3-5 разів та створення нових бізнес-моделей, заснованих на предиктивній аналітиці та персоналізованому виробництві [2,3].

У працях [3,4] ця гіпотеза має обґрунтування:

1. Оптимізація виробничих процесів. Хімічні підприємства, що впровадили АІ-системи для контролю процесів, демонструють зниження споживання енергії на 15-25% та скорочення браку на 30-50%. За даними McKinsey [3], глобальна хімічна індустрія може створити додану вартість у \$200-300 млрд щорічно завдяки цифровізації. Системи машинного навчання аналізують параметри у режимі реального часу із зазначенням неочевидних кореляцій та оптимізацією умов реакцій з метою максимального виходу продукту при мінімальних витратах сировини.

2. Прискорення R&D та скорочення витрат на розробку [4]. Традиційно розробка нового хімічного продукту займає 10-15 років і коштує \$100-500 млн. АІ-платформи молекулярного дизайну (наприклад, системи генеративної хімії), скорочують цей цикл до 2-3 років. Компанія BASF повідомляє [5] про 70% скорочення часу на оптимізацію каталізаторів завдяки машинному навчанню. Економічний ефект полягає не лише в прямій економії, але й у можливості швидше виводити продукти на ринок, отримуючи конкурентну перевагу.

3. Предиктивне обслуговування та зниження простоїв [6]. Незаплановані зупинки обладнання коштують хімічній промисловості близько \$20 млрд щорічно. АІ-системи предиктивного обслуговування аналізують дані з сенсорів для прогнозування відмов за 2-4 тижні до їх настання, що дозволяє скоротити простої на 30-50% та знизити витрати на обслуговування на 20-25%. Компанія Dow Chemical [7] повідомила про економію \$100 млн за рік завдяки впровадженню таких систем на своїх заводах.

4. Трансформація бізнес-моделей [8]. Автоматизація та АІ створюють можливості для персоналізованого виробництва малими партіями, що раніше було економічно невигідним. Гнучкі автоматизовані хімічні платформи дозволяють швидко перелаштовуватися між різними продуктами, відкриваючи ніші спеціалізованих хімікатів з високою доданою вартістю. За прогнозами Boston Consulting Group, сегмент "хімія на замовлення" може зрости з \$15 млрд до \$50 млрд до 2030 року саме завдяки цифровим технологіям.

5. Вплив на структуру витрат та зайнятість [9]. Автоматизація змінює економіку хімічного виробництва, зсуваючи баланс від змінних витрат (праця, енергія) до фіксованих (обладнання, програмне забезпечення). За оцінками Deloitte [10], частка витрат на робочу силу в хімічній промисловості знизиться з 15-20% до 8-12% протягом наступних 10 років, проте з'являться нові високооплачувані робочі місця для data

scientists та інженерів з автоматизації. При цьому загальна продуктивність праці може зрости на 40-60%.

Виконане дослідження показало, що хімічна індустрія вже активно застосовує AI-трансформації власних технологій, систематизує отримані результати і визначає перспективи удосконалень.

Хімічна промисловість є складним і багатофакторним полігоном опрацювання AI-моделей. Саме різноплановість і складність технологічних процесів дозволяє комплексно застосувати переваги машинного навчання і інтелектуальних моделей. AI-трансформації фундаментально перебудовують хімічну промисловість.

Основним фактором гальмування стає формування синергійних зв'язків між технологом-людиною і машиною. Оскільки хімічна промисловість є територією ризиків виробничої діяльності, то отримані від штучних систем дані потребують ретельної перевірки і не тільки іншими штучними системами. Отже питання глибини довіри до AI-систем є питанням етики сучасного виробництва.

Перелік посилань:

1. Державна служба статистики України - URL <https://ukrstat.gov.ua/>
2. Українська асоціація хімічної промисловості - <https://uachemistry.org/>
3. McKinsey & Company. The state of the chemicals industry: Time for bold action and innovation. (2024)
4. Grand View Research / SmartDev. AI in Chemical Industry: Key Statistics and Trends.
5. BASF Annual Report (2023). "Digital Solutions and Innovation". <https://www.basf.com/global/en/investors/reports-and-publications.html>
6. McKinsey & Company. The economic potential of generative AI: The next productivity frontier.
7. Dow Chemical (2023). "Sustainability and Technology Report". <https://corporate.dow.com/en-us/science-and-sustainability.html>
8. ICTA (International Chemical Trade Association) за даними BCG (2023) - URL: <https://icta-chem.org/about/chemical-distribution/>
9. Chemical Engineering Journal – <https://www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-journal>
10. Deloitte Insights (2023). "2024 Chemical Industry Outlook: Advancing strategic priorities amid uncertainty". <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/oil-and-gas/chemical-industry-outlook.html>