

Література

1. Бойко В.В., Журавель О.О. Електронні системи автомобілів. – Київ: Каравела, 2019.
2. Кузьо І.В., Яцків В.В. Автомобільна електроніка та мікропроцесорні системи керування. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018.
3. Кухарчук В.В., Грабко В.В. Датчики та вимірювальні перетворювачі. – Вінниця: ВНТУ, 2015.
4. Биков В.П., Дяченко М.М. Основи електроніки та мікросхемотехніки. – Київ: Либідь, 2016.

УДК 681.5

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ УКРАЇНИ: СТАН, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

А.М. Шалімова

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

alenagornichenko@gmail.com

Постановка проблеми. Сучасне автомобілебудування трансформується під впливом Індустрії 4F/V/0. Провідні виробники – BMW, Toyota, Volkswagen – реалізують концепцію «розумного заводу» з часткою автоматизованих операцій 65–85 %, тоді як українські підприємства (АвтоКрАЗ, ЛАЗ, КААЗ) залишаються на рівні 18–35 %. За щільністю промислових робіт відставання є критичним – у 28 разів [1].

Мета роботи – проаналізувати рівень цифровізації та автоматизації в автомобілебудуванні України порівняно зі світовими лідерами та визначити пріоритетні напрями модернізації галузі.

1. Порівняльний аналіз: Україна vs світ. На основі аналізу звітів IFR, даних Держстату України та галузевих публікацій складено порівняльну характеристику ключових показників (табл. 1).

Особливо показовим є знос виробничого обладнання – 60–70 % в Україні проти 15–25 % у лідерів. Водночас саме інтеграція IoT-датчиків на наявне обладнання є найшвидшим першим кроком: вона одразу відкриває можливість предиктивного технічного обслуговування та дозволяє виявляти приховані втрати часу й ресурсів без масштабних капіталовкладень.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз рівня цифровізації та автоматизації

Показник	Світові лідери (BMW, Toyota, VW)	Україна (АвтоКрАЗ, ЛАЗ, КААЗ)
Частка автоматизованих операцій	65–85 %	18–35 %
Щільність роботів (од./10 000 прац.)	1 400+	< 50
IoT-датчики на лініях	≥ 80 % ліній	< 20 % ліній
Цифровий двійник	Масове впровадження	Поодинокі пілоти
Знос виробничого обладнання	15–25 %	60–70 %

Особливо показовим є знос виробничого обладнання – 60–70 % в Україні проти 15–25 % у лідерів. Водночас саме інтеграція IoT-датчиків на наявне обладнання є найшвидшим першим кроком: вона одразу відкриває можливість предиктивного технічного обслуговування та дозволяє виявляти приховані втрати часу й ресурсів без масштабних капіталовкладень.

2. Цифровий двійник як стрижнева технологія. Цифровий двійник – динамічна віртуальна копія фізичного виробничого об'єкта, синхронізована через IoT у реальному часі (рис. 1). BMW Group завдяки цій технології прогнозує відмови обладнання за 72–96 годин, що дозволяє суттєво скоротити непродуктивні простої [4]. В Україні цифровий двійник впроваджений лише на рівні пілотних проєктів: на КААЗ у 2021–2022 рр. реалізовано тестову IoT-інтеграцію на двох лініях. Масштабування гальмується дефіцитом кваліфікованих фахівців та обмеженим доступом до хмарних платформ.



Рис. 1. Архітектура системи цифрового двійника в автомобільному виробництві

3. Ієрархія автоматизації та ключовий розрив. Сучасне виробництво функціонує як п'ятирівнева система (рис. 2).



Рис. 2. П'ятирівнева піраміда автоматизації виробничих процесів (Індустрія 4.0)

Принципова відмінність полягає не в наявності окремих технологій, а в їхній інтеграції: на українських заводах зв'язок між рівнями 3 та 4 здебільшого відсутній, тому управлінські рішення приймаються на основі даних добової давності, а не в реальному часі.

4. Нестандартний чинник: досвід ВПК. Унікальною перевагою України є досвід ОПК у сфері адитивного виробництва (3D-друк для запчастин і спорядження), дронобудування та польового ремонту складної техніки. Країни, що успішно здійснили реконверсію ВПК – Південна Корея, Ізраїль – зробили на цьому стрибок у цивільній промисловості. Для України цей потенціал може стати трампліном для прискореного технологічного розвитку автомобілебудування.

Розглянемо шляхи подолання технологічного відставання. На основі проведеного аналізу розроблено трифазну дорожню карту модернізації (рис. 3).

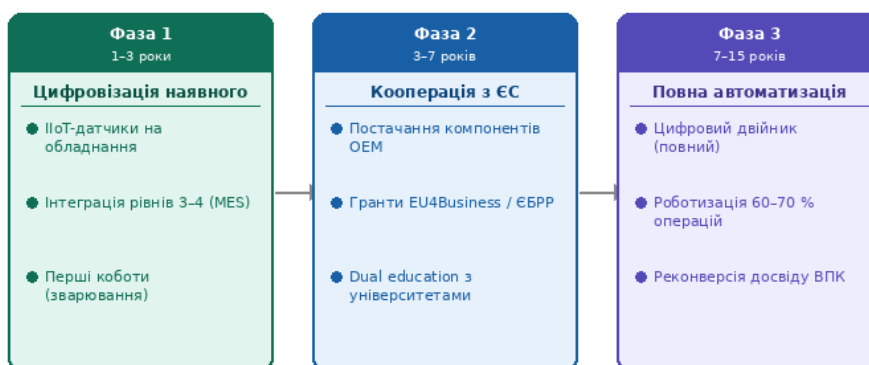


Рис. 3. Дорожня карта цифровізації та автоматизації автомобілебудування України

Фаза 1 (1–3 роки). Цифровізація наявного. Найшвидший ефект дає не купівля нового обладнання, а цифровізація існуючого: встановлення IoT-

датчиків, інтеграція рівнів 3-4 управління та впровадження перших коботів на операціях зварювання. Ця фаза не потребує масштабних інвестицій і може фінансуватися з операційних коштів.

Фаза 2 (3–7 років). Кооперація з ЄС. Переорієнтація на виробництво компонентів для європейських OEM є реалістичнішою, ніж власне повне автомобілебудування. Зростання серійних обсягів зробить роботизацію економічно виправданою. Фінансові інструменти: гранти EU4Business, ЄБРР, Horizon Europe. Паралельно – реформа інженерної освіти за моделлю дуальної системи.

Фаза 3 (7–15 років). Повна автоматизація. Впровадження повноцінного цифрового двійника, роботизація 60–70 % операцій та масштабування адитивного виробництва з використанням досвіду ОПК. Системною передумовою для всіх фаз є державно-приватне партнерство та підготовка інженерних кадрів нового покоління.

Таким чином, визначаємо наступне.

1. Українське автомобілебудування відстає від світових лідерів за рівнем автоматизації у 2–3 рази, за щільністю промислових роботів — у 28 разів. Критичний знос обладнання (60–70 %) додатково ускладнює впровадження цифрових технологій.
2. Ключовою структурною проблемою є відсутність інтеграції між рівнями 3 та 4 виробничої ієрархії – управлінські рішення приймаються на основі застарілих даних.
3. Пріоритетом першого етапу є недорога цифровізація наявних ліній через IoT та інтеграцію MES, а не масштабна роботизація.
4. Досвід ОПК у сфері адитивного виробництва створює унікальну передумову для прискореного технологічного стрибка у цивільному автомобілебудуванні.
5. Реалістична траєкторія передбачає три фази впродовж 10–15 років і потребує державно-приватного партнерства та залучення міжнародних програм підтримки.

Література

1. International Federation of Robotics. World Robotics 2023: Industrial Robots. – Frankfurt: IFR Press, 2023. – 112 p.
2. Стратегія відновлення та розвитку промислового потенціалу України до 2032 року. – Київ: Мінекономіки України, 2023. – 87 с.
3. Кобець В.М., Литвиненко О.І. Цифрова трансформація промисловості: теорія і практика. – Харків: ХНАДУ, 2022. – 298 с.
4. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. – White Paper. – Florida Institute of Technology, 2014. – 7 p.
5. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. – Geneva: World Economic Forum, 2016. – 172 p.