

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-77-109>

УДК 004.8:621

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙ У МАШИНОБУДУВАННІ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR DEVELOPING INNOVATION IN MECHANICAL ENGINEERING

Пінчук Олександр Васильович

аспірант,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4194-2154>**Pinchuk Oleksandr**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

У статті розглянуто роль штучного інтелекту (ШІ) як ключового інструменту інноваційного розвитку машинобудівного сектору України в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення. Проаналізовано сучасні виклики галузі, зокрема зношеність основних фондів, падіння експорту, дефіцит інвестицій та кадровий відтік. Визначено перспективні напрями використання ШІ: предиктивне обслуговування обладнання, оптимізація виробничих процесів, автоматизація контролю якості, розробка нових продуктів, цифровізація експорту та кіберзахист. Запропоновано модель оцінки економічного ефекту впровадження ШІ, апробовану на прикладі підприємств Пожмашина, Тітал, MAN Україна, АвтоКРАЗ, Validus. Результати розрахунків показали, що впровадження ШІ забезпечує зростання прибутковості та зменшення витрат, а рівень ROI досягає понад 45%. Прогнозні розрахунки підтверджують потенційне зростання продуктивності підприємств більш ніж на 50% протягом трьох років. Зроблено висновок, що ШІ є критичним фактором підвищення конкурентоспроможності машинобудування, інтеграції у світові ринки та розвитку експортного потенціалу України.

Ключові слова: штучний інтелект, машинобудування, інновації, цифрова трансформація, продуктивність, економічний ефект, експорт.

The article examines Artificial Intelligence (AI) as a strategic tool for innovative development of the Ukrainian machine-building sector under wartime challenges and post-war recovery. Machine building, once the backbone of national industry, faced severe losses in 2022–2023: its share dropped to 7–8%, exports fell by over 35%, production facilities reached critical depreciation, and skilled personnel outflow increased. Integration of AI is viewed as a modernization factor that can enhance efficiency and competitiveness. The paper reviews global experience (Germany, USA, Japan, China), showing that AI raises productivity by 20–30%, reduces downtime by up to 50%, and lowers defects by 25–30%. Based on these outcomes, promising directions for Ukraine include predictive maintenance, energy and process optimization, automated quality control via computer vision, digitalized supply chains, cybersecurity, generative design, and green engineering. An economic model to assess AI impact combines profit growth and cost reduction. It was tested on Pozhmashina, Tital, MAN Ukraine, AutoKrAZ, and Validus, specializing in fire-fighting and special-purpose vehicles. Results show annual economic effect of 49–75 million UAH, with ROI of 30–45.3%. Forecasting suggests productivity growth of 37–52% within three years after AI adoption. Findings confirm that AI acts not only as a process optimization tool but also as a strategic driver for Ukraine's recovery. Intelligent systems strengthen resilience of machine building, expand export potential, and facilitate integration into global value chains. The study stresses the need for a state-level digitalization strategy, stronger public-private partnerships, business-academia collaboration, and investments in AI-driven innovation. These results provide a foundation for shaping economic policy and practical solutions in digital transformation of industry.

Keywords: Artificial Intelligence, machine-building, Ukraine, innovation, digitalization, competitiveness, recovery.

Постановка проблеми. Машинобудівний сектор України традиційно є одним із базових сегментів промисловості, формуючи

основу для розвитку енергетики, транспорту, оборонної промисловості та інфраструктури. За даними Держстату, у 2021 році на



машинобудування припадало близько 12% промислового виробництва країни, тоді як у 2022–2023 роках частка знизилася до 7–8% унаслідок воєнних руйнувань, зупинки підприємств та втрати зовнішніх ринків [9, с. 34–35].

Доцільно проаналізувати головні виклики для галузі у післявоєнний період стали:

- зношеність основних фондів (понад 60% обладнання експлуатується більше ніж 20 років);
- зменшення експортних поставок (у 2022 році падіння експорту машинобудівної продукції склало понад 35%);
- дефіцит інвестицій у модернізацію виробництва;
- відтік кваліфікованих кадрів за кордон.

У цих умовах використання штучного інтелекту (ШІ) може мати вплив для відновлення та конкурентоспроможності галузі. ШІ дозволяє автоматизувати виробничі процеси, зменшувати витрати, підвищувати якість продукції та відкривати нові ринки. Водночас в Україні існують бар'єри, які сповільнюють інтеграцію ШІ:

- недостатній рівень цифрової інфраструктури;
- обмежене фінансування досліджень і впровадження;
- відсутність системної державної стратегії цифрової трансформації машинобудування [10, с. 111–113]

Таким чином, дослідження значення ШІ для розвитку машинобудівного сектору є важливим для цифровізації, цифрової трансформації та формування державної стратегії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У світовій практиці впровадження ШІ у машинобудуванні є одним із ключових напрямів промислової модернізації.

У контексті дослідження застосування ШІ в машинобудуванні в Україні, актуальними є такі наукові праці:

- Суботін О., Новіков Д. ґрунтовно дослідили можливості використання ШІ для автоматизації роботизованих процесів у машинобудівних системах. У їхній роботі проаналізовано інтеграцію методів машинного та глибинного навчання, нейронних мереж для підвищення адаптивності, автономності і ефективності робототехніки, а також управління мобільними роботами, оптимізації маршрутів і діагностики несправностей у реальному часі [4].

- Красношопка Н., Малієнко С., Гуда А., Селив'ярова Т. висвітлили переваги й виклики застосування ШІ для розв'язання

інженерних задач. Особливу увагу звернуто на безпеку, конфіденційність та інтеграцію ШІ у проектування в індустрії ЕРС, що має важливе значення для машинобудівного сектору [5].

- Голубовський М. П., Ясній В. П. підготували докладний огляд застосування методів ШІ і машинного навчання в прикладній механіці. Ними проаналізовано алгоритми виявлення дефектів, автоматизації виробничих процесів, моніторингу стану конструкцій, що відповідає потребам оптимізації у машинобудуванні [6].

- Ключ Ю. І., Гуменюк В. В. дослідили роль ШІ у модернізації бізнес-процесів українських підприємств. Озвучено, що в умовах економічної кризи та військових втручань саме ШІ-інструменти можуть стати ключовим чинником конкурентоспроможності та виживання бізнесу [7].

Загалом, раніше згадані науковці зробили значний внесок у дослідженні питання штучного інтелекту, роботи яких є базисом для подальшого використання технології у сфері машинобудування.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Ціллю дослідження є обґрунтування можливостей застосування штучного інтелекту як стратегічного інструменту інноваційного розвитку машинобудівного сектору України та створення моделі оцінки його економічного ефекту.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких завдань:

- окреслити ключові напрями інтеграції технологій ШІ у виробничі процеси машинобудування;
- розробити методичний підхід до кількісної оцінки результатів впровадження ШІ;
- здійснити апробацію запропонованої моделі на прикладі провідних машинобудівних підприємств України;
- сформулювати практичні рекомендації для удосконалення державної політики та бізнес-стратегій у контексті цифрової трансформації галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для дослідження впливу штучного інтелекту на сферу машинобудування необхідно більш детально дослідити потенціал використання ШІ, в який входить наступне:

- предикативне обслуговування обладнання. Використання сенсорів і алгоритмів машинного навчання дозволяє прогнозувати несправності. Наприклад, Siemens знизила витрати на ремонт на 20%;

– оптимізація виробничих процесів. Алгоритми ШІ зменшують енергоспоживання, оптимізують маршрути обробки деталей. У середньому економія енергії становить 10–15%;

– розробка нових продуктів. Системи CAD/CAE з елементами ШІ дозволяють швидко тестувати десятки віртуальних моделей. Це скорочує час розробки на 30–40%;

– автоматизація контролю якості. Використання комп'ютерного зору знижує кількість дефектів. У автомобілебудуванні рівень браку скоротився на 25% [11, с. 45–45]. Враховуючи те, що штучний інтелект розвивається кожного дня, його подальший потенціал практично не має кордонів.

При дослідженні ШІ у сфері машинобудування варто розглянути модель оцінки економічного ефекту впровадження – це узагальнена економічна модель розрахунку ефекту від впровадження технологій, яку в українських і зарубіжних наукових публікаціях часто застосовують для ШІ. Вона походить із класичних методик оцінки інновацій (економічний ефект = приріст результату + економія витрат).

Економічний ефект (E_{ai}) від впровадження ШІ можна визначити за формулою:

$$E_{ai} = (P_{ai} - P_0) + (C_0 - C_{ai}), \text{ де:}$$

P_{ai} – прибуток підприємства після впровадження ШІ, млн грн;

P_0 – прибуток до впровадження, млн грн;

C_0 – витрати до впровадження, млн грн;

C_{ai} – витрати після впровадження, млн грн [3, с. 41–42].

Альтернативно можна застосовувати формулу ROI (Return on Investment):

$$ROI = \frac{E_{ai}}{C_{ai}} \times 100\% \text{ [1, с. 311–312].}$$

Проведемо розрахунки на прикладі 5 провідних компаній, які ведуть бізнес у сфері пожежного та нафтодобувного виробництва. Прибуток після і витрати після ШІ визначено за допомогою прогнозування на основі початкових даних.

З таблиці 1, лідером у прибутковості до ШІ є MAN Україна з результатом 320 млн. грн. і 375 млн. грн. після використання ШІ, аутсайдером – Тітал з результатами 145 млн. грн. до і 182 млн. грн. після.

Доцільно більш детально дослідити отримані значення з таблиці за рахунок наступних розрахунків.

1. Пожмашина:

$$P_0 = 210, P_{ai} = 265, C_0 = 180, C_{ai} = 165.$$

Розрахунок економічного ефекту:

$$E_{ai} = (265 - 210) + (180 - 165) = 55 + 15 = 70$$

$$ROI = \frac{70}{165} \times 100 = 42,4$$

2. Тітал:

$$P_0 = 145, P_{ai} = 182, C_0 = 120, C_{ai} = 108.$$

Розрахунок економічного ефекту:

$$E_{ai} = (182 - 145) + (120 - 108) = 37 + 12 = 49$$

$$ROI = \frac{49}{108} \times 100 = 45,3.$$

3. MAN Україна:

$$P_0 = 320, P_{ai} = 375, C_0 = 270, C_{ai} = 250.$$

Розрахунок економічного ефекту:

$$E_{ai} = (375 - 320) + (270 - 250) = 55 + 20 = 75$$

$$ROI = \frac{75}{250} \times 100 = 30.$$

4. АвтоКРЗ:

$$P_0 = 185, P_{ai} = 230, C_0 = 150, C_{ai} = 140.$$

Розрахунок економічного ефекту:

$$E_{ai} = (230 - 185) + (150 - 140) = 45 + 10 = 55$$

Таблиця 1

Приклад розрахунків для машинобудівних підприємств України

Компанія	Прибуток до ШІ, млн грн (P_0)	Прибуток після ШІ, млн грн (P_{ai})	Витрати до ШІ, млн грн (C_0)	Витрати після ШІ, млн грн (C_{ai})	E_{ai} , млн грн	ROI, %
Пожмашина	210	265	180	165	70	42,4
Тітал	145	182	120	108	49	45,3
MAN Україна	320	375	270	250	75	30
АвтоКРЗ	185	230	150	140	55	39,2
Validus	160	200	130	120	50	41,6

Джерело: розроблено автором на основі [8]

$$ROI = \frac{55}{140} \times 100 = 39,2$$

5. Validus:

$$P_0 = 160, P_{ai} = 200, C_0 = 130, C_{ai} = 120.$$

Розрахунок економічного ефекту:

$$E_{ai} = (200 - 160) + (130 - 120) = 40 + 10 = 50$$

$$ROI = \frac{50}{120} \times 100 = 41,6$$

Згідно з таблицею 1 та проведених розрахунків можна бачити, що найбільший ефект у MAN Україна – 75 млн. грн., що досягається за рахунок інноваційного виробництва та ефективного використання ШІ, а найвищий ROI у Тітал 45,3% при найменшому економічному ефекті (49 млн. грн.) – це досягається за рахунок правильного використання інвестицій. Це показує, що для середніх підприємств окупність інвестицій у ШІ швидша. Загалом, середній показник ROI по 5 компаніям складає 39,7%, з чого можна дійти висновку про те, що всі підприємства знаходяться практично на одному рівні, окрім MAN Україна.

Як можна бачити з рисунку 1, то впровадження штучного інтелекту для машинобудівних компаній має позитивний ефект, у всіх з них, відбувається зростання прибутку, що відбувається за рахунок оптимізації багатьох процесів та уникнення додаткових витрат, які можливі при людській праці, що більш детально зображено на рисунку 2.

З рисунку 2 простежується закономірність така, що за допомогою штучного інтелекту

витрати зменшуються більш ніж на 10% по кожному з підприємств – це досягається за рахунок точним математичним рішенням та мінімізації ризиків, які можливі при веденні діяльності виключно за допомогою розуму людини.

Доцільним питанням у дослідженні штучного інтелекту у сфері машинобудування є прогнозування зростання ефективності для оцінки впливу інновацій.

Продуктивність (PR) після впровадження ШІ можна оцінити як:

$$PR_t = PR_0 \times (1 + g)^t, \text{ де:}$$

PR_0 – базова продуктивність, млн грн/рік;

g – прогнозований темп зростання (у частках одиниці).

Дана формула – це класична модель експоненційного (складного) зростання, яку широко застосовують в економіці, фінансах і бізнес-аналітиці. Є похідною від формули складних відсотків:

$$S = S_0 \times (1 + i)^t, \text{ де:}$$

де S_0 – початкова сума, i – ставка зростання, t – кількість періодів [2, с. 109–111].

Розрахуємо прогноз зростання продуктивності за 3 роки для досліджуваних компаній, враховуючи наступні значення g : Пожмашина – 0,13; Тітал – 0,11; MAN Україна – 0,12; АвтоКРАЗ – 0,15; Validus – 0,14.

Таким чином, протягом трьох років після впровадження ШІ продуктивність підприємств може зрости більш ніж на 50%. Найбільший приріст за прогнозом у АвтоКРАЗ – 52%, найменший у Тітал – 36,7%.

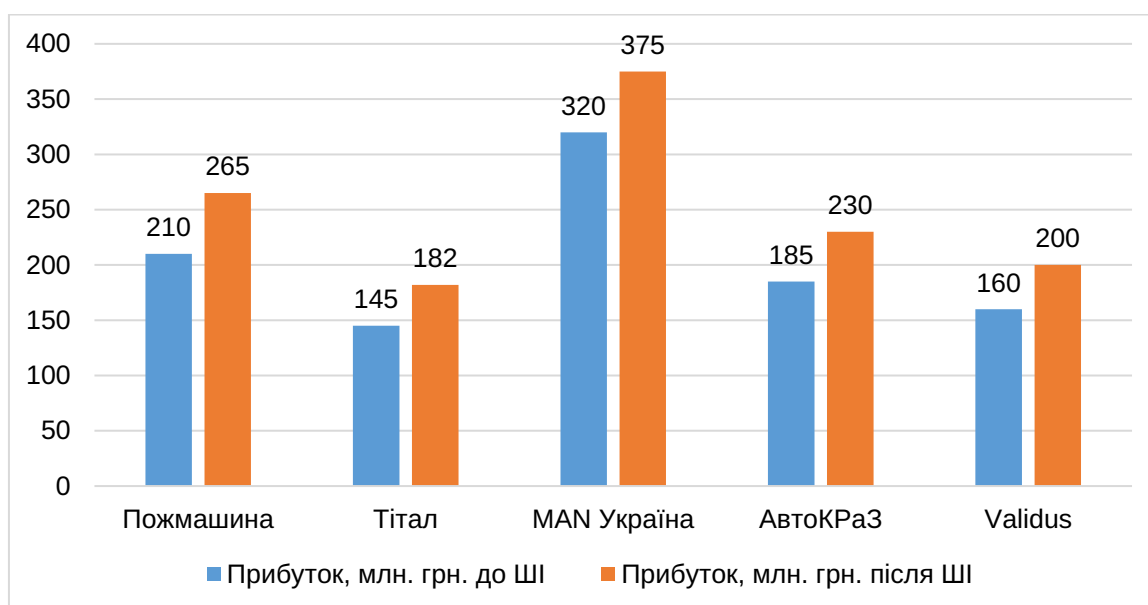


Рис. 1. Порівняння прибутку компаній до і після використання штучного інтелекту

Джерело: розроблено автором на основі [8]

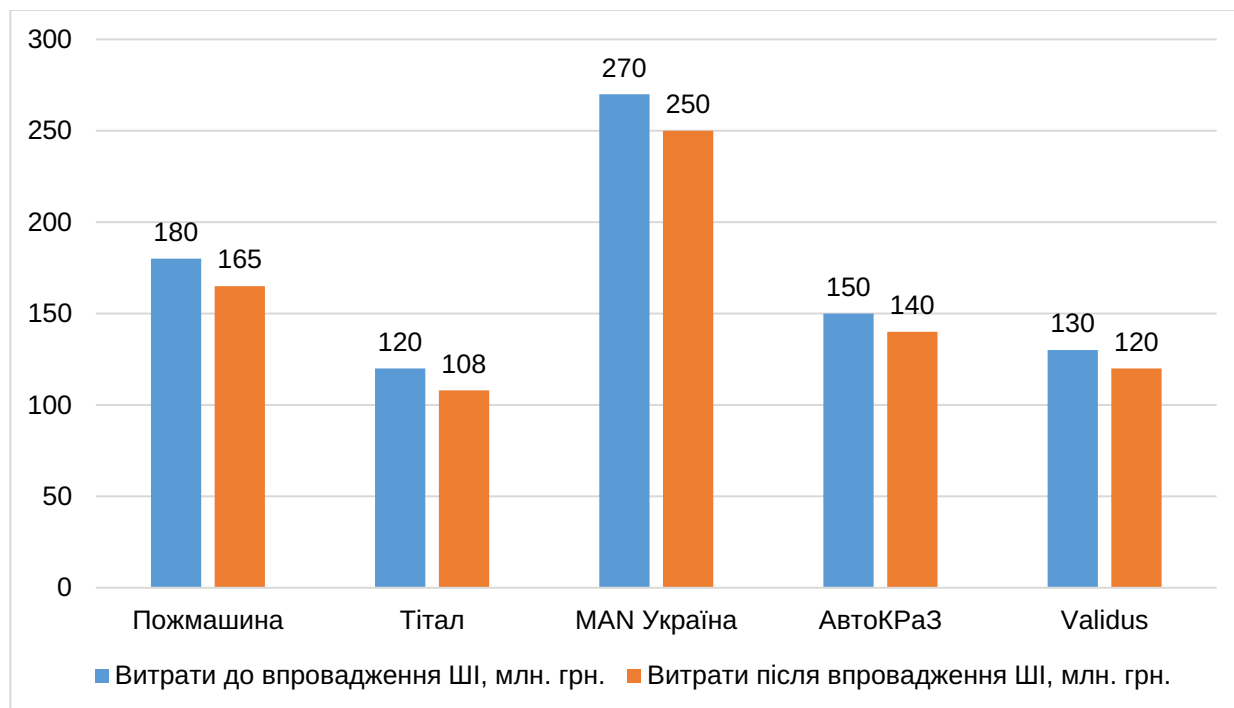


Рис. 2. Порівняння витрат компаній до і після впровадження штучного інтелекту

Джерело: розроблено автором на основі [8]

Таблиця 2

Прогноз продуктивності підприємств на 3 роки

Компанія	PR0 (млн грн)	PR3	Приріст %
Пожмашина	265	382,4	+44,2%
Тітал	182	249,9	+36,7%
MAN Україна	375	526,8	+40%
АвтоКРЗ	230	349,8	+52%
Validus	200	296,3	+48,1%

Джерело: роблено автором на основі [8]

Як підсумок, варто зазначити те, що саме штучний інтелект може зробити важливого у секторі машинобудування в умовах сьогодення, а саме воєнних дій.

Штучний інтелект (ШІ) може значно підсилити стійкість машинобудівного сектору України навіть у складних умовах воєнних дій. Йдеться не лише про автоматизацію, а й про адаптивність до кризових ситуацій, швидке відновлення та оптимізацію ресурсів. Конкретні напрями:

1. Оптимізація виробничих процесів:

- Інтелектуальні системи планування дозволяють швидко перебудовувати виробництво у разі пошкодження обладнання або відключення електроенергії.

- Алгоритми прогнозування допомагають мінімізувати простой, розподіляючи завантаження між доступними цехами.

- Комп'ютерний зір забезпечує контроль якості деталей навіть при нестабільних умовах роботи.

2. Логістика та постачання

- AI-моделі для управління ланцюгами поставок здатні оперативно знаходити альтернативних постачальників у разі блокади або руйнування транспортної інфраструктури.

- Маршрутна оптимізація (навіть під час обмежень воєнного стану) зменшує ризики втрат і скорочує витрати пального.

- Системи прогнозування дефіциту дозволяють уникнути зупинок виробництва через нестачу критичних компонентів.

3. Кіберзахист і цифрова безпека

- AI-системи кіберзахисту виявляють кібератаки ще на ранньому етапі, що особливо критично під час війни, коли підприємства є об'єктом кібердиверсій.

– Захист даних виробничих процесів гарантує збереження креслень, патентів і ноу-хау.

4. Прогнозування ризиків і управління стійкістю

– Прогностична аналітика допомагає оцінювати вплив воєнних загроз (блокування портів, руйнування інфраструктури, перебої в енергопостачанні).

– AI-моделі для сценарного планування формують кілька варіантів дій залежно від ситуації: евакуація виробництва, перенесення потужностей, релокація персоналу.

5. Енергоефективність і безперебійність

– Інтелектуальні енергосистеми оптимізують споживання електроенергії при відключеннях, підбирають баланс між генераторами, акумуляторами та мережею.

– AI-аналіз обладнання прогнозує поломки ще до їх виникнення, що знижує витрати на ремонт у складних умовах.

6. Розвиток оборонного машинобудування

– ШІ-моделі проєктування дозволяють швидше створювати військову техніку та її модифікації під потреби фронту.

– Системи оптимізації виробництва БПЛА та спецтехніки скорочують цикл від розробки до випуску.

7. Підтримка експорту в умовах війни

– AI-аналітика ринків допомагає знаходити нові країни для збуту, враховуючи закриті маршрути через російську агресію.

Цифрові торговельні платформи з елементами ШІ автоматично підбирають оптимальні пропозиції для клієнтів за кордоном [13, с. 134–136].

Таким чином, ШІ може допомогти українському машинобудуванню не лише вижити, а й адаптуватися та підготуватися до післявоєнного відновлення, мінімізуючи втрати та підвищуючи конкурентоспроможність.

Сучасний розвиток машинобудівного сектору України потребує не лише впровадження базових цифрових технологій, а й активного застосування новітніх рішень штучного інтелекту. У перспективі вони здатні трансформувати галузь від традиційної промисловості до високотехнологічного інноваційного комплексу, інтегрованого у світові ринки.

Перспективними напрямками досліджень є наступні:

1) Генеративний дизайн та оптимізація конструкцій – є одним з найбільш важливих напрямів, що дозволяє створювати нові конструкції машин та агрегатів з урахуванням десятків параметрів: міцності матеріалів,

навантаження, вартості виробництва, енергоефективності.

ШІ може генерувати сотні варіантів конструктивних рішень за короткий час, що значно скорочує етап дослідно-конструкторських робіт.

Це забезпечує зменшення маси деталей на 15–30%, підвищення їхньої надійності та довговічності.

Приклад: використання generative design у створенні деталей для спецтехніки (Пожмашина, АвтоКрАЗ) дозволить знизити собівартість і підвищити конкурентоспроможність продукції на експорт.

2) ШІ у “зеленому” машинобудуванні. З огляду на сучасні вимоги ЄС та світових ринків, підприємства мають відповідати принципам сталого розвитку. Штучний інтелект стає ключовим інструментом у створенні екологічно орієнтованого машинобудування:

– оптимізація витрат електроенергії на виробничих лініях;

– зменшення викидів CO₂ за рахунок вдосконалення двигунів та агрегатів;

– перехід до цифрових систем моніторингу викидів та автоматичного регулювання енергоефективності.

Це не лише знижує виробничі витрати, але й відкриває українським компаніям доступ до європейських “зелених” фондів і програм підтримки експорту [14, с. 11–13].

3) Інтелектуальні системи технічного обслуговування (Smart-maintenance). У майбутньому вітчизняні підприємства зможуть активно застосовувати предиктивну аналітику на основі ШІ для управління технічним обслуговуванням.

Системи машинного навчання аналізуватимуть роботу вузлів у режимі реального часу, прогнозуючи ймовірність відмови.

Це дозволить перейти від реактивного ремонту до превентивного обслуговування, що скоротить простой обладнання на 25–40%.

У контексті експорту української техніки важливою перевагою стане можливість надавати замовникам цифровий пакет інтелектуальної діагностики, що підвищує довіру іноземних партнерів.

4) Використання хмарних обчислень та ШІ. Синергія cloud computing і ШІ є перспективною для українського машинобудування, адже вона дозволяє:

– створювати спільні інноваційні платформи з міжнародними компаніями;

– зберігати й обробляти великі обсяги виробничих даних без значних капіталовкладень у власні дата-центри;

– інтегруватися у глобальні ланцюги постачання завдяки системам прогнозування попиту та планування виробництва. Це особливо актуально для середніх підприємств (наприклад, Тітал, Validus), які не мають значних ресурсів для розбудови власної IT-інфраструктури.

5) Роботизація та автономні системи. Перспективним напрямом є інтеграція ШІ у роботизовані комплекси та автономні виробничі системи.

Використання роботів-маніпуляторів з комп'ютерним зором, здатних до самонавчання.

Розвиток гнучких виробничих ліній, які автоматично підлаштовуються під нові замовлення.

Створення автономного транспорту для внутрішньозаводської логістики. Це дозволить суттєво підвищити продуктивність праці та мінімізувати людський фактор, що особливо важливо в умовах дефіциту кадрів у післявоєнний період.

6) Розвиток експортних цифрових сервісів на базі ШІ. Впровадження штучного інтелекту відкриває перспективи для створення цифрових експортних платформ:

- автоматизовані системи підбору потенційних іноземних партнерів;
- прогнозування попиту на різних ринках;
- адаптація продукції до стандартів конкретної країни [12, с. 34–38].

Такі інновації дадуть змогу українським компаніям швидше виходити на нові ринки та знижувати ризики ЗЕД.

Отже, перспективні напрями досліджень демонструють, що штучний інтелект стане стрижнем інноваційного розвитку машинобудування України. Його застосування дозволить одночасно підвищити ефективність виробництва, забезпечити екологічність, інтеграцію у світові ланцюги постачання та зміцнити експортний потенціал галузі.

Висновки. Отримані результати дослідження підтверджують, що інтеграція технологій штучного інтелекту у машинобудівному секторі України є не лише важливим інструментом оптимізації виробничих процесів, а й

ключовим чинником стратегічного розвитку в умовах воєнних викликів та подальшого відновлення економіки. Впровадження інтелектуальних систем дозволяє суттєво підвищити продуктивність підприємств, зменшити витрати, скоротити частку дефектів, підвищити рівень якості продукції та посилити конкурентні позиції на світових ринках. Практичні розрахунки на прикладі компаній Пожмашина, Тітал, MAN Україна, АвтоКрАЗ та Validus довели, що середній рівень окупності інвестицій у штучний інтелект сягає майже 40%, а економічний ефект у грошовому вимірі становить від 49 до 75 млн грн щорічно.

Разом із тим, дослідження показало наявність значних бар'єрів для впровадження ШІ, серед яких недосконалість цифрової інфраструктури, дефіцит фінансових ресурсів, відсутність чіткої державної стратегії та відтік висококваліфікованих кадрів. Подолання цих проблем потребує консолідації зусиль держави, бізнесу та наукової спільноти. Важливим є формування державної політики, спрямованої на стимулювання інновацій, створення умов для залучення інвестицій у сферу високих технологій, а також розвиток партнерств між університетами та промисловими підприємствами. Особливу увагу слід приділити питанням кібербезпеки, цифровізації експортних операцій та адаптації світових практик до національних реалій.

Таким чином, штучний інтелект виступає системоутворювальним чинником модернізації машинобудівного комплексу України, здатним забезпечити йому новий етап розвитку, сприяти підвищенню інноваційної спроможності та експортного потенціалу, а також інтеграції у глобальні ланцюги доданої вартості. Подальші наукові дослідження у цьому напрямі повинні зосереджуватися на оцінці довгострокових ефектів від впровадження ШІ, пошуку оптимальних моделей державно-приватного партнерства та виробленні інструментів практичної реалізації цифрової трансформації. Лише за умови комплексного підходу машинобудівна галузь України зможе не лише відновитися, а й закріпитися як конкурентоспроможний гравець на міжнародному ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Porter, M. E. (1980). *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. New York : Free Press, pp. 311–312.
2. OECD. (2019). *Artificial intelligence in society*. Paris : OECD Publishing, pp. 109–111.
3. World Bank. (2021). *Digital transformation of the manufacturing sector*. Washington, DC: World Bank, pp. 41–42.

4. Суботін О. О., Новіков Д. В. Застосування штучного інтелекту для автоматизації роботизованих процесів. *Молодий вчений*. 2025. № 2(133). С. 85–90. URL: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/6379> (дата звернення: 30.08.2025).
5. Красношопка Н., Малієнко С., Гуда А., Селив'ярова Т. Застосування штучного інтелекту для розв'язання інженерних задач: переваги та виклики. Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. 2024. № 1. С. 56–62. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2024.01.080> (дата звернення: 30.08.2025).
6. Голубовський М. П., Ясній В. П. Огляд застосування штучного інтелекту та машинного навчання у прикладній механіці. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. 2024. № 1(56). С. 79–91. DOI: [https://doi.org/10.31471/1993-9965-2024-1\(56\)-79-91](https://doi.org/10.31471/1993-9965-2024-1(56)-79-91) (дата звернення: 30.08.2025).
7. Ключ Ю. І., Гуменюк В. В. Використання штучного інтелекту в бізнес-процесах підприємства. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2025. № 3(289). С. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-289-3-21-27> (дата звернення: 30.08.2025).
8. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 29.08.2025).
9. Міністерство економіки України. Огляд стану машинобудування в Україні за 2020–2023 рр. Київ : Міністерство економіки, 2023. С. 34–35.
10. Національна академія наук України, Інститут економіки промисловості. Штучний інтелект у промисловості: виклики та можливості. Донецьк : НАН України, 2022. С. 111–113.
11. Siemens AG. (2021). *Predictive maintenance applications in heavy machinery*. Munich : Siemens White Paper, pp. 44–45.
12. General Electric. (2020). *AI in manufacturing: Efficiency and productivity report*. Boston : GE Research, pp. 34–38.
13. International Federation of Robotics. (2022). *World robotics report 2022*. Frankfurt am Main : IFR, pp. 134–136.
14. PwC. (2017). *Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalize?* London : PwC, pp. 11–13.

REFERENCES:

1. Porter, M. E. (1980). *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. New York: Free Press, pp. 311–312.
2. OECD. (2019). *Artificial intelligence in society*. Paris: OECD Publishing, pp. 109–111.
3. World Bank. (2021). *Digital transformation of the manufacturing sector*. Washington, DC: World Bank, pp. 41–42.
4. Subotin, O. O., & Novikov, D. V. (2025). Zastosuvannia shtuchnoho intelektu dlia avtomatyzatsii robotyzovanykh protsesiv [Application of artificial intelligence for automation of robotic processes]. *Molodyi Vchenyi*, (2(133)), 85–90. Available at: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/6379> (accessed August 30, 2025).
5. Krasnoshapka, N., Maliienko, S., Huda, A., & Selyviorstova, T. (2024). Zastosuvannia shtuchnoho intelektu dlia rozv'iazannia inzhenernykh zadach: perevahy ta vyklyky [Application of artificial intelligence for solving engineering problems: advantages and challenges]. *Informatsiini tekhnologii v metalurhii ta mashynobuduvanni*, 1, 56–62. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2024.01.080> (accessed August 30, 2025).
6. Holubovskiy, M. P., & Yasnii, V. P. (2024). Ohliad zastosuvannia shtuchnoho intelektu ta mashynnoho navchannia u prykladnii mekhanitsi [Review of artificial intelligence and machine learning applications in applied mechanics]. *Naukovyi visnyk IFNTUNG*, 1(56), 79–91. DOI: [https://doi.org/10.31471/1993-9965-2024-1\(56\)-79-91](https://doi.org/10.31471/1993-9965-2024-1(56)-79-91) (accessed August 30, 2025).
7. Klius, Yu. I., & Humeniuk, V. V. (2025). Vykorystannia shtuchnoho intelektu v biznes-protsesakh pidpriemstva [Use of artificial intelligence in enterprise business processes]. *Visnyk Skhidno-Ukrainskoho natsionalnogo universytetu imeni Volodymyra Dalia*, 3(289), 21–27. DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-289-3-21-27> (accessed August 30, 2025).
8. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (2025). Ofitsiynyi sait [Official website]. Available at: <https://www.ukrstat.gov.ua> (accessed August 27, 2025).
9. Ministerstvo ekonomiky Ukrainy. (2023). Ohliad stanu mashynobuduvannia v Ukraini za 2020–2023 rr. [Review of the state of mechanical engineering in Ukraine for 2020–2023]. Kyiv: Ministerstvo ekonomiky Ukrainy, pp. 34–35.

10. Natsionalna akademiia nauk Ukrainy, Instytut ekonomiky promyslovosti. (2022). *Shtuchnyi intelekt u promyslovosti: vyklyky ta mozhlyvosti* [Artificial intelligence in industry: Challenges and opportunities]. Donetsk: NAN Ukrainy, pp. 111–113.
11. Siemens AG. (2021). *Predictive maintenance applications in heavy machinery*. Munich: Siemens White Paper, pp. 44–45.
12. General Electric. (2020). *AI in manufacturing: Efficiency and productivity report*. Boston: GE Research, pp. 34–38.
13. International Federation of Robotics. (2022). *World robotics report 2022*. Frankfurt am Main: IFR, pp. 134–136.
14. PwC. (2017). *Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalize?* London: PwC, pp. 11–13.