

DOI: 10.15276/EJ.03.2024.10  
DOI: 10.5281/zenodo.13905767  
UDC: 332.1:338.2:353  
JEL: O20, O22, R58

## СТРАТЕГІЯ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА В КОНТЕКСТІ ДЕКЛАРАТИВНОЇ ПАРАДИГМИ «ІНДУСТРІЯ 4.0»

### THE STRATEGY OF THE ENGINEERING ENTERPRISE IN THE CONTEXT OF THE DECLARATIVE PARADIGM "INDUSTRY 4.0"

Volodymyr M. Osipov, Doctor of Economic Sciences, Professor  
State Organization "Institute of Market and Economic & Ecological Researches  
of the National Academy of Sciences of Ukraine", Odesa, Ukraine  
ORCID: 0000-0001-7082-0862  
Email: osipovugkonver@gmail.com

Olena S. Kovalevska, PhD in Engineering, Associate Professor  
State Organization "Institute of Market and Economic & Ecological Researches  
of the National Academy of Sciences of Ukraine", Odesa, Ukraine  
Email: olenakovalevska@gmail.com

Received 27.07.2024

*Осипов В.М., Ковалевська О.С. Стратегія машинобудівного підприємства в контексті декларативної парадигми «Індустрія 4.0». Оглядова стаття.*

В статті розглянуті основні характеристики поняття «Індустрія 4.0». Показано, що виникнення нових технологій і нових методів обробки потребують нових підходів до організації промислового сектору. Перш за все, це стосується інтеграції виробництва та Інтернету й ІТ-технологій. Визначено, що оптимізація виробництва в даний час неможлива без впровадження таких технологій як інтернет речей, адитивне виробництво, використання нейронних мереж, цифрових двійників, штучного інтелекту. Розглянуто також перспективи застосування розумних матеріалів та самовідновлюваних конструкцій, застосування гібридного глибокого підходу для технічного обслуговування і виробництва. Велике значення також має екологічна обробка матеріалів.

*Ключові слова:* індустрія 4.0., машинобудівне підприємство, цифрові технології, Інтернет речей

*Osipov V.M., Kovalevska O.S. The Strategy of the Engineering Enterprise in the Context of the Declarative Paradigm "Industry 4.0". Review article.*

The article discusses the main characteristics of the concept of "Industry 4.0". It is shown that the emergence of new technologies and new processing methods require new approaches to the organization of the industrial sector. First of all, it concerns the integration of production and the Internet and IT technologies. It was determined that the optimization of production is currently impossible without the introduction of such technologies as the Internet of Things, additive manufacturing, the use of neural networks, digital doubles, and artificial intelligence. Prospects for the use of smart materials and self-healing structures, the use of a hybrid deep approach for maintenance and production are also considered. Ecological processing of materials is also of great importance.

*Keywords:* industry 4.0., machine-building enterprise, digital technologies, Internet of things

**С**учасний стан машинобудування України відображає розвиток інформаційних та комунікативних технологій, а також впровадження автоматизації та роботизації систем. Це говорить про перехід від третьої промислової революції до Індустрії 4.0. Повністю автоматизовані виробництва – є характеристикою четвертої промислової революції. Керівництво всіма процесами здійснюється в режимі реального часу. Також враховуються всі змінні зовнішні процеси. Новий підхід дозволяє створювати віртуальні копії об'єктів та за допомогою них контролювати фізичні процеси та приймати рішення. Такі системи здатні само налагоджуватися та самонавчатися [1].

Нові інтернет-технології забезпечують взаємозв'язок між людиною та машинами, що дає змогу виробляти індивідуальну продукцію для замовника, та оптимізувати собівартість виробництва.

Виробнича та інженерна сфери постійно розвиваються, адже нові інновації, технологічні досягнення та ефективніші методи роботи виходять на перший план. Однак за останні кілька років темпи змін значно прискорилися завдяки появі Індустрії 4.0.

#### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Швидке поширення проривів у галузі адитивного виробництва, комп'ютерного моделювання, великих даних, автоматизації, робототехніки та датчиків допомогло системним інженерам досягти невеликих, безперервних та поступових покращень на кожному етапі виробничого процесу. Це призвело до величезних досягнень у галузі операційної ефективності, передиктивного обслуговування, якості продукції, безпеки та стійкості виробництва (S. Buer, J. Strandhagen, F. Chan (Бур, Страндхаген, Чан 2018)).

Серед науковців, які досліджують проблеми розвитку Індустрії 4.0 можна виділити таких як Я. Сміт, С. Крейцер, К. Меллер, М. Карлберг, Д. Роджерс, Ч. Хенді. Також зроблено вагомий внесок в ці

дослідження вітчизняними вченими Коржебін А., Булеєв І., Князев С., Літвінов П., Беспалов А., Хамчишкін Г. та ін. Але поки недостатньо досліджені проблеми, переваги, ризики та можливості запровадження існуючих інструментів Індустрії 4.0 саме до української економіки [3-5].

### **Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми**

Впровадження нових технологій Індустрії 4.0 на підприємствах України стискається з рядом проблем, які пов'язані з економічними труднощами та політичною нестабільністю.

*Метою статті є* виступає дослідження особливостей та концептуальних засад виникнення та розвитку Індустрії 4.0, визначення місця України в цьому. Визначення основних трендів та окреслення перспектив розвитку особливо в машинобудівній галузі.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Впровадження цифрових технологій дозволяє оптимізувати використання ресурсів, зменшуючи витрати на обслуговування та забезпечуючи надійність у роботі механізмів. Отже, сучасне машинобудівне виробництво має активно впроваджувати інноваційні цифрові технології для ефективного виготовлення запасних частин та забезпечення надійної роботи машин та механізмів. Це дозволить підтримувати життєвий цикл техніки на високому рівні при обмежених ресурсах (A. Erthal, L. Marques (Erthal, Marques, 2018)).

Машинобудування становить близько 10% ВВП України. Що стосується кількості підприємств то налічується понад 11 тисяч. У цій галузі зайнято близько 146 тисяч чоловік. Але, від початку війни багато підприємств в Україні були змушені змінити своє розташування, особливо зі східних регіонів. За даними Міністерства економіки України, понад 800 підприємств переїхали до безпечних регіонів у рамках державної програми релокації. Більшість із них перемістилися до західних областей, таких як Львівська, Закарпатська та Івано-Франківська.

Основні причини релокації включають:

- Небезпека для життя та здоров'я працівників.
- Пошкодження чи руйнування виробничих потужностей.
- Проблеми з логістикою та постачанням

Ця програма допомогла багатьом підприємствам продовжити свою діяльність, забезпечуючи їх необхідною інфраструктурою та підтримкою на нових місцях.

Наразі точну кількість машинобудівних підприємств, що знаходяться на тимчасово окупованих територіях України, важко визначити через обмежений доступ до інформації та постійні зміни в ситуації. Проте відомо, що значна частина промислових підприємств, включаючи машинобудівні, знаходиться у Донецькій та Луганській областях, які частково окуповані з 2014 року.

Машинобудування в Україні відіграє важливу роль в економіці країни, але стикається з низкою значних проблем та викликів таких як:

- Високий знос основних фондів: Багато підприємств працюють на застарілому устаткуванні, що знижує їх конкурентоспроможність.
- Низький рівень інвестицій: Нестача інвестицій у основний капітал призводить до скорочення виробничих потужностей.
- Економічні проблеми: Низька платоспроможність споживачів і високі ставки кредитів ускладнюють розвиток галузі.

Також, важливу роль відіграє диверсифікація виробництва, тому, що в умовах порушення зв'язків із традиційними партнерами, підприємства шукають нові ринки збуту та можливості для експорту до Європи. Все це характерно для таких високотехнологічних галузей, що розвиваються в Україні, як авіабудування, ракетно-космічна галузь, автомобільна промисловість та приладобудування [7].

Для підвищення конкурентоспроможності необхідне впровадження нових технологій та модернізація виробничих потужностей. Важливим завданням також є залучення як внутрішніх, і зовнішніх інвестицій у розвитку галузі.

В Україні діють державні програми, що націлені на розвиток машинобудування. Розглянемо деякі з них:

- Програма зеленого відновлення промисловості України на 2024-2028 роки. Вона допомагає створити можливості для підприємств і розроблена за допомогою Організації Об'єднаних націй з промислового розвитку (UNIDO).
- План відновлення України. Цей план містить в собі національні програми, що націлені на відчутний результат та має напрямом до прискорення економічного зростання. Особливої уваги приділяється стимулювання приватних інвестицій, інтеграцію в ЄС, нарощування добробуту.
- Напрями розбудови машинобудування. Це стосується розвитку саме аграрного машинобудування, що є важливим для економічного зростання.

Ці програми спрямовані на розвиток машинобудівних підприємств, та являють собою головний напрямом економічного відновлення України.

Не зважаючи на те, що значна частина підприємств знаходиться на релокації, треба зауважити необхідність впровадження нових технологій та відбудову машинобудівної галузі вже з урахуванням вимог нашого часу.

Стратегія машинобудівного підприємства в контексті декларативної парадигми «Індустрія 4.0» передбачає інтеграцію сучасних технологій та підходів для підвищення ефективності виробництва, зниження витрат та покращення якості продукції:

**Автоматизація та роботизація:** Впровадження автоматизованих систем та роботів для виконання рутинних та небезпечних завдань, що дозволяє зменшити людський фактор та підвищити точність виробництва.

**Інтернет речей (IoT):** Використання сенсорів та підключених пристроїв для збору даних в режимі реального часу, що допомагає в моніторингу стану обладнання та прогнозуванні його обслуговування.

**Великі дані та аналітика:** Збір та аналіз великих обсягів даних для прийняття обґрунтованих рішень щодо оптимізації виробництва та управління ресурсами.

**Кібербезпека:** Забезпечення захисту виробничих систем від кібератак та несанкціонованого доступу, що є критично важливим у цифровому середовищі.

**Гнучке виробництво:** Впровадження модульних та адаптивних виробничих систем, які можуть швидко налаштовуватися під нові продукти або зміни в попиті.

Ці аспекти допоможуть машинобудівним підприємствам адаптуватися до вимог сучасного ринку та забезпечити конкурентоспроможність у довгостроковій перспективі (рис. 1) [8-10]:

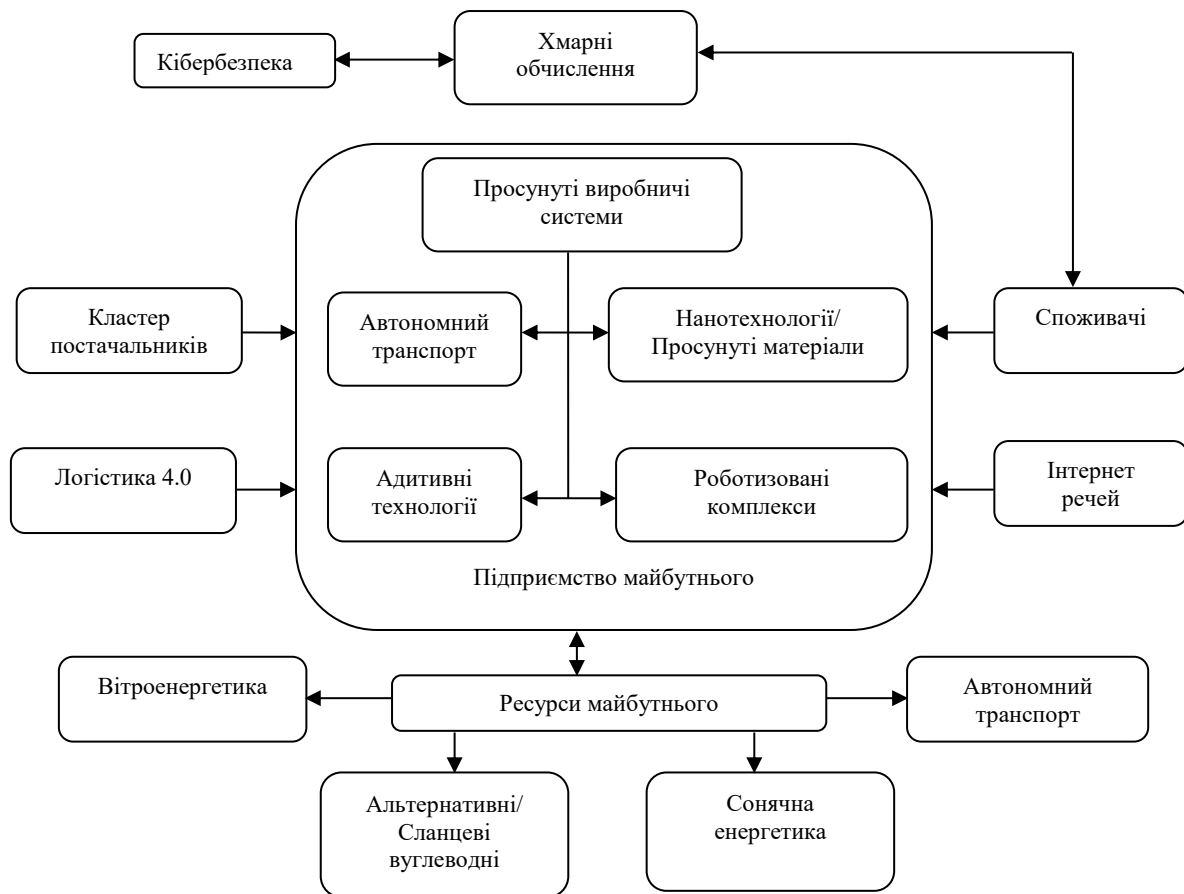


Рисунок 1. Індустрія 4.0 та глобальні технологічні тренди  
Джерело: власна розробка авторів

Машинобудівні підприємства потребують нового підходу до організації виробництва. Розглянемо основні напрямки впровадження нових технологій.

**Адитивні технології.** Під час адитивного виробництва металів мікроструктура матеріалу та геометрія деталей формуються поступово. Це дозволяє отримати деталь без дефектів і аномалій, якщо забезпечити оптимальні умови для нанесення кожного шару. Нові стратегії, засновані на машинному навчанні, краще підходять для забезпечення надійності, гнучкості та масштабованості, необхідних для керування процесами в умовах невизначеності. Контроль у режимі реального часу, який широко застосовується для керування процесами, включаючи позавиробничі, забезпечує шаблон для керування адитивним виробництвом. Схема CLC працює на основі постійного вимірювання змінних процесу, які виступають

проксі для працездатності процесу, і запуску команд керування для мінімізації відхилень від оптимальної заданої точки.

Нейронні мережі. Є підхід до динамічної інтеграції тактичного виробництва та прогнозованого планування технічного обслуговування системи з кількома станами, що складається з кількох паралельно-послідовних машин. Для точного прогнозування стану кожної машини розроблено гібридний метод глибокого навчання, який поєднує можливості згорткової нейронної мережі, довготривалої короткочасної пам'яті та техніки уваги. Для оцінки виробничої потужності використовується теорія надійності з кількома станами.

Цифрові двійники. Цифровий близнюк, заснований на фізично-цифровій конвергенції, пропонує нову модель співпраці між робочою силою та промисловими процесами. Завдяки реальній годині зв'язку та механізмам, керованим даними, стратегія цифрового подвійного планування вимагає тісної взаємодії між працівниками, системами та процесами. Під час поломки машин стратегія динамічного планування цифрового робочого цеху з подвійним керуванням спрямована на одночасну мінімізацію робочого періоду, загальних викидів вуглецю, загальної вартості виробництва та стабільності якості продукції. Віртуальна майстерня використовується для моделювання та оптимізації схеми динамічного інтелектуального планування. Цифровий двійник надає фізично-цифровій виробничій системі інформацію про реальні та змодельовані дані, що сприяє інтеграції та взаємодії реальних ситуацій та робочих станів.

Класифікація дефектів верстатів на основі звукових параметрів. Дискретне вейвлет -перетворення (DWT) – це процес, який передбачає дискретизацію масштабу та трансляцію базових вейвлетів для ефективнішого розкладання сигналу на підсигнали різних частот. На відміну від перетворення Фур'є, де використовується фіксований розмір вікна, DWT застосовує адаптивний розмір вікна для обробки сигналу. Замість синусоїдальних та косинусоїдальних хвиль, що використовують у перетворенні Фур'є, DWT використовує набір затухаючих ортогональних основ, що дозволяє краще виділяти різкі зміни та нестационарні частини сигналу.

Фізичні моделі для характеристики продуктивності обробки. Передові методи чисельного моделювання включають метод кінцевих елементів, безсіткові методи та методи на основі частинок, такі як метод гідродинаміки згладжених частинок, метод дискретних елементів і метод молекулярної динаміки. Для вирішення проблеми великих деформацій під час різання, що викликає високі рівні деформації в елементах сітки, Discobu та інші запропонували метод Ейлера-Лагранжа (CEL). Застосування цього методу показало, що CEL є конкурентоспроможною альтернативою стандартним моделям. Огляд сучасного аналітичного та чисельного моделювання процесів різання металу зосереджується на їх здатності передбачати характеристики продуктивності, такі як геометрія стружки, сили, температури, знос інструменту, залишкова напруга та еволюція мікроструктури. Чисельний підхід дозволяє враховувати матеріал процесу та геометричні нелінійності при прогнозуванні зносу інструменту та цілісності обробленої поверхні.

Штучний інтелект. Більшість 70-80% вартості активу об'єкта реалізується на етапі експлуатації та обслуговування життєвого циклу об'єкта. Впровадження штучного інтелекту в процеси експлуатації та технічного обслуговування об'єктів є шляхом до зменшення постійного зростання витрат. Типовими стратегіями технічного обслуговування є профілактичне технічне обслуговування, коригувальне обслуговування та прогнозне технічне обслуговування. Робота з технічного обслуговування передбачає заміну рекомендованих компонентів обладнання та захисних матеріалів на основі рекомендацій ЕОМ. Коригувальне технічне обслуговування – це ремонтні роботи, які виконуються для відновлення початкових робочих характеристик обладнання після діагностичного висновку або після відмови обладнання. Прогнозне технічне обслуговування – це робота, яка виконується як частина стратегії технічного обслуговування на основі стану, яка передбачає моніторинг робочих характеристик обладнання, аналіз робочих даних та функціональності обладнання, визначення наявності проблеми та вирішення проблеми ще до того, як станеться збій обладнання. Штучний інтелект – це нейромережі, робототехніка, експертні системи, машинне навчання, глибоке навчання або машини, які використовуються для оцінки даних на основі зважених факторів для представлення функціонального використання даних. Аналіз даних за допомогою штучного інтелекту прийматиме та впроваджуватиме рішення на основі робочих параметрів шляхом коригування характеристик потоку, необхідних для підтримки заданих значень системи об'єкта.

Розумні матеріали та самовідновлювані конструкції. Сучасні методи оцінки стійкості до пошкоджень зосереджуються на безперервному моніторингу та зворотньому зв'язку в режимі реального часу, щоб виявляти та усувати пошкодження на ранніх стадіях. Інтеграція сенсорних технологій, таких як волоконно-оптичні датчики та п'єзоелектричні перетворювачі, з машинним навчанням і аналізом даних відкриває нові можливості в цій сфері.

Ключовим аспектом стійкості до пошкоджень є розуміння поведінки матеріалів під навантаженням. Баланс між коефіцієнтом інтенсивності напруги та в'язкістю руйнування є основою більшості оцінок пошкоджень. Коли інтенсивність напруги на вершині тріщини дорівнює або перевищує в'язкість руйнування, несправність стає неминучою. Це дозволяє вживати попереджувальні заходи до виникнення катастрофічних збоїв.

Методи неруйнівного контролю, такі як ультразвук зі спрямованою хвилею, забезпечують підвищену точність і ефективність, дозволяючи швидше та надійніше оцінювати стан матеріалів. Інтеграція традиційних методів неруйнівного контролю з технологіями штучного інтелекту та машинного навчання розширює можливості аналізу та інтерпретації даних, дозволяючи виявляти складні моделі пошкоджень і створювати більш точні оцінки.

Вбудовування датчиків або приводів у структуру матеріалів відкриває можливості для створення самоконтрольованих і самовідновлюваних конструкцій, що підвищує їх стійкість і довговічність. Сплави з пам'яттю форми, здатні повертатися до початкової форми після деформації, можуть закривати тріщини або дефекти під дією теплового тригера. Наноккомпозити, наповнені нанорозмірними компонентами, демонструють великі перспективи в оцінці стійкості до пошкоджень завдяки покращеним механічним, термічним та електричним властивостям, що дозволяє будувати датчики безпосередньо в конструкційні матеріали

Модернізація ЧПК. Модернізація застарілих верстатів за допомогою нових ЧПК забезпечує інтеграцію промисловості 4.0 між високорівневою системою планування ресурсів підприємства та оновленими станками. Наявність виробничих даних у реальному часі дозволяє створити більш гнучке, кероване даними виробництво, що підтримує прийняття рішень і підвищує ефективність виробничих процесів для всіх зацікавлених сторін. Використання штучного інтелекту підвищує рівень автоматизації керування станком. Завдяки складним алгоритмам машинного навчання, параметри обробки можуть адаптуватися в режимі реальної години для компенсації знесення інструменту, шорсткості поверхні та тріскотіння.

Оброблюваність важкооброблюваних сплавів. З появою порошкової металургії та адитивних методів виробництва, таких як селективне лазерне плавлення, лазерне осадження металів, детонаційне наплення та моделювання плавленого осадження, виникають нові виклики щодо покращення оброблюваності цих матеріалів. Обробка важкооброблюваних сплавів із використанням передових технологій змащування та охолодження надає важливу інформацію для вдосконалення виробничих процесів у галузях, що залежать від таких матеріалів. Це стосується титанових сплавів, нікелевих сплавів і сталей, де застосовуються технології сухого охолодження, звичайні системи охолодження, мінімальна кількість мастила, мінімальна кількість мастила для охолодження, кріогенне мастило та охолодження під високим тиском.

Більшість металевих добавок, виготовлених за допомогою адитивних методів, виробляються майже в чистій формі та потребують механічної обробки для досягнення кінцевих допусків і обробки поверхні. Це призвело до появи терміну «гібридне виробництво», що передбачає використання платформи, яка поєднує кілька виробничих процесів, таких як вибіркоче лазерне спікання та шліфування. Гібридне виробництво зменшує недоліки окремих виробничих процесів. Термомеханічна історія компонентів впливає на отриману мікроструктуру та механічні властивості деталей, виготовлених за допомогою адитивних методів.

Гібридний глибокий підхід для технічного обслуговування і виробництва. Традиційний підхід до профілактичного обслуговування поступово трансформується у передбачливе обслуговування завдяки прогресу в аналітиці даних і штучному інтелекті. Впровадження та інтеграція моделей PdM можуть бути здійснені у виробничі процеси навіть у ситуаціях із динамічним навантаженням. Використовуючи методи схрещування та мутації, генетичний алгоритм здатний досліджувати та використовувати величезний простір рішень, створюючи нове покоління з оптимальними результатами.

Екологічна обробка. Безвідходне виробництво, можливість повної вторинної переробки та зниження споживання енергії можуть стати важливими кроками для мінімізації негативних впливів на довкілля. Хоча зменшення енергоспоживання під час обробки є важливим, вплив обробки на навколишнє середовище не обмежується лише викидами парникових газів від споживання електроенергії. Прямі забруднення повітря від механічної обробки включають твердий пил і рідкі аерозолі, що утворюються під час різання металу, а також мікробні леткі органічні сполуки, які є токсичними для людини. Для запобігання впливу аерозолів рекомендується використовувати герметичні верстати та системи місцевої витяжної вентиляції [11].

Для успішного впровадження технологій Індустрії 4.0 на підприємстві потрібні такі ресурси:

1. Технологічна інфраструктура:
  - Інтернет речей (IoT): Пристрої та датчики, які можуть збирати та передавати дані.
  - Кіберфізичні системи (CPS): Інтеграція фізичних процесів з обчислювальними системами.
  - Хмарні обчислення: Для зберігання та обробки великих обсягів даних.
2. Людські ресурси:
  - Кваліфіковані фахівці: Інженери, програмісти, аналітики даних та фахівці з кібербезпеки.
  - Навчання та підвищення кваліфікації: Постійне навчання співробітників новим технологіям та методам роботи.
3. Фінансові ресурси:
  - Інвестиції у технології: Закупівля нового обладнання, програмного забезпечення та інфраструктури.
  - Фінансування досліджень та розробок: Для створення та впровадження інноваційних рішень.
4. Організаційні ресурси:

- Стратегічне планування: Розробка довгострокової стратегії щодо впровадження технологій Індустрії 4.0.
  - Керування змінами: Ефективне керування процесами змін та адаптація до нових умов.
5. Кібербезпека:
- Захист даних: Забезпечення безпеки даних та захист від кібератак.
  - Інфраструктурна готовність: Створення надійної та захищеної ІТ-інфраструктури.
- Ці ресурси допоможуть підприємству успішно перейти на новий рівень автоматизації та цифровізації, що призведе до підвищення продуктивності та конкурентоспроможності.

### Висновки

Проведене дослідження розкриває сутність Індустрії 4.0 та її ключові технології. Аналіз світових рейтингів і статистичних даних свідчить про певний потенціал України у впровадженні нових технологій Індустрії 4.0. Проте країна стикається з такими проблемами, як відсутність чіткого пріоритету інноваційного розвитку, значне відставання від провідних країн у цій сфері та недостатнє фінансування інноваційної діяльності.

В умовах воєнного стану процеси впровадження нових технологій йдуть дуже повільно. Дуже малий відсоток підприємств має на це спрямованість та володіє необхідними ресурсами.

Впровадження технологій Індустрії 4.0 у машинобудівних підприємствах України стикається із низкою викликів. Основні проблеми включають:

- економічні труднощі: Низький рівень інвестицій та нестача фінансових ресурсів для модернізації обладнання.
- політична нестабільність: Вплив політичних чинників на економічну ситуацію та інвестиційний клімат.
- технічні бар'єри: Нестача кваліфікованих фахівців та застаріла інфраструктура.

Тим не менш, є позитивні приклади успішного впровадження технологій Індустрії 4.0 в окремих компаніях. Наприклад, використання цифрових двійників та передиктивного обслуговування може значно підвищити ефективність виробничих процесів, знизити витрати на обслуговування та збільшити термін служби обладнання.

Для розвитку Індустрії 4.0 в Україні необхідна постійна співпраця між державою, бізнесом, освітою та наукою.

### Abstract

**Introduction.** The current state of mechanical engineering in Ukraine reflects the development of information and communication technologies, as well as the introduction of automation and robotization of systems. This speaks of the transition from the third industrial revolution to Industry 4.0.

**Purpose and tasks.** The main goal of this article is to study the features and conceptual foundations of the emergence and development of Industry 4.0, to determine the place of Ukraine in it. Determining the main trends and outlining development prospects, especially in the machine-building industry.

**Methods.** The work uses general scientific and special research methods: analysis, comparison, generalization, system analysis, comparative analysis. The information base of the research is monographs, special literature, periodical scientific domestic and foreign publications, Internet resources.

**The results.** The main characteristics of the concept of "Industry 4.0" are considered. It was determined that the optimization of production is currently impossible without the introduction of such technologies as the Internet of Things, additive manufacturing, the use of neural networks, digital doubles, and artificial intelligence. Prospects for the use of smart materials and self-healing structures, the use of a hybrid deep approach for maintenance and production are also considered.

**Conclusion.** The conducted research reveals the essence of Industry 4.0 and its key technologies. The analysis of world ratings and statistical data indicates a certain potential of Ukraine in implementing new technologies of Industry 4.0. However, the country faces such problems as the lack of a clear priority of innovative development, a significant lag behind the leading countries in this field, and insufficient financing of innovative activities.

### Список літератури:

1. Kovalevskyy S.V., Kovalevska O.S., Osipov V.M. Concept of the multynomenclature reconfigurable machine repair cluster. Економічні інновації. 2018. Vol. 20, No. 4. P. 91-100.
2. Buer S., Strandhagen J. Chan F. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. International Journal of Production Research. 2018. Vol. 56, No. 8. P. 2924-2940.
3. Целікова А.С., Місько Є.М. Сучасний стан та проблеми розвитку машинобудівних підприємств України. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Том 9. № 2. С. 228-235.
4. Лазарєв А. Автомобілебудування в Україні: поточний стан, виклики та сценарії розвитку. Development service industry management. 2023. Vol. 3, С. 12-22. DOI: 10.31891/dsim-2023-3(2).

5. Завербний А.С., Сало К.Р. Проблеми та перспективи розвитку Індустрії 4.0 в Україні за умов євро інтегрування. Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку. 2022. Том 2. № 8. С. 374-382.
6. Erthal A., Marques L. National culture and organisational culture in lean organisations: a systematic review. *Production Planning & Control*. 2018. Vol. 29, No. 8. P. 668-687.
7. Задорожній Г.В., Дуна Н.Г. Особливості та перспективи Індустрії 4.0 в економіці України. Вісник економічної науки України. 2021. С. 160-165. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bit.ly/3YgYj5C>.
8. Краус К.М., Краус Н.М., Штепа О.В. Індустрія X.0 і Індустрія 4.0 в умовах цифрової трансформації та інноваційної стратегії розвитку національної економіки. Ефективна економіка. 2021. № 15. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.economy.nauka.com.ua](http://www.economy.nauka.com.ua).
9. Брюховецька Н., Черних О. Індустрія 4.0 та цифровізація економіки: можливості використання зарубіжного досвіду на промислових підприємствах України. Економіка промисловості. 2020. № 2 (90). С. 116-132.
10. Гірченко Т.Д., Чмерук Г.Г., Семенюк І.М. Шляхи модернізації цифрової економіки. Інфраструктура ринку. 2020. Вип. 41. С. 25-30.
11. Кушніренко О.М., Гахович Н.Г. Вплив технологій Індустрії 4.0 на структурні трансформації економіки. Економічний вісник. Серія: фінанси, облік, оподаткування. 2020. Вип. 4. С. 64-73.

## References:

1. Kovalevskyy, S.V., Kovalevska, O.S., & Osipov, V.M. (2018). Concept of the multynomenclature reconfigurable machine repair cluster. *Odesa: Instytut problem rynku ta ekonomiko-ekolohichnykh doslidzhen NAN Ukrainy*, Vol. 20, No. 4. P. 91-100 [in English].
2. Buer, S., Strandhagen, J., & Chan, F. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *London: Taylor & Francis*, Vol. 56, No. 8. P. 2924-2940 [in English].
3. Tselikova, A.S., & Misko, Ye.M. (2024). The current state and problems of the development of machine-building enterprises of Ukraine. *Kyiv: Instytut ekonomiky promyslovosti NAN Ukrainy*, 2, 228-235 [in Ukrainian].
4. Lazarev, A. (2023). Automotive industry in Ukraine: current state, challenges and development scenarios. *Kharkiv: Instytut ekonomiky promyslovosti NAN Ukrainy*, Vol. 3, pp. 12-22. DOI: 10.31891/dsim-2023-3(2) [in Ukrainian].
5. Zaverbnyi, A.S., & Salo, K.R. (2022). Problems and prospects of the development of Industry 4.0 in Ukraine under the conditions of Euro integration. *Lviv: Vydavnytstvo Ukrainskoho katolytskoho universytetu* [in Ukrainian].
6. Erthal, A., & Marques, L. (2018). National culture and organisational culture in lean organisations: A systematic review. *Oxford: Wiley-Blackwell*, Vol. 29, No. 8. pp. 668-687 [in English].
7. Zadorozhnyi, H.V., & Duna, N.H. (2021). Features and prospects of Industry 4.0 in the economy of Ukraine. *Kyiv: Akademiia ekonomichnykh nauk Ukrainy*. Retrieved from: <https://bit.ly/3YgYj5C> [in Ukrainian].
8. Kraus, K.M., Kraus, N.M., & Shtepa, O.V. (2021). Industry X.0 and Industry 4.0 in the conditions of digital transformation and innovative strategy for the development of the national economy. *Dnipro: Universytet imeni Alfreda Nobelia*. Retrieved from: [www.economy.nauka.com.ua](http://www.economy.nauka.com.ua) [in Ukrainian].
9. Briukhovetska, N., & Chernykh, O. (2020). Industry 4.0 and digitalization of the economy: possibilities of using foreign experience at industrial enterprises of Ukraine. *Economics of industry*, 2 (90). pp. 116-132 [in Ukrainian].
10. Hirchenko, T.D., Chmeruk, H.H., & Semeniuk, I.M. (2020). Ways of modernization of the digital economy. *Market infrastructure*. Issue 41. pp. 25-30 [in Ukrainian].
11. Kushnirenko, O.M., & Hakhovych, N.H. (2020). Impact of Industry 4.0 technologies on structural transformations of the economy. *Economic Bulletin. Series: finance, accounting, taxation*. Issue 4. pp. 64-73 [in Ukrainian].

### Посилання на статтю:

Осипов В.М. Стратегія машинобудівного підприємства в контексті декларативної парадигми «Індустрія 4.0» / Осипов В.М., Ковалевська О.С. // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2024. – № 3 (29). – С. 80-86. – Режим доступу: <https://economics.net.ua/ejopu/2024/No3/80.pdf>. DOI: 10.15276/EJ.03.2024.10. DOI: 10.5281/zenodo.13905767.

### Reference a Journal Article:

Osipov V.M. The Strategy of the Engineering Enterprise in the Context of the Declarative Paradigm "Industry 4.0" / V.M. Osipov, O.S. Kovalevska // *Economic journal Odesa polytechnic university*. – 2024. – № 3 (29). – P. 80-86. – Retrieved from: <https://economics.net.ua/ejopu/2024/No3/80.pdf>. DOI: 10.15276/EJ.03.2024.10. DOI: 10.5281/zenodo.13905767.

