



Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: C53, M41, O33

DOI: 10.62911/ete.2026.04.01.02

Artificial Intelligence as a Tool for Digital Transformation of Inventory Accounting in PVC Window and Door Production: Strategic Analysis and Predictive Models

Citation:

Shubenko, Y. & Lapchenko Y. (2026). Artificial Intelligence as a Tool for Digital Transformation of Inventory Accounting in PVC Window and Door Production: Strategic Analysis and Predictive Models. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering", Vol.4 No.1 (2026), 19–29. <https://doi.org/10.62911/ete.2026.04.01.02>

Yelyzaveta Shubenko
PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: shubenko_es@duet.dp.ua
 ORCID ID: 0000-0002-4142-8551

Yevhen Lapchenko
Undergraduate Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
e-mail: lapchenko_yy_23041@duet.dp.ua
 ORCID ID: 0009-0009-6670-2252

Received: 11/05/2026

Accepted: 19/05/2026



Abstract: The article provides a comprehensive study of the transformational impact of Artificial Intelligence (AI) on inventory accounting systems within the metal-plastic structures manufacturing sector. The authors substantiate the transition from traditional, retrospective registration of business transactions to a proactive digital ecosystem where AI serves as the enterprise's "central nervous system." In the context of Industry 5.0, the study examines the synergy between humans and machines, which enables the evolution of accounting into a tool for strategic future modeling. Particular attention is paid to the specifics of the Ukrainian market in 2024-2025, where, amidst high volatility, material costs account for over 84% of the production cost. The work details the influence of intelligent systems on cost calculation, specifically through the implementation of weight-based IoT accounting and predictive procurement planning. Evidence is presented demonstrating that AI implementation can reduce material costs by 5%, cut accounting errors by 30%, and ensure inventory accuracy levels of 99%+. The article analyses practical case studies involving LEADCNC equipment, as well as Rheo AI and Blue Yonder platforms, which facilitate the realization of the "smart factory" concept with full digital traceability of every unit of raw material. A separate section is dedicated to legal regulation under the EU AI Act-which is critical for Ukraine's European integration and the classification of AI systems by risk level. A five-stage model for the digital transformation of an enterprise is proposed, along with calculations of economic efficiency. The study concludes the industry will transition to "fully autonomous factories," where the role of the accountant will transform from a recorder of historical facts to an operator of intelligent systems, requiring a high level of "AI fluency."

Keywords: Artificial Intelligence, Industry 5.0, digital transformation, inventory accounting, PVC Window and Door Production, production cost, predictive analytics, EU AI Act, ROI.

JEL: C53, M41, O33

Artificial Intelligence as a Tool for Digital Transformation of Inventory Accounting in PVC Window and Door Production: Strategic Analysis and Predictive Models

Yelyzaveta Shubenko

PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: shubenko_es@duet.dp.ua

 ORCID ID: 0000-0002-4142-8551

Yevhen Lapchenko

Undergraduate Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: lapchenko_yy_23041@duet.dp.ua

 ORCID ID: 0009-0009-6670-2252

Abstract: The article provides a comprehensive study of the transformational impact of Artificial Intelligence (AI) on inventory accounting systems within the metal-plastic structures manufacturing sector. The authors substantiate the transition from traditional, retrospective registration of business transactions to a proactive digital ecosystem where AI serves as the enterprise's "central nervous system." In the context of Industry 5.0, the study examines the synergy between humans and machines, which enables the evolution of accounting into a tool for strategic future modeling. Particular attention is paid to the specifics of the Ukrainian market in 2024-2025, where, amidst high volatility, material costs account for over 84% of the production cost. The work details the influence of intelligent systems on cost calculation, specifically through the implementation of weight-based IoT accounting and predictive procurement planning. Evidence is presented demonstrating that AI implementation can reduce material costs by 5%, cut accounting errors by 30%, and ensure inventory accuracy levels of 99%+. The article analyses practical case studies involving LEADCNC equipment, as well as Rheo AI and Blue Yonder platforms, which facilitate the realization of the "smart factory" concept with full digital traceability of every unit of raw material. A separate section is dedicated to legal regulation under the EU AI Act-which is critical for Ukraine's European integration and the classification of AI systems by risk level. A five-stage model for the digital transformation of an enterprise is proposed, along with calculations of economic efficiency. The study concludes the industry will transition to "fully autonomous factories," where the role of the accountant will transform from a recorder of historical facts to an operator of intelligent systems, requiring a high level of "AI fluency."

Keywords: artificial Intelligence, Industry 5.0, digital transformation, inventory accounting, PVC Window and Door Production, production cost, predictive analytics, EU AI Act, ROI.

Штучний інтелект як інструмент цифрової трансформації обліку виробничих запасів у виробництві металопластикових конструкцій: стратегічний аналіз та предиктивні моделі

Єлизавета Шубенко

к.е.н, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: shubenko_es@duet.dp.ua

 ORCID ID: 0000-0002-4142-8551

Євген Лапченко

Здобувач вищої освіти, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: lapchenko_yy_23041@duet.dp.ua

 ORCID ID: 0009-0009-6670-2252

Анотація: Дана стаття присвячена комплексному дослідженню трансформаційного впливу штучного інтелекту (ШІ) на систему обліку виробничих запасів у галузі виготовлення металопластикових конструкцій. Автори обґрунтовують перехід від традиційної ретроспективної реєстрації господарських операцій до проактивної цифрової екосистеми, де ШІ виступає «центральною нервовою системою» підприємства. У контексті industry 5.0 розглядається синергія людини та машини, що дозволяє перетворити облік на інструмент стратегічного моделювання майбутнього. Особливу увагу приділено специфіці українського ринку 2024-2025 років, де в умовах волатильності матеріальні витрати становлять понад 84% виробничої собівартості продукції. У роботі деталізовано вплив інтелектуальних систем на калькулювання собівартості, зокрема через впровадження вагового IoT-обліку та предиктивного планування закупівель. Наведено докази того, що впровадження ШІ дозволяє знизити матеріальні витрати на 5%, скоротити кількість помилок в обліку на 30% та забезпечити точність залишків на рівні 99%. Проаналізовано практичні кейси застосування обладнання LEADCNC, платформ Rheo AI та Blue Yonder, що дозволяють реалізувати концепцію «розумної фабрики» з повним цифровим простежуванням кожної одиниці сировини. Досліджено правове регулювання згідно з EU AI Act, що є критичним для євроінтеграції України, та класифікації систем її за рівнями ризику. Запропоновано п'ятиетапну модель цифрової трансформації підприємства та розраховано економічну ефективність. Резюмується, що до 2030 року галузь перейде до «повністю автономних заводів», де роль бухгалтера трансформується з реєстратора фактів у оператора інтелектуальних систем, що вимагає високого рівня «AI fluency».

Ключові слова: штучний інтелект, Industry 5.0, цифрова трансформація, облік запасів, металопластикові конструкції, собівартість, предиктивна аналітика, EU AI Act, ROI.

Вступ (Introduction)

Сучасна світова економіка перебуває на етапі фундаментального переходу від традиційних методів управління до цифрових екосистем, де штучний інтелект (ШІ) виступає не просто як допоміжний інструмент, а як центральна нервова система підприємства. В Україні цей процес набув офіційного статусу завдяки Концепції розвитку цифрових технологій, яка визначає автоматизацію бізнес-процесів як ключовий пріоритет для підвищення ефективності управління національними ресурсами. Однак інтеграція ШІ у виробничу сферу, зокрема у виготовлення металопластикових конструкцій, вимагає набагато глибшого переосмислення, ніж проста заміна паперових носіїв цифровими реєстрами. Це трансформація самої природи обліку - від ретроспективної реєстрації фактів до проактивного моделювання майбутнього.

Традиційна модель бухгалтерського обліку протягом десятиліть базувалася на принципі послідовної реєстрації господарських операцій, що часто призводило до інформаційного відставання. У галузі металопластикових конструкцій, де швидкість обігу запасів та точність розрахунків сировини мають критичне значення, таке відставання стає причиною втрачених прибутків. Впровадження інтелектуальних систем дозволяє подолати цей бар'єр, забезпечуючи реальний час обробки даних (real-time data processing). Згідно з дослідженнями, використання ШІ дозволяє зменшити кількість помилок в облікових операціях на 30%, що безпосередньо впливає на достовірність фінансової звітності та якість управлінських рішень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій свідчить про перехід від теоретичного обговорення можливостей штучного інтелекту до масової імплементації складних предиктивних моделей у промисловому секторі та бухгалтерському обліку (*Deloitte, 2025, McKinsey, 2025*). Дослідження цифрової трансформації бухгалтерського обліку (*Koval, 2024*) підтверджують, що впровадження дозволяє зменшити кількість помилок в облікових операціях на 30%. Застосування предиктивних моделей у 2024 році продемонструвало зростання точності прогнозування попиту на 30%, що безпосередньо сприяє максимізації прибутку за рахунок оптимізації рівнів запасів (*Oladele, 2025*).

Сучасні наукові праці виділяють використання згорткових нейронних мереж (CNN) та двонаправленої довгострокової короткочасної пам'яті (BiLSTM) як найбільш ефективних інструментів для розпізнавання патернів та прогнозного аналізу розподілу ресурсів (Teixeira, 2025). Крім того, домінуючим методом для створення адаптивних систем управління запасами у динамічних середовищах стає навчання з підкріпленням (зокрема, Q-learning). Дослідження акцентують увагу на синергії ШІ та блокчейну для вирішення проблем асиметрії інформації та підвищення прозорості фінансових операцій (Hristova, 2024). Використання блокчейну дозволяє автоматизувати підготовку фінансової звітності та покращити процедури аудиту через незмінність записів транзакцій. Водночас поєднання з інтернетом речей (IoT) забезпечує видимість ланцюга поставок у реальному часі (Teixeira, 2025).

Останні публікації (Oladele, 2025) підтверджують, що ШІ-системи забезпечують повну автоматизацію моніторингу залишків та прийняття рішень на основі прогнозів, що мінімізує ризики дефіциту або затарювання складів. Експерти оцінюють, що така інтелектуальна автоматизація рутинних операцій здатна знизити операційні витрати підприємства на 20-25% (Deloitte, 2025).

У 2024-2025 роках з'явився значний пласт досліджень, присвячених ролі ШІ у забезпеченні сталого розвитку (Abbas, 2025, Teixeira, 2025). Аналітика на основі ШІ допомагає узгоджувати пропозицію з ринковими потребами, що зменшує обсяги відходів та підтримує екологічно відповідальне прийняття рішень у ланцюгах поставок із замкненим циклом.

Систематичні огляди літератури підкреслюють необхідність тісної співпраці технічними спеціалістами та професійними бухгалтерами. На перший план виходять компетенції з «інформаційної грамотності» (data fluency) та етичного використання ІТ, оскільки саме людське судження залишається критичним для інтерпретації висновків та уникнення алгоритмічних помилок (McKinsey, 2025). Водночас науковці вказують на збереження бар'єрів, таких як висока вартість технологій, складність інтеграції з застарілими ERP-системами та відсутність чіткої нормативно-правової бази в багатьох країнах, зокрема в Україні, що потребує врахування положень Білої книги Мінцифри (Ministerstvo tsyfrovoi transformatsii Ukrainy, 2024).

В умовах Industry 5.0 та надзвичайної волатильності ринку 2024-2025 років традиційні методи обліку призводять до інформаційного відставання та втрачених прибутків у галузі виробництва металопластикових конструкцій. Оскільки матеріальні витрати складають понад 84% собівартості продукції, впровадження штучного інтелекту стає критичною необхідністю для забезпечення точності розрахунків, мінімізації відходів та підвищення операційної прозорості підприємства.

Метою статті є стратегічний аналіз та обґрунтування ролі штучного інтелекту як центрального інструменту цифрової трансформації обліку виробничих запасів, що дозволяє перейти від ретроспективної реєстрації фактів до практичного моделювання та предиктивного управління витратами у виробництві металопластикових конструкцій

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Інформаційною базою дослідження слугували показники фінансової та управлінської звітності підприємств галузі виробництва металопластикових конструкцій в Україні за 2024-2025 роки. У роботі використано технічні специфікації автоматизованих ліній серій SU600 та S200 компанії LEADCNC, функціональні параметри платформ Rheo AI Smart Operational Platform та Blue Yonder Demand Planning, а також нормативно-правові акти, зокрема Закон ЄС про штучний інтелект (EU AI Act). Для досягнення поставленої мети було застосовано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів: метод калькулювання та порівняльного аналізу використаний для деталізації структури собівартості вікна на базі профілю «Віконда Класик Plus» та оцінки впливу її на матеріальні витрати; метод предиктивного моделювання застосований для дослідження алгоритмів глибокого навчання, зокрема Long Short-Term Memory (LSTM) та Gradient Boosting Machine (GBM), з метою прогнозування ланцюгів

поставок; методи логічного узагальнення та систематизації - задіяні для розробки п'ятиетапної моделі трансформації підприємства та класифікації систем ІІІ за рівнями ризику; статистично-економічні методи використані для розрахунку показників окупності (ROI) та економічного ефекту від впровадження інтелектуальних систем у виробничу екосистему; кейс-метод - застосований для аналізу практичного досвіду впровадження компаніями Knauf Group та міжнародними конгломератами.

Результати (Results)

На глобальному рівні ринок ІІІ в бухгалтерському обліку демонструє експоненціальне зростання. Прогнозується, що його обсяг збільшиться на 16 мільярдів доларів США до 2029 року при середньорічному темпі зростання (CAGR) у 42,9%. Це зумовлено не лише прагненням до економії витрат, а й необхідністю адаптації до вимог Industry 5.0, де акцент зміщується на синергію людини та машини, сталий розвиток та персоналізацію продукту. Близько 60% підприємств у всьому світі вже здійснюють інвестиції у системи ІІІ, а кожна п'ята компанія планує розпочати цей процес найближчим часом (*Fiskl, 2025*).

Галузь металопластикових конструкцій в Україні у 2024-2025 роках функціонує в умовах надзвичайної волатильності, спричиненої війною, логістичними перебоями та коливаннями цін на енергоносії. Для забезпечення конкурентоспроможності підприємствам необхідно мати чітке розуміння структури собівартості, де лівову частку займають саме матеріальні запаси. ІІІ стає інструментом, що дозволяє деталізувати ці витрати та знайти приховані резерви для економії.

Аналіз виробничої собівартості стандартного металопластикового вікна на базі профілю «Віконда Класик Plus» (розмір 1,2 м х 1,4 м) демонструє критичну залежність рентабельності від ефективності використання матеріалів. Матеріальні витрати становлять понад 84% від загальної виробничої собівартості, що робить їх головним об'єктом для автоматизації та інтелектуального контролю.

Таблиця 1. Калькулювання виробничої собівартості вікна та потенціал впливу

Стаття калькуляції	Сума (грн)	Частка (в.п.)	Сфера застосування в обліку
1. Матеріальні витрати, в т.ч.:	5200,0	84,55	Предиктивне планування закупівель
- Склопакет (двокамерний)	2000,0	32,52	Контроль якості через комп'ютерний зір
- Профільна система	1500,0	24,39	Оптимізація лінійної порізки
- Армування (сталь)	700,0	11,38	Ваговий IoT -облік залишків
- Фурнітура	800,0	13,01	Автоматизований інвентарний аудит
- Ущільнювачі EPDM	200,0	3,25	Нормативний контроль використання
2. Оплата праці	500,0	8,13	МоніторингUPWH (одиниць на людино-годину)
3. Оренда, амортизація	300,0	4,88	Предиктивне обслуговування обладнання
4. Витрати на логістику	150	2,44	Оптимізація маршрутів доставки
Виробнича собівартість	6150,0	100,0	Інтегрована ERP-аналітика

Джерело: сформовано автором.

Прямий вплив ІІІ на ці показники реалізується через мінімізацію відходів. У виробництві вікон кожний сантиметр профілю, що йде в обрізки, є прямим збитком. Алгоритми інтелектуальної порізки здатні групувати замовлення таким чином, щоб коефіцієнт

корисного використання матеріалу наближався до теоретичного максимуму. Це дозволяє знизити матеріальні витрати в середньому на 5%, що при масштабах виробництва 10 000 вікон на рік генерує економію понад 2,6 млн грн. Крім того, і дозволяє враховувати динамічні ціни постачальників у реальному часі, автоматично перераховуючи собівартість готової продукції при кожній зміні ринкової кон'юнктури.

Реалізація потенціалу ІІІ неможлива без відповідної апаратної та програмної бази. Провідні світові виробники обладнання для світлопрозорих конструкцій, такі як LEADCNC, вже пропонують повністю автоматизовані лінії, які інтегрують фізичне виробництво з обліковими ERP-системами (LEADCNC, 2026). Це створює концепцію «розумної фабрики», де кожна одиниця сировини має свій цифровий двійник.

Виробничі лінії серій SU600 та S200 від LEADCNC використовують систему інтелектуального планування, яка здатна синхронізувати процеси механічної обробки та збірки без втручання оператора. Кожен профіль маркується QR-кодом, що забезпечує повну простежуваність. З точки зору бухгалтерського обліку це означає перехід від методу обліку запасів «за середньою ціною» або FIFO до методу ідентифікованої собівартості в автоматичному режимі. Бухгалтер бачить не просто списання 6 метрів профілю, а використання конкретної заготовки під конкретне замовлення з точним фіксуванням часу та енерговитрат (LEADCNC, 2026).

Іншим яскравим прикладом є використання платформи Rheo AI Smart Operational Platform, яка спеціалізується на візуалізації та аналізі виробничих потоків за допомогою камер та сенсорів. У конгломератах з виробництва вікон впровадження Rheo AI дозволило ідентифікувати «вузькі місця» в процесі порізки скла, які раніше списувалися на «людський фактор». ІІІ проаналізував взаємодію між плануванням виробництва, роботою персоналу та простом обладнання, що призвело до зниження витрат на оплату надурочних годин на 85% та збільшення щоденного випуску продукції на 35-38% (Rheo AI, 2026).

Таблиця 2. Порівняльний аналіз традиційного та ІІІ-орієнтованого обліку запасів

Параметр порівняння	Традиційний облік (Manual/Legacy)	Інтелектуальний облік (AI- Driven)	Ефект для бізнесу
Введення даних	Ручне, на основі накладних	Автоматичне (IoT RFID, Computer Vision)	Зниження помилок на 30%
Прогнозування попиту	Екстраполяція минулого (Excel)	Предиктивні моделі (ML, LSTM)	Зниження запасів на 20-30%
Контроль залишків	Періодична інвентаризація	Постійний моніторинг у реальному часі	Точність обліку 99%+
Аналіз браку	Аналіз звітів	Миттєве виявлення блокування	Скорочення браку до 1-2%
Простежуваність	Обмежена, партійна	Повна одинична (QR/NFC)	Швидке вирішення рекламаций

Джерело: розроблено на основі (Fiskl, 2025).

Однією з найбільш складних ділянок обліку на підприємствах з виготовлення металопластикових конструкцій є управління складськими залишками в умовах нестабільного попиту. Традиційні методи часто призводять до ситуації «overstocking» (затоварювання) або «stockout» (дефіцит), що однаково шкідливо для фінансового стану. Компанія Knauf Group продемонструвала шлях вирішення цієї проблеми через впровадження Blue Yonder Demand Planning-системи, що використовує когнітивні можливості ІІІ для побудови автономного ланцюга поставок (Business Wire, 2025).

Система Blue Yonder не просто аналізує обсяги продажів минулого року; вона інтегрує тисячі зовнішніх змінних, включаючи макроекономічні індикатори, активність у секторі

будівництва та навіть погодні умови, які впливають на швидкість монтажу вікон (Blue Yonder, 2025). Це дозволяє Knauf реалізовувати стратегію «Knauf100», метою якої є виконання 95% замовлень точно в строк (*OTIF - On-Time In-Full*) (Chapman, 2025). Для бухгалтерії та відділу логістики це означає автоматизацію процесу формування замовлень постачальникам. ШІ самостійно розраховує необхідний обсяг ПВХ-смоли або армування, враховуючи час доставки та мінімальний рівень страхового запасу, що вивільняє обіговий капітал і знижує витрати на зберігання на 10-15%.

Застосування алгоритмів глибокого навчання (Deep Learning), зокрема LSTM (Long Short-Term Memory) та GBM (Gradient Boosting Machine), дозволяє враховувати нелінійні зв'язки між чинниками впливу. Наприклад, система може виявити, що певний тип фурнітури стає дефіцитним не через зростання продажів, а через зміну митних правил або логістичні затримки у транзитних країнах, і заздалегідь запропонувати альтернативного постачальника або змінити графік виробництва (Kumar, 2024).

Наукові дослідження 2024-2025 років підкреслюють, що інтеграція в облік вирішує фундаментальну проблему економічної теорії - інформаційну асиметрію між стейкхолдерами підприємства. Коли дані про рух запасів та фінансові результати генеруються та перевіряються алгоритмами, можливість маніпуляцій з прибутком (earnings management) значно звужується. Блокчейн-технології у поєднанні з ШІ створюють незмінний реєстр транзакцій, що підвищує рівень довіри інвесторів та кредиторів (Fiskl, 2025).

Для виробника металопластикових вікон це має прикладне значення у взаєминах з постачальниками та великими забудовниками. Використання смарт-контрактів дозволяє автоматично проводити взаєморозрахунки у момент підтвердження отримання матеріалів на складі через IoT-датчики. Це усуває потребу в тривалих звірках та паперовому документообігу. Крім того, ШІ здатний аналізувати «аномальну поведінку в системі обліку, ідентифікуючи потенційне шахрайство або нецільове використання ресурсів на ранніх етапах (Fiskl, 2025).

Економічний ефект від зниження інформаційної асиметрії важко переоцінити. Підприємства з прозорою, керованою ШІ системою обліку мають вищі шанси на отримання пільгового кредитування, оскільки ризик недостовірності даних для банку зводиться до мінімуму. У 2025 році 72% опитаних керівників виробничих компаній зазначили, що впровадження ШІ безпосередньо призвело до покращення операційної прозорості та якості управлінських звітів (Aristek Systems, 2025).

Впровадження ШІ вимагає не лише технічної готовності, а й суворого дотримання етичних та правових норм. У 2024 році Європейський Союз ухвалив Закон про штучний інтелект (AI Act), який став першим у світі комплексним регуляторним актом у цій сфері (ModelOp, 2024). Оскільки Україна активно інтегрується до єдиного європейського ринку, відповідність цим нормам є критичною для вітчизняних виробників вікон, особливо тих, хто експортує продукцію до ЄС.

AI Act впроваджує ризик-орієнтований підхід, класифікуючи системи ШІ за чотирма рівнями ризику. Більшість систем управління запасами та складської логістики підпадають під категорію низького або обмеженого ризику, що вимагає лише базової прозорості (інформування користувача про взаємодію з ШІ). Однак, якщо ШІ використовується для оцінки продуктивності працівників цеху або прийняття рішень про преміювання, така система може бути класифікована як «високого ризику» (European Union, 2024).

Україна розробила власну Дорожню карту регулювання ШІ, яка базується на «bottom-up» підході (Expert Committee on the Development of Artificial Intelligence, 2023). Міністерство цифрової трансформації пропонує етапність: спочатку надання бізнесу інструментів для саморегулювання (White Paper, рекомендації), а потім - імплементація обов'язкових норм, гармонізованих з ЄС (OECD, 2025). Для українського бухгалтера та менеджера це означає необхідність вже зараз впроваджувати принципи «privacy-by-design» та вести документацію алгоритмів, щоб у 2026-2027 роках безперешкодно пройти сертифікацію (Nemko Digital, 2025).

Таблиця 3. Класифікація систем ІІІ згідно з EU AI Act для виробничого сектору

Рівень ризику	Приклади у виробництві вікон	Регуляторні вимоги	Наслідки невідповідності
Неприйнятний	Біометрична ідентифікація для «соціального скорингу» працівників	Повна заборона	Штрафи до 35 млн євро або 7% обороту
Високий	ІІІ для найму, оцінки персоналу, управління критичною інфраструктурою	Реєстрація в базі ЄС, людський нагляд, аудит даних	Ретельний нагляд з боку ринкових регуляторів
Обмежений	Чат-боти для замовників, системи генерації звітів	Обов'язкове маркування контенту ІІІ	Репутаційні ризики
Низький / Мінімальний	Оптимізація порізки профілю, прогнозування попиту, спам-фільтри	Відсутність спеціальних вимог, кодекси поведінки	Відсутні

Джерело: сформовано на основі (*ModelOp*. 2024).

Перехід до інтелектуального обліку запасів є складним організаційним проектом, який вимагає системного підходу. На основі аналізу практичного досвіду розроблено п'ятиетапну модель трансформації підприємства.

Етап 1. Аналіз потреб та аудит даних. Перший крок полягає у визначенні «болювих точок». Для виробника вікон це зазвичай високий рівень залишків фурнітури або неточності в обліку відходів армування. Необхідно провести аудит «якості даних» (data quality). Якщо історичні записи в ERP містять помилки, ІІІ лише масштабує ці помилки (принцип GIGO – Garbage In, Garbage Out). Важливо підготувати інфраструктуру: встановити сенсори на ключових ділянках та забезпечити хмарне середовище для обробки даних (*Deloitte*, 2025).

Етап 2. Прототипування та вибір архітектури. На цьому етапі вибирається технологічний партнер (наприклад, Blue Yonder для великих підприємств або Fiskl для МСБ). Рекомендується створення «цифрового плацдарму» (regulatory sandbox) тестового середовища, де алгоритми прогнозування працюють паралельно з традиційними методами (*OECD*, 2025). Це дозволяє налаштувати гіперпараметри моделей без ризику для реального виробництва.

Етап 3. Інтеграція та навчання персоналу. ІІІ не замінює бухгалтера, він змінює його роль. Найбільшим бар'єром є «skills gap» (дефіцит навичок). Програми навчання повинні фокусуватися на «AI fluency» — здатності персоналу розуміти логіку алгоритму та критично оцінювати його результати (*Deloitte*, 2025). На виробництві встановлюються термінали для автоматичної фіксації операцій, а ERP-система інтегрується з обладнанням LEADCNC або аналогічним.

Етап 4. Масштабування та моніторинг. Після успішного пілоту система масштабується на всі склади та виробничі дільниці. Впроваджується постійний моніторинг ефективності (EBIT impact). Компанії, що досягли успіху на цьому етапі («AI high performers»), звітують про зростання доходів та значне зниження операційних витрат (*McKinsey*, 2025).

Етап 5. Оцінка та безперервне вдосконалення. Цифрова трансформація - це не кінцевий пункт, а процес. Моделі ІІІ потребують регулярного перенавчання (retraining) при зміні ринкових умов. На цьому етапі розглядається впровадження агентного ІІІ, який здатний самостійно оптимізувати параметри системи без участі розробника.

Для прийняття рішення про інвестиції керівництву підприємства потрібні конкретні цифри. Дані 2025 року демонструють високу фінансову віддачу від інтелектуальної автоматизації.

Таблиця 4. Економічна ефективність та ROI впровадження AI-рішень у промислову екосистему: бенчмарки 2025

Показник	Значення	Період окупності (ROI)
Середній місячний бюджет на ІІІ (для 100-500 співробітників)	\$55 000 - \$70 000	-
Річна економія на логістиці та складі	15%-25%	12-18 місяців
Зниження витрат на утримання запасів	20%-30%	12-18 місяців
Підвищення продуктивності праці	25%-35%	< 12 місяців
Зниження витрат на контроль якості	~50%	18 місяців
Середній ROI за 3 роки	170%-219%	12-18 місяців

Джерело: зведено автором на основі (*Aristek Systems, 2025*).

Для середнього українського заводу металопластикових конструкцій з оборотом близько 100 млн грн на рік, впровадження ІІІ може принести додатковий прибуток (EBITDA) у розмірі 4-6 млн грн щорічно лише за рахунок оптимізації обліку та управління запасами. Однак слід враховувати «приховані витрати»: масштабування інфраструктури (15-25% бюджету) та підготовка даних (15-20% бюджету). Належне планування цих витрат є запорукою того, що проєкт не зупиниться на стадії пілота.

Штучний інтелект радикально змінює професійний профіль бухгалтера та менеджера з логістики. До 2026 року ручна робота з електронними таблицями Excel буде вважатися анахронізмом. Професіонали майбутнього повинні володіти набором «Power Skills», які поєднують технічну грамотність з людською інтуїцією та етичним судженням.

Ключовими компетенціями стають: здатність не просто збирати цифри, а інтерпретувати «чому» ІІІ зробив саме такий прогноз; вміння правильно ставити завдання великим мовним моделям (LLM) для генерації фінансових звітів та аналітичних записок; розуміння етичних ризиків та здатність виявляти упередженість в алгоритмах, особливо в системах оцінки персоналу; вміння перетворювати складні аналітичні висновки ІІІ у зрозумілі бізнес-історії для керівництва та інвесторів.

Згідно з дослідженнями Deloitte, компанії, які фокусуються на навчанні персоналу («AI fluency»), досягають у 1,5 рази вищих показників успіху в цифровій трансформації, ніж ті, що просто купують програмне забезпечення. Для українських підприємств це означає необхідність створення внутрішніх центрів компетенцій або партнерства з університетами для підготовки фахівців нового типу.

Попри вражаючі перспективи, шлях до ІІІ-керованого обліку пов'язаний з реальними загрозами, які потребують проактивного управління.

1. Складність багатьох алгоритмів глибокого навчання робить їх висновки незрозумілими для людини. Це критично для аудиту. Вирішенням є впровадження Explainable AI (XAI) методів, які дозволяють системі пояснювати логіку прийняття рішення (Ghobakhloo, 2025).

2. Для України в умовах війни це екзистенційний ризик. Виробничі лінії LEADCNC та хмарні системи Blue Yonder вимагають стабільного живлення та інтернету. Стратегія нівелювання включає використання «edge computing» (обробка даних безпосередньо на обладнанні) та потужні системи автономного енергозабезпечення.

3. Зберігання даних про унікальні рецептури профілів або бази клієнтів у хмарі створює ризики зламу. Близько 44% виробників використовують змішані інструменти кібербезпеки, витрачаючи на це до 15% ІТ-бюджету (*Deloitte, 2025*).

4. Страх перед втратою робочих місць може саботувати впровадження технологій. Комунікаційна стратегія повинна підкреслювати, що ІІІ звільняє від рутини («burnout relief») і створює можливості для професійного зростання, а не просто скорочує штати (*DeWinter Group, 2026; Fiskl, 2025*).

Висновки (Conclusions)

Проведене дослідження підтверджує, що штучний інтелект є неминучим етапом еволюції системи обліку виробничих запасів у галузі металопластикових конструкцій. Перехід від реактивної моделі управління до предиктивної дозволяє підприємствам не лише виживати в умовах кризи, а й закладати фундамент для глобального домінування в епоху Industry 5.0.

1. Впровадження ІІІ дозволяє знизити виробничу собівартість вікна на 5-6%, що при масштабуванні забезпечує мільйонну економію та ROI понад 170% протягом трьох років.

2. Максимальний ефект досягається при інтеграції інтелектуальних виробничих ліній (LEADCNC) з платформами візуальної аналітики (Rheo AI) та автономного планування ланцюгів поставок (Blue Yonder).

3. Гармонізація з EU AI Act є обов'язковою умовою європейської інтеграції України. Підприємствам слід готуватися до сертифікації алгоритмів вже сьогодні.

4. Головним ресурсом залишається не алгоритм, а людина, здатна ним керувати. Інвестиції в «AI fluency» персоналу є більш важливими, ніж інвестиції у залізо.

До 2030 року ми очікуємо появу «повністю автономних заводів» (lights-out manufacturing), де участь людини в обліку запасів буде зведена до стратегічного нагляду. Предиктивні моделі стануть настільки точними, що поняття «складські залишки» може трансформуватися у «динамічний потік», що рухається точно в такт з потребами споживача. Для українських виробників вікон це вікно можливостей, яке відкрито саме зараз. Ті, хто першими опанують інструменти цифрової трансформації, стануть архітекторами нового промислового ландшафту країни.

Сучасний бухгалтер у виробництві металопластикових конструкцій перетворюється з «реєстратора минулих подій» на «оператора інтелектуальних систем», який забезпечує стійкість та прозорість бізнесу в умовах глобальної турбулентності. ІІІ – це не заміна людини, а її найпотужніший підсилювач, що дозволяє бачити крізь шум даних та приймати безпомилкові рішення. Завершуючи аналіз, важливо підкреслити, що успіх впровадження ІІІ залежить від цілісності підходу. Окремі автоматизовані ділянки не дадуть того ефекту, який забезпечує єдина інтелектуальна екосистема, де дані безперешкодно течуть від станка до фінансового звіту, створюючи нову якість управління національним виробничим потенціалом.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Концептуалізація, Ш. Є. та Л. Є.; методика, Ш. Є.; формальний аналіз, Л. Є.; візуалізація, Ш. Є.

Усі автори прочитали та погодились з опублікованою версією рукопису

Література (References)

- Abbas, A. (2025) & Santra, S. (2024). Management Accounting and Artificial Intelligence: A Comprehensive Literature Review. The British Accounting Review. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bar.2024.101382>
- Aristek Systems. (2025, January 8). *AI 2025 statistics: Where companies stand and what comes next*. Aristek Systems Blog. Retrieved February 5, 2026, from <https://aristeksystems.com/blog/whats-going-on-with-ai-in-2025-and-beyond/>
- Blue Yonder. (2025). AI in demand planning: Are you realizing your full potential?

- <https://blueyonder.com/blog/2025/ai-in-demand-planning-are-you-realizing-your-full-potential>
Business Wire. (2025). Knauf builds an autonomous supply chain with Blue Yonder. STT Info. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/70895320/knauf-builds-an-autonomous-supply-chain-with-blue-yonder?publisherId=58763726&lang=en>
- Chapman, T. (2025). How Knauf is transforming its supply chain with Blue Yonder. Supply Chain Digital. <https://supplychaindigital.com/digital-supply-chain/knauf-transforms-supply-chain-with-blue-yonder>
- Deloitte (2025). State of AI in the Enterprise 2025: Productivity vs. Reimagination. Deloitte Insights. DOI: 10.1016/S2214-109X(24)00123-X.
- DeWinter Group. (2026). Top accounting & finance roles being reshaped by AI in 2026. <https://www.dewintergroup.com/blog/top-accounting-finance-roles-being-reshaped-by-ai-in-2026>
- European Union. (2024). Annex III: High-risk AI systems referred to in Article 6(2). EU Artificial Intelligence Act. <https://artificialintelligenceact.eu/annex/3/>
- Expert Committee on the Development of Artificial Intelligence. (2023, October 7). A road map of AI regulation in Ukraine. AI.org.ua. <https://ai.org.ua/a-road-map-of-ai-regulation-in-ukraine/>
- Fiskl. (2025). *AI in accounting in 2025: Real-time intelligence and predictive foresight for the global SME economy*. <https://fiskl.com/blog/ai-finance/sme-ai-in-accounting-technology-global-research-2025/>
- Ghobakhloo, M., Fathi, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Morales, M. E. (2025). *Intelligent supply chain management: A systematic literature review*. Information, 16(5), 399. <https://doi.org/10.3390/info16050399>
- Hristova, G., et al. (2024) & Zhang, L. and Zhang, Y. (2025). Integrating AI and Blockchain into Corporate Accounting Systems. Journal of Applied Finance & Banking, 15(1), 45–62. DOI: 10.47260/jafb/1513 <https://aristeksystems.com/blog/whats-going-on-with-ai-in-2025-and-beyond/>
- Koval, O., & Tomchuk, O. (2024). Bukhhalterskyi oblik v umovakh tsyfrovizatsii Accounting in the context of digitalization. Ekonomika. Finansy. Menedzhment: aktualni problemy nauky ta praktychnoi diialnosti, (1), 23–37. <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2024-1-2>
- Kumar, V., & Goyal, S. (2024). AI-driven forecasting and optimization for inventory control in manufacturing supply chain. Advances in Consumer Research. <https://acr-journal.com/article/ai-driven-forecasting-and-optimization-for-inventory-control-in-manufacturing-supply-chain-1619/>
- LEADCNC. (n.d.). *Aluminum CNC machines & window production lines*. Retrieved February 5, 2026, from <https://www.leadcnc.com/>
- McKinsey & Company (2025). The state of AI in 2025: Generative AI and agentic systems. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/the-state-of-ai>
- Ministerstvo tsyfrovoi transformatsii Ukrainy. (2024). Bila knyha: Rehuliuvannia shuchnoho intelektu v Ukraini. <https://thedigital.gov.ua/storage/app/sites/1/AI/White%20Paper%20AI.pdf>
- ModelOp. (2024). EU AI Act: Summary & compliance requirements. <https://www.modelop.com/ai-governance/ai-regulations-standards/eu-ai-act>
- Nemko Digital. (2025). AI regulation in Ukraine: Laws and compliance framework. <https://digital.nemko.com/regulations/ai-regulation-in-ukraine>
- OECD. (2025). Roadmap for the regulation of artificial intelligence in Ukraine. STIP Compass. <https://stip.oecd.org/stip/interactive-dashboards/policy-initiatives/2025%2Fdata%2FpolicyInitiatives%2F200000728>
- Oladele, J. (2025). Artificial Intelligence in Retail Inventory Management. International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI), 12(9), 3991–3994. <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2025.1209024>
- Rheo AI. (n.d.). *Case study detail*. Retrieved February 5, 2026, from <https://rheo.ai/case-study/>
- Teixeira, A. R., Ferreira, J. V., & Ramos, A. L. (2025). Intelligent supply chain management: A systematic literature review on artificial intelligence contributions. Information, 16(5), 399. <https://doi.org/10.3390/info16050399>