

УДК 658.29

DOI: <https://doi.org/10.31651/2076-5843-2025-1-121-130>

РУДЕНКО Микола Вікторович

доктор економічних наук, професор,
професор кафедри підприємництва і
маркетингу, Черкаський національний
університет імені Богдана Хмельницького,
м. Черкаси, Україна
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1966-7695>
mykola_rudenko@ukr.net@ukr.net

КУКСА Валентина Михайлівна

кандидат економічних наук,
доцент економіки, фінансів, обліку,
математичних та інформаційних дисциплін,
Черкаська філія Приватного вищого
навчального закладу
«Європейський університет»
м. Черкаси, Україна
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-2061-0098>
kuksavm15@gmail.com

МЕЛЬНИЧЕНКО Олександр Олексійович

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри підприємництва і
маркетингу, Черкаський національний
університет імені Богдана Хмельницького,
м. Черкаси, Україна
Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-4248-4840>
kaf.epoa2016@vu.cdu.edu.ua

ТРЕТЯК Наталя Миколаївна

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки та міжнародних
економічних відносин, Черкаський
національний університет імені Богдана
Хмельницького,
м. Черкаси, Україна
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9457-2645>
natali_m2008@ukr.net

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ В СИСТЕМІ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА ЯК ФАКТОР ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ОПЕРАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Розглянуто ключові положення системи ощадливого виробництва, метою якої є мінімізація всіх видів витрат і забезпечення максимально ефективного використання матеріальних, фінансових та трудових ресурсів. Встановлено типи виробничих витрат та наведено їх характеристика. Визначено переваги щодо застосування системи ощадливого виробництва. Надано детальний опис цифровим інструментам, що імплементуються в систему ощадливого виробництва, сформульовано їх призначення та результати від впровадження.

Ключові слова: *ощадливе виробництво, витрати, операційна діяльність, цифрові інструменти, управління виробництвом, виробничий процес, прибуток, сталій розвиток.*

Постановка проблеми. Військова агресія російської федерації призвела до значних економічних витрат діяльності українських підприємств. З метою збереження обсягів прибутку від провадження господарської діяльності на рівні довоєнного періоду, підприємство знаходиться у постійному пошуку шляхів її досягнення. Звершення цієї мети можливе шляхом підвищення ціни реалізації виготовленої продукції або шляхом скорочення витрат та втрат. Однак зростання цін, як правило, призводить до зниження попиту, зумовленого наявністю на ринку альтернативної продукції конкурентів за нижчими цінами. Крім того, додатковим обмежувальним чинником у процесі ціноутворення виступає зниження рівня добробуту значної частини населення, причиною чому є військові дії на теренах України, що призвело до зuboжіння нації та негативно вплинуло на їхню купівельну спроможність.

У цьому контексті оптимальним і більш ефективним підходом до забезпечення зростання прибутковості є скорочення витрат та уникнення втрат виробництва. Такий підхід дозволяє зберегти або навіть знизити рівень цін, що, у свою чергу, може сприяти збільшенню попиту на продукцію підприємства та, відповідно, збереження обсягів його прибутку. Сучасний бізнес знаходиться у постійному пошуку варіантів щодо зменшення витрат. Надзвичайно важко

зменшувати обсяги змінних витрат, оскільки від їх якісного та кількісного складу залежить якість майбутньої готової продукції, особливо проблематично зменшувати обсяги постійних витрат у короткостроковому періоді, і тому одним з таких варіантів вирішення цієї проблеми є система «ощадливого виробництва».

Аналіз останніх досліджень і публікацій та виокремлення частини нерозв'язаної раніше проблеми. Розв'язанню проблеми скорочення витрат операційної діяльності присвячено праці видатних українських та закордонних вчених, зокрема питання оптимізації витрат розглядається в роботах таких авторів, як Декалюк О, Федоришина Л. [2]. Варто зазначити, що більшість науковців акцентують увагу на різноманітних підходах до оптимізації витрат в умовах ринку, так, відомий у світі вчений Майкл Вейдер [6] акцентує увагу керівників підприємств та науковців на основних підходах системи ощадливого виробництва. Вчені Дорош І, Кичма Р та Лебедь Р. [3] здійснюють порівняльну характеристику системи ощадливого виробництва та циркулярної економіки. Третяк Н. [10] досліджує елементи системи ощадливого виробництва. Окремі вчені, такі як Руденко М. [9], Кулиняк І. [5], Бондаренко С, Мінакова С. [1] присвячують свої праці дослідженню імплементації цифрових інструментів у процеси управління витратами підприємства. Але варто зазначити, що цілісного дослідження щодо імплементації цифрових інструментів у систему ощадливого виробництва не існує, тому варто актуалізувати це питання у подальших розвідках.

Метою статті є дослідження цифрових інструментів, що імплементуються в систему ощадливого виробництва, аналіз їх впливу на процеси управління витратами та надання конкретних рекомендацій щодо їх практичного застосування в операційній діяльності підприємства.

Викладення основного матеріалу дослідження. Управління витратами є складним та багатоаспектним економічним процесом, спрямованим на досягнення оптимального рівня витрат підприємства.

Одним із дієвих варіантів управління витратами є впровадження ключових положень системи ощадливого виробництва в діяльність вітчизняних підприємств. Показовим прикладом у цьому контексті є японські компанії, які виступили піонерами у впровадженні принципів Lean-виробництва. Це дозволило їм досягти провідних позицій у виробництві та реалізації широкого спектра продукції — від високотехнологічних електронних пристроїв до товарів повсякденного вжитку.

Ощадливе виробництво (Lean production) передбачає систему організації та управління процесами розробки продукції, її виготовлення, а також взаємодії з постачальниками та споживачами. Особливістю цієї системи є виробництво продукції відповідно до реального попиту з боку споживачів за умови мінімізації втрат, що істотно відрізняє її від традиційної моделі масового виробництва великими партіями [10].

Система ощадливого виробництва є одним із сучасних напрямів розвитку управлінського процесу, яка, крім усього іншого, стала ще одним механізмом проникнення західних управлінських практик на український ринок [3]. Основною метою системи ощадливого виробництва є мінімізація всіх видів втрат і забезпечення максимально ефективного використання матеріальних, фінансових та трудових ресурсів шляхом безперервного вдосконалення усіх бізнес-процесів підприємства, орієнтованих на задоволення потреб споживачів.

Ця система являє собою не просто технологію, а цілу концепцію управління, яка передбачає максимальну орієнтацію виробництва на ринок з зацікавленою участю всього персоналу організації. Досвід впровадження такої системи, хоча б у вигляді окремих елементів на підприємствах різних галузей, показав її перспективність, внаслідок чого не виникає сумнівів щодо необхідності вивчення цього досвіду і подальшого розширення сфери його застосування.

На думку науковців, які займаються проблематикою підвищення ефективності виробництва, ощадливе виробництво – це набір методів та інструментів, постійне застосування яких дозволяє максимально використати можливості підприємства, підвищення конкурентоспроможності та збільшення обсягів прибутку [6].

Інтеграція системи ощадливого виробництва у виробничу діяльність підприємства передбачає ліквідацію витрат, що не створюють доданої вартості, а також усунення максимально можливого обсягу втрат, які виникають у процесі виготовлення продукції. Економічне виробництво ідентифікує та виділяє 8 типів втрат, які можуть виникнути в ході виробничих операцій, зокрема: дефекти, надвиробництво, очікування, неефективна експлуатація обладнання, транспортування, запаси, рух, додаткова обробка (табл.1).

Впровадження системи ощадливого виробництва у діяльність підприємства дозволить позбутися або скоротити обсяги вказаних витрат.

Покликанням системи ощадливого виробництва є усунення виробничих втрат, до яких належать робочі, неоптимізовані процеси або невикористані матеріали, що простоюють, знижують продуктивність. Мотивів її досягнення може бути безліч: від підвищення рентабельності виробництва до покращення якості продукції. Ключовими перевагами впровадження системи для бізнесу є: мінімізація відходів; підвищення якості виготовленої продукції; зростання конкурентоспроможності; оптимізація витрат; зростання продуктивності праці; зниження витрат часу та прискорення виробничого процесу.

Таблиця 1 – Типи виробничих витрат та їх характеристика

Тип втрат	Характеристика
1. Дефекти	Випуск продукції з дефектами або брак, яка реалізується за заниженими цінами або потребує переробки, що негативно впливає на фінансовий результат підприємства.
2. Надвиробництво	Має місце у випадках, коли вироблена продукція не знаходить свого споживача, і це зумовлює вилучення з обороту фінансових та матеріальних ресурсів.
3. Очікування	Виникає при затримках обробки матеріалів, деталей або напівфабрикатів, що, у свою чергу, веде до збільшення собівартості продукції. Неефективне планування, необов'язковість постачальників, проблеми комунікацій та недосконале управління запасами приводять до простоїв, які потребують додаткових грошей та часу.
4. Неефективна експлуатація обладнання	Надмірне навантаження обладнання призводить до передчасного зносу, технічних псувань та потреби у дорогавартісному ремонті. Невикористання обладнання у виробничому процесі, яке придбано у кредит або взято в оренду, таким чином підприємство сплачує щомісячні платежі за обладнання, яке не використовується.
5. Транспортування (логістика)	Проявляється у неефективній організації транспортування готової продукції до складу або споживача, що призводить до втрат пального, часу водія та загального зниження логістичної ефективності.
6. Запаси	Надлишкові запаси сировини та матеріалів, що спричиняють перевантаження складських приміщень, ведуть до підвищення витрат на їх облік, зберігання і можуть зумовлювати псування продукції.
7. Рух	Проявляється у зайвому пересуванні працівників та неефективному використанні робочого часу, що призводить до зниження продуктивності праці. Часто працівники змушені пересуватися між своїм робочим місцем та іншими робочими місцями складними маршрутами, що створює значні втрати часу. Цей тип втрат особливо чутливий, оскільки безпосередньо впливає на мотивацію персоналу та ефективність виробничих процесів загалом.
8. Додаткова обробка	Є наслідком помилок на етапі проектування технологічного процесу, коли продукція проходить через зайві або необов'язкові стадії виробництва;

Джерело: власна розробка авторів на основі [6, 10, 7, 8]

Основні задачі ощадливого виробництва зосереджені на оптимізації робочих процесів, підвищенні гнучкості компанії та якості продукції, сприяючи їй сталому розвитку.

У більшості компаній світового рівня спостерігається активізація використання ощадливого виробництва як сукупності принципів ефективної організації виробничих систем. Система ощадливого виробництва передбачає залучення до оптимізації бізнесу кожного співробітника і максимальну орієнтацію на споживача. Його ціль – скорочення трудовитрат, термінів розробки та створення нової продукції, зменшення виробничих і складських площ, гарантія постачання продукції замовнику, максимальна якість при мінімальній вартості.

Нині ощадливе виробництво застосовують майже 100% японських компаній, 72% компаній США, 56% – у Великій Британії, 55% – у Бразилії, 42% – у Мексиці. В Україні системою ощадливого виробництва зацікавлені багато великих та середніх компаній, зокрема фірма «Фармак», «Антонова-Д» [7, 8].

Основною відмінністю та привабливістю системи ощадливого виробництва є те, що вона на 80% складається з організаційних заходів, і тільки на 20% складають інвестиції в технології. Система ґрунтується на прагненні підприємства ліквідувати всі види втрат за допомогою залучення у процес управління кожного працівника та максимальної орієнтації на споживача, що передбачає виробництво такого обсягу продукції, якого вимагає ринок.

За підрахунками Майкла Вейдера, відомого бізнес-тренера з основ ощадливого виробництва, президента Lean Plus [6] засвоєння ощадливого виробництва дозволяє:

- підвищити продуктивність на 50 - 200%;
- економити до 10% річного доходу;
- збільшити прибуток в 2 - 3 рази;
- скоротити термін виконання замовлення в 4 рази.

За даними Інституту ощадливого виробництва, впровадження підходів системи ощадливого виробництва дозволяє скоротити в середньому: тривалість виробничого циклу на 50%, обсяги незавершеного виробництва на 60%, кількість випадків перероблення продукції на 70%, виробничі площі на 30%, необхідний для переналаштування обладнання час на 65% [8].

Таким чином, впровадження системи ощадливого виробництва в діючу загальну систему управління дозволить удосконалити всю управлінську діяльність, починаючи з постановки цілей, використання інших методів управління, у тому числі персоналом, різноманітних способів комунікації, технологій управління (рис.1).

Цифрова трансформація процесів, які відбуваються на підприємстві не залишила осторонь і систему ощадливого виробництва. Останнім часом з'явився новий підхід в системі ощадливого виробництва, який ґрунтується на використанні цифрових інструментів та має назву Lean Digital.

Цифрові інструменти в системі ощадливого виробництва (Lean Production) відіграють дедалі важливішу роль, оскільки забезпечують більш точні, швидкі й ефективні процеси управління, аналізу та оптимізації. Вони поєднують філософію Lean з можливостями цифрових технологій що є основою підходу Lean Digital.

Основними цифровими інструментами в ощадливому виробництві є [9, 4]:

1. ERP-системи (Enterprise Resource Planning).
2. MES-системи.
3. IoT (Інтернет речей).
4. Цифрові панелі (Andon, KPI Dashboards).
5. Комп'ютерний зір + ШІ.
6. Digital Twin (цифровий двійник).
7. Мобільні Lean-додатки.
8. Блокчейн.

**Рис. 1. Цифрові інструменти в системі ощадливого виробництва***Джерело: власна розробка авторів*

Призначення цифрових інструментів та результати від їх впровадження в систему ощадливого виробництва подано у таблиці 2.

Таблиця 2 - Цифрові інструменти в ощадливому виробництві

Цифровий інструмент	Призначення	Результати
ERP-системи	Планування і контроль ресурсів, запасів, замовлень	Усунення надлишкових запасів, стабільність потоків
MES-системи	Моніторинг і управління виробництвом у реальному часі	Зменшення простоїв, підвищення прозорості
IoT (Інтернет речей)	Збір даних з обладнання, контроль стану машин	Профілактика збоїв, безперервність процесів
Цифрові панелі (Andon, KPI Dashboards)	Візуалізація ключових показників, контроль дефектів	Візуалізація, оперативне реагування
Комп'ютерний зір + III	Автоматичне виявлення браку та дефектів	Усунення браку, підвищення якості
Digital Twin (цифровий двійник)	Моделювання процесів для оптимізації змін до впровадження	Постійне вдосконалення (Kaizen)
Мобільні Lean-додатки	Підтримка Gemba Walk, збору ідей, Kaizen-ініціатив	Залучення працівників до процесів управління
Блокчейн	Прозорість у ланцюгу постачання, відстеження джерел браку	Підвищення якості, зменшення ризиків

Джерело: власна розробка авторів на основі [1, 5, 9]

ERP-системи (Enterprise Resource Planning) — це інтегроване програмне забезпечення, яке дозволяє централізовано управляти всіма ключовими бізнес-процесами підприємства. Вони охоплюють такі процеси у роботі підприємства, як планування, закупівлю, виробництво, управління запасами, продажами, облік, кадри, логістику тощо. Перевагами ERP-систем є: прозорість процесів, оскільки керівництво бачить ситуацію в реальному часі; автоматизація процесів призводить до скорочення ручної праці й людських помилок; оптимізація ресурсів дозволяє зменшити обсяги запасів, час простою, втрат; вдосконалений процес планування, який надає точні прогностичні дані стосовно виробництва; посилення контролю.

Найпопулярніші ERP-системи у світі представлені інструментами: SAP ERP, Oracle NetSuite, Microsoft Dynamics 365, Odoo (відкрите ПЗ).

Таким чином, ERP-системи (Enterprise Resource Planning) дають змогу централізовано планувати та контролювати ресурси; оптимізують обсяги запасів, виробничі потоки, закупівлі та знижують ризики перевиробництва.

MES-системи (Manufacturing Execution Systems) — це цифрові системи управління виробництвом у реальному часі. Вони відповідають за моніторинг, контроль і координацію всіх виробничих процесів на рівні цеху — від надходження сировини до випуску готової продукції. Зокрема, збирають і обробляють дані в реальному часі з виробничих ліній; допомагають виявити відхилення, зупинку процесу виробництва та непередбачені втрати, а також підвищують продуктивність праці та якість продукції.

Система MES виконує роль посередника між ERP-системою, що планує виробництво на високому рівні та реальним виконанням на виробничих лініях. Основними перевагами впровадження MES є: зменшення простоїв і втрат; поліпшення якості продукції та зменшення браку; швидка реакція на зміни у виробничому процесі; повна прозорість всього виробничого процесу. Прикладами популярних MES-рішень є: Siemens Opcenter (ex-Camstar); AVEVA MES; Rockwell FactoryTalk; Wonderware (Schneider Electric); 1C: MES.

IoT (Internet of Things / Інтернет речей) – це мережа фізичних пристроїв, що мають вбудовані датчики, програмне забезпечення та інші технології для збору й обміну даними через Інтернет або локальні мережі без участі людини. Датчики контролюють стан обладнання, споживання енергії, температуру, вібрації тощо, це дає змогу застосовувати превентивне обслуговування та уникати аварійних зупинок.

IoT-архітектура має чотири рівні: фізичний рівень – датчики, пристрої, виконавчі механізми; комунікаційний рівень – канали передачі (Wi-Fi, 4G, Zigbee тощо); обробка та аналітика – сервери, хмара, AI/ML; візуалізація – додатки, панелі керування, системи керування (ERP, MES). До основних переваг можна віднести збір даних у реальному часі, автоматизація шаблонних процесів, зниження втрат і простоїв, попереджувальне обслуговування, покращення якості прийняття рішень.

Цифрові дошки візуалізації (Digital Andon Boards, KPI Dashboards) – це електронні засоби візуального управління, які в режимі реального часу відображають ключові показники стану виробництва, обладнання, персоналу чи інших процесів. Вони є важливими інструментами в системі ощадливого виробництва та цифрового підприємства. Вони візуально відображають показники процесів (темп виробництва, рівень браку, час простою), підвищують прозорість і швидкість реагування. Перевагами використання цифрових дошок є: зниження часу реагування на проблеми; прозорість роботи цеху або підприємства; підвищення дисципліни та відповідальності персоналу; оперативне прийняття рішень; збір аналітичних даних для покращення процесу управління.

Системи контролю якості з використанням штучного інтелекту (ШІ) – це цифрові технології, що автоматизують перевірку якості продукції на основі алгоритмів машинного навчання, комп'ютерного зору, обробки великих даних та нейронних мереж. Вони дозволяють виявляти дефекти, відхилення та брак в режимі реального часу, з високою точністю та без участі людини або з її мінімальним втручанням, що дозволяє зменшити втрати від браку продукції. Найчастіше такі системи використовуються в галузі металообробки, електроніці, автомобільній, харчовій та текстильній промисловості.

Прерогативами імплементації ІІІ-контролю якості у систему ошадливого виробництва виступають: контроль у режимі реального часу, вища точність контролю, ніж у людини, менше людського фактору, аналіз трендів браку та причин дефектів, скорочення відходів і повторної переробки, інтеграція з MES/ERP для повного замкнутого циклу якості.

Системи цифрового моделювання та симуляції (Digital Twins / Цифрові двійники) – це технологія, яка створює віртуальну копію реального об'єкта, процесу або системи, що оновлюється в режимі реального часу на основі даних з датчиків та інших джерел. Це не просто 3D-модель – це “живий” цифровий об'єкт, який реагує на події у фізичному середовищі та дозволяє моделювати майбутні сценарії, що дозволяє аналізувати, прогнозувати, оптимізувати й управляти фізичним об'єктом без необхідності втручання в нього напряму. А також, дозволяє створювати віртуальні моделі виробничих процесів або обладнання, здійснювати тестування трансформацій без реального втручання у виробництво. Застосовується у сферах виробництва, будівництва, логістиці, енергетиці.

Lean-адаптовані мобільні додатки – це спеціалізовані мобільні застосунки, розроблені з урахуванням принципів ошадливого виробництва (Lean Manufacturing) для підтримки, оптимізації та вдосконалення виробничих і бізнес-процесів без зайвих витрат. Призначені для збору даних під час Gemba Walk; для швидкого реагування на проблеми у процесі виробництва та з метою підтримки Kaizen-ініціатив. Такі мобільні додатки встановлюються на смартфони або планшети працівників, майстрів, менеджерів. Можуть інтегруватися з MES/ERP-системами, або використовуватися автономно, передають та отримують дані в реальному часі. Це дозволяє швидко реагувати на проблеми, знижує паперові витрати та дублювання інформації, стає можливим прозоре управління процесами на кожному рівні, залучаються працівники до Lean-процесів.

Найпопулярнішими Lean-додатками є: Tulip – додатки для операторів без коду, інтеграція з IoT, цифрові інструкції; Redzone Productivity App – мобільний контроль продуктивності, змін, Andon; LeanKit Mobile – цифрова Kanban-дошка на мобільному. Вони є ключовими інструментами цифрової трансформації підприємств, орієнтованих на постійне вдосконалення, зменшення витрат та залучення персоналу і дають змогу гнучко, мобільно та ефективно управляти виробництвом у режимі реального часу.

Наступним цифровим інструментом виступає система Блокчейн у логістиці та постачанні, що являє собою цифровий інструмент зберігання та передачі інформації, який забезпечує прозорість, незмінність і довіру між усіма учасниками логістичного ланцюга. У контексті постачання, блокчейн дозволяє відслідковувати кожен етап руху товарів, скорочувати ризики шахрайства, підробок та покращувати управління ланцюгом постачань. Забезпечує прозорість ланцюга постачання, дозволяє швидко відстежити джерело браку або затримки. Блокчейн у логістиці - це прозора, автоматизована, безпечна система, яка зменшує помилки, прискорює процеси, створює довіру між усіма учасниками ланцюга постачань. Перевагами застосування блокчейну у логістиці є: прозорість, оскільки усі учасники мають доступ до однієї, не змінної версії подій, сталість даних, що гарантує захист від шахрайства або маніпуляцій, швидкість та автоматизація процесів, миттєве виявлення проблем.

За рахунок застосування перерахованих цифрових інструментів розвивається не тільки бізнес-процес, який відповідає за терміни виробництва та виведення продукції на ринок, а й відбувається розвиток в процесах, що відповідають за логістику, якість продукції та ефективність виробництва.

Впровадження цифрових інструментів в систему ошадливого виробництва надає підприємству такі переваги та можливості:

- цифрове управління ефективністю, прискорюється процес обробки і аналізу даних за рахунок об'єднання розрізаних даних;
- віддалений моніторинг та контроль, з'являється можливість автоматично відстежувати важливі події, пов'язані з клієнтами та персоналом;
- оптимізація складської політики за рахунок автоматизації процесів обліку;
- зменшення витрат робочого часу та виробничих витрат;

- підвищення точності прийняття управлінських рішень;
- зменшення втрат у реальному часі;
- підвищення продуктивності праці та конкурентоспроможності підприємства.

Крім того, цифрові інструменти прискорюють процес виведення продукції на ринок за рахунок поліпшення контактів з постачальниками і клієнтами, усе це дозволяє скоротити час простоїв та завантаження на складах підприємств, відвантаження продукції, а також її отримання.

Таким чином підприємству для підвищення ефективності управління підприємством рекомендовано впровадження системи ощадливого виробництва, яка поєднує оптимізацію виробничих процесів, спрямовану на постійне поліпшення якості продукції при незмінному скорочення витрат із залученням в цей процес сучасних цифрових інструментів.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Інтеграція цифрових технологій у концепцію ощадливого виробництва є важливим етапом модернізації підприємств, що дозволяє підвищити ефективність виробничих процесів, зменшити втрати та забезпечити гнучкість у змінному ринковому середовищі. Серед ключових цифрових інструментів, що підтримують Lean-виробництво, виділяються:

- ERP- та MES-системи – для планування, контролю й автоматизації виробництва;
- IoT – для збору даних з обладнання в реальному часі;
- Digital Andon Boards та KPI Dashboards – для візуального моніторингу показників ефективності;
- AI-системи контролю якості – для зменшення браку;
- Digital Twins – для цифрового моделювання виробництва;
- мобільні Lean-додатки – для залучення персоналу в процеси виробництва та управління;
- блокчейн – для підвищення прозорості логістики та постачання.

Результати впровадження цифрових інструментів у систему ощадливого виробництва є позитивними та вимірюваними, зокрема: скорочення витрат і часу простоїв; підвищення якості продукції; зростання продуктивності праці; покращення управлінської звітності та швидкості прийняття рішень; зменшення обсягів запасів і оптимізація логістики.

Цифрова трансформація Lean-виробництва сприяє побудові «розумного підприємства» (Smart Factory), де всі елементи виробничого процесу від замовлення до реалізації продукції інтегруються в єдину інформаційну систему.

Успішне впровадження цифрових Lean-інструментів у діяльність підприємства вимагає стратегічного бачення засновків та менеджерів підприємства, підтримки керівництва, підготовки персоналу та поступового і системного підходу до змін. Цифровізація системи ощадливого виробництва є не тимчасовим трендом, а стратегічною необхідністю для вітчизняних підприємств в умовах конкуренції, зростання нестабільності ринків і обмежених ресурсів.

Список використаних джерел

1. Бондаренко, С., Іванченкова, Л., Мінакова, С., & Бутенко, Т. Цифрові інструменти системи контролю в електронному бізнесі. *Social Development and Security*, 2023, 13(1), 207-224. DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.17>
2. Декалюк, О., & Федоришина, Л. Оптимізація витрат підприємства: сутність, складові та методи. *Академічні візії*, 2025, (40). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14987274>
3. Дорош І., Кичма Р., Лебедь Р. Ощадливе виробництво та циркулярна економіка: співвідношення понять управлінських концепцій підприємств *Інвестиції: практика та досвід*, 2024, № 10 (2024): DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.10.117>
4. Доходність бізнесу (2022). Інструменти для бізнесу: як це працює та безкоштовні інструменти для бізнесу. URL : <https://businessyield.com/uk/business-services/tools-for-business/>
5. Кулиняк І., Головецький Д. (2023) Цифрові інструменти маркетингового менеджменту підприємств: роль, переваги та виклики використання *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. Серія “Проблеми економіки та управління”, 2023, Випуск 7 (№2), DOI: <http://doi.org/10.23939/semi2023.02>.

6. Вейдер М. *Інструменти ощадливого виробництва II. Кишеньковий посібник з практики застосування Lean*. США . 2018. 125 с. URL:<https://worksection.com/ua/blog/top-25-lean-tools.html>
7. Офіційний сайт Lean Global Network. URL: <https://www.planet-lean.com/lean-global-network>
8. Офіційний сайт Lean Institute Ukraine. URL:<https://lean.org.ua/pro-nas/>
9. Руденко М.В. (2020) Цифровізація сільськогосподарських підприємств та її економічна ефективність: монографія. Черкаси: Чабаненко Ю.А.,2020.342 с.
- 10.Третяк Н.М. Управління витратами підприємства з використанням системи «ощадливого виробництва». *Фінансовий простір*, 2018, №1 (29), С. 137-143. URL: <http://fp.cibs.ubs.edu.ua/files/1504/15tnmirp.pdf>

References

1. Bondarenko, S., Ivanchenkova, L., Minakova, S., & Butenko, T. (2023). Digital tools of control systems in electronic business. *Social Development and Security*, 13(1), 207-224. DOI:<https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.17> (in Ukr.)
2. Dekalyuk, O., & Fedoryshyna, L. (2025). Optimization of enterprise costs: essence, components and methods. *Academic Visions*, (40). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14987274>
2. 3. Dorosh I., Kichma R., Lebed R. (2024) Lean production and circular economy: correlation of concepts of management concepts of enterprises Investments: practice and experience No. 10 (2024): DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.10.117> (in Ukr.)
4. Business profitability (2022). Tools for business: how it works and free tools for business. Retrieved from: <https://businessyield.com/uk/business-services/tools-for-business/> (Accessed: 10.07.2025)
5. Kulinyak I., Golovetskyi D. (2023) Digital tools of marketing management of enterprises: role, advantages and challenges of use *Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Series "Problems of Economics and Management"* Issue 7 No. 2, 2023 DOI:<http://doi.org/10.23939/semi2023.02>. (in Ukr.)
6. Michael Vader "Lean Production Tools II. A Pocket Guide to Lean Practice". USA. 2018. 125 p. Retrieved from:<https://worksection.com/ua/blog/top-25-lean-tools.html>
7. Official website of the Lean Global Network. Retrieved from: <https://www.planet-lean.com/lean-global-network> (Accessed: 04.06.2025)
8. Official website of the Lean Institute Ukraine. Retrieved from:<https://lean.org.ua/pro-nas/>(Accessed: 15.04.2025)
9. Rudenko M.V. (2020) Digitalization of agricultural enterprises and its economic efficiency: monograph. Cherkasy: Chabanenko Yu.A.,2020.342 p. (in Ukr.)
10. Tretyak N.M. Enterprise cost management using the "lean production" system. *Financial space*. 2018. No. 1 (29). p.137-143. Retrieved from: <http://fp.cibs.ubs.edu.ua/files/1504/15tnmirp.pdf> (in Ukr.)

RUĐENKO Mykola

Doctor of Economics, Professor, Professor of the of Entrepreneurship and Marketing, Bohdan Khmelnytskyi Cherkasy National University, Cherkasy, Ukraine

MELNYCHENKO Oleksandr

PhD (Economics), Associate Professor of the Department of Entrepreneurship and Marketing, Bohdan Khmelnytskyi Cherkasy National University, Cherkasy, Ukraine

KUKSA Valentyna

PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the department of Economics, Finance, Accounting, Mathematical and Information Disciplines, Cherkasy Branch of the Private Higher Educational Institution "European University" Cherkasy, Ukraine

TRETIK Natalya

PhD (Economics), Associate Professor of the Department of Economics and International Economic Relations, Bohdan Khmelnytskyi Cherkasy National University, Cherkasy, Ukraine

DIGITAL TOOLS IN THE LEAN PRODUCTION SYSTEM AS A FACTOR FOR REDUCING OPERATING COSTS

Introduction. *Modern business is constantly searching for ways to reduce costs. It is extremely difficult to reduce variable costs, since the quality of future finished products depends on their qualitative and quantitative composition. It is especially problematic to reduce fixed costs in the short term, and therefore one of the options for solving this problem is the "lean production" system.*

Purpose. *The purpose of the article is to study digital tools implemented in the lean production system, analyze their impact on cost management processes, and provide specific recommendations for their practical application in the operational activities of the enterprise.*

Results. *One of the effective options for cost management is the implementation of key provisions of the lean production system in the activities of domestic enterprises.*

The main goal of the lean production system is to minimize all types of losses and ensure the most efficient use of material, financial and labor resources through continuous improvement of all business processes of the enterprise, focused on meeting consumer needs.

The purpose of the lean production system is to eliminate production losses, which include working, unoptimized processes or unused materials that are idle, reducing productivity. There can be many motives for its achievement: from increasing production profitability to improving product quality. The key advantages of implementing the system for business are: minimizing waste; improving the quality of manufactured products; increasing competitiveness; optimizing costs; increasing labor productivity; reducing time costs and accelerating the production process.

Digital tools in the lean production system (Lean Production) play an increasingly important role, as they provide more accurate, faster and more effective management, analysis and optimization processes. They combine the Lean philosophy with the capabilities of digital technologies, which is the basis of the Lean Digital approach.

Through the use of digital tools, not only the business process responsible for the timing of production and product launch is developing, but also the processes responsible for logistics, product quality and production efficiency are developing.

In addition, digital tools accelerate the process of product launch by improving contacts with suppliers and customers, all of which allows to reduce downtime and loading in enterprise warehouses, product shipment, as well as its receipt.

Thus, in order to increase the efficiency of enterprise management, the enterprise is recommended to implement a lean production system that combines the optimization of production processes aimed at constantly improving product quality while constantly reducing costs with the involvement of modern digital tools in this process.

Conclusion. *Among the key digital tools supporting Lean manufacturing are: ERP and MES systems — for planning, controlling and automating production; IoT — for collecting data from equipment in real time; Digital Andon Boards and KPI Dashboards — for visual monitoring of performance indicators; AI quality control systems — for reducing defects; Digital Twins — for digital modeling of production; mobile Lean applications — for involving personnel in all production and management processes; blockchain — for increasing transparency of logistics and supply.*

The results of implementing digital tools in the lean manufacturing system are positive and measurable, including: reducing costs and downtime; improving product quality; increasing labor productivity; improving management reporting and decision-making speed; reducing inventory and optimizing logistics.

Keywords: *Lean manufacturing, costs, operations, digital tools, production management, production process, profit, sustainable development.*

*Одержано редакцією: 19.03.2025
Прийнято до публікації: 10.04.2025*