

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-107>

УДК 331.1:005

КОНЦЕПЦІЯ LEAN ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВНИЦТВА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧИХ ОБ'ЄКТІВ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

LEAN CONCEPT AS A MEANS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF CONSTRUCTION OF ENERGY GENERATION FACILITIES OF ALTERNATIVE ENERGY

Данченко Олена Борисівнадоктор технічних наук, професор,
Бізнес школа КРОК;

Вищий навчальний заклад «Університет економіки та права «КРОК»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5657-9144>**Волошанівський Ілля Володимирович**

магістрант,

Бізнес школа КРОК;

Вищий навчальний заклад «Університет економіки та права «КРОК»

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1457-7967>**Danchenko Olena, Voloshanivskiy Ilya**

KROK Business School; «KROK» University

У статті досліджено концепцію Lean (бережливе виробництво), як сучасний підхід до підвищення ефективності проєктів будівництва та управління підприємствами енергетичної галузі, які впроваджують рішення в сфері альтернативної енергетики, що сприяють цілям національного сталого розвитку. Принципи та інструменти концепції Lean тісно переплітаються в дослідженні з філософією та принципами Toyota Production System (TPS). Тому в даному дослідженні розглянуто синергію впливу на ефективність підприємства та проєктів двох взаємодоповнюючих систем. Розглянуто основні принципи та інструменти, які можуть бути впроваджені в організації енергетичної галузі. Проаналізовано практичний досвід вітчизняних та зарубіжних підприємств в енергетиці та зроблені відповідні висновки. Запропоновано комплексний підхід для оптимізації процесів, підвищення ефективності та культури управління на основі принципів Lean/TPS.

Ключові слова: Lean, бережливе виробництво, Toyota Production System, TPS, оптимізація бізнес-процесів, ефективність, альтернативна енергетика, сталий розвиток.

The article thoroughly investigates the application of the Lean concept as an innovative approach to improving the efficiency of construction projects and operational management of enterprises in the energy sector. The focus is on organizations that are actively implementing solutions in the field of renewable and alternative energy, thereby directly contributing to the achievement of sustainable development goals at the national level. The study goes beyond a superficial overview of Lean tools, deeply analyzing its conceptual roots and synergy with the Toyota Production System (TPS) philosophy. The authors demonstrate how the organic combination of these two complementary systems forms a powerful methodological framework. This framework is aimed not only at identifying obvious waste (muda), but also at systematically combating overload (muri) and process unevenness (mura). An important aspect of the presented methodology is the focus on creating a sustainable culture of continuous improvement (kaizen) and deep respect for people - principles that are critically important for the successful implementation of complex and technologically advanced energy projects. The paper examines in detail the key principles (for example, defining value for the end user, building a continuous flow, using the "pull" system) and specific tools (5S, Kanban, standardized work), which could be adapted to the specifics of the energy industry. Based on the theoretical analysis, the authors propose a comprehensive, systemic approach to strategic management transformation in energy industry organizations. This approach integrates Lean/TPS technical tools with the strategic goals of the enterprise, aimed at comprehensive optimization of business processes - from the design and construction of new alternative energy facilities to their maintenance and operation. The result of the implementation can be a significant increase in operational efficiency, increased competitiveness of the organization, reduced risks and losses, as well as the



formation of a new, more flexible corporate culture. It is concluded that the maximum efficiency of the construction process (and related processes) of alternative energy facilities is achieved by a comprehensive approach to the implementation of Lean/TPS.

Keywords: Lean, lean production, Toyota Production System, TPS, business process optimization, efficiency, alternative energy, sustainable development.

Постановка проблеми. У сучасних умовах розвитку енергетичної галузі України особливої уваги набуває завдання підвищення ефективності будівництва об'єктів альтернативної енергетики (сонячних електростанцій, тощо). Попит, який підвищується на екологічно чисті джерела енергії та енергоефективні рішення, національна стратегія низьковуглецевого розвитку [1] та міжнародні зобов'язання щодо скорочення викидів парникових газів, які іменуються Паризькою угодою [2], а також необхідність забезпечення енергетичної незалежності України створюють передумови для активного розвитку відновлюваних джерел енергії. Але, незважаючи на суттєві переваги та користь альтернативної енергетики, процес будівництва об'єктів альтернативної енергетики досить часто супроводжується проблемами та втратами, які зменшують їх економічну вигоду та конкурентоспроможність в порівнянні з традиційними енергогенеруючими потужностями.

Основними проблемами при будівництві об'єктів альтернативної енергетики є: високі капітальні витрати та тривалий термін окупності інвестицій, недостатня ефективність організації процесів будівництва, неефективне використання ресурсів, збільшення строків виконання проєктів, перевищення бюджету, слабка комунікація між учасниками процесу впровадження рішень, слабке управління ланцюгами поставок, збільшення термінів логістики, відсутність стандартизованих процесів, ризики пов'язані з військовим станом та нестабільний попит.

У цьому контексті концепція ощадливого виробництва (Lean) представляє собою один з ймовірно ефективних інструментів для вирішення зазначених викликів. Lean-методологія, яка була розроблена у автомобільній промисловості та успішно адаптована для різних галузей економіки, націлена на усунення різних видів втрат (перевиробництво, надлишок запасів, очікування, транспортування, зайвий рух, надмірна обробка, дефекти, нереалізований потенціал співробітників), оптимізацію, вирівнювання та стандартизацію процесів та створення цінності для кінцевого споживача. Однак, питання припасування та впровадження Lean-підходів саме у сфері будівни-

цтва об'єктів альтернативної енергетики залишається недостатньо дослідженим.

Актуальність дослідження акцентується також тим, що в умовах обмежених ресурсів (трудових, матеріальних) та постійно зростаючої конкуренції, поліпшення ефективності будівництва енергогенеруючих об'єктів альтернативної енергетики є критично-важливим фактором для організації енергетичної трансформації та досягнення цілей сталого розвитку [3]. Впровадження Lean-концепції може забезпечити значні переваги, включаючи скорочення термінів проєктів будівництва, зменшення втрат, збільшення якості та безпеки, мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище та, зрештою, зростання конкурентоспроможності об'єктів альтернативної енергетики.

Отже, існує нагальна потреба у дослідженні можливостей та розробці методів та підходів до впровадження концепції Lean як засобу підвищення ефективності будівництва енергогенеруючих об'єктів альтернативної енергетики, що і викликає актуальність даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У сучасному науковому обговоренні спостерігається підвищений інтерес до втілення концепції бережливого виробництва та системи Toyota Production System [4] у різні сфери економіки, зокрема у будівництво енергогенеруючих об'єктів альтернативної енергетики. Цей напрямок став особливо актуальним в зв'язку з глобальною енергетичною трансформацією та переходом до сталого розвитку.

Робота Г. Гарсес, Е. Форкаель, К. Осоріо, К. Кастанеда, О. Санчес (G. Garcés, E. Forcael, C. Osorio, K. Castañeda, O. Sánchez) [5] демонструє, що інструменти Lean можуть бути ефективно адаптовані до специфічних умов будівельної галузі за допомогою бережливого будівництва (Lean Construction). Дослідники відзначають, що впровадження інструментів та оптимізуючих методів мінімізації втрат дозволяє значно скоротити витрати при будівництві масштабних об'єктів, зокрема сонячних та вітрових електростанцій.

У роботі І. Масаакі (I. Masaaki) [6] проаналізовано практичні аспекти впровадження

філософії Кайдзен за допомогою описаних принципів, що дозволяє створити культуру безперервних покращень та підвищити якість будівельних робіт.

Група дослідників під керівництвом Г. Балларда та Г. Хауеллом (G. Ballard, G. Howell), які є засновниками Lean Construction Institute розробила методологію Last Planner System [7], що є адаптацією принципів Lean/TPS до управління будівельними проєктами. У їхніх публікаціях наведено численні приклади успішного застосування цієї методології в будівництві.

Робота Агентства по охороні навколишнього середовища США [8] описує застосування бережливого виробництва в енергетичному секторі. Автори стверджують, що Lean підхід може забезпечити переваги координації бережливого виробництва та управлінням енергоспоживанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про зростаючий інтерес до застосування концепції Lean/TPS у будівництві енергогенеруючих об'єктів альтернативної енергетики. Результати досліджень демонструють значний потенціал підвищення ефективності будівництва за рахунок впровадження принципів бережливого виробництва, що проявляється у скороченні термінів будівництва, зниженні собівартості, підвищенні якості робіт та зменшенні негативного впливу на довкілля.

Незважаючи на значний обсяг досліджень, присвячених впровадженню Lean/TPS, існують певні питання, які недостатньо висвітлені: недостатньо досліджено ефект комплексного підходу, часто розглядаються тільки окремі інструменти бережливого виробництва, недостатньо досліджено питання соціально-психологічних аспектів впровадження філософії, відсутні комплексні дослідження довгострокових ефектів від впровадження та не розроблено галузеві стандарти.

Водночас, виявлені прогалини у дослідженнях свідчать про необхідність подальшого вивчення проблематики, особливо в контексті адаптації концепції Lean до специфічних умов будівництва енергогенеруючих об'єктів та оцінки довгострокових ефектів від її впровадження.

Формування цілей статті. Основною метою статті є аналіз концепції Lean/TPS, існуючих дієвих інструментів та принципів в наявних дослідженнях та публікаціях інших авторів для підвищення ефективності та оптимізації бізнес-процесів при впровадженні проєктів альтернативної енергетики.

Ціль дослідження – сформулювати висновки про можливість поєднання схожих концепцій, синтезу декількох філософій/принципів, таких як Lean/TPS(бережливе виробництво).

Результатом аналізу існуючих матеріалів має бути набір принципів та інструментів з їхньою філософією (системи принципів та інструментів) для практичного вирішення питання по підвищенню ефективності будівництва енергогенеруючих об'єктів альтернативної енергетики.

Виклад основного матеріалу дослідження. На основі аналізу останніх досліджень можна систематизувати наявні інструменти і принципи бережливого виробництва в єдину систему по збільшенню продуктивності та оптимізації процесів підприємства енергетичної галузі.

Система бережливого виробництва дає можливість розвивати організацію в довгостроковій перспективі при системному підході до покращень. Використання тільки вибіркового інструментів може дати короточасний результат на певний період часу [11; 12].

Отже, в нашому дослідженні ми будемо розглядати бережливе виробництво тільки як комплекс/систему принципів та інструментів для сталого неперервного розвитку [12].

Принципи бережливого виробництва можна поділити на декілька груп [4]: філософія довгострокової перспективи, організація правильного процесу, підвищення цінності організації та постійне вирішення проблем для неперервного навчання.

Філософія довгострокової перспективи описує прийоми прийняття управлінських рішень з урахуванням довгострокових перспектив, що узгоджується з першим принципом управління Е. Демінга (E. Deming) [9] – «Сталість мети».

Організація правильного процесу включає в себе декілька важливих взаємопов'язаних принципів. Основою є створення процесу у вигляді неперервного стабілізованого потоку із зрозумілим часом такту, який задає темп виробництва згідно методу FIFO, що в майбутньому дозволяє виявляти проблеми. Основою для стабілізації процесу стає усунення восьми видів втрат (муда): перевиробництво, очікування, зайве транспортування, надмірна обробка, надлишок запасів, зайвий рух, дефекти та нереалізований творчий потенціал співробітників.

Усунення втрат веде до таких покращень, як – вбудовування якості, підвищення гнучкості та продуктивності, звільнення площ та

зменшення зайвих запасів, зростання безпеки праці та морального духу колективу.

При застосуванні даного принципу треба бути готовим до труднощів при створенні потоку, хоча б тому, що запаси приховують проблеми.

Для запобігання перевиробництва застосовується метод витягування від споживача (внутрішнього або зовнішнього), заснований на реальному попиті, а не метод виштовхування, як у масовому виробництві. Додатково застосовуються стан виробництва «точно вчасно» (Just-In-Time, JIT), буферний запас, та система управління матеріалами Канбан.

Згідно цього принципу рахується, що ідеальний потік – це система з нульовими запасами до якого треба прагнути.

Стабілізація потоку досягається через вирівнювання об'єму робіт (хейдзунка). Основний сенс закладений в даному принципі – вирівняти графік виробництва для стабілізації потоку. Це дає змогу інтегрувати покращення, якість, зменшити нерівномірне навантаження обладнання та працівників, які можуть виникати під впливом факторів сезонності та різкої зміни попиту.

Важливим інструментом, який застосовується при стабілізації робіт є 3М (мудра-мурі-мура). Суттєве значення має застосування системного підходу до інструменту 3М, а не окрему реалізацію складових його частин. 3М складається з таких складових: мудра (Дії, які не додають цінності. Такі дії є втратами про які згадувалося вище), мурі (Перевантаження людей та обладнання. Мурі призводить до зайвого навантаження людей, обладнання, підвищення небезпеки, проблем з якістю. Як наслідок можуть виникати аварії та дефекти.), мура (Нерівномірність, викликана внутрішніми проблемами, відсутністю необхідних запасів, дефектами, відсутністю графіка виробництва, колюванням інтенсивності під впливом попиту.)

Не варто акцентувати свою увагу тільки на Мудра, як це робить більшість тих хто впроваджує бережливе виробництво. Варто застосовувати інструмент 3М тільки в комплексі.

Культура якості втілюється у принципі «Дзі-лока», який потребує зупинки виробництва з ціллю вирішення проблеми. Зупинка виробництва робиться для підвищення якості, виключення дефектів (втрат). Зупинка заради якості може бути впроваджена за допомогою автономізації робочих місць (робітники можуть ініціювати зупинку самостійно), сигнальної системи Андон (прості звукові або

візуальні сигнали), інструменту Пока-йокє (упередження помилок в процесі, є ще поширена назва «захист від дурня») та карт стандартних операцій.

Працюючи з якістю та вирішенням проблем також використовують такі інструменти та правила: безпосереднє спостереження на місці (Гемба), аналіз ситуації (фактичних даних), потік одиничних виробів та аналіз причин (метод «5 чому?»).

Стандартизація задач та операцій формує основу для неперервного вдосконалення. При стандартизації задач час такту операції впливає на послідовність операцій та до важливого стандартизованого об'єму запасів. Стандартизована робота являється основою для інновацій та впровадження новаторських рішень. Варто пам'ятати, що стандарти мають розвивати люди, які виконують роботи на місці дії цих стандартів.

Візуальний контроль використовують щоб забезпечити стабільність часу такту, виявлення проблем, вдосконалення потоку та збір інформації про відхилення від стандарту. Використовують такі інструменти та правила, як Канбан, Андон, звіти на одному аркуші А4 та інструмент 5S.

Одним з важливих інструментів являється 5 S, який наголошує на тому, що потрібно сортувати (предмети, інформацію), дотримуватися порядку («все на своїх місцях»), утримувати в чистоті (форма перевірки відхилень), стандартизувати (розробка систем та правил для підтримки перших 3 пунктів) та вдосконалювати (постійна підтримка робочого місця в порядку, реалізація неперервного процесу вдосконалення) [13].

Принцип використання надійних випробуваних технологій наголошує на тому, що нові технології які впроваджуються в організації мають підтримувати людей, процеси і цінності. При бажанні застосувати нову технологію потрібно протестувати її на пілотній дільниці.

Підвищення цінності організації зосереджене на розвитку людського капіталу. Потрібно виховувати лідерів всередині своєї організації, а не шукати їх на стороні. Це дає змогу підтримувати структуру організації, яка постійно навчається.

Навчання в організації також сприяє прийманню рішень з урахуванням всіх можливих альтернативних варіантів. Врахування альтернативних варіантів дозволяє уникнути проблем у майбутньому та економить час на пошуку «правильних» рішень після про-

валу очевидного рішення без врахування альтернатив.

Виховання лідерів та формування команд підтримуючих філософію компанії проходять через етапи орієнтації (На цьому етапі важливим є допомога лідера. Проводиться ознайомлення з правилами роботи в групі та обов'язками.), незадоволеності (Команда починає працювати та розуміє, що працювати в команді те так вже й легко. На цьому етапі команда окрім підтримки сильного лідера має отримувати і інтенсивну соціальну підтримку.), інтеграції (Команда поступово починає розуміти свої ролі, проводиться навчання контролювати процеси командою. Увага лідера на цьому етапі зменшується, але соціальна підтримка потребується все ще на високому рівні.) та команди (Команда починає функціонувати з високою ефективністю. Вплив лідера зменшується до мінімального рівня).

Принцип поваги до своїх партнерів та постачальників має на меті пошук надійних партнерів з якими можна розвиватися разом. При цьому ключові компетенції організації мають залишитися всередині організації.

З партнерами потрібно дотримуватися справедливих ділових відношень, стабільних процесів, чітких вимог, системи розширення повноважень та постійного взаємного навчання. Таким чином організація отримує можливість гнучкого управління ланцюгами постачання.

Остання група принципів описує механізм постійного вирішення проблем для неперервного навчання. Вона базується на прийнятті рішень через консенсус на основі перевірених даних з місця подій. Рішення потрібно зважувати дуже ретельно, нічого не приймати на віру, а прийнявши його треба діяти швидко.

Для прийняття рішення бажано представляти інформацію на одному аркуші паперу.

Цей процес вирішення проблеми (ситуації) базується на циклі Демінга [10]. Едвард Демінг стверджував, що процес вирішення проблем має включати етапи планування, реалізації, перевірки та дій (Plan, Do, Check, Act).

В роботі над стабілізацією процесу, вдосконаленням, пошуку втрат і недоліків члени команди починають навчатись та вдосконалюватися. Але так може бути не завжди. На це впливає постійність кадрів, зрозуміла стратегія кар'єрного зросту та наявність бази знань з минулим досвідом.

Для неперервного вдосконалення потрібно розробити умови стабільності та чітких стандартів, без хаосу та авралів. Лиш в такому стані організація і люди можуть навчатися і постійно розвиватися.

Висновки. Підсумовуючи, ми виділяємо декілька варіантів досягнення цілей дослідження: 1. Концепцію бережливого виробництва (Lean/TPS) слід розглядати як систему принципів та інструментів, які не можуть впроваджуватися частково. Ефективність застосування з великою долею вірогідності буде вищою при системному підході до впровадження бережливого виробництва при будівництві енергогенеруючих об'єктів альтернативної енергетики разом із філософією, принципами та інструментами. 2. Пропонується розглянути можливість повноцінного проектного підходу при впровадженні концепції Lean на об'єктах альтернативної енергетики та підприємствах енергетичної галузі в цілому.

Важливим фактором при дослідженні являється обмеженість інформації про застосування бережливого виробництва в альтернативній та традиційній енергетиці.

Таким чином, результати дослідження несуть ознайомчий та рекомендаційний характер для практичного застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Міністерство Захисту Довкілля Та Природних Ресурсів України. Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/LEDS_ua_last.pdf (дата звернення: 20.09.2025).
2. United Nations Climate Change. The Paris Agreement. United Nations Climate Change. URL: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> (дата звернення: 20.09.2025).
3. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року : Указ Президента України від 30.09.2019, № 722/2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення: 20.09.2025).
4. Liker J. The Toyota Way. New York : McGrawHill, 2021. 507 p.
5. Systematic review of Lean Construction: an approach to sustainability and efficiency in construction management / G. Garcés та ін. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*. 2025. Т. 6. URL: <https://jipr.springeropen.com/articles/10.1186/s43065-025-00119-1> (дата звернення: 20.09.2025).

6. Imai M. Gemba Kaizen : a commonsense approach to a continuous improvement strategy. 2-ге вид. New York : McGrawHill, 2012. 449 с.
7. Last Planner System: Revolutionizing Lean Construction Project Management. Lean Six Sigma Certification. 28.08.2024. URL: <https://www.6sigma.us/lean-six-sigma-articles/last-planner-system-lps/> (дата звернення: 20.09.2025).
8. U.S. Environmental Protection Agency. LEAN, ENERGY & CLIMATE TOOLKIT. U.S. Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2013-10/documents/lean-energy-climate-toolkit.pdf> (дата звернення: 20.09.2025).
9. Deming E. Out of the crisis. London : The MIT Press, 2000. 454 с.
10. The W. Edwards Deming Institute. The PDSA Cycle. The W. Edwards Deming Institute. URL: <https://deming.org/explore/pdsa/> (дата звернення: 20.09.2025).
11. Омеляненко Т., Щербина О., Барабась Д., Вакуленко А. Ощадливе виробництво: концепція, інструменти, досвід: науково-практичне видання. Київ : КНЕУ, 2009. 157 с.
12. Капінос Г., Ларіонова К. Теоретико-методичні засади реалізації концепції ощадливого виробництва в практиці діяльності промислових підприємств. *Modeling the Development of the Economic Systems*. 2022. № 2. С. 173-181.
13. Каличева Н., Колесніков С. Роль ощадливого виробництва в оптимізації виробничих процесів підприємств. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2024. № 86. С. 19-25.

REFERENCES:

1. Ministerstvo Zakhystu Dovkillia Ta Pryrodnykh Resursiv Ukrainy. Stratehiia nyzkovuhletsevoho rozvytku Ukrainy do 2050 roku [Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Strategy for Low-Carbon Development of Ukraine until 2050]. Available at: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/LEDS_ua_last.pdf (accessed September 20, 2025).
2. United Nations Climate Change. The Paris Agreement. Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> (accessed September 20, 2025).
3. Pro Tsili staloho rozvytku Ukrainy na period do 2030 roku : Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 30.09.2019, № 722/2019 [On the Sustainable Development Goals of Ukraine for the period until 2030: Decree of the President of Ukraine dated September 30, 2019, No. 722/2019]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (accessed September 20, 2025).
4. Liker J. (2021). The Toyota Way. New York : McGrawHill.
5. Garcés G. (2025) Systematic review of Lean Construction: an approach to sustainability and efficiency in construction management. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*, vol. 6(6). Available at: <https://jipr.springeropen.com/articles/10.1186/s43065-025-00119-1> (accessed September 20, 2025).
6. Imai M. (2012). Gemba Kaizen : a commonsense approach to a continuous improvement strategy. New York: McGrawHill.
7. Lean Six Sigma Certification. Last Planner System: Revolutionizing Lean Construction Project Management. Available at: <https://www.6sigma.us/lean-six-sigma-articles/last-planner-system-lps/> (accessed September 20, 2025).
8. U.S. Environmental Protection Agency. LEAN, ENERGY & CLIMATE TOOLKIT. Available at: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2013-10/documents/lean-energy-climate-toolkit.pdf> (accessed September 20, 2025).
9. Deming E. (2000). Out of the crisis. London : The MIT Press.
10. The W. Edwards Deming Institute. The PDSA Cycle. Available at: <https://deming.org/explore/pdsa/> (accessed September 20, 2025).
11. Omelianenko T., Shcherbyna O., Barabas D., Vakulenko A. (2009). Oshchadlyve vyrobnytstvo: kontseptsiiia, instrumenty, dosvid [Lean manufacturing: concept, tools, experience]. naukovopraktychne vydannia [scientific and practical publication]. Kyiv : KNEU. 157 p. (in Ukrainian)
12. Kapinos H., Larionova K. (2022). Teoretyko-metodychni zasady realizatsii kontseptsii oshchadlyvoho vyrobnytstva v praktytsi diialnosti promyslovykh pidpriemstv [Theoretical and methodological principles of implementing the concept of lean production in the practice of industrial enterprises]. *Modeling the Development of the Economic Systems*, no. 2, pp. 173-181.
13. Kalycheva N., Kolesnikov S. (2024) Rol oshchadlyvoho vyrobnytstva v optymizatsii vyrobnychkykh protsesiv pidpriemstv [The role of lean production in optimizing production processes of enterprises]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, no 86, pp. 19-25.