

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-85-74>

УДК 004:005.6

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ LEAN-МЕНЕДЖМЕНТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КОМАНД РОЗРОБНИКІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

APPLICATION OF LEAN MANAGEMENT PRINCIPLES TO ENHANCE THE PRODUCTIVITY OF SOFTWARE DEVELOPMENT TEAMS

Олійченко Ігор Михайлович

доктор наук з державного управління, професор,
Національний університет «Чернігівська політехніка»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8424-5432>

Дітковська Марина Юріївна

кандидат наук з державного управління, доцент,
Національний університет «Чернігівська політехніка»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9286-5121>

Oliychenko Igor, Ditkovska Maryna
Chernihiv Polytechnic National University

Сучасна цифрова економіка зумовлює зростання ролі ІТ та потребу підвищення продуктивності команд розробників програмного забезпечення. Складність процесів розроблення, необхідність координації та динамічність технологій актуалізують пошук ефективних управлінських підходів. У статті досліджено застосування принципів Lean-менеджменту для оптимізації діяльності ІТ-команд, зокрема усунення втрат, підвищення цінності продукту, вдосконалення робочих процесів і впровадження безперервного поліпшення. Обґрунтовано, що поєднання Lean з Agile та Scrum сприяє зростанню ефективності команд, скороченню термінів розроблення та покращенню якості продуктів. Визначено ключові інструменти Lean, зокрема картування потоку створення цінності, Kanban і Kaizen. Доведено, що їх застосування підвищує продуктивність ІТ-команд і конкурентоспроможність компаній.

Ключові слова: Lean-менеджмент, розроблення програмного забезпечення, Agile, управління ІТ-проєктами, цифрова трансформація, продуктивність команд, оптимізація процесів.

The current stage of digital economy development is characterized by the rapid growth of the role of information technologies in ensuring the efficiency of state institutions, enterprises, and organizations. In this context, increasing the productivity of software development teams becomes particularly important, as they are responsible for creating digital products that form the foundation of modern information infrastructure. At the same time, the software development process is characterized by high complexity, the need to coordinate the work of a large number of specialists, and rapidly changing technological requirements. Therefore, a key challenge for modern management is to identify effective approaches to organizing the activities of software development teams that enhance their productivity, reduce IT project implementation time, and ensure high-quality software products. One of the most promising approaches in this regard is the Lean management concept, which involves the systematic elimination of waste, optimization of work processes, and the establishment of a culture of continuous improvement. This article investigates the possibilities of applying Lean management principles in managing the activities of software development teams. The main provisions of the Lean approach are analyzed, with particular attention paid to eliminating waste in software development processes, increasing product value for the client, optimizing workflows, and implementing continuous process improvement principles. It is determined that the integration of Lean management with agile project management methodologies, such as Agile and Scrum, contributes to improving team efficiency, reducing software development time, and enhancing the quality of IT companies' outputs. The article also examines Lean management tools that can be used in managing IT teams, including value stream mapping, Kanban task management systems, Kaizen principles, and team productivity measurement systems. The research results indicate that applying Lean management principles enables increasing the efficiency of software



development teams, optimizing organizational resource use, and ensuring the competitiveness of IT companies in the modern digital environment.

Keywords: Lean management, software development, Agile, IT project management, digital transformation, team productivity, process optimization.

Постановка проблеми. Цифровізація економіки та стрімкий розвиток інформаційних технологій зумовлюють необхідність постійного вдосконалення методів управління процесами розроблення програмного забезпечення. Програмні продукти стали ключовим елементом функціонування цифрових платформ, електронних сервісів, інформаційних систем управління та інших технологічних рішень, що використовуються у різних сферах економіки. У сучасних умовах діяльність ІТ-компаній характеризується високим рівнем конкуренції, необхідністю швидкого впровадження інновацій та адаптації до постійних змін технологічного середовища. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває підвищення продуктивності команд розробників програмного забезпечення, від ефективності роботи яких залежить швидкість створення програмних продуктів та їхня якість. Разом з тим, у процесах розроблення програмного забезпечення часто виникають проблеми, пов'язані з неефективним використанням ресурсів, дублюванням функцій, затримками у виконанні завдань та надмірною складністю управлінських процедур. Це призводить до зниження ефективності діяльності ІТ-компаній та збільшення витрат на реалізацію ІТ-проектів.

У таких умовах виникає потреба у впровадженні сучасних управлінських підходів, які дозволяють оптимізувати робочі процеси та підвищити ефективність діяльності команд розробників. Одним із таких підходів є Lean-менеджмент, що передбачає усунення втрат у процесах діяльності організації та створення максимальної цінності для клієнта.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика застосування Lean-менеджменту та гнучких методологій управління в ІТ активно досліджується у сучасній літературі. Значний внесок у розвиток концепції Lean зробили Дж. Вомак і Д. Джонс, які обґрунтували принципи ощадливого виробництва та усунення втрат [16], а Дж. Лайкер розкрив принципи виробничої системи Toyota для підвищення ефективності управління підприємствами [11]. Адаптацію Lean до розроблення програмного забезпечення здійснили М. Поппендік та Т. Поппендік у концепції Lean

Software Development, підкресливши важливість усунення непродуктивних витрат, прискорення процесів і підвищення якості програмних продуктів [13]. Питання інтеграції Lean та Agile розглядаються Дж. Хайсмітом [9], а поєднання цих підходів для формування високопродуктивних команд підтверджено іншими дослідженнями [12].

Окрему увагу приділено оцінюванню продуктивності ІТ-команд та використанню метрик у Agile та Lean-проектах (Е. Куріайнен, М. Мäntylä, J. Itkonen) [10], а також координації команд у великих проектах (Т. Dingsøyur, N. Moe) [8]. Сучасні практики програмної інженерії, що підвищують ефективність розроблення, досліджують Е.-М. Arvanitou та ін. [6]. Також вивчаються методи підвищення продуктивності команд через навчання і професійний розвиток [14] та оцінювання ефективності процесів розроблення [15]. Вагомий внесок у вітчизняні дослідження внесли українські науковці. О. Бортнік аналізує застосування Agile та Lean у сучасному управлінні [1], І. Гарко, М. Пирог і В. Міронова – використання Agile-методології у підготовці ІТ-фахівців [2], Т. Немченко та О. В'юник – управління ІТ-командами з використанням Agile, Scrum, Kanban і Lean [3], О. Пилипенко – розвиток ІТ-компаній у цифровій економіці [4], Т. Шкоденко – планування завдань із Lean-підходом [5].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значний обсяг досліджень, питання комплексного застосування Lean-менеджменту для підвищення продуктивності команд розробників потребує подальшого наукового обґрунтування.

Мета статті – дослідження можливостей застосування принципів Lean-менеджменту для підвищення продуктивності команд розробників програмного забезпечення та визначення ефективних інструментів оптимізації процесів управління ІТ-проектами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Lean-менеджмент є ключовою концепцією підвищення ефективності організацій через усунення втрат, оптимізацію процесів і створення цінності для споживача [16]. Його актуальність зумовлена ускладненням орга-

нізаційних систем, швидкими технологічними змінами та потребою в гнучкому управлінні. На відміну від традиційних підходів, Lean базується на адаптивності, інтегрованості та безперервному вдосконаленні, що забезпечує ефективну реакцію на зміни. Концепція орієнтується на раціональне використання ресурсів і створення комплексної цінності, яка включає якість, швидкість і відповідність продукту очікуванням користувача.

Історично Lean-менеджмент сформувався на основі виробничої системи компанії Toyota, яка стала фундаментом для розвитку сучасних підходів до управління процесами [11]. У межах цієї системи було закладено принципи стандартизації, візуалізації процесів, залучення персоналу до вдосконалення діяльності та орієнтації на усунення втрат. Подальша еволюція Lean-концепції пов'язана з її адаптацією до різних галузей, зокрема, сфери послуг, публічного управління та інформаційних технологій, що свідчить про її універсальний характер і здатність до трансформації залежно від специфіки середовища функціонування. Ключовими принципами Lean-менеджменту є визначення цінності продукту, ідентифікація потоку створення цінності, забезпечення безперервного потоку виконання робіт, впровадження принципу «витягування» (pull) та постійне вдосконалення процесів. Їх реалізація передбачає не лише оптимізацію окремих операцій, а й трансформацію всієї системи управління, включаючи організаційну структуру, корпоративну культуру та механізми прийняття рішень. Важливою характеристикою Lean є його інтегративний характер, що дозволяє поєднувати різні управлінські інструменти в єдину систему, орієнтовану на досягнення стратегічних цілей організації [16].

У сфері розроблення програмного забезпечення концепція Lean трансформується у підхід Lean Software Development, який враховує специфіку інтелектуальної праці, високий рівень невизначеності та необхідність швидкої адаптації до змін [13]. Така трансформація обумовлена принциповими відмінностями між матеріальним виробництвом і процесами створення програмних продуктів, де ключовим ресурсом виступають не фізичний потік, а знання, досвід та когнітивні здібності розробників. У цьому контексті програмна інженерія характеризується високим рівнем складності, динамічністю вимог та значною залежністю результатів від якості комунікацій і взаємодії в команді.

У розробленні програмного забезпечення ключову роль відіграють інформаційні потоки, обмін знаннями та командна взаємодія [3], що потребує адаптації принципів Lean до цифрового середовища. Втрати проявляються у вигляді неефективної комунікації, дублювання функцій, технічного боргу та затримок. Lean Software Development передбачає перехід до гнучких, ітеративних підходів, що забезпечують постійне вдосконалення продукту [7], а також створення умов для інновацій і ефективного зворотного зв'язку з користувачами.

Однією з ключових особливостей Lean Software Development є орієнтація на формування безперервного потоку створення цінності, що забезпечується через інтеграцію етапів розроблення, тестування та впровадження, а також активне використання засобів автоматизації. Такий підхід сприяє усуненню бар'єрів між окремими фазами життєвого циклу програмного забезпечення та забезпечує більш тісну взаємодію між розробниками, тестувальниками та іншими учасниками процесу. У результаті досягається скорочення тривалості циклу розроблення, підвищення якості продукту та зниження ризиків, пов'язаних із затримками або помилками. Забезпечення безперервності потоку створення цінності також передбачає мінімізацію простоїв, оптимізацію завантаження команди та усунення вузьких місць у процесі розроблення. Це досягається шляхом застосування сучасних підходів до управління робочими процесами, які дозволяють забезпечити баланс між швидкістю виконання завдань і якістю результатів. Важливим елементом є також обмеження обсягу незавершеної роботи, що сприяє підвищенню фокусованості команди та зменшенню ризиків перевантаження.

Прозорість процесів у Lean Software Development досягається через візуалізацію, системи управління завданнями та аналітичні інструменти, що забезпечує контроль, своєчасне виявлення проблем і прийняття обґрунтованих рішень. Важливою є орієнтація на якість через автоматизоване тестування, безперервну інтеграцію та моніторинг, що підвищує надійність продукту. Значну роль відіграє формування самоорганізованих команд і культури довіри, що сприяє ефективності та розвитку організації. Загалом Lean Software Development забезпечує оптимізацію процесів, якість і адаптивність ІТ-компаній [14].

Ключовим елементом Lean є управління втратами, які у сфері ПЗ проявляються як над-

мірна документація, затримки, дублювання та неефективна комунікація [13], що знижує продуктивність і якість [15]. Їх усунення базується на аналітичних інструментах і підтримується системою метрик (lead time, cycle time, throughput), що забезпечує моніторинг і прийняття рішень [10].

В умовах цифрової трансформації важливою є інтеграція Lean з Agile, що поєднує гнучкість і системність. Agile забезпечує адаптивність і швидке реагування на зміни, тоді як Lean – оптимізацію процесів і усунення втрат, формуючи безперервний потік створення цінності.

Поєднання Lean та Agile формує синергетичну модель управління, яка інтегрує гнучкість і структурованість, забезпечуючи баланс між швидкістю розроблення та якістю продукту. Така модель дозволяє підвищити ефективність діяльності ІТ-компаній, забезпечити адаптивність до змін та скоротити час виведення продукту на ринок. Синергія цих підходів проявляється також у розвитку командної взаємодії, підвищенні рівня залученості персоналу та формуванні організаційної культури, орієнтованої на співпрацю й безперервне вдосконалення. Крім того, інтеграція Lean та Agile сприяє удосконаленню управління знаннями, підвищенню прозорості процесів і ефективності прийняття управлінських рішень. Важливим результатом такого поєднання є зростання інноваційного потенціалу організацій, оскільки створюються умови для швидкого тестування ідей та впровадження нових рішень. Це дозволяє не лише адаптуватися до змін, а й формувати конкурентні переваги. Інтеграція Lean-менеджменту та Agile-підходу виступає ключовим чинником підвищення ефективності управління в умовах цифрової трансформації, забезпечуючи поєднання гнучкості, системності та орієнтації на створення цінності [9; 13].

Практична реалізація Lean-менеджменту у сфері розроблення програмного забезпечення передбачає використання комплексу інструментів, серед яких особливе місце займають Value Stream Mapping, Kanban, Kaizen, Lean-метрики та технології Continuous Integration і Continuous Delivery. Value Stream Mapping дозволяє здійснювати системний аналіз потоків створення цінності та виявляти неефективні етапи процесу. Kanban забезпечує візуалізацію робочих процесів і сприяє підвищенню прозорості діяльності команд [10].

Система Kaizen орієнтована на безперервне вдосконалення діяльності шляхом

поступових змін, що реалізуються через активну участь працівників. Lean-метрики забезпечують кількісну оцінку ефективності процесів, що дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення. Технології Continuous Integration та Continuous Delivery автоматизують процеси розроблення, тестування та впровадження програмного забезпечення, що сприяє скороченню часу виведення продукту на ринок та підвищенню його якості.

Узагальнюючи, слід зазначити, що Lean-менеджмент у поєднанні з Agile-методологіями формує сучасну парадигму управління ІТ-проєктами, яка забезпечує підвищення ефективності діяльності організацій, оптимізацію використання ресурсів та розвиток інноваційного потенціалу. Запропонований підхід дозволяє не лише вдосконалити існуючі процеси, а й сформувати нову модель управління, орієнтовану на створення цінності, адаптивність та сталий розвиток в умовах цифрової економіки.

З огляду на проведений теоретико-методологічний аналіз, доцільним є формування системи практичних рекомендацій щодо впровадження Lean-менеджменту в діяльність ІТ-компаній в умовах цифрової трансформації. Насамперед, пропонується впровадження інтегрованої моделі управління, що поєднує принципи Lean та Agile і базується на процесному підході до організації діяльності. Така модель передбачає ідентифікацію ключових потоків створення цінності, їх декомпозицію на окремі етапи та подальшу оптимізацію з урахуванням специфіки ІТ-проєктів. Важливим напрямом удосконалення управління є запровадження системи комплексної діагностики втрат у процесах розроблення програмного забезпечення. З цією метою доцільно використовувати інструменти картування потоків створення цінності (Value Stream Mapping), що дозволяють виявляти вузькі місця, надлишкові операції та неефективні етапи. На основі отриманих результатів пропонується формувати цільові програми оптимізації процесів, спрямовані на скорочення часу виконання завдань, зменшення кількості дефектів та підвищення якості продукту.

Наступною пропозицією є впровадження адаптивної системи управління продуктивністю ІТ-команд, яка базується на використанні Lean-метрик, зокрема lead time, cycle time, throughput та показників якості. Запропоновано інтегрувати ці метрики у систему управлінської аналітики організації, що дозволить забезпечити постійний моніторинг

ефективності процесів, своєчасне виявлення відхилень та прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Водночас важливо забезпечити баланс між кількісними показниками та якісними характеристиками діяльності, що дозволить уникнути формалізації оцінювання та зберегти орієнтацію на створення цінності. З метою підвищення ефективності командної роботи доцільно впровадити механізми розвитку самоорганізованих команд, що передбачають делегування повноважень, розширення автономії працівників та формування культури відповідальності. У цьому контексті пропонується використовувати інструменти візуалізації процесів (зокрема Kanban-дошки), які забезпечують прозорість виконання завдань, узгодженість дій учасників та підвищення рівня комунікації в команді.

Особливу увагу слід приділити впровадженню системи безперервного вдосконалення (Kaizen), яка має бути інтегрована у всі рівні управління організацією. Запропоновано створення внутрішніх механізмів генерації та реалізації ініціатив щодо покращення процесів, що передбачає активне залучення працівників до виявлення проблем та розроблення рішень. Це сприятиме формуванню інноваційного середовища та підвищенню рівня залученості персоналу. У контексті цифровізації управлінських процесів доцільним є впровадження автоматизованих систем підтримки розроблення програмного забезпечення, зокрема технологій Continuous Integration та Continuous Delivery. Їх використання дозволяє забезпечити безперервність процесів інтеграції, тестування та впровадження продукту, що сприяє скороченню часу виведення програмного забезпечення на ринок і підвищенню його якості. Водночас інтеграція таких технологій із системами управління проектами дозволяє підвищити рівень узгодженості процесів і забезпечити ефективну взаємодію між різними підрозділами. Крім того, пропонується удосконалення системи управління знаннями в організації шляхом

створення єдиного інформаційного середовища, яке забезпечує накопичення, збереження та обмін знаннями між учасниками процесу розроблення. Це дозволить зменшити втрати, пов'язані з дублюванням інформації, підвищити якість прийняття рішень та забезпечити більш ефективне використання інтелектуального потенціалу організації. З метою забезпечення стратегічної узгодженості впровадження Lean-менеджменту пропонується розроблення дорожньої карти цифрової трансформації організації, яка включає етапи впровадження Lean-інструментів, визначення ключових показників ефективності та механізми оцінювання результатів. Такий підхід дозволить систематизувати процес змін, зменшити ризики їх реалізації та забезпечити досягнення стратегічних цілей організації.

Висновки. Дослідження підтвердило ефективність застосування принципів Lean-менеджменту в діяльності команд розробників програмного забезпечення. Lean сприяє оптимізації процесів через усунення втрат, підвищення продуктивності та орієнтацію на створення цінності для користувача. Використання інструментів Value Stream Mapping, Kanban, Kaizen і Lean-метрик забезпечує прозорість процесів, покращує координацію та контроль виконання завдань.

Обґрунтовано доцільність інтеграції Lean із Agile та Scrum, що підвищує адаптивність, якість продукту та ефективність командної взаємодії. Усунення втрат і впровадження автоматизованих практик (CI/CD) скорочує цикл розроблення та оптимізує ресурси. Lean також формує культуру безперервного вдосконалення та залучення персоналу.

Запропоновано впровадження інтегрованої Lean-Agile моделі управління, що включає діагностику втрат, управління продуктивністю, розвиток самоорганізованих команд, системи знань і цифрову трансформацію. Перспективи досліджень пов'язані з використанням аналітики даних, ШІ та цифрових платформ для підвищення ефективності Lean-підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бортнік О. Підходи Agile та Lean: можливості застосування у сучасному управлінні / О. Бортнік // *Аспекти публічного управління*. – 2020. – Т. 8, № 6. – С. 70–80.
2. Гарко І. І., Пирог М. В., Міронова В. Л. Застосування Agile-методології у підготовці фахівців з інформаційних технологій / І. І. Гарко, М. В. Пирог, В. Л. Міронова // *Інформаційні технології і засоби навчання*. – 2021. – Т. 85, № 5. – С. 147–158.
3. Немченко Т. В., В'юник О. О. Новітні підходи до управління командами в проєктному IT-менеджменті / Т. В. Немченко, О. О. В'юник // *Економіка та суспільство*. – 2024. – № 64. – С. 61–70. – Режим доступу: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4272> (дата звернення: 17.03.2026).

4. Пилипенко О. М., Процько Я. Економічний розвиток українських ІТ-компаній в умовах Industry 4.0 / О. М. Пилипенко, Я. Процько // *Вчені записки Університету «КРОК»*. – 2024. – № 2 (74). – С. 22–30.
5. Шкоденко Т. М. Технологія безпечного Lean-планування завдань для розробників / Т. М. Шкоденко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Львів : НУ «Львівська політехніка», 2024. – С. 214–216.
6. Arvanitou E.-M., Ampatzoglou A., Chatzigeorgiou A., Carver J. C. Software Engineering Practices for Scientific Software Development: A Systematic Mapping Study. *Journal of Systems and Software*. 2021;172:110848. DOI:10.1016/j.jss.2020.110848.
7. Dalla L. O. F. B. Lean Software Development Practices and Principles in Terms of Observations and Evolution Methods to Increase Work Environment Productivity. *International Journal of Engineering Management and Technology*. 2020;6(1):23–31.
8. Dingsøyr T., Moe N. B., Seim E. A. Coordinating Knowledge Work in Large-Scale Agile Development Programs. IEEE Software. 2018.
9. Highsmith J. Agile Project Management: Creating Innovative Products. 2-е вид. Boston: Addison-Wesley Professional, 2009.
10. Kupiainen E., Mäntylä M. V., Itkonen J. Using metrics in Agile and Lean Software Development – A systematic literature review of industrial studies. *Information and Software Technology*. 2015;62:143-163. DOI:10.1016/j.infsof.2015.02.005.
11. Liker J. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. New York: McGraw-Hill, 2004.
12. Oza V., Kettunen P., Abrahamsson P., Münch J. Attaining high-performing software teams with Agile and Lean practices: An empirical case study. In: Proceedings of the International Software Technology Exchange Workshop (STEW 2011), Stockholm, Sweden, Nov 23, 2011.
13. Poppendieck M., Poppendieck T. Lean Software Development: An Agile Toolkit. Boston: Addison-Wesley, 2003.
14. Stone T. Improving Lean Software Development Productivity: The Contribution of Retraining and Coaching. SSRN Electronic Journal. 2018.
15. Unterkalmsteiner M., Gorschek T., Islam A.K.M.M., Cheng C.K., Permadi R.B., Feldt R. Evaluation and Measurement of Software Process Improvement – A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Software Engineering*. 2012;38(2):398-424. DOI:10.1109/TSE.2011.26.
16. Womack J.P., Jones D.T. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. New York: Free Press, 2003.

REFERENCES:

1. Bortnik O. (2020) Pidkhody Agile ta Lean: mozhyvosti zastosuvannya u suchasnomu upravlinni [Agile and Lean approaches: possibilities of application in modern management]. *Aspekty publichnoho upravlinnia*, vol. 8, no. 6, pp. 70–80. (in Ukrainian)
2. Harko I.I., Pyroh M.V., Mironova V.L. (2021) Zastosuvannya Agile-metodolohii u pidhotovtsi fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnolohii [Application of Agile methodology in training IT specialists]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, vol. 85, no. 5, pp. 147–158. (in Ukrainian)
3. Nemchenko T.V., Viunyk O.O. (2024) Novitni pidkhody do upravlinnia komandamy v proiektnomu IT-menedzhmenti [Modern approaches to team management in IT project management]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 64, pp. 61–70. Available at: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4272> (accessed March 17, 2026). (in Ukrainian)
4. Pylypenko O.M., Protsko Ya. (2024) Ekonomichniy rozvytok ukraïnskykh IT-kompanii v umovakh Industry 4.0 [Economic development of Ukrainian IT companies in Industry 4.0 conditions]. *Vcheni zapysky Universtetu «KROK»*, no. 2 (74), pp. 22–30. (in Ukrainian)
5. Shkodenko T.M. (2024) Tekhnolohiia bezpechnoho Lean-planuvannya zavdan dla rozrobnykiv [Technology of safe Lean task planning for developers]. *Informatsiini tekhnolohii ta kompiuterna inzheneriia: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Lviv: NU «Lvivska politekhnikha», pp. 214–216. (in Ukrainian)
6. Arvanitou E.M., Ampatzoglou A., Chatzigeorgiou A., Carver J.C. (2021) Software Engineering Practices for Scientific Software Development: A Systematic Mapping Study. *Journal of Systems and Software*, vol. 172, 110848. DOI:10.1016/j.jss.2020.110848.

7. Dalla L.O.F.B. (2020) Lean Software Development Practices and Principles in Terms of Observations and Evolution Methods to Increase Work Environment Productivity. *International Journal of Engineering Management and Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 23–31.
8. Dingsøyr T., Moe N.B., Seim E.A. (2018) Coordinating Knowledge Work in Large-Scale Agile Development Programs. *IEEE Software*.
9. Highsmith J. (2009) *Agile Project Management: Creating Innovative Products*. 2nd ed. Boston: Addison Wesley Professional.
10. Kupiainen E., Mäntylä M.V., Itkonen J. (2015) Using metrics in Agile and Lean Software Development – A systematic literature review of industrial studies. *Information and Software Technology*, vol. 62, pp. 143–163. DOI: 10.1016/j.infsof.2015.02.005.
11. Liker J. (2004) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
12. Oza V., Kettunen P., Abrahamsson P., Münch J. (2011) Attaining high performing software teams with Agile and Lean practices: An empirical case study. Proceedings of the International Software Technology Exchange Workshop (STEW 2011), Stockholm, Sweden, November 23.
13. Poppendieck M., Poppendieck T. (2003) *Lean Software Development: An Agile Toolkit*. Boston: Addison Wesley.
14. Stone T. (2018) Improving Lean Software Development Productivity: The Contribution of Retraining and Coaching. *SSRN Electronic Journal*.
15. Unterkalmsteiner M., Gorschek T., Islam A.K.M.M., Cheng C.K., Permadi R.B., Feldt R. (2012) Evaluation and Measurement of Software Process Improvement – A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 38, no. 2, pp. 398–424. DOI:10.1109/TSE.2011.26.
16. Womack J.P., Jones D.T. (2003) *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press.

Дата надходження статті: 05.04.2026

Дата прийняття статті: 28.04.2026

Дата публікації статті: 04.05.2026