УДК 004:378.147 **DOI** https://doi.org/10.32782/3041-2021/2026-2-11

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ AGILE-ФРЕЙМВОРКІВ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ

Жирова Т. О.
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Державного торговельно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0001-8321-6939

У статті здійснено огляд і порівняльний аналіз Agile-фреймворків та споріднених підходів, придатних для підготовки майбутніх ІТ-фахівців, задля обґрунтування їхніх дидактичних можливостей у проєктуванні навчальних дисциплін. Актуальність дослідження зумовлена зростанням потреби у випускниках, здатних працювати в умовах невизначеності вимог, коротких циклів постачання та командної взаємодії, що актуалізує пошук моделей організації проєктного навчання. Теоретико-методологічну основу становлять аналіз і узагальнення наукових джерел, порівняльний аналіз та систематизація, що дало змогу виокремити критерії зіставлення фреймворків у навчальному контексті та описати їхні дидактичні профілі.

Запропоновано критеріальну рамку порівняння, яка включає логіку організації навчальної діяльності (ітеративну, потокову, масштабовану), рівень формалізації ролей і взаємодії, інструменти планування та візуалізації прогресу, механізми зворотного зв'язку й рефлексії, узгодженість із моделлю оцінювання (продукт/процес/внесок) та типові умови застосовності (формат навчання, тривалість модуля, складність проєкту, ступінь автономності студентів). Показано, що в освітній практиці найчастіше описані Scrum, eduScrum, Kanban і Scrumban як базові організаційні рамки для командної навчально-проєктної діяльності; водночас XP і Lean доцільно розглядати як підсилювальні інженерні чи процесні практики, а фреймворки масштабування LeSS, Nexus, SAFe – як ресурс для багатокомандних навчальних проєктів і моделювання координації залежностей. Зазначено нерівномірність освітнього відображення окремих фреймворків (Crystal, FDD, DSDM, AUP, DAD) та окреслено доцільність їх використання переважно як джерела окремих практик або орієнтирів процесної організації, а також як індикатора прогалин у сучасних емпіричних дослідженнях.

Зроблено висновок, що оптимальною стратегією для ІТ-освіти є не буквальне відтворення фреймворків, а методично узгоджена конфігурація Agile-практик відповідно до цілей дисципліни, формату навчання та очікуваних результатів, із забезпеченням прозорого оцінювання, регулярної рефлексії та стійких механізмів зворотного зв'язку.

Ключові слова: *Agile-методологія, Scrum, Kanban, eduScrum, Scrumban, ІТ-освіта, проєктне навчання, дидактичний потенціал, проєктування дисциплін.*

Zhyrova T. O. Comparative analysis of agile frameworks in the training of future IT specialists

The article provides an overview and comparative analysis of Agile frameworks and related approaches applicable to training future IT specialists, aiming to substantiate their didactic potential for course design. The study's relevance is driven by increasing demand for graduates who can operate under requirement uncertainty, short delivery cycles, and team collaboration, which highlights the need for effective models of project-based learning. The theoretical and methodological basis includes analysis and synthesis of scholarly sources, comparative analysis, and systematization, enabling the identification of criteria for comparing frameworks in an educational context and outlining their didactic profiles.

A criteria-based comparison framework is proposed, covering: the logic of organizing learning activities (iterative, flow-based, scaled), the degree of role and interaction formalization, planning and progress-visualization tools, feedback and reflection mechanisms, alignment with assessment (product/process/individual contribution), and typical conditions of applicability (learning format, module duration, project complexity, and student autonomy). The study shows that Scrum, eduScrum, Kanban, and Scrumban are most frequently described in educational practice as core organizational frameworks for team-based project learning; XP and Lean are more appropriately treated as reinforcing engineering or process practices, while scaling frameworks (LeSS, Nexus, SAFe) are considered a resource for multi-team learning projects and for

© Жирова Т. О., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

modeling dependency coordination. The uneven educational representation of certain frameworks (Crystal, FDD, DSDM, AUP, DAD) is noted, and their use is justified mainly as sources of individual practices or as process-organization guidelines, as well as indicators of gaps in contemporary empirical research.

It is concluded that the optimal strategy for IT education is not the literal reproduction of frameworks, but a methodologically aligned configuration of Agile practices according to course goals, the learning format, and expected outcomes, supported by transparent assessment, regular reflection, and robust feedback mechanisms.

Keywords: *Agile methodology, Scrum, Kanban, eduScrum, Scrumban, IT education, project-based learning, didactic potential, course design.*

Вступ. Цифрова трансформація індустрії розробки програмного забезпечення підсилює запит на випускників, здатних ефективно працювати в умовах невизначеності вимог, коротких циклів постачання та інтенсивної командної взаємодії. У цих умовах вища ІТ-освіта має забезпечувати не лише засвоєння технологій, але й сформованість практик самоорганізації, комунікації, відповідальності за результат і готовності до безперервного вдосконалення. Відповідно, зростає потреба у швидкому оновленні змісту й методів навчання та в оперативному реагуванні викладачів на змінні вимоги ринку праці до компетентнісного профілю випускника.

Емпіричні дослідження підтверджують, що інтеграція Agile-методології в проєктне навчання може позитивно впливати на навчальну мотивацію студентів і формування професійних компетентностей (як hard, так і soft skills). Водночас результати впровадження є варіативними: ефект залежить від дидактичного дизайну курсу, контексту навчання, вибраного Agile-фреймворку та ступеня методично обґрунтованої адаптації практик до освітніх цілей. Це актуалізує потребу в огляді та порівняльному аналізі Agile-фреймворків як інструментарію проєктування навчальних дисциплін у підготовці майбутніх ІТ-фахівців.

Питанням упровадження Agile-фреймворків у підготовку майбутніх ІТ-фахівців займалася низка науковців. Зокрема, дидактичні аспекти застосування Scrum у навчанні та його вплив на мотивацію й розвиток компетентностей висвітлюють S. Maravić Čisar [11], В. Вареник, Ж. Піскова [1]. Практико-орієнтовані моделі використання eduScrum у вищій освіті представлено у працях M. Neumann [9], A. Schmitz-Hübsch [13], O. Fendo [8], М. Крива, А.-М. Лисько [3]. Застосування Kanban як інструмента організації навчальної діяльності та керування потоком робіт розглядають S. Strickroth [13], Н. Моісеєнко [4]. Гібридні підходи на кшталт Scrumban в освітньому контексті аналізують C. Aragonés Jericó та інші науковці [5]. Питання Agile-дизайну навчальних дисциплін і впровадження Agile у змішане середовище навчання порушують N. Tripathi [16], R. Dazeley [7]. Широкий огляд Agile-фреймворків у CS-освіті подано в роботі P. Zahorodko [17]. Теоретико-методологічне осмислення Agile в освіті в українському науковому дискурсі представлено у працях О. Демидович та А. Карапетян [2].

Водночас наявні дослідження переважно фрагментарно висвітлюють окремі практики або окремі фреймворки, тоді як системне зіставлення за дидактично значущими критеріями та визначення придатності для проєктування навчальних дисциплін у підготовці майбутніх ІТ-фахівців потребують додаткового обґрунтування їх. Саме тому мета дослідження полягає у здійсненні огляду й порівняльного аналізу фреймворків та споріднених підходів, придатних для підготовки майбутніх ІТ-фахівців у логіці Agile-методології, та обґрунтуванні їхніх дидактичних можливостей для проєктування навчальних дисциплін.

Методи та методики дослідження. Для досягнення мети дослідження використано комплекс теоретичних методів, які відповідають завданню огляду й порівняльного аналізу Agile-фреймворків у підготовці майбутніх ІТ-фахівців. Застосовано аналіз і синтез наукових джерел для виокремлення підходів до освітньої адаптації Agile-методології та узагальнення їхнього дидактичного змісту; здійснено порівняльний аналіз для зіставлення фреймворків за визначеними критеріями; реалізовано метод класифікації та систематизації

для групування фреймворків і споріднених підходів (Scrum, Kanban, eduScrum, Scrumban, підходи масштабування тощо) відповідно до освітніх задач і контекстів застосування; метод моделювання для побудови порівняльної матриці дидактичних можливостей фреймворків.

Методика дослідження передбачала цільовий відбір релевантних публікацій за останні п'ять років, у яких описано застосування Agile-фреймворків (Scrum, Kanban, eduScrum, Scrumban тощо) у підготовці майбутніх ІТ-фахівців; контент-аналіз джерел з фіксацією ключових характеристик використання фреймворків в освітньому процесі; зіставлення фреймворків за обмеженим набором дидактично значущих критеріїв (організація командної роботи, планування й візуалізація процесу, механізми зворотного зв'язку, підходи до оцінювання результатів); узагальнення результатів у вигляді порівняльної таблиці та висновків щодо дидактичних можливостей фреймворків для проєктування навчальних дисциплін.

Результати та дискусії. У сучасному науково-практичному дискурсі Agile-методологія розглядається не лише як набір інструментів, але й як культурно-ціннісна конфігурація. Практична реалізація цієї методологічної основи в освітньому процесі здійснюється через застосування конкретних Agile-фреймворків і практик, які конкретизують процедури планування, взаємодії, рефлексії та оцінювання результатів навчання; відповідні механізми мають бути описані на нижчих рівнях через процедури, інструменти та операційні схеми організації діяльності.

У контексті підготовки майбутніх ІТ-фахівців у дослідженнях найчастіше фігурують Scrum і його освітні адаптації (зокрема, eduScrum) як ітеративно-рольові фреймворки для командних проєктів [1; 3; 8; 9; 11; 13]. Разом описується Kanban як потоковий підхід, орієнтований на візуалізацію робіт і керування навантаженням, що є зручним для організації навчально-проєктної діяльності та менеджменту роботи групи [4; 14]. Окрему нішу займають гібридні моделі, насамперед Scrumban, які поєднують структуру Scrum з гнучкістю Kanban і застосовуються тоді, коли в межах дисципліни потрібні й контрольні точки, й швидка адаптація до змін вимог [5]. Окрім цього, у працях іноді описуються варіанти масштабування Agile (узгодження роботи кількох команд, координація залежностей), що важливо для наближення навчальних проєктів до індустріальних практик, хоча в освітніх кейсах такі підходи представлені менш системно [10]. Узагальнювальні огляди підкреслюють, що вибір фреймворку в ІТ-освіті має визначатися дидактичними цілями дисципліни, форматом навчання та очікуваними результатами, а не лише поширеністю методології [5; 7; 16]; у вітчизняному науковому дискурсі ці питання додатково осмислюються на теоретико-методологічному рівні [2].

З огляду на те, що вибір Agile-фреймворку в ІТ-освіті має узгоджуватися з цілями дисципліни, форматом навчання та очікуваними результатами, доцільно проаналізувати спектр наявних Agile-фреймворків і споріднених підходів та визначити їхній дидактичний потенціал. Насамперед зосередимося на Scrum, eduScrum, Kanban і Scrumban, оскільки саме ці фреймворки найчастіше описані як інструменти організації навчально-проєктної діяльності та мають більш розгорнуту емпіричну базу освітнього застосування у сучасних публікаціях. Водночас до аналізу включено й інші Agile-фреймворки, що дає змогу зіставити їхні дидактичні можливості, окреслити умови доцільного використання в освітньому контексті та виявити прогалини у дослідженнях щодо їх упровадження в ІТ-освіту.

Scrum у навчанні інтерпретується як ітеративно-рольовий фреймворк, що задає ритм роботи через короткі цикли, регулярні синхронізації та рефлексію, а його дидактична цінність пов'язується з прозорістю прогресу, керованим зворотним зв'язком і розвитком командної взаємодії [1; 9; 11]. eduScrum розглядають як освітню адаптацію Scrum, у якій акцент зміщено на навчальні результати, самоорганізацію та оцінювання через чіткі критерії завершеності й демонстрацію проміжних продуктів [3; 8; 13]. Kanban подається як потоковий підхід, придатний для дисциплін зі змінними задачами, де ключовими дидактичними механізмами виступають візуалізація робіт,

керування навантаженням і підтримка ритму виконання через правила потоку [4]. Scrumban описується як практичний гібрид, що поєднує контрольні точки й рефлексивні практики Scrum з гнучкістю Kanban-потоку, тому його вважають доречним у курсах з неоднорідними завданнями та частими уточненнями вимог. Отже, ці чотири фреймворки формують «ядро» освітніх Agile-практик: вони дають найбільш зрозумілу дидактичну логіку організації командної роботи й водночас демонструють, що результативність визначається не самим фреймворком, а способом його методично обґрунтованої адаптації до цілей, формату та оцінювання дисципліни.

На нашу думку, в освітньому середовищі недоцільно намагатися реалізувати Scrum чи Kanban у їх нормативному вигляді. Як і в індустріальній розробці ПЗ, фреймворки в реальній практиці зазвичай адаптуються до контексту: змінюється частота та формат подій, трансформуються ролі, уточнюються артефакти й правила роботи з потоком вимог, а окремі практики комбінуються для досягнення потрібного рівня керованості та гнучкості. У підготовці майбутніх ІТ-фахівців така адаптація є ще більш закономірною, оскільки освітній процес має обмеження за часом, різний рівень автономності студентів, потребу в прозорому оцінюванні внеску та результатів, а також вимогу узгодження діяльності з програмними результатами навчання.

Окрім фреймворків, розглянутих вище, в інженерії програмного забезпечення також застосовують XP, Lean Software Development, Crystal, FDD, DSDM, AUP, DAD, LeSS, Nexus, SAFe, однак їх представлення в освітньому контексті є нерівномірним, і не всі з них отримали достатньо відображення в практиках та дослідженнях ІТ-освіти. Так, у сучасних публікаціях трапляються приклади освітнього використання XP та Lean-практик як інструментів формування інженерної дисципліни й підприємницько-орієнтованого мислення в проєктному навчанні. Зокрема, в моделі багатосеместрового проєктного навчання для підготовки розробників інтегруються практики Scrum, Lean Startup та Extreme Programming, що розглядається як спосіб наблизити навчальні проєкти до індустріальної логіки “build-measure-learn” і одночасно підтримати технічні практики розробки (XP) у командній роботі [12].

Окремий кластер становлять фреймворки масштабування Agile: Nexus, SAFe, LeSS. Їхня освітня цінність пов’язується насамперед з підготовкою студентів до роботи в багатокомандних проєктах і координації залежностей та інтеграції результатів. Показовим прикладом є сценарій whole-class, multi-team Scrum з використанням принципів Nexus для організації інтеграції між командами в навчальному проєкті [6]. У capstone-курсах і дослідженнях, що аналізують командні взаємодії студентів, “agile at scale” також розглядається як елемент наближення освітніх практик до індустріальних умов [15].

Водночас фреймворки Crystal, FDD, DSDM, AUP, DAD у межах останніх публікацій значно рідше представлені як описані освітні впровадження і частіше трапляються у вигляді теоретичних згадок або як частина професійних освітніх навчальних матеріалів поза університетськими кейсами.

Для виконання порівняльного аналізу Agile-фреймворків у дидактичному вимірі доцільно застосувати критеріальну рамку, що охоплює такі ключові параметри проєктування дисципліни: домінантна логіка організації діяльності, ступінь формалізації ролей і взаємодії, інструменти планування та візуалізації прогресу (артефакти), механізми зворотного зв’язку і рефлексії, узгодженість із моделлю оцінювання, типові умови застосовності (формат навчання, тривалість модуля, складність проєкту). В межах цієї рамки фреймворки можна зіставити за профілями дидактичних можливостей, що дає змогу не лише описати їх, але й обґрунтувати доцільність використання в конкретних дисциплінах.

Зіставлення показує, що Scrum та eduScrum мають найбільш виражений освітній профіль для командного проєктного навчання: вони підтримують ітеративний ритм, регулярні точки зворотного зв’язку та рефлексії і надають базові артефакти планування, що полегшує інтеграцію формувального оцінювання; eduScrum при цьому є більш педагогічно адаптованим варіантом з акцентом на навчальні результати. Натомість Kanban

і частково Lean-підходи орієнтовані на керування потоком робіт та навантаженням через візуалізацію і правила потоку, що робить їх придатним для змішаних або дистанційних форматів і дисциплін з неоднорідними задачами, але потребує додаткового дидактичного підсилення щодо рефлексії та критеріїв оцінювання внеску. Scrumban займає проміжну позицію, поєднуючи контрольні точки Scrum з гнучкістю Kanban і є доцільним у курсах зі змінними вимогами. XP доцільно трактувати як набір інженерних практик (якість коду, тестування, парна робота), які найкраще працюють у зв'язці з організаційною рамкою Scrum та Kanban. Фреймворки Crystal, FDD, DSDM, AUP, DAD у сучасному освітньому дискурсі частіше виконують роль допоміжних практик або процесних орієнтирів, тоді як LeSS, Nexus, SAFe мають найбільшу дидактичну цінність у multi-team сценаріях, коли навчальний проєкт моделює масштабування та інтеграцію результатів між кількома командами.

Висновки. Отримані результати дають змогу дійти висновку, що дидактичний потенціал Agile-фреймворків доцільно розглядати як ресурс для проєктування дисципліни, який розкривається за умови методично обґрунтованої адаптації до освітніх результатів, формату навчання та моделі оцінювання. Відповідно, ключовим результатом дослідження є не ранжування фреймворків, а окреслення критеріальної рамки, що забезпечує аргументований вибір або комбінування практик у конкретному курсі.

Практичні імплікації для проєктування ІТ-дисциплін полягають у тому, що оптимальною є стратегія конфігурації практик: поєднання регулярного зворотного зв'язку й рефлексії з прозорими механізмами планування та керування навантаженням, а також інтеграція інженерних практик якості (за потреби) у командну організацію роботи. Це дає змогу одночасно підтримувати автономність студентів і керованість навчального проєкту, зменшуючи ризики формального копіювання фреймворків без дидактичного ефекту.

Перспективними напрямами подальших досліджень є розроблення та апробація типових дизайнів навчальних дисциплін (шаблонів впровадження) для різних форматів і рівнів підготовки, а також емпірична перевірка того, які конфігурації Agile-практик є найбільш результативними для формування фахових компетентностей майбутніх ІТ-фахівців і забезпечення академічної доброчесності в умовах широкого використання цифрових інструментів.

Список використаних джерел

1. Вареник В., Піскова Ж. Впровадження елементів методології Scrum в освітньому процесі в Україні: нові горизонти для розвитку комунікативних компетентностей. *Педагогічні науки*. 2025. № 85. С. 14–24.
2. Демидович О., Карапетян А. Agile-педагогіка: управління новими світоглядними викликами в освіті через динамічну адаптивність. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2024. Вип. 72, т. 1. С. 354–362. DOI: 10.24919/2308-4863/72-1-51.
3. Крива М., Лисько А.-М. Implementation of the EduScrum methodology in the educational process of higher education institutions. *Innovative Pedagogy*. 2024. № 72. С. 134–137. DOI: 10.32782/2663-6085/2024/72.25.
4. Моісеєнко Н., Моісеєнко М., Лубєнцова Д. A web-based Kanban application for enhancing agile project management practices. *CEUR Workshop Proceedings*. 2025. P. 131–138. URL: https://ceur-ws.org/Vol-3917/paper32.pdf.
5. Aragonés Jericó C., Küster-Boluda I., Vila N., Cuenca-Ballester A. C. Scrumban in the classroom: Students as protagonists of their learning. *EDULEARN24 Proceedings*. 2024. DOI: 10.21125/edulearn.2024.0536.
6. Cutler L., Hilton S., Wells T. M. Agile at Scale: Implementing Whole-Class, Multi-Team Scrum. *ICIS 2024 TREOS*. 2024. Paper 14. URL: https://aisel.aisnet.org/treos_icis2024/14.
7. Dazeley R., Goriss-Hunter A., Meredith G. Agile Backward Design: A Framework for planning higher education curriculum. *The Australian Educational Researcher*. 2024. Vol. 52, No. 3. DOI: 10.1007/s13384-024-00772-7.
8. Fendo O. Implementation of the EduScrum methodology into the educational process. *Distance Education in Ukraine: Innovative, Normative-Legal, Pedagogical Aspects*. 2024. Vol. 1, No. 4. P. 471–479. DOI: 10.18372/2786-5495.1.18930. URL: https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/DEU/article/view/18930.
9. How to Fill the Gap between Practice and Higher Education: Performing eduScrum with Real World Problems in Virtual Distance Teaching / M. Neumann, D. Motefindt, L. Linke, D. Radtke, A. Mattstädt, F. Herzig, P. Regel. ICSEA 2022: The Seventeenth International Conference on Software Engineering Advances. 2022. URL: https://thinkmind.org/articles/icsea_2022_1_50_10043.pdf.

10. Li Z., Rainer A. The Most Agile Teams Are the Most Disciplined: On Scaling out Agile Development. Proceedings of ESEC/FSE '23 (ACM Joint European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering). 2023. DOI: 10.1145/3611643.3613886.
11. Maravić Čisar S., Pinter R., Čisar P., Dikanović P. The impact of Scrum methodology on student motivation and problem-solving skills. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*. 2025. Vol. 23, No. 2. P. 159–181.
12. Sa'adah U., Yuhana U.L., Rochimah S., Rasyid M.B. A. Bridging the skills gap through Agile methodologies in Vocational Software Development Education. Array. 2026. Vol. 29. Art. 100614. DOI: 10.1016/j.array.2025.100614. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590005625002413.
13. Schmitz-Hübsch A., Bareiß L., Jahn E. et al. eduScrum meets focUS: a computer-assisted training to promote self-regulation skills in higher education. *Frontiers in Computer Science*. 2025. Vol. 7. Art. 1593889. DOI: 10.3389/fcomp.2025.1593889.
14. Strickroth S., Kreidenweis M., Wurm Z. Learning from Agile Methods: Using a Kanban Board for Classroom Orchestration. *Learning in the Age of Digital and Green Transition* (ICL 2022). 2023. P. 68–79. DOI: 10.1007/978-3-031-26876-2_7. URL: https://www.tel.ifi.lmu.de/pubs/2022/icl/learning-from-agile-methods-using-a-kanban-board-for-classroom-orchestration.pdf.
15. Sæter G.E., Lund C.K. Agile Software Engineering Capstone Courses: Exploring the Impact of Gender. Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming – *Workshops (XP 2024 Workshops, Revised Selected Papers)*. 2024. P. 150–158. DOI: 10.1007/978-3-031-72781-8_16.
16. Tripathi N., Behutiye W., Isomursu M. Agile Software Development Education in Hybrid Learning Environments. *CEUR Workshop Proceedings*. 2024. Vol. 3776. Paper 01. URL: https://ceur-ws.org/Vol-3776/paper01.pdf.
17. Zahorodko P. Overview of Agile frameworks in Computer Science education. *Educational Dimension*. 2023. Vol. 9. P. 206–214. DOI: 10.31812/ed.645.

References

1. Varenyk, V., & Piskova, Zh. (2025). Vprovadzhennia elementiv metodolohii Scrum v osvitnomu protsesi v Ukraini: novi horyzonty dlia rozvytku komunikatyvnykh kompetentnostei [Implementation of Scrum methodology elements in the educational process in Ukraine: new horizons for the development of communicative competencies]. *Pedahohichni nauky*, 85, 14–24. [in Ukrainian].
2. Demydovych, O., & Karapetian, A. (2024). Agile-pedahohika: upravlinnia novymy svitohliadnymy vyklykamy v osviti cherez dynamichnu adaptyvnist [Agile pedagogy: management of new worldview challenges in education through dynamic adaptability]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*, 72 (1), 354–362. https://doi.org/10.24919/2308-4863/72-1-51 [in Ukrainian].
3. Kryva, M., & Lysko, A.-M. (2024). Implementation of the EduScrum methodology in the educational process of higher education institutions. *Innovative Pedagogy*, 72, 134–137. https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/72.25 [in English].
4. Moiseienko, N., Moiseienko, M., & Lubientsova, D. (2025). A web-based Kanban application for enhancing agile project management practices. *CEUR Workshop Proceedings*, 3917, 131–138. Retrieved from: https://ceur-ws.org/Vol-3917/paper32.pdf [in English].
5. Aragones Jerico, C., Kuster-Boluda, I., Vila, N., & Cuenca-Ballester, A.C. (2024). Scrumban in the classroom: Students as protagonists of their learning. EDULEARN24 Proceedings. https://doi.org/10.21125/edulearn.2024.0536 [in English].
6. Cutler, L., Hilton, S., & Wells, T. M. (2024). Agile at scale: Implementing whole-class, multi-team Scrum. ICIS 2024 TREOS, Paper 14. Retrieved from: https://aisel.aisnet.org/treos_icis2024/14 [in English].
7. Dazeley, R., Goriss-Hunter, A., & Meredith, G. (2024). Agile backward design: A framework for planning higher education curriculum. *The Australian Educational Researcher*, 52 (3). https://doi.org/10.1007/s13384-024-00772-7 [in English].
8. Fendo, O. (2024). Implementation of the EduScrum methodology into the educational process. *Distance Education in Ukraine: Innovative, Normative-Legal, Pedagogical Aspects*, 1 (4), 471–479. https://doi.org/10.18372/2786-5495.1.18930 [in English].
9. Neumann, M., Motefindt, D., Linke, L., Radtke, D., Mattstädt, A., Herzig, F., & Regel, P. (2022). How to fill the gap between practice and higher education: Performing eduScrum with real world problems in virtual distance teaching. ICSEA 2022: The Seventeenth International Conference on Software Engineering Advances. Retrieved from: https://thinkmind.org/articles/icsea_2022_1_50_10043.pdf [in English].

10. Li, Z., & Rainer, A. (2023). The most agile teams are the most disciplined: On scaling out agile development. Proceedings of ESEC/FSE '23 (ACM Joint European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering). https://doi.org/10.1145/3611643.3613886 [in English].
11. Maravic Cisar, S., Pinter, R., Cisar, P., & Dikanovic, P. (2025). The impact of Scrum methodology on student motivation and problem-solving skills. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 23 (2), 159–181 [in English].
12. Sa'adah, U., Yuhana, U.L., Rochimah, S., & Rasyid, M.B.A. (2026). Bridging the skills gap through Agile methodologies in vocational software development education. Array, 29, 100614. https://doi.org/10.1016/j.array.2025.100614 [in English].
13. Schmitz-Hubsch, A., Bareiss, L., Jahn, E., & Wirzberger, M. (2025). eduScrum meets focUS: a computer-assisted training to promote self-regulation skills in higher education. *Frontiers in Computer Science*, 7, 1593889. https://doi.org/10.3389/fcomp.2025.1593889 [in English].
14. Strickroth, S., Kreidenweis, M., & Wurm, Z. (2023). Learning from agile methods: Using a Kanban board for classroom orchestration. *Learning in the Age of Digital and Green Transition* (ICL 2022), 68–79. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26876-2_7 [in English].
15. Saeter, G.E., & Lund, C.K. (2024). Agile software engineering capstone courses: Exploring the impact of gender. Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming – *Workshops (XP 2024 Workshops, Revised Selected Papers)*, 150–158. https://doi.org/10.1007/978-3-031-72781-8_16 [in English].
16. Tripathi, N., Behutiye, W., & Isomursu, M. (2024). Agile software development education in hybrid learning environments. *CEUR Workshop Proceedings*, 3776, Paper01. Retrieved from: https://ceur-ws.org/Vol-3776/paper01.pdf [in English].
17. Zahorodko, P. (2023). Overview of Agile frameworks in Computer *Science education. Educational Dimension*, 9, 206–214. https://doi.org/10.31812/ed.645 [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 18.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 15.05.2026