

МИХАЙЛО ЛУЧКЕВИЧ
ORCID ID: 0000-0002-2196-252X

luchkevychmm@gmail.com

кандидат фізико-математичних наук, доцент
Національний університет «Львівська політехніка»
вул. С. Бандери, 12, м. Львів

ПЕДАГОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ DEVOPS У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті досліджено педагогічний потенціал використання методології DevOps у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Актуальність роботи зумовлена сучасними тенденціями цифрової трансформації освіти, що потребує інтеграції інноваційних підходів до організації навчання, орієнтованих на розвиток практико-діяльнісних компетентностей, здатності до командної взаємодії та адаптивності в професійному середовищі. Мета дослідження полягає у виявленні дидактичних можливостей DevOps як освітньої рамки, що поєднує теоретичний та практичний складники, забезпечує автоматизацію процесів, безперервність інтеграції та колаборацію учасників освітнього процесу. Методологічну основу становлять системний підхід, порівняльний педагогічний аналіз, узагальнення наукових джерел і моделювання навчальних ситуацій. У роботі обґрунтовано, що DevOps може бути розглянутий як педагогічна технологія, яка сприяє розвитку професійних, комунікативних і рефлексивних компетентностей студентів, а також формуванню культури безперервного вдосконалення. Окреслено ключові напрями впровадження DevOps в освітній процес: створення лабораторних освітніх середовищ, організація командної проєктної діяльності, застосування автоматизованих систем контролю та оцінювання, підвищення мотивації завдяки роботі з інструментами, що відповідають вимогам IT-індустрії. Практичне значення дослідження полягає у визначенні методичних засад для розроблення освітніх програм і навчально-методичних матеріалів, інтегрованих з DevOps-практиками. Отримані результати підтверджують доцільність використання DevOps як інноваційного освітнього інструментарію, який забезпечує підготовку конкурентоспроможних фахівців та формує їхню готовність до ефективної роботи в умовах цифрової економіки.

Ключові слова: DevOps, професійна підготовка, інформаційні технології, педагогічні можливості, цифрова трансформація, освітні інновації.

MYKHAILO LUCHKEVYCH

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Lviv Polytechnic National University
12 S. Bandera Str., Lviv

THE PEDAGOGICAL POSSIBILITIES OF USING DEVOPS IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF INFORMATION TECHNOLOGY SPECIALISTS

Relevance. The article examines the pedagogical potential of DevOps in training future IT specialists. The relevance of the study arises from the rapid digital transformation of the economy and the growing need for professionals capable of working in dynamic environments, using automation tools, and continuously improving their competencies. In education, DevOps functions not only as a technological methodology but also as an innovative pedagogical technology that combines theory with practice, fosters teamwork, and develops critical and systemic thinking.

Purpose. The study aims to identify the didactic potential of DevOps, determine its main pedagogical functions, and outline prospects for its integration into higher education in the context of digital transformation.

Methods. The research employs a systematic approach, theoretical and comparative pedagogical analysis, and modeling of educational scenarios involving DevOps tools (CI/CD, containerization, monitoring). The object of the study is IT professional training, while the subject concerns the pedagogical possibilities of integrating DevOps principles into this process.

Results. The findings reveal that DevOps performs several pedagogical functions. The integrative function connects theory and practice through automation; the developmental function fosters independence and responsibility; the communicative function promotes teamwork and collaboration; the motivational function enhances student engagement; and the control function ensures objective assessment through automated testing. Experimental data from related studies confirm increased digital competence and teamwork efficiency and a 35–40% reduction in project completion time when DevOps is applied in training.

Conclusions. DevOps demonstrates high potential as an educational framework that integrates theoretical and practical learning, develops professional and reflective competencies, and cultivates continuous improvement. The study provides a basis for creating DevOps-oriented programs, teaching materials, and micro-qualifications and encourages further experimental research on the effectiveness of DevOps-based educational models. Implementing this approach contributes to bridging the gap between academic preparation and real industry requirements. Moreover, it supports the formation of a new generation of IT professionals capable of leading digital transformation in various sectors of the economy.

Key words: DevOps, professional training, information technology, pedagogical capabilities, digital transformation, and educational innovations.

У сучасних умовах розвитку цифрової економіки вимоги до підготовки фахівців з інформаційних технологій суттєво зросли [1]. Динамічні трансформації у сфері інформаційних систем, стрімке впровадження хмарних сервісів, мікросервісної архітектури, штучного інтелекту та засобів автоматизації зумовлюють потребу в спеціалістах нового покоління. Від них очікують не лише глибоких технічних знань, а й умінь ефективно працювати в мультидисциплінарних командах, критично мислити, швидко адаптуватися до змінних умов виробництва та брати участь у безперервному вдосконаленні програмних продуктів.

Сучасний ринок праці дедалі більше орієнтується на гнучкі підходи до управління життєвим циклом програмного забезпечення. Однією з провідних інноваційних парадигм, що відповідає цим викликам, є методологія DevOps [3]. Вона інтегрує процеси розроблення (Development) та експлуатації (Operations) в єдиний цикл, заснований на принципах безперервної інтеграції (CI), безперервного розгортання (CD), автоматизації тестування та моніторингу. У промисловості DevOps зарекомендував себе як підхід, що підвищує якість програмного продукту, забезпечує скорочення часу його виведення на ринок, зменшує витрати на супровід і водночас сприяє ефективній взаємодії між усіма учасниками команди.

Поступово DevOps починає розглядатися не лише як технологічна методологія, а й як педагогічна технологія – освітня рамка, що дає змогу інтегрувати теоретичну і практичну підготовку студентів. Його використання в освітньому процесі сприяє формуванню культури колаборації, розвитку критичного та системного мислення, набуттю навичок самостійного прийняття рішень і відповідальності за спільний результат. DevOps відкриває можливості для проєктно-орієнтованого та рефлексивного навчання, що особливо важливо для підготовки висококваліфікованих ІТ-фахівців.

Актуальність дослідження педагогічних можливостей DevOps зумовлюється кількома чинниками. По-перше, сучасні освітні стандарти України та Європейського простору вищої освіти акцентують на компетентнісному та діяльнісному підходах, що безпосередньо узгоджується з принципами DevOps. По-друге, ІТ-компанії дедалі частіше вимагають від випускників університетів практичного досвіду роботи з CI/CD, контейнеризацією, оркестрацією сервісів та інфраструктурою як кодом. По-третє, педагогічна інтеграція DevOps відповідає стратегії цифрової трансформації освіти, яка передбачає створення відкритих, гнучких і практико-орієнтованих освітніх середовищ.

У міжнародних дослідженнях DevOps визначається як сучасний підхід до оптимізації життєвого циклу програмного забезпечення, що забезпечує безперервність процесів розроблення, тестування та впровадження [4]. У наукових працях DevOps трактується також як освітня стратегія, що моделює реальні виробничі середовища та підвищує практичну цінність навчання [11], формуючи компетентності міждисциплінарної взаємодії, управління якістю та командної роботи в цифрових екосистемах [8]. Дослідження [5] доводять, що застосування DevOps в освітньому процесі сприяє розвитку в студентів критичного мислення, адаптивності й здатності до швидкого прийняття рішень. Крім того, DevOps-підхід стає ефективною платформою для реалізації проєктно-орієнтованого навчання, що ґрунтується на реальних індустріальних стандартах [10].

У вітчизняній науці питання інтеграції DevOps у підготовку ІТ-фахівців розглядаються в контексті формування цифрових компетентностей, побудови лабораторних середовищ і розроблення навчально-методичного забезпечення для відтворення умов реального виробництва [2]. Сучасні українські дослідники також підкреслюють необхідність адаптації DevOps до освітніх реалій університетів, обмежених ресурсами, і поєднання його з іншими освітніми технологіями, як-от Agile-методології [4], STEM-підходи [12] та хмарні сервіси [9].

Попри зростання кількості публікацій, у науковій літературі зберігаються певні прогалини: не досить розробленими залишаються питання систематизації педагогічних функцій DevOps, методик оцінювання його ефективності в освітньому процесі, а також принципів його міждисциплінарної інтеграції.

Це визначає потребу в подальших дослідженнях, спрямованих на узагальнення педагогічних функцій DevOps, розроблення моделей його впровадження у вітчизняних закладах вищої освіти та емпіричне підтвердження результативності підходу.

Отже, DevOps може розглядатися не лише як технологічна методологія, а як цілісна педагогічна рамка, що забезпечує інтеграцію теорії та практики, формування професійних і комунікативних компетентностей, розвиток культури безперервного вдосконалення. Це відкриває нові перспективи для модернізації системи підготовки фахівців з інформаційних технологій у контексті цифрової трансформації освіти.

Мета статті полягає в теоретичному обґрунтуванні та розкритті педагогічних можливостей використання методології DevOps у професійній підготовці майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Завданням дослідження є виявлення потенціалу DevOps як освітньої рамки, що поєднує теорію і практику, сприяє розвитку професійних, комунікативних та рефлексивних компетентностей студентів, а також формує культуру безперервного вдосконалення. Особлива увага приділяється аналізу дидактичних функцій DevOps, визначенню його ролі у створенні інноваційних освітніх середовищ та окресленню напрямів подальшої інтеграції DevOps-практик у систему вищої освіти.

Методологічною основою дослідження є поєднання педагогічних та інформаційно-технологічних підходів, що дозволяють комплексно розкрити потенціал DevOps у професійній підготовці майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Для досягнення поставленої мети використано низку методів, які взаємодоповнюють один одного.

Теоретичний аналіз застосовувався з метою вивчення та узагальнення сучасних наукових праць у галузі педагогіки, інформаційних технологій та цифрової трансформації освіти. Це дозволило виявити ключові тенденції та підходи до інтеграції DevOps в освітній процес, визначити педагогічні функції цієї методології та її потенційний вплив на формування професійних компетентностей.

Системний підхід забезпечив можливість розглядати DevOps як цілісну освітню рамку, яка інтегрує різні компоненти підготовки: теоретичну, практичну, технологічну та комунікативну. Завдяки системному аналізу DevOps постає не лише як інструментарій індустрії програмної інженерії, але і як педагогічна технологія, що формує навчальне середовище нового типу.

Моделювання використовувалося для проєктування дидактичних сценаріїв та навчальних ситуацій, де студенти можуть взаємодіяти з DevOps-інструментами. Це включало побудову лабораторних завдань із використанням CI/CD, контейнеризації, моніторингу та інфраструктури як коду. Моделювання дозволило створити умови, максимально наближені до реальних виробничих процесів, що сприяє формуванню практико-орієнтованих навичок.

Порівняльний аналіз було спрямовано на зіставлення традиційних освітніх практик із DevOps-орієнтованими моделями. Це дало змогу виявити відмінності у підходах до організації освітнього процесу, оцінювання результатів і розвитку професійних компетентностей. Порівняння дозволило окреслити переваги DevOps як інноваційної педагогічної технології.

Технічні поняття, що використовуються в статті, трактуються у педагогічному вимірі. Контейнеризація розглядається як засіб ізоляції навчальних проєктів і забезпечення відтворюваності середовища; оркестрація сервісів – як процес організації командної взаємодії між студентами під час роботи над взаємопов'язаними модулями; інфраструктура як код – як інструмент для відтворення освітніх лабораторій, який сприяє формуванню у здобувачів освіти навичок автоматизації та управління ресурсами.

Об'єктом дослідження виступає процес професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій у закладах вищої освіти. Предметом дослідження є педагогічні можливості інтеграції DevOps в освітній процес як інструменту розвитку професійних і загальних компетентностей, підвищення якості освітнього середовища та забезпечення відповідності освітніх програм вимогам сучасного ринку праці.

У цьому дослідженні DevOps розглядається в трьох взаємопов'язаних вимірах. По-перше, як методологія розроблення програмного забезпечення, що інтегрує процеси розроблення (Development) та експлуатації (Operations) на основі принципів автоматизації, безперервності інтеграції (Continuous Integration) і постачання (Continuous Delivery). По-друге, як інноваційна педагогічна технологія, що відтворює ці принципи в освітньому процесі – через постійний цикл планування, реалізації, тестування, рефлексії та вдосконалення освітніх практик. По-третє, як цілісна освітня рамка (DevOps-Education Framework), яка інтегрує змістові, технологічні та організаційні компоненти професійної підготовки ІТ-фахівців, забезпечуючи узгодженість між навчальними цілями, компетентностями та цифровими

інструментами. Таким чином, DevOps у цьому контексті постає не лише як технічна методологія, а як педагогічна система, що поєднує технологічні та дидактичні аспекти безперервного вдосконалення.

Проведений аналіз дозволив установити, що методологія DevOps володіє значним педагогічним потенціалом і може виконувати низку ключових функцій у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій (рис. 1).

Насамперед варто відзначити інтегративну функцію, яка полягає в поєднанні теоретичного та практичного складників освітнього процесу. Завдяки використанню інструментів автоматизації, CI/CD, контейнеризації та моніторингу створюються умови для формування у студентів цілісного уявлення про життєвий цикл програмного забезпечення. Це дозволяє одночасно розвивати фундаментальні знання та практичні навички, що наближує навчання до умов реального виробничого середовища.

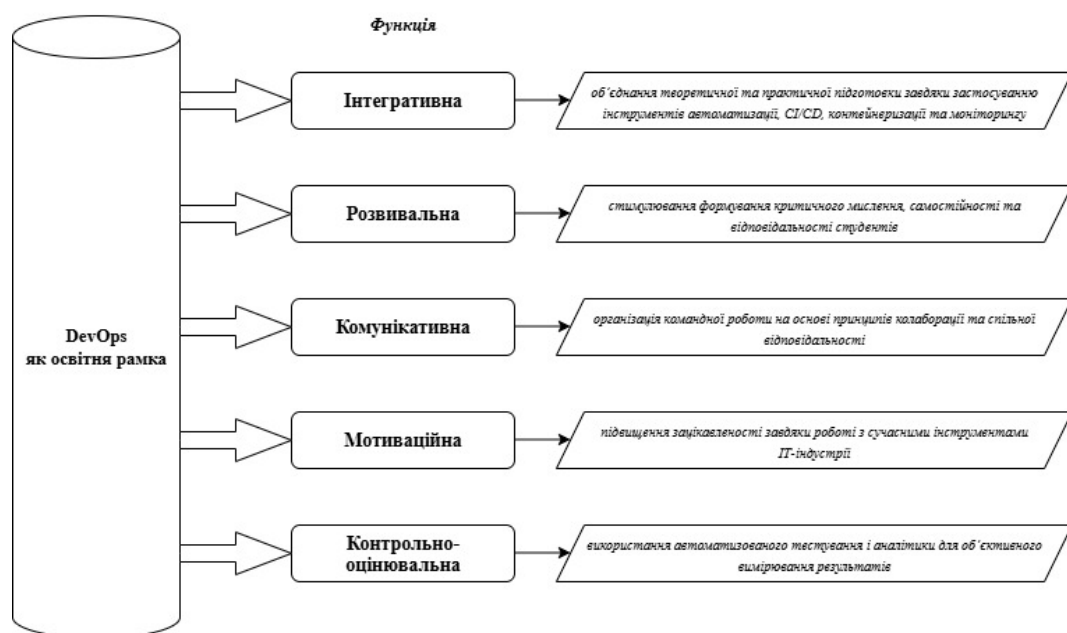


Рис. 1. Педагогічні функції DevOps у професійній підготовці фахівців з інформаційних технологій

Не менш важливою є розвивальна функція, яка проявляється в стимулюванні розвитку критичного мислення, самостійності та відповідальності здобувачів освіти. Робота з DevOps-проектами вимагає від студентів умінь аналізувати складні системи, знаходити оптимальні рішення в умовах обмежених ресурсів і часу, а також брати на себе відповідальність за якість кінцевого продукту. У такий спосіб формується здатність до рефлексивного навчання та безперервного самовдосконалення.

Важливим аспектом є комунікативна функція. DevOps за своєю природою ґрунтується на принципах колаборації та спільної відповідальності. В освітньому процесі це проявляється у створенні командних проектів, де кожен учасник виконує певну роль, але при цьому результати роботи оцінюються комплексно. Така організація сприяє формуванню навичок ефективної взаємодії, розподілу обов'язків, подоланню конфліктних ситуацій та досягненню спільних цілей.

Окрему увагу слід приділити мотиваційній функції. Робота із сучасними інструментами IT-індустрії підвищує зацікавленість студентів, оскільки вони бачать безпосередній зв'язок між навчальними завданнями та професійною діяльністю. Використання DevOps створює ситуацію успіху, коли результати студентських проектів можуть бути розгорнуті, протестовані та продемонстровані в реальних умовах, що значно підвищує внутрішню мотивацію до навчання.

Важливим складником є також контрольно-оцінювальна функція. Завдяки автоматизованому тестуванню, використанню систем аналітики та моніторингу з'являється можливість об'єктивного вимірювання навчальних результатів. Це дозволяє не лише оцінювати якість виконаних завдань, а й оперативно надавати зворотний зв'язок, що сприяє формуванню у студентів культури відповідальності та якості роботи.

Таким чином, результати дослідження свідчать про те, що DevOps може розглядатися не лише як технологічний підхід, а й як багатфункціональна педагогічна технологія. Її впровадження у профе-

сійну підготовку майбутніх фахівців з інформаційних технологій створює умови для інтеграції знань і практичних навичок, розвитку особистісних та соціальних компетентностей, підвищення мотивації до навчання та забезпечення об'єктивного контролю освітніх досягнень. Це відкриває перспективи для подальшого вдосконалення освітніх програм та методик, орієнтованих на потреби сучасної цифрової економіки.

Використання DevOps у педагогічній практиці відкриває нові можливості для організації освітнього процесу та створює передумови для формування інноваційних освітніх моделей. Одним із ключових напрямів є запровадження DevOps-орієнтованих лабораторій, в яких студенти мають змогу відпрацювати навички роботи з реальними сценаріями розроблення, тестування, розгортання та експлуатації програмних систем. Подібні лабораторії сприяють не лише формуванню технічних компетентностей, а й розвитку навичок командної взаємодії, управління життєвим циклом програмного забезпечення та прийняття колективних рішень.

Результати ефективності запропонованого підходу підтверджуються попередніми експериментальними дослідженнями автора [6; 7]. Зокрема, у роботі [6] продемонстровано, що впровадження DevOps-інструментів (GitLab, Docker, Jenkins, Kubernetes) в освітній процес підвищило рівень цифрової грамотності студентів на 43%, скоротило середній час виконання CI/CD-завдань на 35% та збільшило частку успішних автоматичних збірок із 78% до 92%. Подібні результати отримано й у дослідженні [7], де використання DevOps-підходів у мобільній розробці зменшило тривалість циклу оновлення програм на 40%, знизило кількість помилок на 53% і підвищило рівень задоволеності студентів навчанням на 22%.

Узагальнення цих даних свідчить про практичну результативність DevOps-орієнтованого підходу, який забезпечує підвищення ефективності освітнього процесу, розвиток професійних і комунікативних компетентностей та формування готовності здобувачів вищої освіти до роботи в умовах цифрової економіки.

Перспективним є також створення мікрокваліфікацій, спрямованих на оволодіння окремими компетентностями DevOps, як-от безперервна інтеграція та розгортання, інфраструктура як код, контейнеризація та оркестрація, автоматизоване тестування й моніторинг. Такий підхід узгоджується із сучасними тенденціями гнучкої освіти, коли студенти та слухачі мають можливість здобувати окремі практико-орієнтовані сертифікації, що підтверджують їхню готовність працювати у швидкоплинному цифровому середовищі. Включення мікрокваліфікацій до освітніх програм дозволяє підвищити конкурентоспроможність випускників на ринку праці та створює додану цінність для університетських курсів.

Разом із тим інтеграція DevOps у педагогіку супроводжується низкою викликів. Одним із них є необхідність підготовки викладачів, здатних ефективно застосовувати інструменти DevOps в освітньому процесі. Викладач повинен не лише володіти глибокими знаннями в галузі програмної інженерії, а й бути готовим до постійного оновлення власних компетентностей у відповідь на розвиток технологій.

Другим важливим чинником є технічна інфраструктура. Для організації DevOps-орієнтованих курсів потрібні обчислювальні ресурси, хмарні платформи, системи моніторингу та безперервної інтеграції, що часто виходять за межі можливостей традиційних комп'ютерних лабораторій закладів освіти. Пошук оптимальних моделей співпраці з IT-індустрією та використання гібридних освітніх хмарних рішень може стати одним зі шляхів подолання цієї проблеми.

Важливим завданням залишається розроблення методичних рекомендацій та освітніх стандартів, які б системно інтегрували DevOps у навчальні програми. Ідеться про необхідність створення узгоджених підходів до структури курсів, критеріїв оцінювання результатів навчання та визначення рівнів сформованості компетентностей. Без належного методичного забезпечення існує ризик фрагментарного та поверхневого впровадження DevOps у педагогіку.

Дискусійним є також питання балансу між технічними й педагогічними аспектами DevOps-орієнтованого навчання. З одного боку, акцент на сучасних інструментах підвищує практичну цінність підготовки. З іншого боку, надмірне зосередження на технологічних елементах може призвести до недооцінки освітніх цілей – формування критичного мислення, рефлексії, комунікативних навичок і здатності до навчання впродовж життя.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що використання DevOps у педагогіці має значний інноваційний потенціал, але потребує цілеспрямованої роботи над подоланням методичних, інфраструктурних і кадрових бар'єрів. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на розроблення інтегрованих освітніх моделей, експериментальне підтвердження ефективності DevOps-орієнтованих підходів та створення системи професійного розвитку викладачів, яка відповідатиме викликам цифрової трансформації освіти.

Проведене дослідження дозволяє зробити висновок, що методологія DevOps має значний педагогічний потенціал у системі професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Її використання сприяє інтеграції теоретичних знань і практичних навичок, що забезпечує більш тісний зв'язок між навчальними завданнями та реальними вимогами сучасного ІТ-ринку. DevOps може розглядатися як освітня рамка, здатна забезпечити комплексний розвиток студентів не лише в технічному, а й у комунікативному та особистісному вимірах.

Застосування DevOps в освітньому процесі дозволяє формувати професійні компетентності нового покоління, зокрема вміння працювати в динамічних командах, здійснювати швидку адаптацію до змін технологічного середовища, ефективно використовувати інструменти автоматизації та орієнтуватися на безперервне вдосконалення продукту. Важливим результатом педагогічної інтеграції DevOps є розвиток комунікативних навичок, культури колаборації та відповідальності, що відповідає сучасним вимогам цифрової економіки.

Водночас DevOps сприяє формуванню у студентів культури безперервного вдосконалення, яка базується на ідеї постійного моніторингу, аналізу й рефлексії. Це створює передумови для розвитку здатності до навчання впродовж життя та самостійного оновлення професійних знань і навичок.

Результати дослідження вказують на перспективність подальших наукових пошуків у кількох напрямках. По-перше, необхідно розробити DevOps-орієнтовані освітні програми та навчально-методичні комплекси, що враховуватимуть специфіку українських закладів вищої освіти та їхні технічні можливості. По-друге, потребують уваги експериментальні дослідження, спрямовані на перевірку ефективності таких програм у реальних умовах освітнього процесу. По-третє, актуальним завданням є створення методик оцінювання сформованих компетентностей, зокрема індикаторів професійних, комунікативних і рефлексивних навичок студентів у DevOps-середовищі.

Таким чином, DevOps можна розглядати як інноваційну педагогічну технологію, здатну суттєво підвищити якість професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Її інтеграція в освітній процес відповідає викликам цифрової трансформації та сприяє формуванню конкурентоспроможних спеціалістів, готових до ефективної діяльності у глобалізованому ІТ-середовищі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Модель цифрової трансформації процесу підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій / Т.А. Вакалюк та ін. *Інноваційна педагогіка*. 2023. № 58. С. 190–195. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2023/58.1.38>
2. Лучкевич М.М. Виклики і проблеми впровадження предметів циклу DevOps в навчальний процес. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2024. Вип. 102. С. 43–47. DOI: <https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series5.2024.102.09>.
3. Alić A., Traljić A., Donko D. Methodology for evaluating the impact of DevOps principles. *2025 24th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)*. IEEE, 2025. P. 1–6. DOI: 10.1109/INFOTEH64129.2025.10959292.
4. El Aouni F. et al. A systematic literature review on Agile, Cloud, and DevOps integration: challenges, benefits. *Information and Software Technology*. 2025. Vol. 177. P. 107569. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2024.107569>.
5. Fernandes M. et al. DevOps education: an interview study of challenges and recommendations. *Proceedings of the ACM/IEEE 44th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*. 2022. P. 90–101. DOI: <https://doi.org/10.1145/3510456.3514152>.
6. Luchkevych M. The impact of DevOps methodologies on the development of IT students' digital competencies. *Information Technologies and Learning Tools*. 2025. Vol. 108, № 4. P. 53–63. DOI: 10.33407/itlt.v108i4.6057.
7. Luchkevych M., Luchkevych V., Shackleina I. Mobile DevOps in education: practical training through application development. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*. 2025. Vol. 19, № 15. P. 129–141. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijim.v19i15.55531>.
8. Mekić E. S. et al. Enhancing educational efficiency: generative AI chatbots and DevOps in Education 4.0. *Computer Applications in Engineering Education*. 2024. Vol. 32, № 6. P. e22804. DOI: <https://doi.org/10.1002/cae.22804>.
9. Prakash A., Basha S. I. Cloud DevOps. *Practical Serverless Applications with AWS: Harnessing the Power of Serverless Cloud Applications*. Berkeley, CA : Apress, 2025. P. 239–271. DOI: https://doi.org/10.1007/979-8-8688-1255-2_5.
10. Radenković M., Popović S., Mitrović S. Project-based learning for DevOps: School of Computing experiences. *E-business Technologies Conference Proceedings*. 2022. Vol. 2, № 1. P. 127–131. URL: <https://www.ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/133>

11. Sánchez-Cifo M. Á., Bermejo P., Navarro E. DevOps: Is there a gap between education and industry? *Journal of Software: Evolution and Process*. 2023. Vol. 35, № 12. P. e2534. DOI: <https://doi.org/10.1002/smr.2534>.
12. Tytler R. STEM education for the twenty-first century. *Integrated Approaches to STEM Education: An International Perspective*. 2020. P. 21–43. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3.

REFERENCES

1. Vakaliuk, T.A., Antoniuk, D.S., Novitska, I.V., Lobanchykova, N.M., & Pochtoviuk, S.I. (2023). *Model tsyfrovoyi transformatsii protsesu pidhotovky maibutnikh fakhivtsiv z informatsiynykh tekhnolohii* [Model of digital transformation of the process of training future information technology specialists]. *Innovative Pedagogy*, (58), 190–195. <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2023/58.1.38> [in Ukrainian].
2. Luchkevych, M. (2024). *Vyklyky i problemy vprovadzhennia predmetiv tsykladu DevOps v navchalnyi protses* [Challenges and problems of introducing DevOps subjects into the educational process]. *Scientific Journal of the M. P. Dragomanov National Pedagogical University. Series 5. Pedagogical Sciences: Realities and Prospects*, 102, 43–47. <https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series5.2024.102.09> [in Ukrainian].
3. Alić, A., Traljić, A., & Đonko, D. (2025, March). *Methodology for evaluating the impact of DevOps principles*. In *2025 24th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH64129.2025.10959292> [in English].
4. El Aouni, F., Moumane, K., Idri, A., Najib, M., & Jan, S. U. (2025). *A systematic literature review on Agile, Cloud, and DevOps integration: Challenges, benefits*. *Information and Software Technology*, 177, 107569. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2024.107569> [in English].
5. Fernandes, M., Ferino, S., Fernandes, A., Kulesza, U., Aranha, E., & Treude, C. (2022, May). *DevOps education: An interview study of challenges and recommendations*. In *Proceedings of the ACM/IEEE 44th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training* (pp. 90–101). <https://doi.org/10.1145/3510456.3514152> [in English].
6. Luchkevych, M. (2025). *The impact of DevOps methodologies on the development of IT students' digital competencies*. *Information Technologies and Learning Tools*, 108(4), 53–63. <https://doi.org/10.33407/itlt.v108i4.6057> [in English].
7. Luchkevych, M., Luchkevych, V., & Shakleina, I. (2025). *Mobile DevOps in education: Practical training through application development*. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 19(15), 129–141. <https://doi.org/10.3991/ijim.v19i15.55531> [in English].
8. Mekić, E. S., Jovanović, M. N., Kuk, K. V., Prlinčević, B. P., & Savić, A. M. (2024). *Enhancing educational efficiency: Generative AI chatbots and DevOps in Education 4.0*. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(6), e22804. <https://doi.org/10.1002/cae.22804> [in English].
9. Prakash, A., & Basha, S. I. (2025). *Cloud DevOps*. In *Practical Serverless Applications with AWS: Harnessing the Power of Serverless Cloud Applications* (pp. 239–271). Berkeley, CA: Apress. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-1255-2_5 [in English].
10. Radenković, M., Popović, S., & Mitrović, S. (2022, June). *Project-based learning for DevOps: School of Computing experiences*. In *E-business Technologies Conference Proceedings*, 2(1), 127–131. <https://www.ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/133> [in English].
11. Sánchez-Cifo, M. Á., Bermejo, P., & Navarro, E. (2023). *DevOps: Is there a gap between education and industry?* *Journal of Software: Evolution and Process*, 35(12), e2534. <https://doi.org/10.1002/smr.2534> [in English].
12. Tytler, R. (2020). *STEM education for the twenty-first century*. In *Integrated Approaches to STEM Education: An International Perspective* (pp. 21–43). https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3 [in English].

Дата надходження статті: 29.09.2025

Дата прийняття статті: 24.10.2025

Опубліковано: 24.11.2025

