 <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2023.214>
УДК 378.14

Лілія Павленко

 <https://orcid.org/0000-0001-7823-7399>

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних технологій
в управлінні та навчанні й інформатики,
Бердянський державний педагогічний університет,
вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69063, Україна

 liliya.pavlenko@gmail.com



Максим Павленко

 <https://orcid.org/0000-0003-0091-696X>

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних технологій
в управлінні та навчанні й інформатики,
Бердянський державний педагогічний університет,
вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69063, Україна

 pavlenko.2277@gmail.com

Євген Павленко

 <https://orcid.org/0009-0009-7396-4306>

студент, спеціальності 014 Середня освіта (Математика),
Бердянський державний педагогічний університет,
вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69063, Україна

 ujin.pavlenko@gmail.com

Дослідження необхідності впровадження технологій DevOps у навчання майбутніх вчителів інформатики

Анотація. У статті досліджено проблему впровадження технологій DevOps у навчання майбутніх вчителів інформатики, що виникла у зв'язку з розвитком та розширенням можливостей цифрових технологій і підвищення вимог стейкхолдерів до майбутніх вчителів інформатики. За допомогою наукових методів аналізу та

систематизації наукових публікацій вивчено сучасний стан розвитку технологій DevOps, їхній вплив на процес інформатизації та цифровізації суспільства. Визначено, що професійна спільнота IT-фахівців активно впроваджує та популяризує технології DevOps. Здійснений аналіз публікацій засвідчив, що сьогодні майже відсутні освітньо-професійні програми, які передбачають вивчення DevOps. Окремо відзначені освітньо-професійні програми зі спеціальності «Середня освіта (Інформатика)». Здебільшого ці програми не передбачають вивчення елементів DevOps. Сучасні напрями вдосконалення змісту шкільного курсу інформатики спрямовані на поліпшення його практико-орієнтованості, а технології DevOps зможуть допомогти в цьому. У дослідженні визначено низку змістових компонентів технологій DevOps, які можуть бути впроваджені в підготовку вчителів інформатики, а саме: інфраструктура як код; керування конфігурацією; контейнери; керування контейнерами; безпека інфраструктури; конвеєр розгортання; архітектура мікросервісів; постпродакшн; особливості DevOps для конкретного домену. Вивчення елементів технологій DevOps майбутніми вчителями інформатики має ґрунтуватися на потребах стейкхолдерів. Вчителі інформатики не мають володіти всіма технічними й технологічними аспектами впровадження та застосування технологій DevOps, але у них має бути сформований належний рівень професійних компетентностей для подальшого успішного працевлаштування. Результати проведеного констатувального експерименту дали змогу довести необхідність вивчення технологій DevOps майбутніми вчителями інформатики. Стейкхолдери також вибрали найбільш актуальні для сучасного вчителя інформатики технології DevOps, а саме: інфраструктура як код, контейнери, керування контейнерами.

Ключові слова: середня освіта, вчитель інформатики, освітня програма, DevOps, професійна підготовка.

© Павленко Лілія, Павленко Максим, Павленко Євген, 2023

Вступ. Професійна підготовка майбутнього вчителя інформатики має відповідати сучасним тенденціям розвитку інформаційних технологій, технологій програмування, мережевих технологій. Досягти цього можливо у постійному вдосконаленні та актуалізації змісту навчання. Однією з таких технологій є технологія DevOps. Науковці A. Dyck, R. Penners, H. Lichter у своєму дослідженні (Dyck, Penners, Lichter, 2021) дають таке визначення DevOps — «це організаційний підхід, який ґрунтується на співучасті та кросфункціональній співпраці всередині та між командами розробників (програмістів) та адміністраторів інформаційних

технологій в організаціях, що розробляють програмне забезпечення, для керування стійкими системами та прискорення внесення змін» (Dyck, Penners & Lichter, 2021).

Згідно з опитуванням, проведеним у 2021 р. (State of DevOps Report, 2021, с. 6), 78 % організацій, які займаються розробкою програмного забезпечення, ввели елементи DevOps-культури у свою роботу, а 18 % вже цілком здійснили впровадження DevOps. Сьогодні існує високий попит на DevOps-інженерів. У 2022 р., згідно з опитуванням DevOps Institute, було визначено, що недостатність IT-навичок є величезною проблемою в усьому світі. Сорок відсотків (40 %) опитаних респондентів зазначило, що дефіцит ресурсів і навичок є однією з трьох основних проблем сьогодення. Додаткове дослідження засвідчує різку нестачу навичок у галузі технологій та IT у всьому світі. (Oehrlich & Settle, 2022, с. 7). DevOps на шляху до того, щоб стати необхідною навичкою для IT-практиків. Отже, у найближчому майбутньому елементи технологій DevOps мають увійти у професійну діяльність сучасного вчителя інформатики.

Професійна IT-спільнота має багато блогів, вебінарів, конференцій, спільнот й організацій, які намагаються популяризувати, просувати, допомагати та вдосконалювати DevOps. Однак кількість досліджень у цій галузі досить обмежена. Впровадження технологій DevOps у зміст навчання для студентів IT-спеціальностей вже має певний досвід. Освітньо-професійні програми, присвячені вивченню DevOps, є досить рідкісними. Якщо викладачі мають обмежені знання про DevOps, то студенти, швидше за все, не отримають навичок DevOps, необхідних для розвиненого інформаційного суспільства. Отже, сучасний стан підготовки здобувачів вищої освіти не зможе задовольнити попит на численні вакансії з DevOps.

Освітньо-професійні програми підготовки здобувачів вищої освіти зі спеціальності 14.09 Середня освіта (Інформатика) взагалі позбавлені можливості вивчення технології DevOps, про що свідчить відсутність наукових досліджень з цієї проблеми.

Отже, існує суперечність між потребами суспільства у формуванні обізнаності майбутніх вчителів інформатики у технологіях DevOps та відсутністю вивчення у змісті підготовки студентів спеціальності 14.09 Середня освіта (Інформатика) елементів технологій DevOps.

Метою дослідження є аналіз проблеми, обґрунтування впровадження елементів DevOps у зміст навчання майбутніх вчителів інформатики.

Методологія дослідження. Організація і проведення дослідження передбачали контент аналіз наукових публікацій з окресленої проблеми; узагальнення та систематизацію наявних підходів до вивчення технологій DevOps здобувачами вищої освіти. Застосування методів педагогічного констатувального експерименту для дослідження вимог стейкхолдерів, до оволодіння технологіями DevOps майбутніми вчителями інформатики. Використання описових статистичних методів для аналізу результатів констатувального експериментального дослідження.

Результати дослідження. На відміну від інших тем у галузі інформаційних технологій, DevOps — це набагато більше ніж технологія. ІТ-фахівці D.A. Tamburri, D. Perez-Palacin (Tamburri & Perez-Palacin, 2018) стверджують, що DevOps — це культурний, процедурний і технологічний рух. Тому вивчення DevOps відрізняється від опанування будь-якої іншої технології. Щоб задовольнити існуючий попит на ознайомлення майбутніх вчителів інформатики з технологіям DevOps необхідно розробити теоретичні засади підготовки здобувачів вищої освіти в галузі DevOps.

Сьогодні майже відсутні освітньо-професійні програми, в яких вивчаються дисципліни в галузі DevOps. Незважаючи на те, що DevOps приносить значну користь для розробки програмного забезпечення (State of DevOps Report, 2021; Oehrlich & Settle, 2022; Forsgren & Humble, 2015), науковці не використовують DevOps у своїх дослідницьких проєктах, що передбачають розробку програмного забезпечення. Це пояснюється тим, що вартість впровадження DevOps є не виправданою для використання в дослідженнях.

Компанії, які наймають фахівців у галузі DevOps, не мають чітко визначених компетенцій для цих спеціалістів, хоча технологія DevOps є популярною і дуже

затребуваною. Роботодавці очікують, що фахівці DevOps володітимуть компетентностями з усіх суміжних галузей. Це ускладнює розробку відповідних дисциплін та удосконалення вже існуючих для вивчення DevOps (Vicente & Cunha, 2022).

Спільнота DevOps розвивається досить швидко, і це ускладнює визначення єдиного узагальненого підходу до підготовки фахівців (Vicente & Cunha, 2022). Доступні сертифікаційні програми DevOps, курси, конференції, спільноти не можуть прийти до спільного бачення щодо підготовки спеціалістів у цій галузі.

Розглянемо передумови та поточний стан застосування DevOps для автоматизації технологічних процесів розробки програмного забезпечення з метою визначення елементів змісту навчання майбутніх вчителів інформатики.

Перші розробники програмного забезпечення переходили до етапу модульної інтеграції зазвичай ближче до кінця проєкту і це призводило до частого виходу з ладу та викликало значне розчарування у розробників (Duvall, Matyas & Glover, 2007). І як результат постало питання про використання неперервної інтеграції. Неперервна інтеграція (Continuous Integration (CI)) — це практика, яка часто виконує інтеграцію модулів протягом життєвого циклу проєкту, щоб уникнути значного ускладнення та великої кількості помилок у кінці його.

Більшість IT-фахівців зарахували концепцію CI до екстремального програмування (Tamburri & Perez-Palacin, 2018).

Наприкінці 1990-х років IT-індустрія, особливо організації зі значними ресурсами, побачили необхідність і цінність впровадження CI для вирішення швидкозростаючої складності в розробці програмного забезпечення. У книзі «Секрети Microsoft» (Cusumano & Selby, 1998) М.А. Cusumano та ін. описали, як Microsoft прийняла CI й отримала вигоду від нього, «розробляючи все паралельно, з частими синхронізаціями». Компанія назвала модель синхронізованою і стабілізуючою, але фактично ввела CI в дію. У той час IT-фахівці також вживали й інші терміни для синхронізуючої моделі, а саме: «щоденний білд», «нічний білд» або «нульовий дефект».

Перше дослідження, яке повністю описало практику використання та впровадження CI, було опубліковано Р.М. Duvall, S. Matas і А. Glover (Duvall, Matyas & Glover, 2007).

Дослідники визначили шість *завдань CI*.

1. Неперервна інтеграція коду.
2. Неперервна інтеграція баз даних.
3. Неперервне тестування.
4. Постійна перевірка.
5. Неперервна доставка.
6. Постійний зворотний зв'язок.

Ці шість завдань були зосереджені в основному на інтеграції та програмуванні. Дослідники N. Forsgren та J. Humble у своїй роботі вивчають другу частину технологій DevOps — неперервну доставку (Continuous Delivery (CD)) (Forsgren & Humble, 2016). Автори описують вплив практики неперервної доставки в організаціях на існуючі технологічні процеси. Дослідники стверджують, що використання CD позитивно впливає на технічних фахівців, продуктивність доставки програмного забезпечення (знижується рівень відмов програмного забезпечення). Також у дослідженні зазначається, що CD має опосередкований вплив на ефективність організації в цілому через продуктивність ІТ.

Отже, DevOps — це не тільки технології, а культура розробки програмного забезпечення, спільні практики та автоматизація, які узгоджують команди розробників й адміністраторів інформаційних систем, аби вони дотримувалися єдиного підходу щодо покращення досвіду клієнтів; швидке реагування на потреби бізнесу й забезпечення збалансованості інновацій з безпекою та потребами адміністрування інформаційних систем.

Робочий процес DevOps широко відомий ІТ-фахівцям. Він включає всі завдання і процеси CI та CD. Процес CD складається з двох частин — розгортання і випуску. На додаток до CI, CD у DevOps існує багато інших неперервних процесів,

таких як неперервне планування, неперервне використання, неперервна довіра, постійне вдосконалення, неперервні інновації тощо.

Технічно DevOps не охоплює всі неперервні процеси розробки програмного забезпечення. Мета DevOps полягає в тому, щоб об'єднати ролі розробників й адміністраторів інформаційних систем разом для досягнення бізнес-цілей (Mishra & Otaiwi, 2020). Однак більшість людей в ІТ-індустрії вживає термін DevOps для охоплення всіх неперервних процесів.

Розглянемо проблему використання та дослідження технологій DevOps в наукових розвідках. DevOps — це частина програмної інженерії, яка виникла з ІТ-індустрії. Популярність DevOps значно зросла серед ІТ-фахівців за останні десять років (State of DevOps Report, 2021) і привернула увагу дослідників галузі (Tamburri D.A. & Perez-Palacin, 2018; Azad & Hurynsalmi, 2022; Sánchez-Cifo, Bermejo & Navarro, 2023; Amaro, Pereira & Mira da Silva, 2022). Однак кількість академічних публікацій з проблеми DevOps відносно низька. Особливо це стосується українського сегмента дослідників.

Популярність DevOps в індустрії можна відзначити трьома способами: тенденції в публікаціях, створення допоміжних інструментів і значна кількість опитувань з великою кількістю учасників.

Багато спільнот, груп користувачів та блогів DevOps створено для інформування ІТ-фахівців з цієї проблеми (Lennon, 2023). У звіті (State of DevOps Report, 2021) припускають, що практики DevOps приводять до підвищення продуктивності ІТ-компаній. Це, своєю чергою, забезпечує покращення результатів бізнесу, що вимірюється прибутковістю та часткою ринку. Тому DevOps має високу рентабельність інвестицій і компанії готові інвестувати кошти в популяризацію технологій DevOps. В Україні прикладами таких кампаній є SoftServ та EPAM. Популярність технологій DevOps у світі засвідчує велика кількість конференцій, запланованих на 2023 р. (Best Upcoming DevOps Conferences in 2023, 2023).

Розглянемо інструменти DevOpста та практики їх використання з метою визначення можливості впровадження у зміст підготовки вчителів інформатики.

Оскільки DevOps має значний попит у промисловості, багато компаній і приватних осіб розробляють інструменти для підтримки Deployment Pipeline (Gall & Pigni). Однією з таких компаній є Digital.ai. У ній розробляються інструменти DevOps корпоративного масштабу. Компанія є лідером у галузі неперервної доставки та автоматизації випуску програмного забезпечення.

Digital.ai намагається відстежувати зростаючу кількість інструментів DevOps і запропонувала класифікацію останніх відповідно до їхнього ліцензування та функцій (The Periodic Table of DevOps Tools..., 20230).

1. Керування вихідним кодом.
2. Керування сховищем.
3. Керування базами даних.
4. Керування конфігурацією або її підготовка.
5. Білдінг.
6. Тестування.
7. Неперервна інтеграція (CI).
8. Розгортання.
9. Керування випусками.
10. Журналювання.
11. Бізнес-аналітика (BI) або моніторинг — інструменти, які генерують статистику та аналітику на основі бізнес-даних або системних даних.
12. Хмара, або Інфраструктура як послуга (IaaS), або Платформа як послуга (PaaS) — інструменти, які організують спільну інфраструктуру для розгортання програм.
13. Контейнеризація — інструменти, що створюють ізольовані екземпляри простору користувача в операційній системі.
14. Співробітництво — інструменти, які організують співпрацю усіх зацікавлених сторін у життєвому циклі програми.
15. Безпека.

Велика кількість DevOps-інструментів з різними функціональними можливостями обслуговує широкий спектр ІТ-процесів у DevOps. Не існує жодного інструмента DevOps, який би підтримував усі функції DevOps. Однак деякі їхні категорії лежать в основі процесу. Отже, розглянемо ці інструменти.

Інструменти керування вихідним кодом, які управляють ревізіями вихідного коду, є найважливішим інструментом у DevOps.

Git — популярна розподілена система контролю версій, що дає змогу здійснювати нелінійні робочі процеси. GitHub — це вебсервіс хостингу Git репозиторію з власними додатковими функціями. GitLab — це версія Git репозиторію з відкритим вихідним кодом, з функціями вікі та відстеження проблем.

Bitbucket — ще один популярний вебхостинг для систем контролю версій Git, який пропонує безкоштовні та платні послуги. Незалежно від того, який продукт використовується, розробники програмного забезпечення перевіряють вихідний код в інструменті керування вихідним кодом.

Інструменти CI отримують вихідний код зі сховищ і виконують заздалегідь визначені команди для побудови вихідного коду в додатки.

Travis CI — це розподілений вебінструмент CI, який будує проекти, розміщені на GitHub, і виконує попередньо визначені команди збірки YAML.

Jenkins — це серверний інструмент CI, написаний на Java, який працює в контейнері сервлетів. Jenkins підтримує багато різних типів інструментів керування вихідним кодом і здатний виконувати різні типи команд збірки.

Традиційно інструмент CI будує додаток, потім розгортає його в операційній системі. Інструмент контейнеризації створює кілька ізольованих екземплярів простору користувача в операційній системі, щоб кілька програм можна було розгорнути в операційній системі, аби зменшити вимоги до ресурсів.

Docker є популярним інструментом контейнеризації. Docker — це інструмент з відкритим вихідним кодом, який автоматизує розгортання додатків всередині контейнерів програмного забезпечення.

Kubernetes є популярним контейнерним оркестратором. Kubernetes — це інструмент з відкритим вихідним кодом від Google, який організовує розгортання, масштабування та керування контейнерними додатками на декількох хостах.

Багато різних інструментів DevOps обслуговує широкий спектр ІТ-процесів, але вони не пов'язані між собою. Тому має бути інструмент керування конфігурацією, який може налаштовувати й управляти різними системними ресурсами. Puppet є утилітою керування конфігурацією з відкритим вихідним кодом. Вона є одним із провідних рішень інфраструктури як коду. Puppet має кілька ліній продуктів DevOps, таких як Puppet Discovery, Puppet Enterprise та Puppet Pipelines, що автоматизують сучасний процес розгортання коду.

Ми розглянули лише основні категорії інструментів DevOps, але їх набагато більше. Кожен конвеєр DevOps використовує інструменти відповідно до своїх потреб. Тому є багато можливостей для нових постачальників інструментів DevOps.

Порівняно зі своєю популярністю в промисловості DevOps не має особливої популярності в академічних колах. Аналіз досліджень в основних каталогах з ІТ тематики: IEEE Xplore, ACM та Google Scholar демонструє, що проблема DevOps починає висвітлюватися в дослідженнях лише з 2008 р. Проте як Microsoft повністю прийняла CI в процес розробки до 1998 р. Академічним колам знадобилося понад 10 років, щоб розглянути концепцію CI, CD та DevOps після того, як вона стала популярною.

Після 2011 р. кількість опублікованих статей постійно збільшується через зростаючу актуальність DevOps у галузі. DevOps є дуже сучасним терміном, тому публікації з цього питання продовжують зростати щороку.

Фахівців у галузі ІТ та науковці в академічних колах приділяють DevOps неоднаковий рівень уваги, що зумовлено різними науковими інтересами щодо DevOps. Так, V. Garousi та M. Felderer порівнюють промислові й академічні публікації з тестування програмного забезпечення, які є підтемою DevOps (Garousi & Felderer, 2017). Промислові та корпоративні дослідження більше зосереджуються на реальних практиках, тоді як академічні — на теорії. V. Garousi та M. Felderer також

стверджують, що ІТ-фахівці вважають академічні публікації занадто формальними й складними для розуміння та впровадження в практику розробки програмного забезпечення. Науковці зазначають, що ІТ-фахівці не вважають академічні дослідження практичними чи корисними. Тому співпраця між реальними практичними проєктами та науковими колами трапляється досить рідко.

Без співпраці з промисловістю складно проводити академічні дослідження DevOps, оскільки DevOps охоплює всі процеси розробки програмного забезпечення, що виконуються ІТ-фахівцями, включаючи програмістів, системних адміністраторів, операційних аналітиків, аналітиків підтримки тощо. DevOps також охоплює все керування інфраструктурою для розробки, тестування, встановлення, запуску у виробництво, масштабування, віртуалізацію тощо. Малоімовірно, що академічні кола можуть відтворити або змодельювати складне промислове середовище для досліджень. Тож співпраця між ІТ-індустрією та науковцями стає дуже важливою. Для того, аби довести, що певний процес або інструмент робить поліпшення, академічним дослідникам потрібна співпраця і реальні дані від різних учасників конвеєра розгортання.

Технології DevOps починають постійно з'являтися у навчальних дисциплінах для підготовки ІТ-інженерів. Науковці R. Nobeck, I. Weber, L. Bass у своїй праці (Nobeck et al., 2021) досліджують зміст предметів, які викладаються на інженерних факультетах університетів. Як зазначають дослідники, матеріал дисциплін ознайомлює здобувачів вищої освіти з технічними концепціями, такими як архітектура мікросервісів, конвеєри розгортання або інфраструктура як код. З іншого боку, пропонуються практичні завдання зі стандартними програмними засобами, такими як Docker, Kubernetes, Jenkins або Logstash. Науковці визначають, що дисципліни розглядають такі теми: інфраструктура як код, керування конфігурацією, віртуальні машини, контейнери, мережа, хмара, керування контейнерами, безпека інфраструктури, конвеєр розгортання, архітектура мікросервісів, мережі сервісів, постпродакшн, аварійне відновлення, безпечна

розробка, особливості DevOps для конкретного домену, архітектура розподілених систем.

Розглянемо місце технологій DevOps у шкільному курсі інформатики. Так у навчальній програмі профільного рівня для 10–11 кл. з інформатики (далі — Програма) зазначено, що вона передбачає «... підготовку учнів до участі в олімпіадах, конкурсах, турнірах, науково-практичних конференціях, конкурсах-захистах науково-дослідницьких робіт різного рівня та інших інтелектуальних змаганнях» (Навчальна програма профільного рівня..., 2011). Постановка такої мети потребує готовності вчителя до застосування надсучасних технологій у галузі інформатики, частиною яких і є технології DevOps.

До практичних навичок, які має сформувати Програма, належать: «... навички аналізу відомих методів побудови алгоритмів та визначення найоптимальніших з них для розв'язування конкретної задачі; навички тестування складених алгоритмів; навички роботи з середовищем програмування; навички техніки програмування» (Навчальна програма профільного рівня..., 2011). Програмування та розробка програмних засобів не можлива без тестування, а також автоматизованого тестування, яке є частиною сучасних середовищ розробки. Отже, вміння використовувати сучасні середовища розробки та їхній функціонал з автоматизованого тестування є частиною технологій DevOps.

Розглянемо зміст матеріалу Програми, що містить елементи технологій DevOps.

Тема «Мова програмування та структури даних» має діяльнісну складову «Складає і виконує власні тестові набори та підготовані іншими», яка передбачає автоматизоване тестування розроблених алгоритмів; і це є елементами технологій DevOps.

Тема «Парадигми та технології програмування» — центральна тема з вивчення та застосування технологій DevOps у шкільному курсі інформатики, знаннева складова якої передбачає вивчення методологій розробки програмного

забезпечення. Сучасні методології розробки програмного забезпечення якраз і ґрунтуються на повному циклі впровадження технологій DevOps.

Діяльнісна складова очікуваних результатів навчання з теми «Парадигми та технології програмування» передбачає, що учні мають оволодіти повним циклом розробки програмного забезпечення — від проєктування до впровадження, що безпосередньо є перетворенням теоретичних ідей технологій DevOps у практичну реалізацію на рівні шкільного курсу інформатики.

Підготовка студентів за освітньо-професійною програмою «Середня освіта (інформатика)» у Бердянському державному педагогічному університеті здійснюється згідно з переліком загальних та фахових компетентностей. Відповідно до визначених результатів навчання підготовка передбачає вивчення низки змістовних елементів на інших дисциплінах. До таких тем із запропонованих у дослідженні (Teaching DevOps: A tale of two universities, 2021) належать: віртуальні машини, мережа, хмара, мережі сервісів, аварійне відновлення, безпечна розробка, архітектура розподілених систем.

Таким чином, перелік тем, які можуть вивчатися майбутніми вчителями інформатики зменшується і виникає необхідність його уточнення відповідно до вимог стейкхолдерів.

Результати дослідження. Вивчення елементів технологій DevOps майбутніми вчителями інформатики має ґрунтуватися на потребах стейкхолдерів. Вчителі інформатики не мають володіти всіма технічними й технологічними аспектами впровадження та використання технологій DevOps, але в них має бути сформований необхідний рівень професійних компетентностей для подальшого успішного працевлаштування.

Відповідно до здійсненого аналізу не розглянутими в освітньо-професійній програмі «Середня освіта (інформатика)» залишаються такі теми: інфраструктура як код, керування конфігурацією, контейнери, керування контейнерами, безпека інфраструктури, конвеєр розгортання, архітектура мікросервісів, постпродакшн, особливості DevOps для конкретного домену.

У ході виконання дослідження було сплановано, підготовлено та проведено констатувальний експеримент. Дослідження проводилося з метою визначення технологій DevOps, яких доцільно навчати майбутніх вчителів інформатики в межах освітньо-професійної програми «Середня освіта (інформатика)».

Для організації та проведення констатувального експерименту було визначено такі завдання.

1. Окреслити коло респондентів, серед яких проводитиметься опитування в межах констатувального експерименту.

2. Сформувати перелік технологій DevOps, які ще не вивчаються майбутніми вчителями інформатики.

3. Визначити методи дослідження та відповідні критерії, які будуть застосовані у констатувальному експерименті.

4. Розробити анкету для опитування респондентів, які беруть участь у констатувальному експерименті.

5. Провести анкетування респондентів та виконати статистичний аналіз отриманих результатів.

6. Визначити перелік рекомендованих технологій DevOps, які доцільно вивчати в освітньо-професійній програмі «Середня освіта (інформатика)» Бердянського державного педагогічного університету.

Відповідно до першого завдання було визначено коло респондентів, які братимуть участь у дослідженні. Для цього було запрошено стейхолдерів освітньої програми: вчителі та керівника закладів загальної середньої освіти, викладачі й керівники позашкільних навчальних закладів, представники закладів освіти підвищення кваліфікації вчителів, представники регіональних відділів освіти.

Дослідження присвячено технологіям DevOps у навчанні майбутніх вчителів інформатики, тому респонденти мають бути ознайомлені з цими технологіями. У цьому разі респонденти зможуть коректно оцінити необхідність вивчення технологій DevOps майбутніми вчителями інформатики.

Нами було використано ручний спосіб добору респондентів в експериментальну групу з генеральної сукупності. Для цього проводилося вступне опитування стейкхолдерів, під час якого було з'ясовано їхній рівень володіння DevOps технологіями. У результаті сформовано групу респондентів, знайомих із технологіями DevOps.

Перелік технології DevOps, які ще не вивчаються майбутніми вчителями інформатики було визначено й проаналізовано вище (див. Hobeck R., Weber I., Bass L.) (Hobeck et al., 2021)

У констатувальному експерименті для збору даних було застосовано метод анкетування та спеціалізований програмний засіб (Павленко, Павленко & Хоменко, 2019). Для аналізу отриманих даних використовувалися методи описової статистики та мова програмування R (Pavlenko et al., 2020).

Були вибрані такі критерії: ставлення респондентів до технологій DevOps у шкільному курсі інформатики в цілому; ставлення респондентів до вивчення окремих елементів технологій DevOps майбутніми вчителями інформатики; можливий перелік технологій DevOps для вивчення здобувачами вищої освіти.

Відповідно до четвертого завдання експериментального дослідження була розроблена анкета, що містить 6 запитань. Останні сформульовані таким чином, щоб після проведення опитування можна було дійти висновків щодо актуальності впровадження вивчення елементів технологій DevOps в освітньо-професійну програму «Середня освіта (інформатика)» з можливістю диференціювати відповіді кожної групи респондентів. Анкета доступна на ресурсі GitHub за посиланням https://github.com/mppav/devops_questionnaire.

Відповідно до п'ятого завдання експериментального дослідження анкетування було проведено восени 2022 р. Для участі в ньому профільних груп вчителів, викладачів, керівників закладів загальної середньої освіти та позашкільної освіти у месенджерах було розіслано запрошення та посилання на анкету.

Після ручного добору учасників, обізнаних із технологіями DevOps, в експерименті взяло участь 40 респондентів. Категорії останніх та їхній кількісний склад наведено в *табл. 1*.

Таблиця 1

Розподіл респондентів за категоріями

№ п/п	Категорії респондентів	Кількість респондентів в категорії
1	Вчитель інформатики закладу загальної середньої освіти	17
2	Керівник закладу загальної середньої освіти	4
3	Викладач інформатики (інформаційних технологій) закладу позашкільної освіти	9
4	Керівник закладу позашкільної освіти	2
5	Представник закладу освіти підвищення кваліфікації вчителів	5
6	Представник регіональних відділів освіти	3
	<i>Загальна кількість респондентів</i>	40

Таблиця 2

**Згруповані результати відповідей респондентів на запитання
«Які напрями розвитку інформаційного суспільства ви бачите?»**

	Використання елементів кодування (програмування) у багатьох галузях	Хмарні обчислення та технології в різних галузях	Спільна робота з даними / документами	Технології ШІ та їх використання для автоматизації різних галузей	Технології неперервної роботи з даними та документами, збереження їхніх версій протягом редагування
Вчитель інформатики закладу загальної середньої освіти	94,12 %	47,06 %	70,59 %	52,94 %	35,29 %
Керівник закладу загальної середньої	100,00 %	100,00 %	100,00 %	50,00 %	75,00 %

освіти					
Викладач інформатики (інформаційних технологій) закладу позашкільної освіти	66,67 %	77,78 %	100,00 %	66,67 %	55,56 %
Керівник закладу позашкільної освіти	50,00 %	100,00 %	100,00 %	50,00 %	50,00 %
Представник закладу освіти підвищення кваліфікації вчителів	100,00 %	100,00 %	100,00 %	80,00 %	80,00 %
Представник регіональних відділів освіти	33,33 %	100,00 %	100,00 %	33,33 %	66,67 %
Узагальнені дані	82,50 %	72,50 %	87,50 %	57,50 %	52,50 %

На думку респондентів, найбільш затребуваними напрямками розвитку суспільства є: спільна робота з даними / документами (87,5 %), використання елементів кодування (програмування) в багатьох галузях (82,5 %), хмарні обчислення та технології в різних галузях (72,50 %). Респонденти у своїй більшості були одностайними.

Наступне запитання анкети вивчало проблему володіння сучасними інформаційними технологіями вчителями інформатики (табл. 3).

Таблиця 3

**Згруповані результати відповідей респондентів на запитання
«Якими інформаційними технологіями має володіти сучасний вчитель
інформатики?»**

	Технології розробки програмного забезпечення	Технології керування різними операційними системами	Технології автоматизації повсякденних завдань	Технології керування версіями файлів	Технології резервного копіювання та відновлення даних	Хмарні технології / сервіси
Вчитель інформатики закладу загальної середньої освіти	100,00 %	100,00 %	82,35 %	58,82 %	70,59 %	88,24 %
Керівник закладу загальної середньої освіти	75,00 %	50,00 %	75,00 %	50,00 %	50,00 %	100,00 %
Викладач інформатики (інформаційних технологій) закладу позашкільної освіти	88,89 %	100,00 %	88,89 %	55,56 %	66,67 %	100,00 %
Керівник закладу позашкільної освіти	100,00 %	100,00 %	100,00 %	50,00 %	50,00 %	100,00 %
Представник закладу освіти підвищення кваліфікації вчителів	100,00 %	80,00 %	60,00 %	60,00 %	60,00 %	80,00 %
Представник регіональних відділів освіти	66,67 %	66,67 %	66,67 %	33,33 %	100,00 %	100,00 %
Узагальнені дані	92,50 %	90,00 %	80,00 %	55,00 %	67,50 %	92,50 %

Результати опитування засвідчили, що найбільш затребуваними сучасними технологіями для майбутніх вчителів інформатики є технології розробки програмного забезпечення (92,5 %), хмарні технології /сервіси (92,5 %), технології керування різними операційними системами (90 %).

Ми запропонували респондентам вибрати вимоги, яким має відповідати підготовка сучасного вчителя інформатики.

Наступне за питання анкети вивчало проблему володіння сучасними інформаційними технологіями вчителями інформатики (табл. 4).

Таблиця 4

**Згруповані результати відповідей респондентів на запитання
«Підготовка вчителя інформатики має забезпечувати такі вимоги»**

	Вміння використовувати інформаційні технології для роботи в НУШ	Результати навчання майбутнього вчителя інформатики мають відповідати базовій навчальній програмі з інформатики	Результати навчання майбутнього вчителя інформатики мають відповідати профільним навчальним програмам з інформатики	Вчитель інформатики має орієнтуватися в сучасних технологіях використання програмного забезпечення та його розробки
Вчитель інформатики закладу загальної	88,24 %	82,35 %	100,00 %	88,24 %

середньої освіти				
Керівник закладу загальної середньої освіти	100,00 %	100,00 %	50,00 %	50,00 %
Викладач інформатики (інформаційних технологій) закладу позашкільної освіти	55,56 %	66,67 %	100,00 %	88,89 %
Керівник закладу позашкільної освіти	50,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %
Представник закладу освіти підвищення кваліфікації вчителів	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %
Представник регіональних відділів освіти	100,00 %	100,00 %	100,00 %	66,67 %
Узагальнені дані	82,50 %	85,00 %	95,00 %	85,00 %

Відповіді респондентів на це запитання продемонстрували зацікавленість учасників опитування в тому, щоб результати навчання майбутнього вчителя інформатики відповідали профільним навчальним програмам з інформатики. Цей варіант набрав найбільшу кількість відповідей (95 %).

Останнє запитання анкети вивчало думку респондентів щодо того «Які з наведених технологій DevOps доцільно додати до освітньо-професійної програми “Середня освіта (інформатика)”?» (табл. 5).

Таблиця 5

Згруповані результати відповідей респондентів на запитання «Які з наведених технологій DevOps доцільно додати до освітньо-професійної програми “Середня освіта (інформатика)”?»

	Інфраструктура як код	Керування конфігурацією	Контейнери	Керування контейнерами	Безпека інфраструктури	Конверс розгортання	Архітектура мікросервісів	Постпродакшн	Особливості DevOps для конкретного домену
Вчитель інформатики закладу загальної середньої освіти	82,35%	47,06%	70,59%	58,82%	17,65%	23,53%	17,65%	11,76%	11,76%
Керівник закладу загальної середньої освіти	50,00%	0,00%	50,00%	25,00%	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Викладач інформатики (інформаційних технологій) закладу позашкільної освіти	66,67%	44,44%	55,56%	44,44%	22,22%	22,22%	11,11%	11,11%	0,00 %
Керівник закладу позашкільної освіти	0,00 %	0,00 %	50,00%	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Представник закладу освіти підвищення кваліфікації вчителів	60,00%	20,00%	80,00%	80,00%	40,00%	40,00%	40,00%	20,00%	0,00 %
Представник регіональних відділів освіти	33,33%	0,00 %	33,33%	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Узагальнені дані	65,00%	32,50%	62,50%	47,50%	17,50%	20,00%	15,00%	10,00%	5,00 %

Найбільш затребуваними технологіями DevOps, на думку респондентів, є: інфраструктура як код (65 %), контейнери (62,5 %), керування контейнерами (47,5 %).

Обговорення. Результати проведеного констатувального дослідження з проблеми впровадження вивчення технології DevOps в освітньо-професійні програмі «Середня освіта (інформатика)» виявили значну зацікавленість стейкхолдерів.

Доречно розглянути результати анкетування наскрізно. Так, переважна більшість респондентів вбачає що основними напрямками розвитку інформаційного суспільства є використання елементів кодування (програмування) у багатьох галузях

та спільна робота з даними / документами. Ці відповіді співвідносяться з відповідями на запитання про оволодіння сучасними інформаційними технологіями. Це простежується у виборі таких відповідей, як «технології розробки програмного забезпечення», «хмарні технології / сервіси», «технології керування різними операційними системами». Хмарні сервіси здебільшого надають звичайним користувачам засоби спільної роботи з даними та документами, а елементи програмування використовуються ними опосередковано, навіть при створенні та редагуванні електронних таблиць. Отримані результати засвідчують заявлені підходи до складання освітньо-професійної програми «Середня освіта (інформатика)», розглянуті в дослідженні Н. Павлової (Павлова, 2022).

Аналіз відповідей на запитання «Підготовка вчителя інформатики має забезпечувати такі вимоги» дає змогу стверджувати, що переважна більшість стейкхолдерів вважає, що сучасний вчитель інформатики має бути готовим працювати за профільними програмами з інформатики. Тобто викладати інформатику на найвищому, профільному рівні. І це підтримує 95 % респондентів.

Останнє запитання передбачало вивчення думки респондентів щодо технологій DevOps, які доцільно вивчати майбутнім вчителям інформатики. Як зазначається в дослідженні Н. Морзе, Т. Нанаєвої та О. Пасічник (Морзе, Нанаєва & Пасічник, 2022) шкільний курс інформатики є надмірно теоретизованим, а вивчення майбутніми вчителями технологій DevOps дасть змогу ввести практико-орієнтований зміст у шкільний курсу інформатики. Технології, вибрані респондентами, досить легко можуть бути інтегровані в освітньо-професійну програму «Середня освіта (інформатика)», а в подальшому використані випускниками для покращення практико-орієнтованості занять з інформатики в закладах загальної середньої освіти при реалізації профільних програм.

Висновки. Сучасний вчитель інформатики закладу загальної середньої освіти має бути готовим до викликів сьогодення, стрімкої зміни інформаційних технологій та їх глибокого проникнення в усі сфери життя. Контент-аналіз наукових досліджень дав змогу встановити проблему відсутності вивчення технологій DevOps

у підготовці майбутніх вчителів інформатики. У той час як елементи цієї технології все більше проникають у наше життя.

Проведений педагогічний констатувальний експеримент засвідчив необхідність вивчення технології DevOps майбутніми вчителями інформатики як частини навчання мережевих технологій.

Результати експерименту дали змогу визначити провідні теми в галузі DevOps (інфраструктура як код, контейнери, керування контейнерами), які доцільно впровадити в освітньо-професійну програму «Середня освіта (інформатика)» для навчання майбутніх вчителів інформатики.

Перспективами подальших досліджень вбачаємо обґрунтування удосконалення структури змісту освітніх компонентів з урахуванням інтеграції визначених технологій DevOps для освітньо-професійної програми «Середня освіта (інформатика)» та вивчення ефективності покращеного змісту навчання.

Список використаних джерел

- Навчальна програма профільного рівня для 10–11 класів з інформатики. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>.
- Павленко М.П., Павленко Л.В., Хоменко В.Г. Розробка застосунку для проведення анкетувань та тестувань в освітньому процесі мовою Python. *Фізико-математична освіта. Науковий журнал*. 2019. № 4 (22). С. 100–107. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-022-4-016>.
- Pavlenko, L. V., Pavlenko, M. P., Khomenko, V. H., & Mezhuyev, V. I. Application of R Programming Language in Learning Statistics. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology Symposium on Advances in Educational Technology*. Kyiv, Ukraine: SCITEPRESS — Science and Technology Publications, 2020. P. 62–72. <https://doi.org/10.5220/0010928500003364>
- Павлова Н.С. Професійна підготовка вчителя інформатики крізь призму освітньо-професійної програми «Середня освіта (Інформатика)». *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2022. № 88. С. 166–172. <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2022.88.33>.

- Морзе Н., Нанаєва Т., Пасічник О. Стан та перспективи навчання інформатики в закладах загальної середньої освіти в Україні. *Information Technologies and Learning Tools*. 2022. Вип. 92, № 6. С. 1–20. <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5138>.
- Dyck, A., Penners, R., Lichter, H. Towards Definitions for Release Engineering and DevOps. *2015 IEEE/ACM 3rd International Workshop on Release Engineering (RELENG)*. Florence, Italy: IEEE, 2015. <https://doi.org/10.1109/RELENG.2015.10>
- State of DevOps Report. 2021. p. 48. URL: <https://www.puppet.com/success/resources/state-of-devops-report> (accessed: 29.01.2023).
- Oehrlich, E., & Settle, M. Upskilling IT Annual Skills Report: Upskilling is a Professional and Organizational Imperative. *DevOps Institute Inc.* 2022. p. 58. URL: <https://www.devopsinstitute.com/wp-content/uploads/2022/05/Global-Upskilling-IT-2022.pdf?hsmi=212625443> (accessed: 29.01.2023).
- Tamburri, D. A., Perez-Palacin, D. Special Issue: DevOps Quality Engineering. *Journal of Software: Evolution and Process Engineering*. John Wiley & Sons, Ltd. 2018. P. 1–3. URL: https://onlinelibrary.wiley.com/pb-assets/assets/20477481/sep_proposal-1521738117003.pdf (accessed: 29.01.2023).
- Forsgren, N., & Humble, J. DevOps: Profiles in ITSM Performance and Contributing Factors. *Proceedings of the Western Decision Sciences Institute (WDSI)*. Rochester, NY, 2015. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2681906>
- Vicente, A., & Cunha, J. Applying the DevOps methodology for a more efficient process of teaching-learning computer programming. *2022 31st Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE)*. 2022. P. 1–6. <https://doi.org/10.1109/EAEEIE54893.2022.9820399>.
- Duvall, P. M., Matyas, S., & Glover, A. Continuous Integration: Improving Software Quality and Reducing Risk. Pearson Education, 2007. 313 p. ISBN 978-0-321-63014-8.
- Cusumano, M. A., & Selby, R. W. *Microsoft Secrets: How the World's Most Powerful Software Company Creates Technology, Shapes Markets, and Manages People*. Simon and Schuster, 1998. 533 c. ISBN 978-0-684-85531-8.
- Forsgren, N., & Humble, J. The Role of Continuous Delivery in IT and Organizational Performance. *In the Proceedings of the Western Decision Sciences Institute (WDSI)*. Rochester, NY, 2016. P. 1–15. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2681909>
- Mishra, A., & Otaiwi, Z. DevOps and Software Quality: A systematic mapping. *Computer Science Review*. Vol. 38, 2020. P. 100308. DOI: [10.1016/j.cosrev.2020.100308](https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100308)
- Azad, N., & Hyrynsalmi, S. DevOps Challenges in Organizations: Through Professional Lens. *Software Business*. Cham : Springer International Publishing, 2022. P. 260–277. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20706-8_18
- Sánchez-Cifo, M. A., Bermejo, P., & Navarro, E. DevOps: Is there a gap between education and industry? *Journal of Software: Evolution and Process*. 2023. P. e2534. <https://doi.org/10.1002/smr.2534>
- Amaro, R. M. D., Pereira, R., & Mira da Silva, M. Capabilities and Practices in DevOps: A Multivocal Literature Review. *IEEE Transactions on Software Engineering*. 2022. Vol. 49, No. 2, P. 883–901. <https://doi.org/10.1109/TSE.2022.3166626>
- Lennon, R. G. DevOps Best Practices in Highly Regulated Industry. *Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology*. Singapore : Springer Nature, 2023. P. 567–585. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1607-6_51

- Best Upcoming DevOps Conferences in 2023. URL: <https://www.eventyco.com/events/conferences/tech~devops> (accessed: 03.02.2023).
- Gall, M., & Pigni, F. Taking DevOps Mainstream: a Critical review and conceptual framework. *European Journal of Information Systems*. 2022. Vol. 31, Iss. 5. P. 548–567. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2021.1997100>
- The Periodic Table of DevOps Tools is the Industry’s Go-to Resource for Identifying the Best DevOps Tools Available for the Software Delivery Lifecycle. URL: <https://digital.ai/learn/devops-periodic-table/> (accessed: 05.02.2023).
- Garousi, V., & Felderer, M. Worlds Apart: Industrial and Academic Focus Areas in Software Testing. *IEEE Software*. 2017. Vol. 34, Iss. 5. P. 38–45. <https://doi.org/10.1109/MS.2017.3641116>
- Teaching DevOps: A tale of two universities. Hobeck R., Weber I., Bass L. et al. *Proceedings of the 2021 ACM SIGPLAN International Symposium on SPLASH-ESPLASH’21: Software for Humanity*. Chicago IL USA : ACM, 2021. P. 26–31. <https://doi.org/10.1145/3484272.3484962>

References


- Navchalna prohrama profilnoho rivnia dlia 10–11 klasiv z informatyky [Profile Level Educational Program for 10–11 Grades in Computer Science]. (2011). <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
- Pavlenko, M., Pavlenko, L., & Khomenko, V. (2019). Rozrobka zastosunku dlia provedennia anketuvan ta testuvan v osvitiomomu protsesi movoiu Python. *Fizyko-matematychna osvita [Development of Application for Investigation and Testing in Python Educational Process]*. *Physical and Mathematical Education*, 4 (22), 100–107. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-022-4-016>
- Pavlenko, L. V., Pavlenko, M. P., Khomenko, V. H., & Mezhuiev, V. I. (2022). Application of R Programming Language in Learning Statistics. In *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2, 62–72 <https://doi.org/10.5220/0010928500003364>
- Pavlova, N. (2022). Profesiina pidhotovka vchytelia informatyky kriz pryzmu osvitiio-profesiinoi prohramy «Serednia osvita (Informatyka)» [Professional Training of Computer Science Teacher through the Educational and Professional Program of “Secondary Education (Computer Science)”]. *Scientific Journal of M.P. Dragomanov National Pedagogical University. Series 5, Pedagogical Sciences: Realities and Perspectives*, 88, 166–172. <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2022.88.33>
- Morze, H., Nanaieva, T., & Pasichnyk, O. (2022). Stan ta perspektyvy navchannia informatyky v zakladakh zahalnoi serednioi osvity v Ukraini. [Teaching Computer Science in General Education in Ukraine]. *Information Technologies and Learning Tools*, 92 (6), 1–20. <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5138>
- Dyck, A., Penners, R., & Lichter, H. (2015, May). Towards Definitions for Release Engineering and DevOps. In *2015 IEEE/ACM 3rd International Workshop on Release Engineering*, IEEE, 1–3. <https://doi.org/10.1109/RELENG.2015.10>
- State of DevOps Report. (2021). <https://www.puppet.com/success/resources/state-of-devops-report>


- Oehrlich, E., & Settle, M. (2022). Upskilling IT Annual Skills Report: Upskilling is a Professional and Organizational Imperative. *DevOps Institute Inc.* 1–58. <https://www.devopsinstitute.com/wp-content/uploads/2022/05/Global-Upskilling-IT-2022.pdf?hsmi=212625443>
- Tamburri, D. A., & Perez-Palacin, D. (2018). DevOps Quality Engineering. *Journal of Software: Evolution and Process*, 1–3. https://onlinelibrary.wiley.com/pb-assets/assets/20477481/sep_proposal-1521738117003.pdf
- Forsgren, N., & Humble, J. (2016). DevOps: Profiles in ITSM performance and contributing factors. In the *Proceedings of the Western Decision Sciences Institute (WDSI)*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2681906>
- Vicente, A., & Cunha, J. (2022, June). Applying the DevOps Methodology for a More Efficient Process of Teaching-Learning Computer Programming. In *2022 31st Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE)*, IEEE, 1–6. <https://doi.org/10.1109/EAEEIE54893.2022.9820399>
- Duvall, P. M., Matyas, S., & Glover, A. (2007). *Continuous Integration: Improving software quality and reducing risk*. Pearson Education.
- Cusumano, M. A., & Selby, R. W. (1998). *Microsoft Secrets: How the world's most powerful software company creates technology, shapes markets, and manages people*. Simon and Schuster.
- Forsgren, N., & Humble, J. (2016). The Role of Continuous Delivery in IT and Organizational Performance. In the *Proceedings of the Western Decision Sciences Institute (WDSI)*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2681909>
- Mishra, A., & Otaiwi, Z. (2020). DevOps and Software Quality: A systematic mapping. *Computer Science Review*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100308>
- Azad, N., & Hyrynsalmi, S. (2022, October). DevOps Challenges in Organizations: Through Professional Lens. In *Software Business: 13th International Conference, ICSOB 2022*, Bolzano, Italy, November 8–11, 2022, Proceedings, pp. 260–277, Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20706-8_18
- Sánchez-Cifo, M. Á., Bermejo, P., & Navarro, E. (2023). DevOps: Is there a gap between education and industry? *Journal of Software: Evolution and Process*, e2534. <https://doi.org/10.1002/smr.2534>
- Amaro, R. M. D., Pereira, R., & da Silva, M. M. (2022). Capabilities and Practices in DevOps: A multivocal literature review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 49 (2), 883–901. <https://doi.org/10.1109/TSE.2022.3166626>
- Lennon, R. G. (2022, August). DevOps Best Practices in Highly Regulated Industry. In *Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology: ICICT 2022*, London, Volume 1, pp. 567–585, Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1607-6_51
- Best Upcoming DevOps Conferences in 2023. (2023). *Eventyco*. <https://www.eventyco.com/events/conferences/tech~devops>
- Gall, M., & Pigni, F. (2022). Taking DevOps Mainstream: A critical review and conceptual framework. *European Journal of Information Systems*, 31 (5), 548–567 <https://doi.org/10.1080/0960085X.2021.1997100>
- The Periodic Table of DevOps Tools is the Industry's Go-to Resource for Identifying the Best DevOps Tools Available for the Software Delivery Lifecycle. (2023). *Digital.AI*. <https://digital.ai/learn/devops-periodic-table/>

- Garousi, V., & Felderer, M. (2017). Worlds Apart: Industrial and academic focus areas in software testing. *IEEE Software*, 34 (5), 38–45. <https://doi.org/10.1109/MS.2017.3641116>
- Hobeck, R., Weber, I., Bass, L., & Yasar, H. (2021, October). Teaching DevOps: A tale of two universities. In *Proceedings of the 2021 ACM SIGPLAN International Symposium on SPLASH-E*, 26–31. <https://doi.org/10.1145/3484272.3484962>

Research on the Necessity of Implementing DevOps Technologies in the Training of Future Computer Science Teachers


Liliia Pavlenko

 <https://orcid.org/0000-0001-7823-7399>

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Computer Technologies in Management and Education and Computer Science,
Berdyansk State Pedagogical University,
66 Zhukovsyi St, 69063, Zaporizhzhia, Ukraine,
 liliya.pavlenko@gmail.com


Maksym Pavlenko

 <https://orcid.org/0000-0003-0091-696X>

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Computer Technologies in Management and Education and Computer Science,
Berdyansk State Pedagogical University,
66 Zhukovsyi St, 69063, Zaporizhzhia, Ukraine,
 pavlenko.2277@gmail.com

Yevhen Pavlenko

 <https://orcid.org/0009-0009-7396-4306>

Student, Specialty 014 Secondary Education (Mathematics),
Berdyansk State Pedagogical University,
66 Zhukovsyi St, 69063, Zaporizhzhia, Ukraine
 ujin.pavlenko@gmail.com

Abstract. *The article examines the problem of implementing DevOps technologies in the training of future Computer Science teachers. This problem has arisen due to the development and expansion of digital technologies, as well as increased stakeholder requirements for future Computer Science teachers. The current state of DevOps*

technologies and their impact on the process of informatisation and digitalisation of society were studied using scientific methods of analysis and systematisation of scientific publications.

The professional community of IT specialists actively implements and popularizes DevOps technologies, and the analysis of publications showed that there are almost no educational programs available for the study of DevOps. Although educational programs in the specialty "Secondary Education (Informatics)" were separately noted, the content of these programs do not usually involve the study of DevOps elements.

However, modern directions for improving the content of the school Computer Science course involve improving its practical orientation, and DevOps technologies can help in this regard. The research identified some substantive components of DevOps technologies that can be implemented in the training of informatics teachers, namely: infrastructure as code, configuration management, containers, container management, infrastructure security, deployment pipeline, the architecture of microservices, post-production, and domain-specific DevOps features.

It is important to note that the learning of DevOps technologies by future Computer Science teachers should be based on the needs of stakeholders. Informatics teachers do not need to master all technical and technological aspects of implementing and using DevOps technologies, but the necessary level of professional competencies must be formed for successful employment. The results of the conducted ascertainment experiment confirmed the necessity of studying DevOps technologies for future Computer Science teachers. Stakeholders chose the most relevant DevOps technologies for a modern Computer Science teacher, such of the infrastructure as code, containers, and container management.

Keywords: *secondary education, Computer Science teacher, computer networks, DevOps, professional training.*

Стаття надійшла до редакції: 10.05.2023

Прийнято до друку: 28.06.2023