International Educational Corporation
National University "Odesa Law Academy"

INNOVATION AND INTERNATIONALISATION IN HIGHER EDUCATION

PROCEEDINGS
of the British–Ukrainian Conference

London,
16 October 2025

ІННОВАЦІЇ ТА ІНТЕРНАЦІОНАЛІЗАЦІЯ У ВИЩІЙ ОСВІТІ

МАТЕРІАЛИ
британсько-української конференції

м. Лондон,
16 жовтня 2025 року

Odesa
"Yurydychna Literatura"
2025

UDC 378(410:477)(063)
I-64

Edited by ***S. V. Kivalov***, Doctor of Law, Professor, Academician

Executive Editor: ***D. A. Minchenko***

I-64 **Innovation** and Internationalisation in Higher Education : proceedings of the British-Ukrainian Conference (London, 16 October 2025) = Інновації та інтернаціоналізація у вищій освіті : матеріали британсько-української конференції (Лондон, 16 жовтня 2025 року) / edited by S. V. Kivalov ; executive editor D. A. Minchenko ; International Education Corporation ; National University "Odesa Law Academy". — Odesa : Yurydychna Literatura, 2025. — 520 p.

ISBN 978–966–419–457–7

The proceedings of the British-Ukrainian Conference *"Innovation and Internationalisation in Higher Education"* are devoted to the development of joint educational and research initiatives, strengthening academic mobility, and promoting the exchange of experience between the academic communities of both countries. They also highlight the creation of new formats of cooperation in the fields of research, technology, and innovation. The implementation of British educational practices and international standards serves as a key factor in reforming the higher education system of Ukraine, contributing to its modernisation and successful integration into the European and global educational and research space.

UDC 378(410:477)(063)

Матеріали британсько-української конференції *«Інновації та інтернаціоналізація у вищій освіті»* присвячені розвитку спільних освітніх і наукових ініціатив, посиленню академічної мобільності, обміну досвідом між науково-педагогічними спільнотами двох країн, а також створенню нових форматів взаємодії у сфері досліджень, технологій та інновацій. Застосування британських освітніх практик і міжнародних стандартів є важливим чинником реформування системи вищої освіти України, сприяючи її модернізації та успішній інтеграції в європейський та міжнародний освітній і науковий простір.

ISBN 978–966–419–457–7

Бойко В. Д.
кандидат технічних наук, доцент кафедри кібербезпеки,
Національний університет «Одеська юридична академія»

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО КІБЕРПОЛІГОНУ НА НЕЗАЛЕЖНИХ СИСТЕМАХ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ

Сучасні кіберзагрози стосуються не окремих комп'ютерів, а цілих інфраструктур, що складаються з вебсерверів, баз даних і критичних мережевих служб (DNS, DHCP та ін.). Навчання фахівців у галузі кібербезпеки в цьому випадку неминуче покладається на необхідність набути практичний досвід роботи з такими складними системами, що, в свою чергу, вимагає або таких систем, або їх моделей [1]. Забезпечення навчання спеціалістів кібербезпеки складними інструментами моделювання інфраструктури є абсолютно необхідним для переходу від теорії до практики. Потужні віртуалізовані ресурси (серверне обладнання або робочі станції) дозволяють студентам налаштовувати, адмініструвати, тестувати на вразливості та захищати ці складні багаторівневі системи, які вони зустрінуть на практиці [2]. Нарешті, сервери є незамінними для цифрової криміналістики (форензіки) та аналізу великих баз даних. Аналіз гігабайтних образів жорстких дисків, дампів пам'яті та мережевого трафіку вимагає значної обчислювальної потужності та швидкості обробки, яку забезпечують лише сервери або потужні робочі станції. Крім того, сервери використовуються як центральні системи управління подіями та інформацією безпеки (SIEM), де студенти навчаються агрегувати, корелювати та аналізувати мільйони логів з усієї змодельованої мережі, що є ключовою навичкою для фахівця з кібербезпеки.

Більшість сучасних університетів справді не використовують увесь потенціал своїх систем, і на те є кілька ключових причин, які часто перешкоджають оптимізації та інноваціям в освітньому процесі. Дві основні — нестача сучасних потужностей, та вендор-лок (Vendor Lock-in) [3]. Багато ВНЗ мають фізично старе або морально застаріле обладнання. Сервери, якщо вони взагалі є, можуть не мати достатньої кількості RAM, сучасних SSD-накопичувачів чи GPU-прискорювачів. Це унеможливлює розгортання ресурсомістких проєктів, таких як великі кластери віртуалізації для практичного навчання, або створення хмарних середовищ для досліджень. Також багато університетів історично інвестували у великі, дорогі комерційні рішення від одного виробника (наприклад, VMware, Oracle або певні системи ERP/LMS). Ці системи часто нав'язують використання своїх інструментів і ліцензій, що перешкоджає вільному розгортанню альтернативних, більш гнучких рішень з відкритим кодом. Крім того,

оскільки університетська інфраструктура критично залежить від програмного забезпечення чи платформи одного постачальника (наприклад, для віртуалізації чи управління даними), постачальник отримує монопольну владу. Компанія може в односторонньому порядку переглянути умови ліцензії або значно підвищити ціну на оновлення та технічну підтримку. Постачальник може почати продавати функції, які раніше були включені як окремі. Компанія може змінити технічну політику, вимагаючи обов'язкового оновлення обладнання або переходу на новий, дорожчий хмарний сервіс. Якщо власник компанії змінюється (наприклад, її купує конкурент), новий власник може вирішити припинити підтримку старого продукту, щоб змусити клієнтів перейти на нову лінійку. У разі банкрутства чи закриття компанії університет втрачає не тільки технічну підтримку, але й доступ до вихідного коду (якщо це не було обумовлено), що унеможливлює подальше обслуговування, виправлення помилок та розвиток системи власними силами.

Таким чином, платформа для моделювання має бути економічною та позбавленою ліцензійних обмежень, щоб університет міг вільно розгортати інфраструктуру навчальних лабораторій. Крім того, вона повинна забезпечувати високу продуктивність і щільність віртуальних машин, ефективно використовуючи наявне обладнання, навіть якщо воно не є найновішим. Надзвичайно важливою є також наявність вбудованих функцій високої доступності та кластеризації, що гарантує безперервність навчального процесу та дозволяє моделювати відмовостійкі бізнес-системи.

Одним із рішень є створення кіберполігону (CR), для чого використовується зокрема CyberRangeCZ Platform, який є форком (відгалуженням) KYPO CRP. Це також відкрита платформа, що активно розвиває архітектуру та функціонал на основі контейнеризації та IaC. Однак легкодоступні, готові до розгортання відкриті CR є рідкістю.

Альтернативою повноцінним кіберполігонам є використання хмарних середовищ для набуття практичних навичок, зокрема платформ, які пропонують готові «машини» та завдання для відпрацювання навичок етичного хакінгу та кіберзахисту, як-от Hack The Box (HTB) та TryHackMe (THM). Крім того, можуть застосовуватися спеціалізовані інструменти, такі як CALDERA (MITRE) [4; 5], який є платформою для автоматизації кібератак і захисту, що дозволяє створювати реалістичні вправи у власних ізольованих тестових середовищах.

Оптимальним рішенням є вибір системи віртуалізації на базі технології KVM з відкритим вихідним кодом, такої як Proxmox Virtual Environment [6]. Це рішення повністю усуває проблему Vendor Lock-in, пропонуючи потужні інструменти кластеризації та живої міграції без додаткових витрат. Використання KVM забезпечує майже натив-

ну продуктивність, максимізуючи ефективність використання ресурсів [7]. Додатковою перевагою є можливість підтримки контейнеризації (LXC) для швидкого розгортання мережевих служб, а також функція PCI Passthrough, що дозволяє виділяти ВМ прямий доступ до GPU та NVMe-накопичувачів для прискорення завдань цифрової криміналістики та аналізу великих баз даних.

Протягом тривалого часу LXD (Linux Container Daemon) від Canonical/Ubuntu вважався оптимальним та де-факто стандартом для linux-based системи керування контейнерами LXC. Завдяки REST API, простоті використання та глибокій інтеграції з екосистемою Ubuntu LXD добре підходив для розробників та системних адміністраторів, які прагнули створювати, клонувати та мігрувати повноцінні віртуальні операційні системи з мінімальними накладними витратами. Його функціонал дозволяв керувати мережами, сховищами та віртуальними образами операційних систем. Однак ситуація кардинально змінилася після того, як Ubuntu (Canonical) вирішила закрити подальшу розробку та незалежну підтримку проєкту LXD, фактично інтегрувавши його функціонал у власну пропрієтарну хмарну платформу. Це рішення призвело до створення форку (відгалуження) відкритою спільнотою, який отримав назву Incus [8]. Розробка Incus активно підтримується спільнотою та є прямим спадкоємцем ідей та коду LXD. Він зберігає всю функціональність свого попередника, гарантує сумісність і пропонує відкриту, незалежну та активно розвинену платформу. Таким чином, на цей час саме Incus є найбільш оптимальним вибором для тих, хто шукає потужне та надійне рішення для керування системними контейнерами.

Incus є технологічним наступником LXD, успадковуючи весь його функціонал (включаючи керування контейнерами та віртуальними машинами), але пропонуючи важливі переваги. По-перше, Incus використовує стандартні методи встановлення (традиційні пакети замість Snap), що спрощує його інтеграцію у будь-який дистрибутив. По-друге, він демонструє швидший темп розвитку, регулярно додаючи нові можливості, такі як нативна підтримка образів OCI (Docker-контейнерів). По-третє, Incus вирішує проблему плутанини з командами: клієнтська утиліта тепер називається incus замість застарілого lxc. Завдяки цьому Incus на сьогодні є оптимальним, відкритим та активно підтримуваним рішенням для керування контейнеризацією системного рівня.

Список використаних джерел

1. Shin Y., Kwon H., Jeong J., Shin D. A Study on Designing Cyber Training and Cyber Range to Effectively Respond to Cyber Threats. *Electronics*. 2024. Vol. 13. P. 1–20.

2. Katsantonis M. N., Manikas A., Mavridis I., Gritzalis D. Cyber range design framework for cyber security education and training. *International Journal of Information Security*. Springer Science; Business Media LLC, 2023. Vol. 22, no. 4. P 1005–1027. URL: http://dx.doi.org/10.1007/s10207–023–00680–4
3. Opara-Martins J., Sahandi R., Tian F. Critical analysis of vendor lock-in and its impact on cloud computing migration: a business perspective. *Journal of Cloud Computing*. Springer Science; Business Media LLC, 2016. Vol. 5, no. 1. P. 1–18. URL: http://dx.doi.org/10.1186/s13677–016–0054-z
4. MITRE ATT&CK Framework. Web Page, 2024. URL: https://attack.mitre.org/
5. CALDERA Project Page (MITRE). Web Page, 2024. URL: https://caldera.mitre.org/
6. Proxmox Virtual Environment Documentation. — Official Documentation, 2024. URL: https://www.proxmox.com/en/downloads/proxmox-virtual-environment/documentation
7. Linux KVM (Kernel-based Virtual Machine) Project Official Documentation/Overview. Official Documentation, 2024. URL: https://www.linux-kvm.org/
8. The Incus Project Official Website/Documentation. Official Website/Documentation, 2024. URL: https://linuxcontainers.org/incus/docs/main/

Бугаєць А. С.
асистентка кафедри міжнародного та європейського права
Національного університету «Одеська юридична академія»

УКРАЇНСЬКО-БРИТАНСЬКЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРІ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Вища освіта Великої Британії протягом останніх трьох десятиліть демонструє стійку модель системного забезпечення якості, яка поєднує державне регулювання, незалежне зовнішнє оцінювання та внутрішні механізми університетів. Ця модель, сформована у відповідь на масовізацію доступу до вищої освіти та глобальну конкуренцію, може слугувати орієнтиром для України, яка стоїть перед викликами післявоєнної відбудови, інтернаціоналізації та модернізації управління. Робота присвячена аналізу еволюції британської системи забезпечення якості вищої освіти, ключовим інституціям, інструментам та практикам, а також можливості їх адаптації через українсько-британські партнерства, зокрема в напрямах академічної мобільності, спільних програм та трансферу технологій оцінки якості.

Історично британська система забезпечення якості вищої освіти сформувалася у 1990-х роках на тлі розширення доступу до університетів та зростання автономії закладів. У 1992 році було скасовано