

ВИКОРИСТАННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ХМАРИ У КОМБІНОВАНОМУ НАВЧАННІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Олексюк Василь Петрович

доктор педагогічних наук, професор кафедри інформатики та методики її навчання,
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
провідний науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем,
Інститут цифровізації освіти НАПН України,
oleksyuk@fizmat.tnpu.edu.ua

Одним з актуальних викликів сьогодення до підготовки ІТ-фахівців і вчителів інформатики є адаптація змісту, методів та засобів навчання до можливостей сучасних цифрових технологій. Ця проблема є актуальною і для вивчення комп'ютерних мереж, оскільки вони є комунікаційною основою практично для будь-якого сучасного цифрового застосунку чи сервісу. Удосконалення методик навчання цієї дисципліни можливе через підвищення практичної значущості завдань, інтенсифікацію самостійної роботи студентів, реалізацію ними проєктів. Такий підхід лежить в основі концепції комбінованого навчання.

Концепція комбінованого навчання передбачає поєднання [1]:

- традиційних та інноваційних технологій – електронного, дистанційного, мобільного навчання;
- форм формальної та неформальної освіти;
- різних педагогічних підходів конструктивізму, біхевіоризму, когнітивізму тощо;
- традиційного навчання з вирішенням практично-орієнтованих професійних завдань.

Розроблена нами методика комбінованого навчання передбачає інтеграцію до змісту навчання базових курсів з комп'ютерних мереж академії Cisco (NetAcad) (CCNA1 (Вступ до мереж), CCNA2 (Основи комутації, маршрутизації та бездротового зв'язку), CCNA3 (Побудова, безпека і автоматизація корпоративних мереж). Важливим аспектом використання вказаних курсів у контексті практичного спрямування навчання є можливість студентів отримати сертифікацію про їх успішне завершення.

У цих, як і інших курсах академії NetAcad, об'єктами вивчення є мережі, функціонування яких моделюється у застосунку Cisco Paket Tracer. Серед переваг його застосування вбачаємо мультиплатформність, безкоштовність, можливість перевірки правильності виконання завдань. Проте він все ж залишається лише емулятором, що моделює роботу основних функцій пристроїв Cisco. Іншим викликом застосування вказаного застосунку для виконання оригінальних робіт курсів CCNA1(2),(3) є наявність в інтернеті розв'язків усіх завдань. Як показує досвід студенти копіюють їх, без належного опрацювання та усвідомлення навчального матеріалу.

Іншим ключовим положенням нашої методики є забезпечення студентів повсюдним доступом до об'єктів навчання, зокрема з можливістю здійснення

здобувачами спільної діяльності через об'єднання їх мережних топологій. Для вирішення подібних завдань на фізико-математичному-факультеті ТНПУ імені Володимира Гнатюка, починаючи з 2014 року, була розгорнута академічна хмара. Нині її функціонування забезпечують загальнодоступні (Google Workspace, Microsoft 365) та корпоративні (Apache Cloudstack або Proxmox VE) хмарні платформи. Використовуючи академічну хмару як технологічну основу, викладачі мають змогу створювати віртуальні хмарні лабораторії [2]. Як показує досвід вони широко використовуються у навчанні комп'ютерних мереж [3, 4].

Впродовж більш як десяти років хмарна лабораторія для курсу «Комп'ютерні мережі» (CL-NET) функціонувала на базі платформ Apache Cloudstack та EVE-NG. Проте тривалий досвід їх використання засвідчив деякі недоліки, серед яких виділимо значні вимоги до продуктивності фізичних серверів, складність розгортання та супроводу платформи Apache Cloudstack, технічні проблеми запуску, що виникали внаслідок частих вимкнень електроенергії. Отож, у 2024 році академічна хмара була мігрована на платформу Proxmox VE. Як показав досвід, процес розгортання хмари на базі Proxmox VE є технічно менш складним. Цей факт є особливо важливим, якщо врахувати, що ми багато разів розгортали Apache Cloudstack, натомість Proxmox VE встановили вперше. Подальший досвід експлуатації корпоративних платформ показав, що Apache Cloudstack все ж є краще оптимізованим для освітнього процесу. Для платформи Proxmox нам довелося розробити кілька скриптів для автоматизації створення ВМ, надання доступу до них, інтеграції із загальнодоступними хмарними платформами. Щодо емулятора роботи мереж, то раніше проведений аналіз засвідчив еквівалентність засобів EVE-NG та GNS3. Вирішальним фактором вибору останнього була його краща оптимізація для роботи з ВМ Cisco IOL, що емулюють роботу комутаторів та маршрутизаторів. Іншими об'єктами, що були реалізовані у хмарній лабораторії ОС Ubuntu Linux, вбудована ВМ (VPC), маршрутизатори інших вендорів (наприклад MikroTik). Для з'єднання з мережним інтерфейсом ВМ, що працює на платформі Proxmox, було використано об'єкт «хмара» (cloud). У такий спосіб вдалося досягти повну доступність у фізичній або VPN-мережі факультету всіх мережних пристроїв хмарної лабораторії. Зауважимо, що завдяки стандартним протоколам Telnet, SSH, VNC вказані об'єкти є доступними незалежно від правильності їх мережних налаштувань. Важливим завданням, яке доводиться виконувати студентам при проектуванні й конфігуруванні мережі, є моніторинг й аналіз трафіку. Для вирішення цього завдання доцільно використовували утиліту Wireshark з пакету інтеграції GNS WebClient.

Наведемо назви деяких лабораторних робіт, що були розроблені або адаптовані з курсів CCNA для використання у хмарній лабораторії:

Розподіл мережі на підмережі з використанням масок фіксованої довжини.

Адресація з використанням протоколу IPv6.

Вивчення віртуальних локальних мереж (VLAN).

Маршрутизація між VLAN.

Конфігурування сервера DHCP (DHCPv6).

Налаштування статичної маршрутизації.

Вивчення протоколу динамічної маршрутизації OSPF.

Конфігурування NAT-маршрутизатора.

Фільтрування мережного трафіку.

Конфігурування VPN-сервера на основі протоколів PPTP та L2TP.

На рис. 1 наведено топологію мережі для вивчення роботи «Розподіл мережі на підмережі з використанням масок фіксованої довжини».

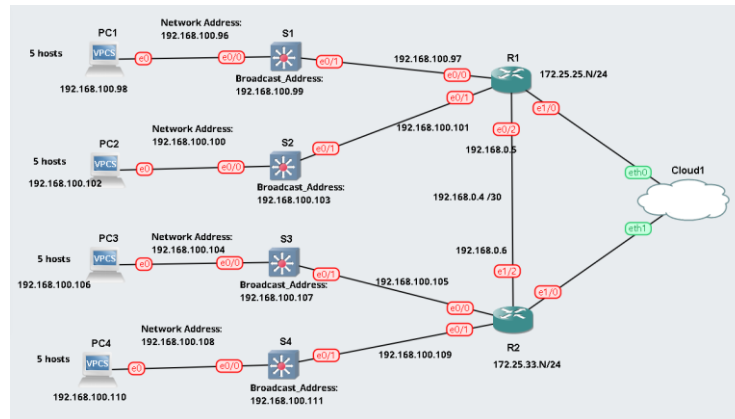


Рис. 1. Модифікована топологія мережі з курсу CCNA1

Зауважимо, що хмарна лабораторія дозволяє об'єднувати мережі здобувачів між собою та мережею академічної хмари. Подальше вивчення мережних технологій дозволяє здобувачам глибше усвідомити переваги і недоліки певних мережних протоколів, технологій, засобів. Іншим прикладом є робота «Адресація з використанням протоколу IPv6», виконання якої на основі авторського шаблону мережі дає можливість студентам налаштувати на їх віртуальних пристроях глобальні унікальні IPv6-адреси (GUA), що є доступними з інтернету.

Хмарна лабораторія надає засоби для організації групової роботи. Зазвичай ми пропонуємо студентам виконувати аналогічні завдання: наприклад, один з них налаштовує комутатор S1, а інший – S2. Завдання можна розширити, пропонуючи одному студенту налаштувати порти доступу всіх комутаторів, а іншому – усі транк-порти. При цьому викладач має доступ до всіх віртуальних машин через вебінтерфейс GNS3, а також через стандартні протоколи доступу до об'єктів лабораторії (VNC, Telnet). Це дозволяє йому допомагати студентам та контролювати їх діяльність.

Аналіз досвіду реалізації авторської методики свідчить, що студенти, які працюють з віртуальними лабораторіями більшою мірою розвивають власні компетентності щодо використання сучасних мережних технологій для самостійного розв'язання практичних завдань, набувають досвід командної роботи та проектної діяльності.

Список використаних джерел

1. Мінтій І. С. Комбіноване навчання: визначення, концепція та актуальність. *Educational Dimension*, 2023. С. 85–111.
2. Олексюк В. П. Застосування віртуальних хмарних лабораторій у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2015. Вип. 15(22). С. 76–81.

3. Yan C. The Development and Deployment of a Computer Network Laboratory Education Service Platform. *Advanced Research on Computer Education, Simulation and Modeling*. Berlin, Heidelberg, 2011. С. 155–160.

4. Salib E. H. Empowering Undergraduate Students With Cloud Computing Skills : A Proposal for OpenStack-Centric Education. 2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), м. Washington, DC, USA, 13–16 жовт. 2024 р. 2024. С. 1–9.