

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ МОДЕЛЮВАННЯ МЕРЕЖ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

У роботі досліджено особливості застосування систем моделювання комп'ютерних мереж в освітньому процесі закладів вищої освіти та обґрунтовано їх значення для формування професійних компетентностей майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій. Актуальність теми зумовлена стрімким розвитком мережевих технологій, зростанням складності інфраструктур та необхідністю підготовки спеціалістів, здатних ефективно працювати в умовах сучасних розподілених систем. Традиційні підходи до навчання, які базуються переважно на теоретичному викладенні матеріалу, не забезпечують достатнього рівня практичної підготовки, що обумовлює потребу у впровадженні інноваційних інструментів навчання, зокрема систем імітаційного моделювання.

Метою дослідження є підвищення ефективності освітнього процесу шляхом обґрунтування підходів до використання систем моделювання комп'ютерних мереж. Об'єктом дослідження виступає освітній процес підготовки фахівців у галузі комп'ютерних мереж, тоді як предметом є методи та засоби застосування симуляційних середовищ у навчанні. У процесі дослідження проаналізовано сучасні програмні засоби моделювання мереж, визначено їх функціональні можливості та дидактичний потенціал, а також узагальнено підходи до їх інтеграції у навчальні дисципліни.

Системи моделювання комп'ютерних мереж є програмними середовищами, які дозволяють відтворювати роботу мережевих пристроїв, протоколів і топологій у віртуальному просторі. Залежно від рівня деталізації та призначення, вони можуть реалізовувати підхід емуляції або симуляції. Емулятори мереж, такі як GNS3 та EVE-NG, забезпечують найбільш наближене до реальних умов середовище функціонування мережевої інфраструктури [1]. Їх ключовою особливістю є використання реальних образів операційних систем мережевих пристроїв, зокрема маршрутизаторів і комутаторів, що дозволяє відтворювати поведінку обладнання з високим ступенем достовірності. У таких середовищах користувач має можливість виконувати повноцінне конфігурування мережі, застосовувати команди командного рядка, аналізувати таблиці маршрутизації, протоколи динамічної маршрутизації та механізми забезпечення безпеки. Завдяки цьому емулятори широко використовуються для професійної підготовки інженерів, сертифікаційного навчання та тестування складних мережевих сценаріїв. Водночас їх використання супроводжується підвищеними вимогами до

апаратних ресурсів, складністю налаштування та необхідністю базових знань адміністрування мережевих систем, що може ускладнювати їх застосування на початкових етапах навчання.

Симулятори мереж, до яких належать Cisco Packet Tracer та NetSim, орієнтовані передусім на навчальні цілі та забезпечують спрощене відтворення мережевих процесів [1]. На відміну від емуляторів, симулятори не використовують реальні операційні системи мережевих пристроїв, а реалізують їх логічні моделі, що дозволяє значно зменшити вимоги до обчислювальних ресурсів і підвищити доступність для студентів. Важливою перевагою таких систем є наявність зручного графічного інтерфейсу, інструментів візуалізації передачі пакетів і можливості покрокового аналізу мережевих процесів. Це робить симулятори ефективним інструментом для формування базових знань про мережеві топології, принципи роботи протоколів та навичок конфігурування. Разом з тим, через певні спрощення моделей, такі середовища не завжди дозволяють досліджувати всі аспекти реальної поведінки мереж, що обмежує їх застосування у складних інженерних або дослідницьких задачах.

Окрему категорію становлять наукові середовища моделювання, зокрема OMNeT++ та NS-3, які орієнтовані на проведення фундаментальних і прикладних досліджень у галузі комп'ютерних мереж [2]. Ці платформи базуються на принципах дискретно-подійного моделювання та дозволяють створювати математично обґрунтовані моделі мережевих систем із високим рівнем деталізації. Користувач отримує можливість моделювати різноманітні параметри мережі, включаючи затримки, пропускну здатність, втрати пакетів, поведінку протоколів та вплив зовнішніх факторів. Особливістю середовищ є необхідність програмування моделей, що передбачає використання мов програмування та спеціалізованих бібліотек, а також глибоке розуміння теоретичних основ мереж. Це робить їх менш доступними для початкового навчання, проте надзвичайно цінними для підготовки науковців, аспірантів та студентів старших курсів, які займаються дослідницькою діяльністю.

Дидактичний потенціал систем моделювання мереж полягає у забезпеченні інтерактивності навчального процесу, візуалізації складних мережевих явищ та створенні безпечного середовища для проведення експериментів. Завдяки таким системам студенти отримують можливість виконувати лабораторні роботи без необхідності використання фізичного обладнання, що суттєво знижує фінансові витрати навчальних закладів. Крім того, моделювання дозволяє відтворювати різноманітні сценарії функціонування мереж, включаючи аварійні ситуації, які є складними або небезпечними для реалізації у реальних умовах. Важливою перевагою є також можливість дистанційного доступу до навчальних ресурсів, що

набуває особливого значення в умовах розвитку змішаного та дистанційного навчання.

У роботі запропоновано узагальнену модель застосування систем моделювання мереж в освітньому процесі, яка передбачає поетапне формування знань і навичок студентів. На початковому етапі здійснюється засвоєння теоретичних основ функціонування мереж, включаючи архітектури, протоколи та принципи передачі даних. Наступний етап передбачає практичну реалізацію отриманих знань у середовищах моделювання, де студенти виконують налаштування мережевих пристроїв, аналізують трафік і досліджують поведінку мереж. Завершальний етап орієнтований на проведення дослідницької діяльності, яка включає моделювання складних топологій, оптимізацію параметрів мережі та вирішення практичних задач, наближених до реальних умов експлуатації. Оцінка ефективності застосування систем моделювання у навчальному процесі свідчить про їх значний позитивний вплив на якість підготовки студентів. Використання таких інструментів сприяє глибшому розумінню теоретичного матеріалу, формуванню стійких практичних навичок, розвитку аналітичного мислення та підвищенню мотивації до навчання. Студенти, які активно використовують симуляційні середовища, демонструють вищий рівень готовності до професійної діяльності та здатність самостійно вирішувати складні інженерні завдання.

Наукова новизна дослідження полягає в узагальненні підходів до використання систем моделювання мереж в освітньому процесі та розробці структурної моделі їх інтеграції у навчання, що забезпечує системне формування професійних компетентностей. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання при розробці навчальних програм, створенні віртуальних лабораторій, удосконаленні методичного забезпечення дисциплін з комп'ютерних мереж та організації дистанційного навчання.

Таким чином, системи моделювання комп'ютерних мереж виступають ефективним інструментом модернізації освітнього процесу, що дозволяє поєднати теоретичну підготовку з практичною діяльністю у віртуальному середовищі. Їх впровадження сприяє підвищенню якості освіти, оптимізації ресурсів навчальних закладів та формуванню конкурентоспроможних фахівців. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці адаптивних навчальних систем, інтеграції технологій штучного інтелекту у середовища моделювання та створенні інтелектуальних віртуальних лабораторій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Allison J. Simulation-based learning via cisco packet tracer to enhance the teaching of computer networks. In: *Proceedings of the 27th ACM Conference on on Innovation and Technology in Computer Science Education* Vol. 1. 2022. p. 68-74. DOI: <https://doi.org/10.1145/3502718.3524739>
2. Pusapati S., Selim B., Nie Y., Lin H., Peng W. Simulation of NR-V2X in a 5G Environment using OMNeT++. In: *Future Networks World Forum (FNWF)*. *IEEE*, 2022. p. 634-638. DOI: <https://doi.org/10.1109/FNWF55208.2022.00116>