

ЮСКОВИЧ-ЖУКОВСЬКА ВАЛЕНТИНА

Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука

<https://orcid.org/0000-0002-4236-1467>e-mail: valivanivna1@gmail.com

ЛОТЮК ЮРІЙ

Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука

<https://orcid.org/0000-0001-6696-5583>e-mail: lotyuk@ukr.net**ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ВПЛИВ
НА ФОРМУВАННЯ СКЛІВ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ**

Курс «Операційні системи» є невід'ємною складовою з підготовки майбутніх ІТ-фахівців. Актуальними для фахівців в галузі ІТ постають питання вибору найефективнішої ОС для того чи іншого ІТ-проєкту. Стрімкий розвиток штучного інтелекту відкриває нові перспективи у сфері розробки та кіберзахисту ОС. В межах проведеного теоретичного дослідження у хмарному середовищі було розроблено електронний лабораторний практикум «Операційні системи». Створений практикум з використанням віртуального середовища, хмарних сервісів та технологій штучного інтелекту забезпечить формування hard skills у підготовці кваліфікованих ІТ-фахівців та поставить їх підготовку на новий, вищий рівень.

Ключові слова: операційні системи, хмарне середовище, hard skills, ІТ-фахівці, кіберзахист

YUSKOVYCH-ZHUKOVSKA VALENTYNA, LOTIUK YURIY

Rivne Academician Stepan Demianchuk International University of Economics and Humanities

**DEVELOPMENT OF OPERATING SYSTEMS AND THEIR IMPACTS
FOR THE FORMATION OF SCHOOLS OF FUTURE IT SPECIALISTS**

The dynamic development of the digital society is characterized by the global digitization of all spheres of life and provides access to global information and communication technologies. Operating systems exist as a basic part of the digital society, providing comprehensive management of software and hardware. Mastering the basic principles of the latest information technologies and the formation of professional skills is a valuable component for training future IT specialists: software and hardware developers, DevOps Engineers, testers, providing the necessary foundation for a successful IT career. The issues of choosing the most effective OS for a particular IT project and guaranteeing cyber security in the OS are becoming relevant for IT specialists. A key aspect of the development of operating systems is their protection against cyber attacks. Virtually all companies use network resources and cloud technologies, so there is a growing need for effective means of detecting and preventing vulnerabilities. The rapid development of artificial intelligence opens up new perspectives in the field of OS development and cyber protection. In the future, artificial intelligence technologies will be able to continuously monitor, detect, analyze and neutralize potential threats faster than IT professionals. Automated tools for detecting vulnerabilities already allow you to quickly identify vulnerabilities in the network infrastructure and take measures to eliminate them. This theoretical study on the development of modern operating systems ensures the formation of hard skills in the training of qualified IT specialists who are able to ensure the setting of OS security parameters to protect against unauthorized access. As part of the conducted theoretical research, an electronic laboratory workshop "Operating Systems" was developed in the cloud environment. The created workshop using a virtual environment, cloud services and artificial intelligence technologies will bring the training of IT specialists to a new, higher level.

Keywords: operating systems, cloud environment, hard skills, IT specialists, cyber protection

Постановка проблеми

Розвиток операційних систем супроводжується еволюцією програмного і апаратного забезпечення та, як наслідок, кардинальною зміною вимог до вмінь та навичок ІТ-фахівців.

Відкрите освітнє та наукове середовище цифрового світового простору забезпечує доступ майбутнім ІТ-фахівцям до вітчизняних та закордонних інформаційних ресурсів, передових інновацій. Накопичення такого досвіду та інтеграція системи з підготовки майбутніх ІТ-фахівців в закладах вищої освіти України відповідно до європейських вимог сприяє підвищенню ефективності hard skills. Hard skills є одними з вимог, необхідних для формування набору професійних компетенцій в галузі знань 12 Інформаційні технології, які є обов'язковими для спеціальностей 121-126. Soft skills — універсальні компетенції, які залежать від ІТ-проєкту, ІТ-команди, аудиторії користувачів.

Навчання особливостям роботи з ОС та основ системного програмування для цих ОС є важливою частиною підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти у галузі знань 12 Інформаційні технології. Здобувачі мають вміти адмініструвати операційні системи, обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки, супроводження та створення системного програмного забезпечення. Тенденції розвитку операційних систем знайшли своє відображення у розробленому авторами електронному лабораторному практикумі з навчального курсу «Операційні системи». Створений практикум з використанням віртуального середовища, хмарних сервісів та технологій штучного інтелекту поставить підготовку ІТ-фахівців на новий, вищий рівень.

Аналіз останніх джерел

Аналіз літератури в галузі ІТ, публікацій у періодиці, web-ресурсах показав, що на сьогодні науковцями проведено значну кількість досліджень, пов'язаних з розвитком операційних систем [1, 2]. В зв'язку із стрімким розвитком апаратного забезпечення відповідно швидко розвиваються та модифікуються

ОС та прикладне програмне забезпечення.

Так, наукові дослідження передових у свій час операційних систем MS-DOS і UNIX втратили свою актуальність. Зокрема, однозадачна та однокористувацька ОС MS-DOS, яка широко використовувалася в минулому та багатозадачна і багатокористувацька ОС UNIX, що домінувала на базі колись високопродуктивних RISC-процесорах відійшли в минуле. Мережеві та розподілені операційні системи теж втрачають актуальність. Натомість актуальними стають операційні системи, які використовують природню мову спілкування та штучний інтелект.

Так, у Windows 11 голосовий ввід використовує онлайніві технології розпізнавання мовлення. Користувач може додавати голосові фрагменти, щоб диктувати команди голосом. Налаштування для голосової активації системних команд дозволяє відкривати веб-сторінки та запускати виконання програм. Наприклад, голосовий помічник PLA працює на Java платформі, тому може бути встановлений на Windows, Mac або Linux.

Одними з останніх досліджень у сфері використання штучного інтелекту для виявлення вразливостей у мережах та серверах можна відмітити:

1. Марк Стемп, Коррадо Аарон Вісаджо, Франческо Меркальдо, Фабіо Ді Троя. Штучний інтелект для кібербезпеки, 2022. В роботі досліджуються новітні програми, проблеми та перешкоди для технологій штучного інтелекту в контексті кібербезпеки [3].

2. CISA Insights: запровадьте заходи кібербезпеки зараз для захисту від потенційних критичних загроз, 2024. Дослідження спрямоване на створення досконалих інструментів, здатних значно покращити процес виявлення та аналізу вразливостей у мережевих системах та серверах, що зрештою підвищить рівень безпеки інформації та знизить ризики для організацій та користувачів [4].

Сучасні дослідження присвячені голосовому керуванню ОС з вбудованими функціями штучного інтелекту. Це зобов'язує заклади вищої освіти оптимізувати свої Робочі програми з дисципліни Операційні системи.

Метою роботи є: дослідження тенденцій розвитку новітніх ОС та їх використання у навчальному процесі з підготовки ІТ-фахівців, експериментальне впровадження у навчальний процес Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука розробленого електронного лабораторного практикуму з курсу «Операційні системи».

Виклад основного матеріалу

В даний час майже всі комп'ютери підключені до Інтернету і тому крім функцій обчислювальних пристроїв додатково виконують функції засобів комунікації. Визначна роль у цьому належить операційним системам, які повноцінно керують апаратним та програмним забезпеченням. Корпоративні операційні системи керують кластерами комп'ютерів, що працюють у великих мережах. Курс «Операційні системи» є невід'ємною складовою з підготовки майбутніх ІТ-фахівців.

Зазвичай програмісти постають перед питанням, яку саме операційну систему краще вибрати для написання та супроводу коду. Але є стандартні ситуації, коли мова програмування прив'язана до конкретної операційної системи. Наприклад, програмування на мові Swift використовує операційну систему Mac OS. Мова програмування C# використовує ОС Windows 10 або 11 версії, оскільки всі IDE під неї добре структуровані. А писати код на C# на іншій ОС, буде менш ефективно. Такі мови програмування, як PHP, Python, Java, Ruby та інші не прив'язані до конкретної операційної системи, а залежать від конкретної розробки ІТ-проєкту.

Станом на сьогодні найпопулярнішими ОС на ІТ-ринку визнано: Windows, Mac OS та Linux [5]. Зазначимо основні переваги та недоліки цих ОС для підготовки майбутніх ІТ-фахівців у Таблиці 1.

Таблиця 1

Основні переваги та недоліки популярних ОС

№ з/п	Найменування ОС	Переваги ОС	Недоліки ОС
1.	Windows (ядро Windows NT)	Надійність, сумісність з будь-якою комп'ютерною технікою, систематичне оновлення, наявність різноманітного софту, величезна кількість драйверів.	ОС потребує постійних оновлень, без яких стає вразливою до кібератак та вірусів.
2.	Mac OS (ядро Darwin (засновано на Unix))	ОС вже встановлена на Macbook і потрібна лише інсталяція оновлень, багатозадачність набагато краще реалізована, ніж у Windows; система побудована на мікроядрі, що унеможлиблює завдання операційної системи при збогах у роботі софту; добре організоване планування процесів; гарна технічна підтримка.	Використання ОС можливе лише на апаратному забезпеченні Apple; ця ОС - виключно для роботи розробників-програмістів та є складною для звичайного користувача; складність підключення нефірмового обладнання.
3.	Linux (ядро Linux)	Відкритий вихідний код; можливість налаштувати під свої потреби як розробника ПЗ: різноманітні компілятори та інтерпретатори всіх мов програмування; доступні вихідні коди прикладного програмного забезпечення.	Це Open Source проєкт, тому трапляються неперевірені коди на помилки та менший асортимент ПЗ в порівнянні з Microsoft.

Для написання коду під Android найкраще вибрати середовище Mac OS. Linux ідеально підходить для програмістів-початківців, оскільки під Linux програмувати зручно на бюджетному ПК, а також для програмістів, які не планують робити кар'єру, вище за middle. Програміст вищого рівня має бути обізнаним з програмами створення UML - діаграм, різними офісними пакетами та іншим софтом, пов'язаним із роботою в бізнес-сфері. Таких програм багато, і вони уніфіковані під Windows. Найвищий рівень програміста пов'язаний не з написанням коду, а з комунікацією із замовником, документацією, предметною галуззю. Для цього краще підходить Windows або Mac OS. Отже, майбутні IT-фахівці мають орієнтуватися на переваги та недоліки кожної ОС та в майбутньому вибирати їх під свої професійні потреби.

Зазначимо у Таблиці 2 основні переваги та недоліки мобільних операційних систем [6], які являються важливими складовими сучасних смартфонів та планшетів і необхідні для підготовки майбутніх IT-фахівців.

Таблиця 2

Основні переваги та недоліки мобільних ОС

№ з/п	Найменування ОС	Переваги ОС	Недоліки ОС
1.	Android (базується на модифікованому ядрі Linux)	Має відкритий код, що дозволяє будь-якому розробнику змінювати його під свої потреби; величезний асортимент смартфонів і планшетів під цю ОС; безліч додатків у Google Play Store та з інших джерел; при завантаженні перевіряється сумісність з версією апаратного та програмного забезпечення користувача; Google регулярно випускає оновлення для Android.	Це відкрита платформа, яка більш вразлива до шкідливих програм та кібератак.
2.	iOS (ядро XNU)	Має високий рівень безпеки; дозволяє використовувати різні сервіси та додатки; оптимізація для апаратних засобів; Mac та iPad дозволяють синхронізувати свої дані і використовувати спільні функції.	Немає широкої інтеграції з службами Google; велику кількість встановлених стандартних додатків неможливо повністю видалити.
3.	Windows Phone	Втратила популярність серед користувачів та розробників через нестабільність роботи	Microsoft прийняла рішення закрити проєкт.
4.	BlackBerry OS	Втратила популярність серед користувачів та розробників	Обмежена кількість додатків
5.	Symbian	Втратила популярність серед користувачів та розробників	Складний інтерфейс та обмежені можливості

Мобільні ОС забезпечують роботу всіх додатків та функціонал пристроїв. Кожна з них націлена на певний сегмент користувачів та надає свій унікальний досвід використання. Розуміння цієї різноманітності допомагає вибрати відповідну ОС залежно від потреб та цілей користувача. Як видно з Таблиці 2 на IT-ринку найпопулярнішими мобільними ОС є Android (компанія Google) та iOS (компанія Apple). Google та Apple систематично пропонують нові функції та покращують продуктивність своїх ОС. Інші мобільні ОС: Windows Phone (компанія Microsoft), BlackBerry OS (компанія RIM (Research In Motion)), Symbian (компанія Nokia) втратили пік своєї популярності через застарілий інтерфейс та відсутність вдосконалення своїх продуктів. Проаналізуємо переваги та недоліки третього типу операційних систем - веб-серверних ОС [7] в Таблиці 3.

Як вбачається, на IT-ринку протягом багатьох років стабільно домінують три операційні системи для веб-хостингу: Windows Server, Linux Server і macOS Server.

Останнім часом дедалі більше уваги приділяється зберіганню ОС та різноманітних файлів у хмарі. У хмарних сервісах ОС зберігається як образ, який завантажується в пам'ять комп'ютера під час запуску. Зберігання ОС у хмарі має ряд переваг, а саме [8]:

- зручність – користувачу не потрібно турбуватися про те, де зберігати ОС;
- безпека – ОС зберігається у захищеному центрі обробки даних;
- ефективність - ОС може бути завантажена в пам'ять комп'ютера за лічені секунди.

Вибір способу зберігання залежить від потреб користувача.

Розглянемо хмарні сервіси для збереження результатів виконаних студентами завдань електронного лабораторного практикуму «Операційні системи» у Таблиці 4.

Кожен з цих хмарних сервісів надійно зберігає контент та зручний у використанні. Який варіант обрати залежить від операційної системи, яка використовується під час виконання лабораторних робіт.

Таблиця 3.

Основні переваги та недоліки веб-серверних ОС

№ з/п	Найменування ОС	Переваги ОС	Недоліки ОС
1.	Windows Server	Виконання операцій через зрозумілий графічний інтерфейс; доступні драйвери для нового обладнання; підтримка великої кількості сторонніх програм; автоматичне оновлення системи; вирішення технічних проблем через відновлення системи; довгострокова гарантійна підтримка; високопродуктивна платформа вебдодатків ASP.NET; сумісність з популярними програмами Microsoft, наприклад SharePoint та Exchange значно полегшують роботу над проектом.	Висока вартість ліцензії; вразливість до шкідливих програм; ресурсомістка через обов'язкові графічні інтерфейси; закритий принцип роботи; вразлива до помилок користувачів; робота пропрієтарної системи повністю не розкривається.
2.	Linux Server	Безкоштовна ліцензія; невеликі вимоги до апаратного забезпечення; широкі можливості для адміністрування; підтримує віддалене керування; стійка до кібератак.	Складна ОС для початківців та складний процес оновлення; професійні утиліти інших виробників не підтримуються ОС; не всі версії постачаються з довгостроковою підтримкою.
3.	macOS Server	Включає в себе програми адміністрування та управління робочими групами, які забезпечують спрощений доступ до мережевих сервісів: поштовий сервер, Samba-сервер, LDAP, DNS та інші; містить численні додаткові сервіси та програми для їх управління, наприклад, вебсервер.	Висока ціна на програмне та апаратне забезпечення Apple.

Таблиця 4

Хмарні сервіси для збереження результатів виконаних лабораторних робіт

№ з/п	Найменування хмари	Встановлюється на ОС	Особливості
1.	Google Диск	Не прив'язаний до будь-якої ОС	Один із найзахищеніших і зручніших сервісів; інтегрований з Документами, Таблицями, Презентаціями, Малюнками, Google-формами та Microsoft Office.
2.	iCloud Drive	На базі iOS	Користуватися сховищем можна на всіх ПК і гаджетах Apple; є додатковий функціонал: приховування e-mail адреси, аналіз облікового запису за допомогою доменного імені, підтримку безпечного відео HomeKit.
3.	Microsoft OneDrive	З сервісами Microsoft	можна створювати, редагувати, зберігати файли типу Excel, OneNote, PowerPoint та Word; робота з файлами в умовах нестабільного підключення до Інтернету.
4.	pCloud	Для кожної операційної системи запропоновано програмне забезпечення	Сервіс пропонує необмежену швидкість завантаження та розвантаження на платних та безоплатних облікових записах.

Розглянемо найпопулярніші хмарні ОС. Chrome OS від Google – зарекомендувала себе в освітній галузі та у бізнесі, має комфортну екосистему та значну кількість пристроїв, розрахованих на роботу з нею – хромбоксів та хромбуків. Ця ОС побудована на базі браузера Chrome, тому всі закладки, паролі до сайтів, історія перегляду, розширення та додатки стають доступні автоматично відразу після входу до свого облікового запису Google. ОС Sub Linux базується на повноцінному Ubuntu, тому є можливість встановлювати будь-які “локальні” програми й повноцінно використовувати комп'ютер навіть за умови відсутності підключення до Інтернету.

Microsoft планує випустити на ринок Windows 10 Cloud. Але це буде лише спрощена версія Windows 10, яка дозволить завантажувати й запускати лише “універсальні додатки” з магазину Windows.

Поява нових, розумних пристроїв та розумного обладнання, заснованих на технологіях Інтернету

речей сприятиме розробці нових ОС, які будуть адаптовані під це устаткування.

З розвитком інформаційних технологій зростає кількість кібератак на системи інформаційної безпеки. Тому актуально постає проблема забезпечення кібербезпеки в ОС. Тренди в кібербезпеці в операційних системах спрямовуються на постійний розвиток та вдосконалення захисту ядра [9].

Зростання популярності хмарних сервісів та хмарних обчислень може значно вплинути на зниження попиту на локальні ОС. Штучний інтелект сьогодні здатен автоматизувати завдання, які виконують ОС, чим покращить їх ефективність та безпеку. Це вплине, в свою чергу на формування скілів майбутніх ІТ-фахівців.

Визначимо скіли майбутніх ІТ-фахівців у процесі навчання відповідно до робочої програми дисципліни «Операційні системи»: знати класифікацію та тенденції розвитку ОС, розуміти їх архітектуру, основи побудови та функціонування ОС; вміти використовувати сенсорний або голосовий інтерфейс користувача Unix-подібних ОС; вміти налаштовувати мережеве з'єднання у Unix-подібних ОС; вміти інсталиювати та оновлювати програмне забезпечення у Unix-подібних ОС та керувати процесами та потоками в ОС; вміти контролювати використання об'єму пам'яті; вміти працювати з файловою системою у Unix-подібних ОС; вміти налаштовувати системи безпеки ОС; володіти основами системного програмування однією з мов: C++, C#, Python у Linux і/ або у Windows.

Як правило, матеріально-технічна база, комп'ютерні класи в ЗВО не встигають за розвитком дорогого апаратного забезпечення, тому з навчальною та дослідницькою метою виправданим є застосування технології віртуальних машин, віртуальних контейнерів, доступних у хмарі або локально встановлених на ПК. Це дозволяє студентам мати можливість освоювати нові ОС, ПЗ для цих ОС та відповідні мережеві технології. Використання технологій віртуалізації у курсі з ОС, застосування віртуальних машин під час виконання лабораторних робіт та вивчення технологій, що лежать в основі віртуальних машин означає також формування відповідних фахових компетентностей майбутніх ІТ-фахівців.

Виокремлюють три основні моделі надання хмарних послуг:

1) SaaS - Software as a Service (програмне забезпечення як сервіс). Прикладами є : Gmail, Google Disk, Google Play Music, Google Docs, Dropbox, Pictochart, Tom's Planner та інші.

2) PaaS - Platform as a Service (платформа як сервіс) . Прикладами є : Google App Engine, Microsoft Azure Cloud Services, AWS Elastic Beanstalk, Oracle Cloud PaaS, Open Shift, Force.com та інші.

3) IaaS - Infrastructure as a Service (інфраструктура як сервіс). Прикладами є : Microsoft Azure Virtual Machines, Amazon EC2, Google Compute Engine, GoGrid, OpenStack, OpenNebula та інші.

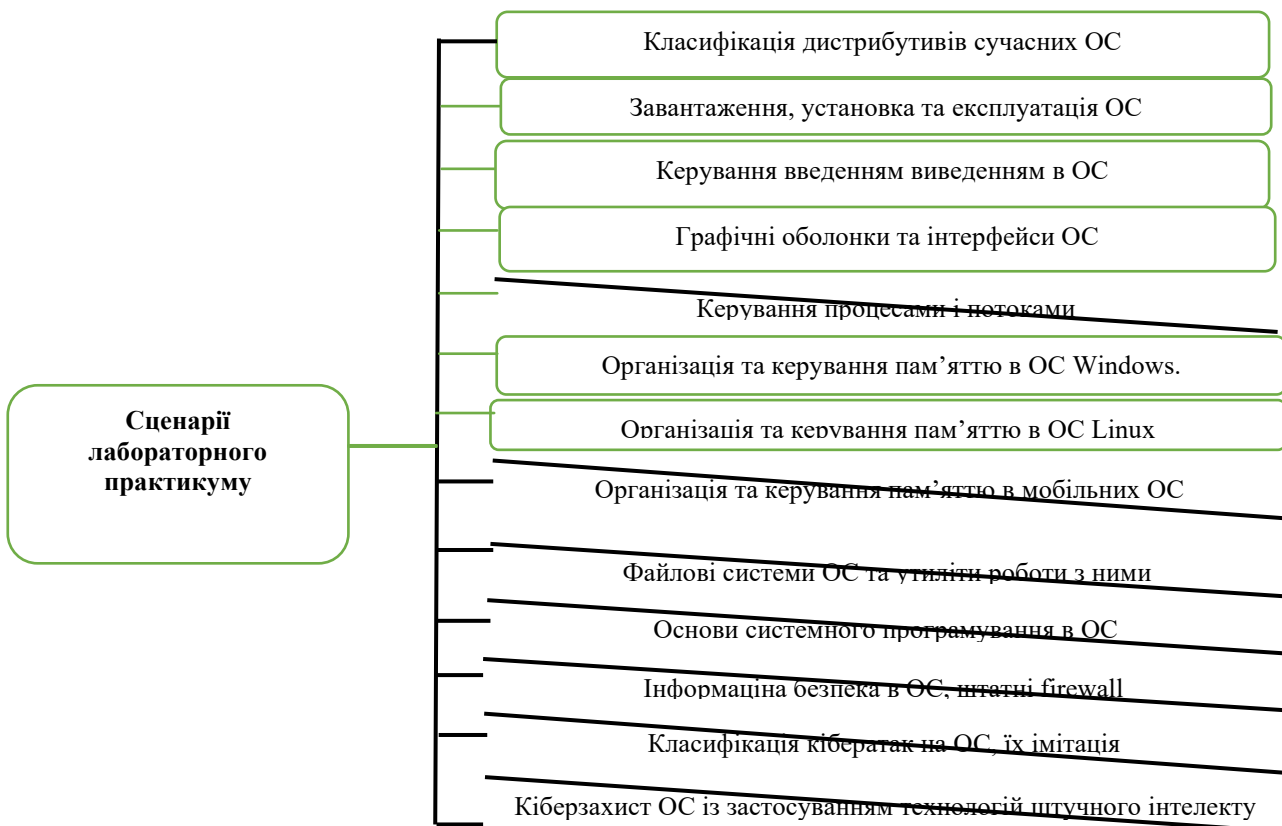


Рис. 1. Сценарій електронного лабораторного практикуму «Операційні системи».

При цьому, хмарна інфраструктура може розгортатися відповідно до чотирьох моделей: публічна хмара (public cloud); приватна хмара (private cloud); спільна хмара (community cloud); гібридна хмара (hybrid cloud).

Таким чином, хмарні сервіси у своїй основі обґрунтовують доцільність віртуалізації - від віртуалізації програмних застосунків (SaaS) до віртуалізації серверів та цілої інфраструктури на їх основі

(IaaS) [10].

В результаті проведеного теоретичного дослідження було створено електронний лабораторний практикум з навчального курсу «Операційні системи», який виконується у віртуальному середовищі з використанням хмарних сервісів та технологій штучного інтелекту, що ставить підготовку IT-фахівців на новий, вищий рівень. Електронний практикум являє собою інформаційну систему, створену для роботи у віртуальному навчальному середовищі. Практикум надає засоби комунікації, коригування контенту, теми ОС і практичні завдання на вибір, науково-дослідну роботу, автоматичне оцінювання завдань за допомогою штучного інтелекту.

Сценарії лабораторного практикуму зображено на рисунку 1.

Одним з основних ресурсів практикуму є практичне застосування всіх типів ОС у віртуальному середовищі, здійснення віртуальних хакерських атак на ОС, виявлення слабких місць та протидія кібератакам. Розроблений електронний лабораторний практикум «Операційні системи» передбачає імітацію роботи ОС, які загрузаються із хмари, всі дії над ними відбуваються у віртуальному середовищі та результати виконаних лабораторних робіт зберігаються у хмарних сервісах в залежності від обраної ОС.

Висновки

Серед основних переваг розробленого електронного лабораторного практикуму «Операційні системи» зазначимо:

- доступ до ОС через хмару та робота в ній в режимі online, в тому числі в разі відсутності Інтернету;
- відстежувати результати виконання своїх команд над ОС у віртуальному середовищі з будь-якого гаджета;
- проводити експериментальні кібератаки на віртуальну ОС;
- проводити експериментальний кіберзахист віртуальної ОС;
- вміння правильно ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів;
- вміння виконувати експериментальні дослідження за фахом;
- адаптація до нових ситуацій;
- вміння приймати та реалізовувати ефективні рішення, пов'язані з експлуатацією ОС.

Даний практикум дозволяє студентам швидко виявляти проблемні сфери в ОС та приймати відповідні оптимальні рішення. Використання електронного лабораторного практикуму «Операційні системи» сприяє покращенню навчальної роботи та контролю успішності студентів. Це допомагає зменшити ризики пошкоджень реальних ОС та покращити рівень набуття фахових hard skills здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 12 Інформаційні технології.

Література

1. Етапи еволюції ОС. Мета. Режим доступу: <https://operatsijna-sistema.webnode.com.ua/etapi-evolyutsiji-os/> (дата звернення: 03.07.2024).
2. Education. Media Wiki. Еволюція ОС. Режим доступу: https://wiki.cusu.edu.ua/index.php/%D0%95%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%9E%D0%A1 (дата звернення: 03.07.2024).
3. Марк Стемп, Коррадо Аарон Вісаджо, Франческо Меркальдо, Фабіо Ді Троя. Штучний інтелект для кібербезпеки, 2022. Режим доступу: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-97087-1> (дата звернення: 03.07.2024).
4. CISA Insights: запровадьте заходи кібербезпеки зараз для захисту від потенційних критичних загроз. Режим доступу: <https://www.cisa.gov/resources-tools/resources/cisa-insights-implement-cybersecurity-measures-now-protect-against> (дата звернення: 03.07.2024).
5. Сергій Немчинський. Яку операційну систему вибрати програмісту? Linux, Windows або Mac OS. Режим доступу: <https://foxminded.ua/ru/kakaya-os-luchshe-dlya-programmirovaniya/> (дата звернення: 03.07.2024).
6. Бонк Макс. MEDIACOM. Еволюція мобільних операційних систем — Android, iOS та їхні конкуренти — історія розвитку. Режим доступу: <https://mediacom.com.ua/evolyutsiya-mobilnix-operatsijnix-sistem-android-ios-i-ne-tilki-istoriya-rozvitku/> (дата звернення: 03.07.2024). (дата звернення: 03.07.2024).
7. SERVAK. Linux або Windows - порівняння найкращих рішень для серверів . Режим доступу: <https://servak.com.ua/ua/statii/linux-abo-windows-porivnjannja-najkraschih-rishen-dlja-serveriv/> (дата звернення: 03.07.2024).
8. Foxmind. Розуміння різноманітності всіх ОС. Режим доступу: <https://foxminded.ua/ru/vse-operacionnye-sistemy/> (дата звернення: 03.07.2024).
9. Бонк Макс. Майбутнє кібербезпеки в операційних системах. Тренди 2024. Режим доступу: <https://mediacom.com.ua/majbutne-kiberbezpeki-v-operatsijnix-sistemah-trendi-2024-roku/> (дата звернення: 03.07.2024).
10. Олена Головня. Дисертація. Методика застосування технологій віртуалізації UNIX-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики. Режим доступу:

https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/716525/1/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8F.pdf (дата звернення: 03.07.2024).

References

1. Etapy evoliutsii OS. Meta. Rezhym dostupu: <https://operatsijna-sistema.webnode.com.ua/etapi-evolyutsiji-os/> (data zvernennia: 03.07.2024).
2. Education. Media Wiki. Evoliutsiia OS. Rezhym dostupu: https://wiki.cusu.edu.ua/index.php/%D0%95%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%9E%D0%A1 (data zvernennia: 03.07.2024).
3. Mark Stemp, Korrado Aaron Visadzho, Franchesko Merkaldo, Fabio Di Troia. Shtuchnyi intelekt dlia kiberbezpeky, 2022. Rezhym dostupu: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-97087-1> (data zvernennia: 03.07.2024).
4. CISA Insights: zaprovadte zakhody kiberbezpeky zaraz dlia zakhystu vid potentsiinykh krytychnykh zahroz. Rezhym dostupu: <https://www.cisa.gov/resources-tools/resources/cisa-insights-implement-cybersecurity-measures-now-protect-against> (data zvernennia: 03.07.2024).
5. Serhii Nemchynskiyi. Yaku operatsiinu systemu vybraty prohramistu? Linux, Windows abo Mac OS. Rezhym dostupu: <https://foxminded.ua/ru/kakaya-os-luchshe-dlya-programmirovaniya/> (data zvernennia: 03.07.2024).
6. Bonk Maks. MEDIACOM. Evoliutsiia mobilnykh operatsiinykh system — Android, iOS ta yikhni konkurenty — istoriia rozvytku. Rezhym dostupu: <https://mediacom.com.ua/evolyutsiya-mobilnix-operatsijnix-sistem-android-ios-i-ne-tilki-istoriya-rozvitku/> (data zvernennia: 03.07.2024).
7. SERVAK. Linux abo Windows - popivniannia naikpashchyx pishen dlia cepvepiv . Rezhym dostupu: <https://servak.com.ua/ua/statti/linux-abo-windows-porivnannja-najkraschih-rishen-dlja-serveriv/> (data zvernennia: 03.07.2024).
8. Foxmind. Rozuminnia riznomanitnosti vsikh OS. Rezhym dostupu: <https://foxminded.ua/ru/vse-operaczionnye-sistemy/> (data zvernennia: 03.07.2024).
9. Bonk Maks. Maibutnie kiberbezpeky v operatsiinykh systemakh. Trendy 2024. Rezhym dostupu: <https://mediacom.com.ua/majbutnie-kiberbezpeki-v-operatsijnix-sistemax-trendi-2024-roku/> (data zvernennia: 03.07.2024).
10. Olena Holovnia. Dysertatsiia. Metodyka zastosuvannia tekhnolohii virtualizatsii UNIX-podibnykh operatsiinykh system u pidhotovtsi bakalavriv informatyky. Rezhym dostupu: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/716525/1/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8F.pdf (data zvernennia: 03.07.2024).