



**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА**
**ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФІЗИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
**КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ**



**Силабус курсу «Технології віртуалізації в комп'ютерних системах»
(обов'язкова компонента)**

Обсяг	загальна кількість: кредитів – 4; годин – 120; змістовних модулів – 3
Семестр	осінній
Дні, Час, Місце	за розкладом занять
Викладач(и)	Антоненко Олександр Сергійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем; Волощук Людмила Арнольдівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем; Максимов Олександр Семенович, старший викладач кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем
Контактний телефон	(048)7340723
E-mail	antonenko@onu.edu.ua ; lavoloschuk@onu.odessa.ua ; oleksandr.s.maksimov@onu.edu.ua
Робоче місце	кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем
Консультації	очні консультації: за попереднім записом; онлайн-консультації: через Zoom (посилання надається на початку семестру)

КОМУНІКАЦІЯ

Комунікація зі студентами здійснюватиметься електронною поштою, під час аудиторних занять або через платформу Zoom.

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Предметом вивчення курсу є теорія, архітектури та практичне застосування технологій віртуалізації комп'ютерних систем, включаючи фундаментальні принципи віртуалізації (гіпервізори типу 1 та 2, апаратна віртуалізація, паравіртуалізація); сучасні платформи віртуалізації (VMware vSphere, Microsoft Hyper-V, KVM/QEMU, Oracle VirtualBox); контейнеризацію (Docker); віртуалізацію в хмарних середовищах; проектування високодоступних розподілених систем з використанням віртуалізації; методи забезпечення безпеки та оптимізації продуктивності віртуалізованих інфраструктур.

Пререквізити курсу

Матеріал курсу ґрунтується на знаннях, практичних уміннях і навичках, отриманих студентами з дисциплін «Архітектура комп'ютерів», «Операційні системи», «Комп'ютерні мережі».

Постреквізити курсу

Цей курс є основою для засвоєння наступних дисциплін освітньо-професійної програми підготовки магістрів за спеціальністю F7 «Комп'ютерна інженерія»: «Переддипломна практика», «Дипломне проектування», дисциплін лінії підготовки «Математичне забезпечення комп'ютерних систем та мереж», дисциплін пов'язаних з хмарними технологіями.

Метою курсу є вивчення та набуття знань і вмінь про технології віртуалізації, термінологію, різновиди і основні переваги віртуалізації, а також практичних навичок роботи з популярними платформами віртуалізації.

Зміст курсу

Розглядаються історія, сучасні технології та платформи віртуалізації, особливості та переваги; архітектура та особливості віртуальних машин; фундаментальні компоненти віртуальних машин; гіпервізори типу 1 і типу 2; огляд механізмів (способів) віртуалізації; віртуалізація серверів (повна віртуалізація і паравіртуалізація); апаратна віртуалізація; віртуалізація на рівні операційних систем; контейнеризація; віртуалізація застосунків та віртуалізація представлень (робочих місць); технології та платформи віртуалізації компанії Microsoft; мікроядерний гіпервізор Microsoft Hyper-V; Azure Virtual Machines; технології та платформи віртуалізації компанії VMware; основні компоненти платформи VMware vSphere; ключові функції платформи: vMotion (жива міграція), Storage vMotion, High Availability (HA), Fault Tolerance (FT), Distributed Resource Scheduler (DRS), Storage DRS, vSAN; технології та платформи віртуалізації в ОС Linux (Xen, KVM, QEMU, Libvirt, LXC, Docker).

ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

У результаті вивчення курсу студент повинен

знати: термінологічний апарат віртуалізації, історію та сучасні тенденції розвитку технологій віртуалізації, класифікацію її різновидів, архітектуру віртуальної машини та її компонентів (віртуальні процесор, пам'ять, дискова підсистема, мережеві та периферійні пристрої), архітектурні відмінності гіпервізорів типу 1 (bare-metal) і типу 2 (hosted), механізми віртуалізації — повну віртуалізацію, паравіртуалізацію, апаратну підтримку, бінарну трансляцію, прямий доступ до пристроїв та їх вплив на продуктивність і накладні витрати, архітектурні підходи та компоненти віртуалізованих систем, механізми віртуалізації на рівні операційної системи (namespaces, cgroups), архітектуру та життєвий цикл контейнерів Docker, принципи оркестрації контейнерів, архітектуру, склад компонентів і ключові функції промислових платформ віртуалізації: VMware vSphere, Microsoft Hyper-V, Linux-рішень, базові принципи безпеки віртуалізованих середовищ, а також англomовну технічну термінологію предметної області і структуру та призначення офіційної документації провідних IT-вендорів.

вміти: використовувати базові засоби віртуалізації настільних платформ, проектувати та адмініструвати розподілену мережеву інформаційну систему на підставі знань основних архітектур, протоколів та принципів віртуалізації із застосуванням сучасних платформ та середовищ VMware та Microsoft, використовувати open source рішення віртуалізації такі як KVM та контейнеризація Docker, налагоджувати базову мережеву взаємодію між віртуальними машинами; налаштовувати живу міграцію, кластери високої доступності та відмовостійкості, реплікацію, резервне копіювання і відновлення віртуальних машин; застосовувати базові практики безпеки при роботі з віртуальними машинами і контейнерами: розмежування прав доступу, сегментація мереж керування, оновлення й мінімізація образів, перевірка образів на уразливість, безпечне зберігання конфігурацій і секретів; опрацьовувати англomовну технічну документацію, стандарти та посібники вендорів для самостійного розв'язання прикладних задач і документувати власні конфігураційні рішення; обґрунтовувати, оформлювати та презентувати результати виконаних робіт, аргументуючи ухвалені технічні рішення.

бути здатним: абстрагуватися від фізичної реалізації IT-інфраструктури, виконувати аналіз і синтез її віртуалізованої моделі, будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем і мереж на віртуальних стендах, ухвалювати обґрунтовані рішення щодо вибору технології та платформи віртуалізації або контейнеризації для заданих вимог, обмежень і бюджету, критично оцінювати альтернативи, у тому числі комерційні та open-source рішення, аналізувати ресурсні потреби для віртуальних середовищ, самостійно опановувати нові платформи й інструменти віртуалізації, застосовувати набуті знання при виконанні кваліфікаційної роботи, працювати з іншомовними джерелами та у команді.

Компетентності, які отримує студент у результаті вивчення курсу:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- здатність приймати обґрунтовані рішення.
- здатність спілкуватися іноземною мовою.
- здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж.

- здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.
- здатність досліджувати, розробляти та обирати технології створення великих і надвеликих систем.
- здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем, мереж та їхніх компонентів.
- здатність обирати ефективні методи розв'язування складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.
- здатність використовувати методи аналізу, ідентифікації й синтезу комп'ютерних систем та мереж, кіберфізичних систем, IT-інфраструктур.
- здатність застосовувати математичний апарат для аналізу, дослідження, проектування, синтезу, програмного та алгоритмічного забезпечення комп'ютерних систем, мереж, та їх складових..

Результати навчання: по завершенню курсу студент матиме навички

- застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії.
- знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.
- застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань.
- розробляти і реалізовувати проекти у сфері комп'ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів.
- вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж.
- розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем.

ФОРМИ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Курс буде викладений у формі лекцій (20 год.) та лабораторних занять (20 год.), організації самостійної роботи студентів (80 год.).

Основна підготовка студентів здійснюється на лекційних та лабораторних заняттях.

Під час викладання курсу використовуються такі **методи навчання**: словесні (лекція, пояснення); наочні (презентація PowerPoint); практичні (лабораторні роботи); робота з літературними джерелами (самостійна робота студентів).

ВІДПОВІДНІСТЬ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Курс "Технології віртуалізації в комп'ютерних системах" безпосередньо сприяє сталому розвитку через підготовку фахівців, здатних проектувати, впроваджувати та управляти ефективними, ресурсозберігаючими інформаційними інфраструктурами. Знання та вміння, отримані студентами, є ключовими для оптимізації використання обчислювальних ресурсів, зменшення енергоспоживання та розвитку "зелених" ІТ, що підтримує низку Глобальних цілей:

– **Якісна освіта (ЦСР 4):**

4.4: Збільшення кількості молоді та дорослих, які мають відповідні навички, зокрема технічні та професійні, для працевлаштування, гідної праці та підприємництва.

Курс надає магістрам поглиблені, практично орієнтовані знання та навички у сучасних технологіях віртуалізації (VMware, Hyper-V, KVM, Docker, хмарні сервіси) – фундаменти сучасних ЦОД та хмар. Це формує висококваліфікованих, конкурентноспроможних фахівців на глобальному ринку праці ІТ, здатних реалізовувати складні проекти з розподілених систем.

– **Недорога та чиста енергія (ЦСР 7):**

7.3: Удвічі збільшити глобальні темпи поліпшення енергоефективності.

7.a: До 2030 року посилити міжнародне співробітництво задля полегшення доступу до досліджень і технологій у галузі чистої енергетики...

Технології віртуалізації є ключовим інструментом підвищення енергоефективності обчислювальних інфраструктур. Консолідація серверів (зменшення фізичного обладнання), динамічне розподілення ресурсів (DRS), "жива" міграція (vMotion) для балансування навантаження – все це значно зменшує споживання енергії дата-центрів. Випускники курсу володітимуть знаннями для проектування та управління такими енергоефективними віртуалізованими середовищами.

– *Гідна праця та економічне зростання (ЦСР 8):*

8.2: Досягти вищих рівнів економічної продуктивності через диверсифікацію, модернізацію технологій та інновації, зосереджуючи увагу у секторах з високою доданою вартістю та трудомісткістю.

8.4: Поліпшити до 2030 року глобальну ефективність використання ресурсів у сфері споживання та виробництва...

Віртуалізація є драйвером інновацій та підвищення продуктивності IT-інфраструктури. Випускники, які володіють сучасними платформами в віртуалізації та контейнеризації, здатні створювати гнучкі, масштабовані IT-інфраструктури, які підвищують ефективність бізнес-процесів організацій усіх розмірів і сектор секторів. Це сприяє економічному зростанню та створенню високотехнологічних робочих місць. Оптимізація ресурсів (CPU, пам'ять, сховище) через віртуалізацію безпосередньо відповідає цієї оптимізації використання ресурсів.

– *Індустрія, інновації та інфраструктура (ЦСР 9):*

9.1: Розвивати якісну, надійну, стійку та стійку інфраструктуру... для підтримки економічного розвитку та добробуту людей.

9.4: До 2030 року модернізувати інфраструктуру та переобладнати промислові підприємства, щоб зроби вони стійкими, з підвищеною ефективністю використання ресурсів та більш широким застосуванням чистих і екологічно нешкідливих технологій і промислових процесів...

9.b: Сприяти розробці, дослідженням та інноваціям у сфері технологій у країнах, що розвиваються...

Курс є основою для розуміння та побудови сучасної, стійкої цифрової інфраструктури (хмарні платформи, програмно-визначені ЦОД). Навички роботи з vSphere, Hyper-V, KVM, Docker є ключовими для інновацій у галузі обчислювальних технологій. Вміння проектувати високодоступні розподілені системи на базі віртуалізації безпосередньо сприяє створенню надійної інфраструктури. Оптимізація ресурсів та енергоефективність – ключові елементи "зелених" ЦОД.

– *Стале споживання та виробництво (ЦСР 12):*

12.2: До 2030 року досягти раці раціонального характеру використання природних ресурсів та їх ефективного використання.

12.5: До 2030 року суттєво зменшити утворення відходів через запобігання, скорочення, переробку та повторне використання.

Віртуалізація є головним інструментом раціонального використання обчислювальних ресурсів (серверів, сховищ, мережі). Консолідація значно зменшує обсяг фізичного обладнання, що веде до:

– *Зменшення споживання енергії (ЦСР 7):*

Скорочення виробництва нового обладнання та пов'язаних з цим викидів.

Зменшення обсягів електронних відходів (e-waste) за рахунок продовження життєвого циклу існуючого обладнання через консолідацію.

Оптимізація використання ресурсів безпосередньо відповідає цілям раціонального виробництва.

– *Сталі міста та громади (ЦСР 11):*

11.3: До 2030 року розширити масштаби відкритої для всіх і екологічно стійкої урбанізації та можливості для комплексного і сталого планування населених пунктів та управління ними.

11.a: Підтримувати позитивні економічні, соціальні та екологічні зв'язки між міськими, приміськими і сільськими районами...

Ефективні віртуалізовані інфраструктури є технічною основою для розгортання та функціонування "розумних" (Smart) міст: системи управління транспортом, енергомережами, безпекою, охороною здоров'я тощо. Надійність (High Availability, Fault Tolerance) та масштабованість, які надають платформи віртуалізації, критично важливі для стабільності цих сервісів. Енергоефективність віртуалізованих дата-центрів міста також сприяє екологічній стійкості.

Курс "Технології віртуалізації в комп'ютерних системах" готує фахівців, здатних реалізовувати принципи сталого розвитку на практиці через розгортання та управління енергоефективними, ресурсооптимізованими, надійними та інноваційними інформаційними інфраструктурами, що є критично важливим для досягнення 4, 7, 8, 9, 11, 12 Цілей Сталого Розвитку.

Факультет МФІТ
Кафедра МЗКС