



Технології віртуалізації та хмарних обчислень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (PhD)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>126 Інформаційні системи та технології</i>
Освітня програма	<i>Інформаційні системи та технології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, 4 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Лекції: 18 год., комп'ютерний практикум: 18 год., самостійна робота: 114 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на весняний семестр поточного навчального року (rozklad.kpi.ua)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>професор Жаріков Е.В.</i> Практичні / Семінарські: <i>професор Жаріков Е.В.</i>
Розміщення курсу	<i>Moodle, Кампус</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета вивчення дисципліни - набуття ключових фахових компетентностей, теоретичних знань і практичних навичок з технології віртуалізації та хмарних обчислень. Предметом вивчення дисципліни є методи і технології управління віртуалізованими і хмарними системами, засоби побудови ІТ-інфраструктури центрів оброблення даних (ЦОД) та хмарних середовищ.

Завдання вивчення дисципліни:

- освоєння теоретичних понять і практичних навичок у галузі розроблення і експлуатації інфраструктури ЦОД;
- ознайомлення з сучасними методами і технологіями управління віртуалізованими і хмарними системами;
- набуття навичок побудови ІТ-інфраструктури для ЦОД та хмарних середовищ.

Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів здатностей:

- проектувати та використовувати системи віртуалізації та хмарних обчислень;

- використовувати сучасні програмні засоби побудови ІТ-інфраструктури хмарних середовищ на базі ЦОД;
- використовувати сучасні апаратно-програмні засоби відмовостійких та високодоступних ІТ-інфраструктур, зокрема резервне копіювання та відновлення, архівування та реплікація;
- розробляти архітектури приватних і гібридних хмарних середовищ для вирішення задач підприємства;
- використовувати хмарні сервіси, що надають провідні ІТ-компанії для вирішення задач підприємства
- застосовувати концепції хмарної безпеки: конфіденційність, цілісність, доступність, автентифікацію, авторизацію, аудит.

Дисципліна формує та закріплює у аспірантів такі загальні та спеціальні (фахові) компетентності: ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК 02. Здатність працювати в міжнародному контексті. ЗК 03. Здатність розробляти проекти та управляти ними. ЗК 04. Здатність розв'язувати комплексні науково-прикладні задачі у сфері інформаційних систем і технологій та з дотичних до міждисциплінарних напрямів на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Після засвоєння дисципліни «Технології віртуалізації та хмарних обчислень» результатами навчання є:

знання:

- сучасних теоретичних, методичних і алгоритмічних основ розробки віртуалізованих і хмарних систем для їх використання під час розв'язання прикладних і наукових задач;
- визначальні характеристики, сервісні моделі та моделі розгортання хмарних обчислень;
- з моделювання стану та поведінки складних об'єктів комп'ютерної галузі в процесі тестування відповідних програмних і технічних систем при забезпеченні якості і надійності розроблених інформаційних систем і технологій;
- математичних моделей і методів аналізу та синтезу сучасних систем управління та їх фундаментальних властивостей при проектуванні ІТ-інфраструктур для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем;
- архітектури та стандартів компонентних моделей, комунікаційних засобів і розподілених обчислень, уміння розв'язувати проблеми масштабованості, підтримки віддалених компонентів і взаємодії різних програмних платформ у віртуалізованих і хмарних інформаційних системах.

уміння:

- використовувати методи та методики проведення наукових та прикладних досліджень;

- розв’язувати прикладні задачі в галузі проектування, налаштування та експлуатації віртуалізованих і хмарних систем;
- використовувати методи проведення досліджень та вміти аналізувати складність технічних систем, розуміти складність задач оптимізації цих систем та їх елементів, та вдосконалювати методики їх проведення;
- застосовувати різні парадигми програмування: структурне, об’єктно-орієнтоване, функціональне, логічне, з відповідними моделями, методами та алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління під час створення та удосконалення віртуалізованих і хмарних систем;
- застосовувати технічні і програмні комунікаційні засоби та засоби з’єднання ресурсів в гібридних хмарних системах;
- проектувати IT-інфраструктуру ЦОД для підтримки хмарних обчислень з використанням сучасних апаратно-програмних засобів із забезпеченням надійності, доступності та безпеки;
- освоювати інноваційні інформаційні технології у галузі хмарних обчислень, оцінювати їх та використовувати з метою розробки архітектури та проектування хмарних послуг.

досвід:

- проектування віртуалізованих і хмарних систем, розроблення сучасних інформаційних технологій та програмних систем для реалізації хмарних обчислень;
- здатність використовувати професійні знання й уміння в галузі практичного використання хмарних технологій.

Результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна: ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з ІСТ і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інноваційної діяльності. ПРН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, математичного та/або комп’ютерного моделювання, наявні наукові дані. ПРН07. Проектувати та досліджувати цілісні системи Інтернету речей (в тому числі кінцеві пристрої, мережеві технології, хмарні платформи, реалізацію обміну та аналізу даних), проводити інтелектуальний аналіз цифрових масивів даних для вирішення конкретних практичних науково-прикладних задач.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни аспірант повинен володіти освітніми компонентами «Комп’ютерні мережі», «Інфраструктура інформаційних технологій». Отримані в результаті засвоєння дисципліни «Технології віртуалізації та хмарних

обчислень» теоретичні знання та практичні уміння можуть бути корисні для проведення наукових досліджень за темою дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Управління цифровим перетворенням засобами хмарних обчислень.

Тема 2. Сучасна ІТ-інфраструктура.

Тема 3. Віртуалізація.

Тема 4. Програмно-визначена ІТ-інфраструктура.

Тема 5. Варіанти розгортання ІТ-інфраструктури.

Тема 6. Еталонна архітектура хмарних обчислень.

Тема 7. Програмне забезпечення хмарних обчислень.

Тема 8. Сучасні хмарні сервіси та оркестрація їх роботи.

Тема 9. Концепції хмарної безпеки та відповідні механізми контролю.

Тема 10. Безперервність бізнесу, відмовостійкість ІТ-інфраструктури та захист даних.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Nayyar, Anand. Handbook of Cloud Computing: Basic to Advance research on the concepts and design of Cloud Computing. BPB Publications, 2019.
2. Simmon E. Evaluation of Cloud Computing Services Based on NIST SP 800-145 //NIST Special Publication. – 2018. – Т. 500. – С. 322.
3. Marinescu, D. C. (2022). Cloud computing: theory and practice. Morgan Kaufmann.
4. Barroso, L. A., Hölzle, U., & Ranganathan, P. (2018). The datacenter as a computer: Designing warehouse-scale machines. *Synthesis Lectures on Computer Architecture*, 13(3), i-189.
5. a, Y., Shen, Z., & Shen, J. (2024). Cloud Computing and Hyperscale Data Centers: A Comparative Study of Usage Patterns. *Journal of Theory and Practice of Engineering Science*, 4(06), 11-19.
6. Rittinghouse, J. W., & Ransome, J. F. (2017). Cloud computing: implementation, management, and security. CRC press.
7. Erl, Thomas, Robert Cope, and Amin Naserpour. Cloud computing design patterns. New York, NY: Prentice Hall, 2015.
8. Kavis, Michael J. Architecting the cloud: design decisions for cloud computing service models (SaaS, PaaS, and IaaS). John Wiley & Sons, 2014.
9. Alonso, J., Orue-Echevarria, L., Casola, V., Torre, A. I., Huarte, M., Osaba, E., & Lobo, J. L. (2023). Understanding the challenges and novel architectural models of multi-cloud native applications—a systematic literature review. *Journal of Cloud Computing*, 12(1), 6.

Додаткова література

1. Kachris, C., Falsafi, B., & Soudris, D. (Eds.). (2019). *Hardware Accelerators in Data Centers*. Springer International Publishing.

- Mangalampalli, S., Sree, P. K., Swain, S. K., & Karri, G. R. (2023). Cloud computing and virtualization. *Convergence of Cloud with AI for Big Data Analytics: Foundations and Innovation*, 13-40.
- Gupta, N., & Sohal, A. (2022). Cloud Computing: Evolution, Research Issues, and Challenges. *Emerging Computing Paradigms: Principles, Advances and Applications*, 1-17.
- Longbottom, Clive. The Evolution of Cloud Computing: How to plan for change. BCS Learning & Development Limited, 2017.
- Press, Cisco. "Data Center Virtualization Fundamentals.", 2014.
- Zbakh, Mostapha, et al. "Cloud Computing and Big Data: Technologies, Applications and Security.", 2018.
- Agboola, T. O., Mezue, F. C. T., Adebayo, S. B., Adegede, J., & Oyeniran, O. C. (2024). Technical Challenges and Solutions to TCP in Data Center.
- Patnaik, S., Yang, X. S., Tavana, M., Popentiu-Vlădescu, F., & Qiao, F. (Eds.). (2018). *Digital business: business algorithms, cloud computing and data engineering* (Vol. 21). Springer.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Структура

Назви розділів і тем	Всього	Лабораторні (комп'ютерний практикум)			СРС
		Лекції			
	150	18	18		114
Тема 1. Управління цифровим перетворенням засобами хмарних обчислень.		1			
Тема 2. Сучасна ІТ-інфраструктура.		2		2	
Тема 3. Віртуалізація.		2			
Тема 4. Програмно-визначена ІТ-інфраструктура.		2			
Тема 5. Варіанти розгортання ІТ-інфраструктури.		2		4	
Тема 6. Еталонна архітектура хмарних обчислень.		1			
Тема 7. Програмне забезпечення хмарних обчислень.		2		4	
Тема 8. Сучасні хмарні сервіси та оркестрація їх роботи.		2		6	
Тема 9. Концепції хмарної безпеки та відповідні механізми контролю.		2		2	
Тема 10. Безперервність бізнесу, відмовостійкість ІТ-інфраструктури та захист даних.		2			

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
-------	--

	(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<i>Лекція 1.</i> Управління цифровим перетворенням засобами хмарних обчислень (Cloud Computing). Нагальні вимоги до ІТ для забезпечення бізнес-процесів.
2.	<i>Лекція 2.</i> Сучасна ІТ-інфраструктура. Перетворення і еволюція ІТ-інфраструктури. Обчислювальні ресурси. Системи і пристрої сховищ. Мережеві ресурси.
3.	<i>Лекція 3.</i> Віртуалізація. Віртуалізація 2.0. Гіпервізори і віртуальні машини. Віртуальна інфраструктура. Віртуальний ЦОД. Пул ресурсів.
4.	<i>Лекція 4.</i> Програмно-визначена ІТ-інфраструктура. Програмно-визначені обчислення, сховища, мережі та ЦОД.
5.	<i>Лекція 5.</i> Варіанти розгортання ІТ-інфраструктури. Традиційна, конвергентна та гіпер-конвергентна інфраструктури.
6.	<i>Лекція 6.</i> Еталонна архітектура хмарних обчислень. Порівняння хмарної архітектури і традиційної. Суттєві хмарні характеристики, сервісні моделі та моделі розгортання. Елементи еталонної хмарної архітектури.
7.	<i>Лекція 7.</i> Програмне забезпечення як основний драйвер прискорення цифрової трансформації бізнесу. Традиційні та сучасні програмні засоби для різних архітектур і моделей розгортання. Монолітне ПЗ та мікросервіси. 12-factor ПЗ, DevOps, Continuous Integration and Continuous Delivery (CI/CD), Cloud-native ПЗ.
8.	<i>Лекція 8.</i> Сучасні хмарні сервіси та оркестрація їх роботи. Життєвий цикл хмарних сервісів. Автоматизація і operations management. Приклади реалізації провідними ІТ-компаніями.
9.	<i>Лекція 9.</i> Важливість безперервності бізнесу. Відмовостійкість ІТ-інфраструктури. Захист даних: резервне копіювання та відновлення, архівування та реплікація.

Матеріали для вивчення дисципліни розміщені викладачем у системі Moodle платформи дистанційного навчання «Сікорський». Матеріали доступні з мережі Інтернет зареєстрованому на курс слухачеві. Крім того, матеріали розміщені у хмарному сховищі, посилання на яке слухачі отримують на початку семестру. Навчальний курс у системі Moodle складається з розділів, кожний з яких містить презентації лекцій, завдання та теоретичний матеріал для виконання комп'ютерного практикуму, URL-посилання на документацію з програмного забезпечення та навчальний матеріал для самостійної роботи відповідно до теми, яка вивчається.

Лекції по дисципліні проводяться викладачем із використанням сучасних мультимедійних презентаційних технологій. На лекціях проводяться експрес-

опитування, які дають можливість лектору отримати інформацію про якість засвоєння матеріалу та, за необхідності, розглянути більш детально складний матеріал. Обговорення лекційного матеріалу відбувається також в чаті дисципліни в системі Moodle.

Комп'ютерний практикум

Цикл комп'ютерного практикуму дозволяє одержати практичні навички з розроблення, проектування та створення ІТ-інфраструктури для ЦОД, віртуалізованої інфраструктури та інфраструктури для реалізації хмарних послуг.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1.	<i>Комплекс лабораторних робіт «Управління ресурсами інфраструктури у хмарі Azure»</i>	2
2.	<i>Основи створення віртуалізованих середовищ на базі продуктів VMware</i>	6
3.	<i>Комплекс лабораторних робіт на базі хмарних сервісів AWS</i>	6
4.	<i>Комплекс лабораторних робіт на базі Cisco Unified Computing System та Intersight</i>	4

Лабораторні роботи виконуються з використанням спеціалізованих засобів і технологій, що надаються компаніями Amazon, Microsoft, VMware, Cisco. Під час їх проведення використовуються методичні вказівки до комп'ютерних практикумів по дисципліні. Завдання практикумів 1, 2, 4 містить кілька підзавдань різної складності. Таке розбиття надає можливість адаптувати завдання до рівня знань та навичок. Для виконання кожного завдання комп'ютерного практикуму слухачеві надається не більше 4 тижнів. Аспірант на початку семестру отримує календарний план початку та завершення захисту завдань комп'ютерного практикуму.

Модульна контрольна робота містять завдання з перевірки як теоретичних знань, так і практичних навичок.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	<i>Сучасна ІТ-інфраструктура ЦОД. Компоненти і характеристики.</i>	30
2.	<i>Платформи віртуалізації. Гіпервізори.</i>	18
3.	<i>Програмно-визначена ІТ-інфраструктура.</i>	20
4.	<i>Варіанти розгортання ІТ-інфраструктури.</i>	16
5.	<i>Сучасні хмарні сервіси та оркестрація їх роботи.</i>	30

Матеріали для самостійного вивчення дисципліни розміщені викладачем в електронному вигляді на хмарному диску викладача, до якого надано доступ групі слухачів та асистентам, які ведуть заняття комп'ютерного практикуму, а також, в системі Moodle платформи дистанційного навчання «Сікорський». До самостійної роботи аспіранта відноситься, в основному, виконання завдання комп'ютерного практикуму, робота з документацією, а також опрацювання лекційного та

додаткового теоретичного матеріалу за наданими презентаціями лекцій та додатковою літературою.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Форми організації освітнього процесу, види навчальних занять і оцінювання результатів навчання регламентуються Положенням про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Політика виставлення оцінок: кожна оцінка виставляється відповідно до розроблених викладачем та заздалегідь оголошених аспірантам критеріїв, а також мотивується в індивідуальному порядку на вимогу аспіранта; у випадку не виконання аспірантом усіх передбачених навчальним планом видів занять (лабораторних робіт, тесту) до заліку він не допускається.

Відвідування є обов'язковим (за винятком випадків, коли існує поважна причина). Якщо аспірант не може бути присутнім на заняттях, він все одно несе відповідальність за вивчення матеріалу та виконання лабораторних робіт.

Порядок зарахування пропущених занять. Відпрацювання пропущеного заняття з лекційного курсу здійснюється шляхом підготовки і захисту реферату за відповідною темою у вигляді презентації. Захист реферату відбувається відповідно до графіку консультацій викладача, з яким можна ознайомитись на кафедрі. Відпрацювання пропущеного лабораторного заняття здійснюється шляхом самостійного виконання завдання і його захисту відповідно до графіку консультацій викладача.

Політика академічної поведінки та доброчесності: конфліктні ситуації мають відкрито обговорюватись в академічних групах з викладачем, необхідно бути взаємно толерантним, поважати думку іншого. Плагіат та інші форми нечесної роботи неприпустимі. Всі лабораторні завдання аспірант має виконати самостійно із використанням рекомендованої літератури й отриманих знань та навичок. Цитування в письмових роботах допускається тільки із відповідним посиланням на авторський текст. Недопустимі підказки і списування у ході захисту лабораторних робіт, на контрольних роботах, на заліку/екзаміні.

Норми академічної етики: дисциплінованість; дотримання субординації; чесність; відповідальність; робота в аудиторії з відключеними мобільними телефонами. Повага один до одного дає можливість ефективніше досягати поставлених командних результатів. При виконанні лабораторних робіт аспіранту потрібен ноутбук, підключений до Інтернет. Якщо ви використовуєте ноутбук чи телефон для аудіо- чи відеозапису, необхідно заздалегідь отримати дозвіл викладача.

Дотримання академічної доброчесності аспірантів й викладачів регламентується кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування, завдання комп'ютерного практикуму (лабораторних робіт).

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог робочої програми.

Семестровий контроль: залік

Семестровий рейтинг аспіранта складається з балів, які він отримує за результатами виконання та захисту лабораторних робіт.

Система рейтингових балів

Практичні навички аспіранта оцінюються за результатами захисту виконаних завдань лабораторних робіт. Оцінка за невчасне виконання та захист лабораторної роботи, (тобто з більше, ніж двотижневою затримкою) знижується на 1 бал за кожний наступний тиждень. Сумарна оцінка практичних навичок визначається за формулою: $P = \sum D_i$, де D_i – бал за i -ту лабораторну роботу.

Бали для кожної лабораторної роботи наведені у таблиці 1. Сумарний бал за виконання ЛР складає **100 балів**. Критерії оцінювання лабораторних робіт включають якість її виконання, захисту та відповідь на запитання (таблиця 1). Якість виконання ЛР оцінюється в залежності від інформативності звіту, тобто наявності екранних форм, що підтверджують виконання суттєвих кроків завдання.

Таблиця 1 – Бали оцінювання лабораторних робіт

Назва роботи	Виконання	Захист	Сума
<i>Комплекс лабораторних робіт «Управління ресурсами інфраструктури у хмарі Azure»</i>	12	11	23
<i>Основи створення віртуалізованих середовищ на базі продуктів VMware</i>	18	11	29
<i>Комплекс лабораторних робіт на базі хмарних сервісів AWS</i>	16	11	27
<i>Комплекс лабораторних робіт на базі Cisco Unified Computing System та Intersight</i>	10	11	21
<i>Разом за лабораторні роботи</i>	56	44	100

Для допуску до поточної лабораторної роботи необхідно мати Протокол, оформлений відповідно до норм оформлення технічної документації, який має містити всі необхідні пункти, відповідно до Методичних вказівок. Також для допуску до лабораторної роботи необхідно захистити попередню. Аспіранти, що не захистили попередню лабораторну роботу можуть бути не допущені до виконання наступної. Лабораторні роботи виконуються кожним аспірантом індивідуально.

Критерії оцінювання лабораторної роботи (табл. 2):

«відмінно» – повна відповідь на питання (не менше 90% потрібної інформації) та оформлений належним чином протокол до лабораторної роботи;

«добре» – достатньо повна відповідь на питання (не менше 75% потрібної інформації) та оформлений належним чином протокол до лабораторної роботи;

«задовільно» – неповна відповідь на питання (не менше 60% потрібної інформації), незначні помилки та оформлений належним чином протокол до лабораторної роботи;

«незадовільно» – незадовільна відповідь та/або не оформлений належним чином протокол до лабораторної роботи – 0 балів (повертається на відпрацювання або доопрацювання).

Таблиця 2 – Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Для допуску до перескладання заліку треба у визначений викладачем термін здати всі заборгованості з лабораторних робіт.

Календарний контроль

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу аспіранта не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доводиться до відома аспірантів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

Загальна рейтингова оцінка аспіранта після завершення семестру складається з балів, отриманих за виконання та захист лабораторних робіт.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди.

До відомості семестрового контролю викладач заносить рейтингові бали, отримані здобувачем у семестрі або за результатами виконання залікової контрольної роботи.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: завідувач кафедри, д.т.н., професор Жаріков Е.В.

Ухвалено кафедрою ІСТ (протокол № 16 від 12.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024 р.)