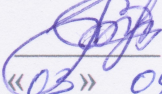


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ****Національний авіаційний університет**Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій  
Кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем

УЗГОДЖЕНО

Декан

  
Сергій ЗАВГОРОДНІЙ  
«03» 04 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

  
Анатолій ПОДУХІН  
«11» 04 2023 р.

Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

навчальної дисципліни

**«Технології віртуалізації мережних функцій»**

Освітньо-професійні програми: «Телекомунікаційні системи та мережі»

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»


Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Форма навчання	Семестр	Усього (годин / кредитів ECTS)	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	ДЗ / РГР / К.р.	КР / КП	Форма семестрового контролю
Денна:	8	90 / 3,0	24	–	12	54	1 ДЗ – 8 сем.	—	екзамен – 8 сем.
Заочна:	8, 9	90 / 3,0	4	–	6	80	1 К.р. – 9 сем.	—	екзамен – 9 сем.

Індекс: НБ-2-172-1/21-2.1.21

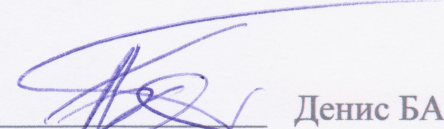
Індекс: НБ-2-172-13/21-2.1.21

СМЯ НАУ РП 22.06.02–01–2023


	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06.02–01–2023
		Стор. 2 із 14	

Робочу програму навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Телекомунікаційні системи та мережі», навчальних планів № НБ-2-172-1/21, № НБ-2-172-1з/21 та робочих навчальних планів № РБ-2-172-1/22, № РБ-2-172-1з/22 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив  
доцент кафедри

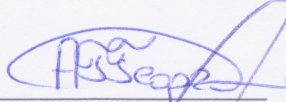
  
Денис БАХТІЯРОВ

доцент кафедри

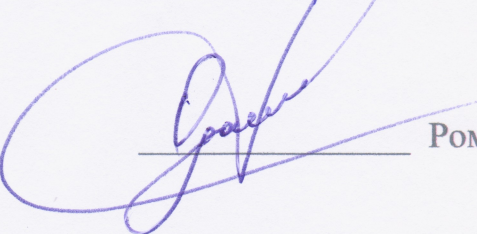
  
Віталій КУРУШКІН

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Телекомунікаційні системи та мережі» спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» – кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем, протокол № 11 від «13» березня 2023 р.

Гарант освітньо-  
професійної програми

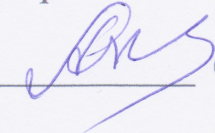
  
Олексій ГОЛУБНИЧИЙ

Завідувач кафедри

  
Роман ОДАРЧЕНКО

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 2 від «13» березня 2023 р.


Голова НМРР

  
Олександр КРИВОНОСЕНКО

Рівень документа – 3б


Плановий термін між ревізіями – 1 рік

**Контрольний примірник**

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06.02–01–2023
		Стор. 3 із 14	

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>1. Пояснювальна записка</b> .....	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни .....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна .....	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна .....	4
1.4. Міждисциплінарні зв'язки .....	5
<b>2. Програма навчальної дисципліни</b> .....	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни .....	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля .....	5
2.3. Тематичний план .....	7
2.4. Контрольна (домашня) робота (ЗФН) .....	7
2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену .....	7
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни</b> .....	8
3.1. Методи навчання .....	8
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) .....	8
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет .....	9
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих здобувачем вищої освіти знань та вмінь</b> .....	9

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06.02–01–2023
		Стор. 4 із 14	

## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 р. № 249/од, та відповідних нормативних документів.

## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

### 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни

Об'єктом навчальної дисципліни є віртуалізація мережних функцій, яка є ключовою технологією для побудови майбутніх мереж, що дає можливість розгортати та управляти мережевими функціями у віртуальних середовищах, що дозволяє ефективно використовувати обчислювальні ресурси та забезпечувати високий рівень гнучкості та масштабованості.

Предметом навчальної дисципліни є вивчення різних аспектів віртуалізації мережних функцій, в тому числі різних типів віртуальних мереж, включаючи віртуальні приватні мережі (VPN), віртуальні локальні мережі (VLAN), віртуалізацію мережних пристроїв, детальний опис контейнерів та віртуальних машин.

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти компетенцій, необхідних для проектування, розробки та використання віртуальних мережних сервісів з використанням різних технологій, що дозволяють керувати та оркеструвати віртуальними мережами, включаючи Docker, Kubernetes, OpenStack та інші.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- оволодіння основними концепціями та технологіями віртуалізації мережних функцій та їх застосуваннями;
- оволодіння знаннями з розробки та налагодження віртуальних мережних сервісів з використанням різних технологій віртуалізації мережних функцій;
- дослідження проблем безпеки, пов'язаних з віртуалізацією мережних функцій та вивчення можливих способів їх вирішення;
- оволодіння практичними навичками проектування, розгортання та налагодження віртуальних мережних сервісів;
- оволодіння навичками роботи з різними інструментами та технологіями, які дозволяють керувати та оркеструвати віртуальні мережі.

### 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе отримати програмні результати навчання (ПРН):


- **ПРН7.** Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.
- **ПРН8.** Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.
- **ПРН9.** Вміння адміністрування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж.
- **ПРН18.** Вміння забезпечувати віртуалізацію мережних ресурсів у відповідності до поставлених завдань та призначення телекомунікаційних систем.

### 1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе здобути такі компетентності:

Інтегральна компетентність (ІК):

**ІК.** Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06.02–01–2023
		Стор. 5 із 14	

**Фахові компетентності (ФК):**

**ФК3.** Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.

**ФК8.** Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

**ФК12.** Здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж.

**1.4. Міждисциплінарні зв'язки**

Дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін, як «Проектування інформаційно-телекомунікаційних та радіотехнічних систем та мереж», «Системи мобільного радіозв'язку» та є базою для проходження курсу практичної підготовки «Переддипломна практика».

**2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**2.1. Зміст навчальної дисципліни**

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля № 1 «*Основні принципи віртуалізації мережних функцій*»;
- навчального модуля № 2 «*Практичні аспекти віртуалізації мережних функцій*»;

кожен з яких є логічною завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

**2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля**

**Модуль № 1 «Основні принципи віртуалізації мережних функцій»**

Інтегровані вимоги модуля № 1. У рамках даного модуля здобувач вищої освіти повинен *знати*:

- основні концепції віртуалізації, такі як хостинг, консолідація та контейнеризація;
- основні технології віртуалізації мережних функцій, такі як віртуальні маршрутизатори, віртуальні комутатори, віртуальні файрволи та балансувальники навантаження;
- призначення та області застосування засобів віртуалізації;
- різні види віртуалізації, такі як повна віртуалізація та пара віртуалізація;
- основні платформи та інструменти віртуалізації, такі як Open vSwitch, Open Virtual Network та OpenFlow,

*вміти* самостійно:

- розрізняти різні типи віртуалізації мережних функцій, включаючи віртуалізацію на рівні мережних карток, віртуалізацію на рівні операційної системи та віртуалізацію на рівні програмного забезпечення;
- самостійно оцінювати ефективність та продуктивність віртуальних мережних сервісів та мережних функцій та здійснювати відповідні оптимізації;
- визначати потреби у віртуалізації мережних функцій для підтримки певних державних та бізнес-потреб і вибирати відповідні технології віртуалізації;
- використовувати інструменти віртуальної інфраструктури мережі для забезпечення більш ефективного та надійного функціонування мережних сервісів.

**Тема 1.1. Вступ. Основні поняття віртуалізації мережних функцій.**


Ознайомлення з поняттям віртуалізації мережних функцій, її принципами та історією розвитку.

**Тема 1.2. Технології віртуалізації мережних функцій.**

Вивчення різних технологій віртуалізації мережних функцій, зокрема, віртуалізацію мережних комутаторів та маршрутизаторів, віртуалізацію файрволів, балансування навантаження.

**Тема 1.3. Архітектура віртуалізації мережних функцій.**

Огляд архітектури віртуалізації мережних функцій та її компонентів, таких як гіпервізор, віртуальні машини, мережеві інтерфейси та контролери.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06.02–01–2023
		Стор. 6 із 14	

**Тема 1.4. Віртуалізація мережних протоколів.**

Огляд мережних протоколів і їх ролі в мережевій інфраструктурі. Методи віртуалізації мережних протоколів, включаючи віртуалізацію різних мережних слоїв та протоколів, таких як Ethernet, TCP / IP, OSPF, BGP. Переваги та недоліки віртуалізації мережних протоколів.

**Тема 1.5. Віртуалізація та контейнеризація мережних додатків.**

Віртуалізація мережних додатків: поняття та принципи. Типи віртуалізації мережних додатків. Застосування віртуалізації мережних додатків в різних сферах. Керування контейнерами мережних додатків.

**Модуль № 2. «Практичні аспекти віртуалізації мережних функцій»**

Інтегровані вимоги модуля № 2. У рамках даного модуля здобувач вищої освіти повинен *знати*:

- основні принципи віртуалізації мережних функцій та їх практичне застосування;
- особливості встановлення та налаштування програмних платформ для віртуалізації мережних функцій, зокрема, платформ OpenStack та VMware;
- особливості роботи зі зберіганням даних та віртуальними мережами;
- особливості віртуалізації мережних функцій з використанням хмарних технологій,

*вміти* самостійно:

- самостійно розгорнути тестові середовища віртуалізації мережних функцій з використанням різних інструментів, таких як VMware, VirtualBox, Docker;
- самостійно налаштувати мережеві функції віртуальних машин, включаючи віртуальні маршрутизатори, комутатори, фаїрволи;
- самостійно розгорнути та налаштувати віртуальні мережі з використанням різних протоколів мережевого рівня, таких як VLAN, VXLAN, GRE, IPsec;
- самостійно встановлювати та налаштовувати різні мережеві додатки в віртуальних середовищах, включаючи веб-сервери, бази даних, DNS-сервери;
- налаштовувати безпеку віртуальних мереж та функцій, включаючи встановлення правил фаїрволу, налаштування VPN-підключень;
- виконувати моніторинг та аналіз мережевої активності в віртуальних середовищах з використанням різних інструментів, таких як Wireshark, tcpdump;
- самостійно застосовувати методики відладки та усунення проблем у віртуальних середовищах.

**Тема 2.1. Встановлення та налаштування віртуальних машин.**

Вивчення техніки встановлення та налаштування віртуальних машин на основі різних гіпервізорів, зокрема, VMWare, Hyper-V, VirtualBox.

**Тема 2.2. Віртуалізація мережних комутаторів та маршрутизаторів.**

Методи віртуалізації мережних комутаторів та маршрутизаторів на основі популярних платформ, таких як Cisco, Juniper, Huawei, Open vSwitch.

**Тема 2.3. Віртуалізація мережних додатків з використанням хмарних технологій.**

Віртуалізація мережних додатків на платформі Amazon AWS. Віртуалізація мережних додатків на платформі Microsoft Azure. Віртуалізація мережних додатків на платформі Google Cloud Platform.

**Тема 2.4. Віртуалізація мережних сервісів. Моніторинг та управління віртуальними мережевими сервісами.**

Огляд популярних інструментів віртуалізації мережних сервісів. Створення та конфігурація віртуальних сервісів. Розгортання віртуальних сервісів у хмарному середовищі. Налаштування моніторингу віртуальних мережних сервісів. Виявлення та вирішення проблем віртуальних мережних сервісів. Управління віртуальними мережевими сервісами з використанням інструментів автоматизації.

**Тема 2.5. Захист віртуальних мереж та сервісів.**

Налаштування засобів захисту віртуальних мереж та сервісів. Аудит безпеки. Виявлення та вирішення вразливостей віртуальних мереж та сервісів.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06.02–01–2023
		Стор. 7 із 14	

### 2.3. Тематичний план

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)								
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Лаб./прак. заняття	СРС	Усього	Лекції	Лаб./прак. заняття	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Модуль №1 «Основні принципи віртуалізації мережних функцій»</b>										
1.1	Вступ. Основні поняття віртуалізації мережних функцій.	<b>8-й семестр</b>				<b>8-й семестр</b>				
		7	2	-	5	7	1	-	6	
1.2	Технології віртуалізації мережних функцій.	9	2	2	5	7	1	-	6	
1.3	Архітектура віртуалізації мережних функцій.	7	2	-	5	7	1	-	6	
1.4	Віртуалізація мережних протоколів.	10	2	2	6	9	1	-	8	
1.5	Віртуалізація та контейнеризація мережних додатків.	10	2	2	6					
1.6	Модульна контрольна робота №1	2	2	-	-	-	-	-	-	
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>45</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	
<b>Модуль №2 «Практичні аспекти віртуалізації мережних функцій»</b>										
2.1	Встановлення та налаштування віртуальних машин.	<b>8-й семестр</b>				<b>9-й семестр</b>				
		7	2	2	3	17	-	2	15	
2.2	Віртуалізація мережних комутаторів та маршрутизаторів.	6	2	-	4					
2.3	Віртуалізація мережних додатків з використанням хмарних технологій.	8	2	2	4	17	-	2	15	
2.4	Віртуалізація мережних сервісів. Моніторинг та управління віртуальними мережевими сервісами.	8	2	2	4	18	-	2	16	
2.5	Захист віртуальних мереж та сервісів.	6	2	-	4					
2.6	Домашнє завдання / Контрольна (домашня) робота ЗФН.	8	-	-	8	8	-	-	8	
2.7	Модульна контрольна робота №2	2	2	-	-	-	-	-	-	
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>45</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>54</b>	
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>90</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>54</b>	<b>90</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>80</b>	


### 2.4. Домашнє завдання (ДФН) / контрольна (домашня) робота (ЗФН)

Домашнє завдання (ДФН) / контрольна (домашня) робота (КДР) (ЗФН) виконується у 8-му семестрі (ДФН) / 9-му семестрі (ЗФН) в рамках модуля № 2, згідно затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення й поглиблення теоретичних знань і вмінь здобувачів вищої освіти при вирішенні практичних завдань з віртуалізації мережних функцій, зокрема з віртуалізації мережних протоколів, додатків та інфраструктури. Для успішного виконання ДЗ / КДР здобувач вищої освіти повинен знати основні принципи віртуалізації мережних функцій, включаючи різні види віртуалізації і їх переваги та недоліки; практичні аспекти віртуалізації мережних функцій, включаючи процес встановлення та налаштування віртуальних мережних пристроїв, віртуальних мережних функцій та мережних додатків; вміти самостійно налаштувати мережеві функції віртуальних машин та здійснювати моніторинг та аналіз мережевої активності в віртуальних середовищах.

Виконання, оформлення і захист ДЗ / КДР здійснюються здобувачем вищої освіти в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій. Час, потрібний для виконання ДЗ / КДР, — до 8 годин СРС.

### 2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену

Перелік питань і зміст завдань для підготовки до екзамену розробляються провідним викладачем кафедри згідно робочої програми, затверджується на засіданні кафедри і доноситься до відома здобувачів вищої освіти.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06.02–01–2023
		Стор. 8 із 14	

### 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1. Методи навчання

Технології, застосовувані для активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти під час вивчення даної дисципліни: використання мультимедійного обладнання, комп'ютерні презентації, відео демонстрації, робота в малих групах, семінар-дискусія, мозкова атака.

*Лекційні заняття* відбуваються у традиційній формі — у вигляді усного обговорення винесеної на заняття теми для всього потоку слухачів, супроводжуючись задиктовуванням ключових для розуміння теми тезисів, наведенням формул, таблиць і графіків на дошці чи за допомогою проєктора. Робота на *лабораторних заняттях* проводиться у групах (підгрупах) і передбачає розв'язок ситуаційних завдань з використанням прикладного програмного забезпечення для імітаційного математичного моделювання процесів, винесених в якості предмету дослідження у лабораторних роботах.

#### 3.2. Рекомендована література


##### *Базова література*

- 3.2.1. Зінченко О.В., Іщеряков С.М., Прокопов С.В., Серих С.О., Василенко В.В. Хмарні технології. – Навчальний посібник. К: ФОП Гуляєва В.М., 2020. – 74 с.
- 3.2.2. Тарбаєв С.І., Домрачева К.О., Заїка В.Ф., Трембовецький М.П. Проєктування інфокомунікаційних мереж. К.: ННІТІ ДУТ, 2019. – 186 с.
- 3.2.3. Заїка В.Ф., Варфоломеєва О.Г., Домрачева К.О., Гринкевич Г.О.. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління. К.: ННІТІ ДУТ, 2019. – 315 с.
- 3.2.4. М.П. Гніденко. Налаштування конвергентних комп'ютерних мереж. К.: ДУТ, 2020. – 154 с.
- 3.2.5. Гніденко М.П., Серих С.О., Прокопов С.В. Конвергентна мережна інфраструктура. К.: ДУТ, 2019. – 173 с.
- 3.2.6. Nigel Poulton. Kubernetes Book. Amazon, 2023. – 309 p.
- 3.2.7. Davide Bedin, Mark Russinovich. Practical Microservices with Dapr and .NET: A developer's guide to building cloud-native applications using the event-driven runtime, 2nd Edition. Packt Publishing, 2022. – 312 p.
- 3.2.8. Christoph Korner, Marcel Alsdorf. Mastering Azure Machine Learning: Execute large-scale end-to-end machine learning with Azure, 2nd Edition. Packt Publishing, 2022. – 624 p.
- 3.2.9. Rafal Leszko. Continuous Delivery with Docker and Jenkins: Create secure applications by building complete CI/CD pipelines, 3rd Edition. Packt Publishing, 2022. – 374 p.
- 3.2.10. Коробейнікова Т. І., Захарченко С. М. Технології захисту локальних мереж на основі обладнання CISCO. Львів : Львівська політехніка, 2021. — 232 с.
- 3.2.11. Sean Whitesell, Rob Richardson, Matthew D. Groves. Pro Microservices in .NET 6: With Examples Using ASP.NET Core 6, MassTransit, and Kubernetes 1st ed. Apress, 2022. – 320 p.
- 3.2.12. Shashank Mohan Jain. WebAssembly for Cloud: A Basic Guide for Wasm-Based Cloud. Apress, 2021. – 180 p.
- 3.2.13. Sandeep Madamanchi. Google Cloud for DevOps Engineers: A practical guide to SRE and achieving Google's Professional Cloud DevOps Engineer certification. Packt Publishing, 2021. — 482 p.
- 3.2.14. Abhishek Mishra. Mastering Azure Kubernetes Service (AKS): Rapidly Build and Scale Your Containerized Applications with Microsoft Azure Kubernetes Service (English Edition). BPB Publications, 2021. — 292 p.

##### *Допоміжна література*

- 3.2.15. Матвійків М.Д., Васьків Г.М., Вус Б.С. Матеріали для електронних пристроїв: Підручник для ВНЗ. Львів : Львівська політехніка, 2021. — 272 с.
- 3.2.16. Пасічник В. В., Пасічник О. В., Угрин Д. І. Веб-технології та веб-дизайн. Книга 1. Веб-технології. Львів : Магнолія, 2021. — 336 с.
- 3.2.17. Литвин В. В., Пелешак Р. М., Висоцька В. А. Глибинне навчання. Львів : Львівська політехніка, 2021. — 264 с.
- 3.2.18. Нікольський Ю. В., Пасічник В.В., Щербина Ю. М. Системи штучного інтелекту. Львів : Магнолія, 2021. — 280 с.



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології віртуалізації мережних функцій»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06.02–01–2023
		Стор. 9 із 14	

3.2.19. Rajiv Srivastava. Cloud Native Microservices with Spring and Kubernetes: Design and Build Modern Cloud Native Applications using Spring and Kubernetes (English Edition). BPB Publications, 2021. — 454 p.

3.2.20. Travis Jeffery. Distributed Services with Go: Your Guide to Reliable, Scalable, and Maintainable Systems. Pragmatic Bookshelf, 2021. — 260 p.

### 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет

3.3.1. Сертифікований адміністратор Kubernetes (онлайн курс):

[https://www.whizlabs.com/certified-kubernetes-administrator/?sscid=31k7\\_172ntc](https://www.whizlabs.com/certified-kubernetes-administrator/?sscid=31k7_172ntc)

3.3.2. Complete Kubernetes Tutorial by School of Devops (онлайн курс):

<https://www.udemy.com/course/kubernetes-certified-administrator>

3.3.3. Спеціалізація Architecting with Google Kubernetes Engine (онлайн курс):

<https://www.coursera.org/specializations/architecting-google-kubernetes-engine>

## 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ ЗДОБУВАЧЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Оцінювання окремих видів виконаної здобувачем вищої освіти навчальної роботи<sup>1</sup> здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Оцінювання окремих видів навчальної роботи здобувача вищої освіти

Вид навчальної роботи	Макс. кількість балів		Вид навчальної роботи	Макс. кількість балів	
	ДФН	ЗФН		ДФН	ЗФН
<b>8-й семестр</b>			<b>8-й (ДФН) / 9-й (ЗФН) семестр</b>		
<b>Модуль № 1 «Основні принципи віртуалізації мережних функцій»</b>			<b>Модуль № 2 «Практичні аспекти віртуалізації мережних функцій»</b>		
Виконання та захист 3-х ЛР	3×7=21	—	Виконання та захист 3-х ЛР	3×7=21	3×15=45
			Виконання ДЗ / КДР	8	15
<i>Для допуску до виконання МКР № 1 здобувач вищої освіти має набрати не менше</i>	12	—	<i>Для допуску до виконання МКР № 2 здобувач вищої освіти має набрати не менше</i>	12	—
Виконання МКР № 1	15	—	Виконання МКР № 2	15	—
<b>Усього за модулем № 1</b>	<b>36</b>	<b>—</b>	<b>Усього за модулем № 2</b>	<b>44</b>	<b>60</b>
<b>Усього за модулями №№ 1, 2</b>				<b>80</b>	<b>60</b>
<b>Семестровий екзамен</b>				<b>20</b>	<b>40</b>
<b>Усього за дисципліною</b>				<b>100</b>	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються здобувачу вищої освіти, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 1).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих здобувачем вищої освіти за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка перераховується в оцінку за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 2).

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та індивідуального плану здобувача вищої освіти, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.6. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці (для ДФН — за 8-й, а для ЗФН — за 9-й семестри). Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

<sup>1</sup> Тут і надалі прийнято наступні аббревіатури: ЛР — лабораторна робота, ДЗ — домашнє завдання, КР — курсова робота, КДР — контрольна (домашня) робота, МКР — модульна контрольна робота.



(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище, ім'я, по батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище, ім'я, по батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				



**Силабус навчальної дисципліни  
«ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ МЕРЕЖНИХ ФУНКЦІЙ»  
Освітньо-професійна програма «Телекомунікаційні системи  
та мережі»**

**Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»**

**Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

<b>Рівень вищої освіти</b>	перший (бакалаврський)
<b>Статус дисципліни</b>	Навчальна дисципліна обов'язкового компонента ОП
<b>Курс</b>	4 (денна форма навчання); 4, 5 (заочна форма навчання)
<b>Семестр</b>	8 (денна форма навчання); 8, 9 (заочна форма навчання)
<b>Обсяг дисципліни, кредити ECTS/години</b>	3,0 / 90
<b>Мова викладання</b>	українська
<b>Що буде вивчатися (предмет вивчення)</b>	Вивчення різних аспектів віртуалізації мережних функцій, в тому числі різних типів віртуальних мереж, включаючи віртуальні приватні мережі (VPN), віртуальні локальні мережі (VLAN), віртуалізацію мережних пристроїв, детальний опис контейнерів та віртуальних машин.
<b>Чому це цікаво/треба вивчати (мета)</b>	Формування у здобувачів вищої освіти компетенцій, необхідних для проектування, розробки та використання віртуальних мережних сервісів з використанням різних технологій, що дозволяють керувати та оркеструвати віртуальними мережами, включаючи Docker, Kubernetes, OpenStack.
<b>Чому можна навчитися (результати навчання)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• оволодіння основними концепціями віртуалізації, такі як хостинг, консолідація та контейнеризація;</li> <li>• оволодіння основними технологіями віртуалізації мережних функцій, такі як віртуальні маршрутизатори, віртуальні комутатори, віртуальні файрволи та балансувальники навантаження;</li> <li>• оволодіння різними видами віртуалізації, такі як повна віртуалізація та пара віртуалізація;</li> <li>• оволодіння різними інструментами віртуалізації, такими як Open vSwitch, Open Virtual Network та OpenFlow;</li> <li>• оволодіння основними принципами віртуалізації мережних функцій та їх практичним застосуванням;</li> <li>• оволодіння особливостями встановлення та налаштування програмних платформ для віртуалізації мережних функцій, зокрема, платформ OpenStack та VMware;</li> <li>• оволодіння особливостями віртуалізації мережних функцій з використанням хмарних технологій.</li> </ul>
<b>Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• вміння розрізняти різні типи віртуалізації мережних функцій, включаючи віртуалізацію на рівні мережних карток, віртуалізацію на рівні операційної системи та віртуалізацію на рівні програмного забезпечення;</li> <li>• вміння самостійно оцінювати ефективність та продуктивність віртуальних мережних сервісів та мережних функцій та здійснювати відповідні оптимізації;</li> <li>• вміння самостійно розгорнути тестові середовища віртуалізації мережних функцій з використанням різних інструментів, таких як VMware, VirtualBox, Docker;</li> <li>• вміння самостійно налаштувати мережеві функції віртуальних машин, включаючи віртуальні маршрутизатори, комутатори, файрволи;</li> <li>• вміння самостійно розгорнути та налаштувати віртуальні</li> </ul>

	<p>мережі з використанням різних протоколів мережевого рівня, таких як VLAN, VXLAN, GRE, IPsec;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• вміння налаштовувати безпеку віртуальних мереж та функцій, включаючи встановлення правил файрволу, налаштування VPN-підключень;</li> <li>• вміння виконувати моніторинг та аналіз мережевої активності в віртуальних середовищах з використанням різних інструментів, таких як Wireshark, tcpdump.</li> </ul>
<b>Навчальна логістика</b>	<p><b>Зміст дисципліни:</b> Основні принципи віртуалізації мережних функцій. Практичні аспекти віртуалізації мережних функцій.</p> <p><b>Види занять:</b> лекційні та лабораторні.</p> <p><b>Методи навчання:</b> проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди та дискусії, робота в Google Classroom (електронні лекції, семінари, лабораторні роботи, дистанційні консультації, тестування).</p> <p><b>Форми навчання:</b> денна, заочна</p>
<b>Пререквізити</b>	«Проектування інформаційно-телекомунікаційних та радіотехнічних систем та мереж», «Системи мобільного радіозв'язку»
<b>Постреквізити</b>	«Переддипломна практика»
<b>Інформаційне забезпечення з репозитарію та фонду НТБ НАУ</b>	<p><b>Навчальна та наукова література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зінченко О.В., Іщеряков С.М., Прокопов С.В., Серих С.О., Василенко В.В. Хмарні технології. – Навчальний посібник. К: ФОП Гуляєва В.М., 2020. – 74 с.</li> <li>2. Тарбаєв С.І., Домрачева К.О., Заїка В.Ф., Трємбовецький М.П. Проектування інфокомунікаційних мереж. К.: ННІТІ ДУТ, 2019. – 186 с.</li> <li>3. Заїка В.Ф., Варфоломєєва О.Г., Домрачева К.О., Гринкевич Г.О.. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління. К.: ННІТІ ДУТ, 2019. – 315 с.</li> <li>4. М.П. Гніденко. Налаштування конвергентних комп'ютерних мереж. К.: ДУТ, 2020. – 154 с.</li> <li>5. Гніденко М.П., Серих С.О., Прокопов С.В. Конвергентна мережна інфраструктура. К.: ДУТ, 2019. – 173 с.</li> <li>6. Nigel Poulton. Kubernetes Book. Amazon, 2023. – 309 p.</li> <li>7. Davide Bedin, Mark Russinovich. Practical Microservices with Dapr and .NET: A developer's guide to building cloud-native applications using the event-driven runtime, 2nd Edition. Packt Publishing, 2022. – 312 p.</li> <li>8. Christoph Kerner, Marcel Alsdorf. Mastering Azure Machine Learning: Execute large-scale end-to-end machine learning with Azure, 2nd Edition. Packt Publishing, 2022. – 624 p.</li> </ol>
<b>Локація та матеріально-технічне забезпечення</b>	Корп. 3, ауд. 3/223 (226) (комп'ютерні класи); 3/203 (лекції)
<b>Семестровий контроль, екзаменаційна методика</b>	Екзамен, тестування
<b>Кафедра</b>	телекомунікаційних та радіоелектронних систем
<b>Факультет</b>	аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
<b>Викладач(-і)</b>	 <p><b>БАХТІЯРОВ Денис Ілшатович</b>  <b>Посада:</b> доцент кафедри ТКРС  <b>Науковий ступінь:</b> к.т.н.  <b>Вчене звання:</b> -  <a href="http://www.lib.nau.edu.ua/naukpraci/teacher.php?id=11869">http://www.lib.nau.edu.ua/naukpraci/teacher.php?id=11869</a>  <b>Тел.:</b> +3804444067838  <b>E-mail:</b> <a href="mailto:denys.bakhtiarov@npp.nau.edu.ua">denys.bakhtiarov@npp.nau.edu.ua</a>  <b>Робоче місце:</b> корп. 3, ауд. 203</p>
<b>Оригінальність навчальної дисципліни</b>	Дисципліна базується на оригінальних лекціях та лабораторних заняттях
<b>Лінк на дисципліну</b>	<a href="https://classroom.google.com/u/2/c/NDQ4MTI3MDI4NTE0">https://classroom.google.com/u/2/c/NDQ4MTI3MDI4NTE0</a>

## Відповідність оцінок у балах оцінкам за національною шкалою

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	
3	4	5	6	7	8	9	9-10	10-11	12-13	13-14	14-15	Відмінно
2,5	3	4	5	6	6-7	7-8	8	9	10-11	11-12	12-13	Добре
2	2,5	3	4	4-5	5	6	6-7	7-8	8-9	9-10	9-11	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
15-16	16-17	17-18	17-19	18-20	19-21	20-22	21-23	22-24	23-25	24-26	25-27	Відмінно
12-14	13-15	14-16	15-16	15-17	16-18	17-19	18-20	18-21	19-22	20-23	20-24	Добре
10-11	10-12	11-13	12-14	12-14	13-15	13-16	14-17	15-17	15-18	16-19	16-19	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
26-28	26-29	27-30	28-31	29-32	30-33	31-34	32-35	33-36	34-37	34-38	35-39	Відмінно
21-25	22-25	23-26	23-27	24-28	25-29	26-30	27-31	27-32	28-33	29-33	29-34	Добре
17-20	18-21	18-22	19-22	19-23	20-24	20-25	21-26	22-26	22-27	23-28	24-28	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
36-40	37-41	38-42	39-43	40-44	41-45	42-46	43-47	43-48	44-49	45-50	46-51	Відмінно
30-35	31-36	32-37	32-38	33-39	34-40	35-41	35-42	36-42	37-43	38-44	38-45	Добре
24-29	25-30	25-31	26-31	27-32	27-33	28-34	28-34	29-35	30-36	30-37	31-37	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
47-52	48-53	49-54	50-55	51-56	51-57	52-58	53-59	54-60	55-61	56-62	57-63	Відмінно
39-46	40-47	41-48	41-49	42-50	43-50	44-51	44-52	45-53	46-54	47-55	47-56	Добре
31-38	32-39	32-40	33-40	34-41	34-42	35-43	36-43	36-44	37-45	37-46	38-46	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
58-64	59-65	60-66	60-67	61-68	62-69	63-70	64-71	65-72	66-73	67-74	68-75	Відмінно
48-57	49-58	50-59	50-59	51-60	52-61	53-62	53-63	54-64	55-65	56-66	56-67	Добре
38-47	39-48	40-49	40-49	41-50	41-51	42-52	43-52	43-53	44-54	44-55	45-55	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
68-76	69-77	70-78	71-79	72-80	73-81	74-82	75-83	76-84	77-85	77-86	78-87	Відмінно
57-67	58-68	59-69	59-70	60-71	61-72	62-73	62-74	63-75	64-76	65-76	65-77	Добре
46-56	46-57	47-58	47-58	48-59	49-60	49-61	50-61	50-62	51-63	52-64	52-64	Задовільно

**Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах  
оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS**

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	<b>Відмінно</b> (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	<b>Дуже добре</b> (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	<b>Добре</b> (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	<b>Задовільно</b> (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	<b>Достатньо</b> (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	<b>Незадовільно</b> (з можливістю повторного складання)
1-34		F	<b>Незадовільно</b> (з обов'язковим повторним курсом)