



Міжнародний гуманітарний університет  
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук  
Кафедра комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНІ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЙ**

Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Назва освітньої програми	Комп'ютерні мережі та Інтернет
Рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень

Розробники і викладачі	Контактний тел.	E-mail
доцент кафедри комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій, кандидат технічних наук <b>Педяш Володимир Віталійович</b>	+38067-37 87 003	vpedyash@gmail.com

**1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ**

Використання програмно-конфігурованих мереж (ПКМ) мають зростаючу актуальність в при побудові та модернізації сучасних мереж електронних комунікацій, оскільки вони дозволяють адміністраторам мережі швидко та гнучко змінювати параметри та налаштування мережі за допомогою програмного інтерфейсу. Однією з ключових особливостей SDN є централізований контроль мережі, що полегшує управління та координацію всією інфраструктурою з одного пункту. В ПКМ розділяється логіка управління потоками трафіку та обладнання, що дозволяє реалізувати більш гнучкі та розширювані мережі. ПКМ ідеально підходить для віртуалізації мережевих функцій (NFV), дозволяючи віртуалізувати та управляти різними сервісами на одному фізичному обладнанні. Застосування ПКМ призводить до зменшення експлуатаційних витрат, оскільки дозволяє краще використовувати ресурси та автоматизує багато задач управління мережею. Таким чином, програмно-конфігуровані мережі залишаються актуальним та перспективним напрямком розвитку телекомунікацій та інформаційних технологій.

**Мета викладання дисципліни** – формування у студентів системи знань та вмінь про принципи побудови, функціонування програмно конфігурованих мереж, а також формування компетенцій з централізованого та програмного управління мережами електронних комунікацій.

**Передумови для вивчення дисципліни** є знання і вміння, отримані студентом при вивченні навчальних дисциплін «Планування та проектування комп'ютерних мереж» та «Інформаційно-комунікаційні технології». Знання і вміння, отримані студентом при вивченні даної навчальної дисципліни, можуть бути використані при написанні випускної кваліфікаційної роботи.

## **2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ ТА ДОСЯГНЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

У процесі реалізації програми дисципліни «Програмно-конфігуровані мережі електронних комунікацій» формуються наступні компетентності зі спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка. Здобувач вищої освіти повинен:

### ***знати***

- принципи керування мережами електронних комунікацій;
- архітектуру програмно конфігурованих мереж;
- алгоритми функціонування протоколу OpenFlow.

### ***вміти***

- аналізувати трафік мереж для формування таблиць потоків OpenFlow;
- моделювати програмно конфігуровані мережі;
- керувати мережними ресурсами та потоками даних у ПКМ.

## **3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ**

Загалом		Вид заняття (денна / заочна форма навчання)			Ознаки курсу		
ЄКТС	годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
6	180	42 / 6	28 / 6	110 / 168	1	2	Вибіркова

#### 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	Усього	у тому числі			Усього	у тому числі		
		Лекц.	Прак.	Сам. роб.		Лекц.	Прак.	Сам. роб.
Тема 1. Вступ до мереж з комутацією каналів	26	10	6	20	44	2		42
Тема 2. Ефективність управління мережевою інфраструктурою	58	10	6	30	46	2	2	42
Тема 3. Протокол OpenFlow	48	10	6	30	46	2	2	42
Тема 4. Мережні операційні системи для ПКМ	48	12	10	30	44		2	42
Всього	180	42	28	110	180	6	6	168
Підсумковий контроль – екзамен								

#### 5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Студенти отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням університетської платформи он-лайн навчання на базі Moodle (Google class). Окрім того, практичні навички під час виконання лабораторних робіт та виконання індивідуальних завдань, студенти отримують, користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою. Обчислювальні середовища GNU Octave 8.3 (<https://octave.org>) та Scilab 2023 (<https://www.scilab.org/>). Програмне забезпечення для віртуалізації: ОС (Linux), гіпервізори (VM VirtualBox), пакет моделювання мереж Mininet 2.3.

#### 6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Програмно-конфігуровані мережі електронних комунікацій» включаються:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка та виконання індивідуальних завдань.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

### Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	<b>Тема 1. Вступ до мереж з комутацією каналів</b> Порівняння традиційних технологій комутації. Недоліки та додаткові можливості мереж Ethernet. Програмно-конфігуровані мережі. Системи управління мережами.	20	42
2	<b>Тема 2. Ефективність управління мережною інфраструктурою</b> Поняття ефективності розподілених обчислювальних мереж та комп'ютерних мереж. Продуктивність розподілених обчислювальних систем та мереж. Застосування теорії масового обслуговування до дослідження обчислювальних систем та комп'ютерних мереж. Область застосування програмно-конфігурованих мереж	30	42
3	<b>Тема 3. Протокол OpenFlow</b> Опис таблиць для протоколу OpenFlow. Шляхи аналізу потоків трафіку для формування таблиць потоків OpenFlow. Аналіз трафіку конвергентних мереж. Методи забезпечення QoS в ПКМ. Отримання статистичної інформації про трафік в OpenFlow мережах. Алгоритм збору статистики OpenFlow.	30	42
4	<b>Тема 4. Мережні операційні системи для ПКМ</b> Огляд традиційних мережевих операційних систем. Мережеві операційні системи в програмно-конфігурованих мережах. Віртуалізація мереж передачі даних. Управління мережними ресурсами та потоками даних у ПКС за допомогою мережної операційної системи. Використання ПКС для керування мережею ЦОД	30	42
	Всього	110	168

### 7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни передбачає наступні види та методи контролю:

Види контролю	Складові оцінювання
Поточний контроль, який здійснюється у ході: проведення практичних занять, виконання індивідуального завдання; проведення консультацій та відпрацювань.	50%
Підсумковий контроль, який здійснюється у ході проведення екзамену.	50%

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, індивідуальні завдання, робота у групах, розв'язання практичних завдань, екзамен
-------------------------------------	---

## 8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ПІДСУМКОВИМ КОНТРОЛЕМ У ФОРМІ ЕКЗАМЕНУ

<b>Денна форма навчання</b>			
<i>Поточний контроль</i>			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
<b>Систематичність і активність роботи на практичних заняттях</b>			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	<b>25</b>
<b>Виконання завдань для самостійного опрацювання</b>			
1.2. Підготовка програмного матеріалу (тем, питань), що виносяться на самостійне вивчення	-//-	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР <sup>1</sup> , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	<b>10</b>
<b>Виконання індивідуальних завдань (науково-дослідна робота студента)</b>			
1.3. Підготовка індивідуального завдання згідно вказівок викладача	Відповідно до розкладу занять і графіку ІКР	Обговорення (захист) матеріалів індивідуального завдання	<b>10</b>
1.4. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	-//-	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять або ІКР, наукових конференцій та круглих столів.	<b>5</b>
<b>Разом балів за поточний контроль</b>			<b>50</b>
<i>Підсумковий контроль</i> екзамен			<b>50</b>
<b>Всього балів</b>			<b>100</b>
<b>Заочна форма навчання</b>			
<i>Поточний контроль</i>			
Види самостійної роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
<b>Систематичність і активність роботи під час аудиторних занять</b>			

<sup>1</sup> Індивідуально-консультативна робота викладача зі студентами

1.1. Підготовка до аудиторних занять	Відповідно до розкладу	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час аудиторних занять	<b>15</b>
<b>За виконання контрольних робіт (завдань)</b>			
1.2. Підготовка контрольних робіт (завдань) за заданою тематикою	-//-	Перевірка контрольних робіт, (завдань)	<b>15</b>
<b>Виконання завдань для самостійного опрацювання</b>			
1.3. Підготовка індивідуального завдання згідно вказівок викладача	-//-	Обговорення (захист) матеріалів індивідуального завдання	<b>10</b>
<b>Виконання індивідуальних завдань (науково-дослідна робота студента)</b>			
2.1. Підготовка індивідуального завдання за заданою тематикою, індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо	Відповідно до графіку ІКР	Обговорення (захист) матеріалів індивідуального завдання під час ІКР	<b>10</b>
<b>Разом балів за поточний контроль</b>			<b>50</b>
<i>Підсумковий контроль екзамен</i>			<b>50</b>
<b>Всього балів підсумкової оцінки</b>			<b>100</b>

## 9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ (для екзамену)

Рівень знань оцінюється:

– «відмінно» / «зараховано» А – від 90 до 100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях, практичних заняттях, під час яких виконував усі поставленні завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» В – від 82 до 89 балів. Студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях, практичних заняттях, під час яких виконував усі поставленні завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» С – від 74 до 81 балів. Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність виконаних індивідуальних завдань та завдань до самостійної роботи та активність у науково-дослідній роботі;

– «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність

виконаних індивідуальних завдань та завдань до самостійної роботи;

– «задовільно» / «зараховано» E – від 60 до 63 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, виконав не всі завдання до самостійної роботи;

– «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» FX – від 35 до 59 балів. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу;

– «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 1 до 34 балів. Студент не володіє навчальним матеріалом.

**Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами**

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	Fx	Незадовільно	Не зараховано
1-34	F		

## 10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Antonio Sánchez-Monge. MPLS in the SDN Era. - Sebastopol: O'Reilly Media, 2016. - 919 p.
2. Thomas D. Nadeau. SDN: Software Defined Networks. - Sebastopol: O'Reilly Media, 2013. - 384 p.
3. Paul Göransson, Chuck Black, Timothy Culver. Software Defined Networks. A Comprehensive Approach. Second Edition. - Cambridge: Elsevier, 2017. -438 p.
4. Guy Pujolle. Software Networks. Virtualization, SDN, 5G and Security. - London: John Wiley & Sons, 2015. - 262 p.

### Допоміжна

1. L. Peterson, C. Cascone, B. Davie Software-Defined Networks: A Systems Approach. Systems Approach, LLC, 2021 – 194 p. URL: <https://www.amazon.com/Software-Defined-Networks-Approach-Larry-Peterson/dp/1736472100>

2. Doug Marschke, Jeff Doyle, Pete Moyer Software Defined Networking (SDN): Anatomy of OpenFlow Volume I., United States, 2015. URL: [https://www.semanticscholar.org/paper/Software-defined-networking-\(SDN\)-%3A-anatomy-of-Marschke-Doyle/57e2d37f89c66955699d4a4d61641d80c6c76047](https://www.semanticscholar.org/paper/Software-defined-networking-(SDN)-%3A-anatomy-of-Marschke-Doyle/57e2d37f89c66955699d4a4d61641d80c6c76047)

3. 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.

4. Олексюк В. Основи хмарних технологій / В. Олексюк. – Тернопіль: Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної педагогічної освіти. – 156 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. Технічна документація Docker: веб-сайт. URL: <https://www.docker.com/>. (дата звернення: 01.09.2023).
2. Технічна документація Virtual BOX. URL: <http://download.virtualbox.org/virtualbox/UserManual.pdf>. (дата звернення: 01.08.2023).
3. <http://www.info-library.com.ua/books-book-149.html> (дата звернення: 02.08.2023).
4. Технічна документація KVM. URL: <https://www.linux-kvm.org/page/Documents>
5. Datacenter. URL: <https://unit-is.com/ru/datacenter>