



Технології програмування комп'ютерних мереж

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти *Другий (магістерський)*

Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>123 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерні системи та мережі</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів /150 год. Денна форма: лекцій 36 год., лаб. робіт 18 год, СРС 96год. Заочна форма: лекцій 8 год., лаб. робіт 8 год., СРС 134 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: проф.. каф. обчислювальної техніки, д.т.н., Кулаков Ю.О., ya.kulakov@gmail.com. Лабораторні: Коренко Д. В., korenko.dima98@gmail.com</i>
Розміщення курсу	http://moodle.comsys.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Метою викладання дисципліни є отримання знань, вмінь та навичок, необхідних фахівцю, який спеціалізується в області проектування та експлуатації комп'ютерних мереж.

-- Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК2)
- Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж (ФК3)
- Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо (ФК5).
- Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення. (ФК6)
- Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності (ФК7)
- Готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення. (ФК8)
- Здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи (ФК9)

- Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати високопродуктивні паралельні та розподілені комп'ютерні системи та їх складові з використання ПЛІС модулів і систем автоматизованого проектування (ФК16)
- Здатність проектувати, впроваджувати, адмініструвати та обслуговувати глобальні, локальні інтелектуальні програмно - конфігуровані комп'ютерні мережі (ФК17)

Програмні результати навчання (ПРН)

- Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж (ПРН1).
- Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії. (ПРН3)
- Знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті (ПРН3).
- Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності (ПРН7)
- Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності (ПРН9)
- Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання (ПРН10)
- Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії (ПРН11).
- Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів (ПРН13).
- Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою (ПРН15)
- Виконувати розрахунки параметрів окремих блоків комп'ютерів, комп'ютерних систем, комп'ютерних мереж (ПРН22)

Метою викладання дисципліни є отримання знань, вмінь та навичок, необхідних фахівцю, який спеціалізується в області проектування та експлуатації комп'ютерних мереж.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- ознайомлення з концепціями, моделями, топологіями та стандартами комп'ютерних мереж;
- вивчення принципів та методів мережевих комунікацій;
- вивчення технологій та принципів побудови локальних комп'ютерних мереж;
- ознайомлення з організацією, протоколами та інтерфейсами сучасних глобальних мереж.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

Знати:

- структури і архітектуру комп'ютерних мереж;
- принципи побудови, склад та технології функціонування локальних, комбінованих та глобальних комп'ютерних мереж.

Вміти:

- орієнтуватися у сучасних мережевих технологіях;
- визначати оптимальний склад мережевого обладнання та програмного забезпечення;
- орієнтуватися в питаннях проектування, побудови, експлуатації комп'ютерних мереж.

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

Необхідні дисципліни: “Програмування”, “Об’єктна - орієнтоване програмування”, “Системне програмування”, “Структури даних та алгоритми”, “Інженерія програмного забезпечення”, “Алгоритми та методи обчислень”, «Комп'ютерні мережі».

Дисципліни, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни: “Організація обчислювальних процесів”, “Комп’ютерні системи”, “Системне програмне забезпечення”, “Технологія розподілених обчислень”

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Предмет теорії програмування комп’ютерних мереж

Тема 1.1. Сучасна технологія програмування комп’ютерних мереж.

Розділ 2. Основи технології мережі SDN

Тема 2.1. Рівні архітектури SDN

Тема 2.2 Контролер SDN

Тема 2.3. Інтерфейси контролера SDN

Тема 2. 4. SDN Програмні перемикачі

Розділ 3. Протокол Open Flow.

Тема 3.1. Версії протоколу

Тема 3.2. Open Flow порти

Тема 3.3. Таблиці Open Flow

Розділ 4. Програмування комп’ютерних мереж

Тема 4.1. Програмування мережевих комутаторів за допомогою протоколу OpenFlow.

Тема 4.2. Методи балансування навантаженням в SDN на основі протоколу OpenFlow

Тема 4.3. Маршрутизації та конструювання трафіку в мережі SDN

Розділ 5 Методи побудови мереж SDN

Тема 5.1. Віртуалізація мереж з метою ефективнішого використання мережевих ресурсів.

Тема 5.2. Побудови інфраструктурних «хмарних сервісів» за допомогою SDN.

Тема 5.3. Застосування програмно-конфігурованих мереж в концепції «Інтернету речей».

4. Навчальні матеріали та ресурс.

1. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Ільїн О.О. Побудова SDN мереж. – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2019. – 190 с.

1. Кулаков Ю.О., І.А. Жуков Комп’ютерні мережі // навчальний посібник з грифом МОН України Вид-во Нац. Авіа. Ун-ту «НАУ-друк», 2009. —329с.

2. Комп’ютерні мережі 2. Глобальні комп’ютерні мережі. Методичні вказівки до лабораторних робіт. [Текст] / К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 141 с.; гриф факультету (інституту); № протокола Ради б; дата отримання грифу 09.02.2015

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) (очна форма)

Назви розділів, тем	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні заняття	СРС
Розділ 1 Предмет теорії програмування комп’ютерних мереж Тема 1.1. Сучасна технологія програмування комп’ютерних мереж.	8	2		6

Розділ 2. Основи технології мережі SDN Тема 2.1. Рівні архітектурі SDN Тема 2.2 Контролер SDN Тема 2.3. Інтерфейси контролера SDN Тема 2. 4. SDN Програмні перемикачі	36	10	4	22
Розділ 3. Протокол Open Flow. Тема 3.1. Версії протоколу Тема 3.2. Open Flow порти Тема 3.3. Таблиці Open Flow	34	8	4	22
Розділ 4. Програмування комп'ютерних мереж Тема 4.1. Програмування мережевих комутаторів за допомогою протоколу OpenFlow. Тема 4.2. Методи балансування навантаженням в SDN на основі протоколу OpenFlow Тема 4.3. Маршрутизації та конструювання трафіку в мережі SDN	34	8	4	22
Розділ 5 Методи побудови мереж SDN Тема 5.1. Віртуалізація мереж з метою ефективнішого використання мережевих ресурсів. Тема 5.2. Побудови інфраструктурних «хмарних сервісів» за допомогою SDN. Тема 5.3. Застосування програмно-конфігурованих мереж в концепції «Інтернету речей».	38	8	6	24

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) (заочна форма)

Назви розділів, тем	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні заняття	СРС
Розділ 1 Предмет теорії програмування комп'ютерних мереж Тема 1.1. Сучасна технологія програмування комп'ютерних мереж.	8			8
Розділ 2. Основи технології мережі SDN Тема 2.1. Рівні архітектурі SDN Тема 2.2 Контролер SDN Тема 2.3. Інтерфейси контролера SDN Тема 2. 4. SDN Програмні перемикачі	32	2		32
Розділ 3. Протокол Open Flow. Тема 3.1. Версії протоколу Тема 3.2. Open Flow порти Тема 3.3. Таблиці Open Flow	32	2	2	32
Розділ 4. Програмування комп'ютерних мереж Тема 4.1. Програмування мережевих комутаторів за допомогою протоколу OpenFlow.	30		2	30

Тема 4.2. Методи балансування навантаженням в SDN на основі протоколу OpenFlow Тема 4.3. Маршрутизації та конструювання трафіку в мережі SDN				
Розділ 5 Методи побудови мереж SDN Тема 5.1. Віртуалізація мереж з метою ефективнішого використання мережевих ресурсів. Тема 5.2. Побудови інфраструктурних «хмарних сервісів» за допомогою SDN. Тема 5.3. Застосування програмно-конфігурованих мереж в концепції «Інтернету речей».	33	4	4	32

Лекційні заняття (Очна форма)

№ лекції	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів. Посилань на літературу та завдання на СРС)
1.	Основи проектування комп'ютерних мереж
2.	Сучасна технологія програмування комп'ютерних мереж.
3.	Основи технології мережі SDN
4.	Рівні архітектурі SDN
5.	Контролер SDN. Інтерфейси контролера SDN.
6.	SDN Програмні комутатори
7.	Протокол Open Flow.
8.	Open Flow порти. Таблиці Open Flow
9.	Програмування комп'ютерних мереж
10.	Програмування мережевих комутаторів за допомогою протоколу OpenFlow.
11.	Методи балансування навантаженням в SDN на основі протоколу OpenFlow
12.	Методи маршрутизації трафіку в мережі SDN
13.	Конструювання трафіку в мережі SDN
14.	Методи побудови мереж SDN
15.	Розбиття мережі на підмережі
16.	Віртуалізація мереж з метою ефективнішого використання мережевих ресурсів.
17.	Побудови інфраструктурних «хмарних сервісів» за допомогою SDN
18.	Застосування програмно-конфігурованих мереж в концепції «Інтернету речей»

Лекційні заняття (заочна форма)

№ лекції	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів. Посилань на літературу та завдання на СРС)
1.	Основи технології мережі SDN
2.	Протокол Open Flow.
3.	Методи побудови мереж SDN
4.	Побудови інфраструктурних «хмарних сервісів» за допомогою SDN

Лабораторні заняття

Метою проведення циклу лабораторних робіт є набуття студентами необхідних практичних навичок використання методів та способів програмування комп'ютерних мереж.

Лабораторні заняття (очна форма)

№	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	вступ до Mininet	2
2	Традиційні мережі: Приклад BGP як розподілена система та рішення про автономне пересилання	2
3	Синтез деревовидної структури комп'ютерної мережі на заданій множині комутаторів.	2
4	Вступ до SDN	2
5	Налаштування VXLAN для забезпечення ізоляції мережевого трафіку	2
6	Вступ до OpenFlow	2
7	Маршрутизація в мережі SDN	2
8	Налаштування служби віртуальної приватної локальної мережі (VPLS)	2
9	Застосування рівнозначного багатопрофільного протоколу (ECMP) у мережах SDN	2
	Разом:	18

Лабораторні заняття (заочна форма)

№	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Вступ до SDN	2
2	Маршрутизація в мережі SDN	2
3	Налаштування служби віртуальної приватної локальної мережі (VPLS)	2
4	Застосування рівнозначного багатопрофільного протоколу (ECMP) у мережах SDN	2
	Разом:	8

6. Самостійна робота студента (очна форма)

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Скласти програму розрахунку часових затримок концентратора. Провести порівняльний аналіз часових затримок для різноманітних режимів роботи концентратора. Розробити структуру концентратора.	14

2	Скласти програму розрахунку основних параметрів вузла комутації пакетів, а також програму розрахунку запам'ятовуючих пристроїв .	14
3	Скласти програму розрахунку часових характеристик узгодження мережного потоку блоків даних, провести аналіз часових характеристик і визначити оптимальну структуру пристрою узгодження мережного потоку. Розробити алгоритми управління передачею блоків даних між вузлами комутації пакетів.	14
4	Скласти програму розрахунку основних характеристик при глобальному управлінні навантаженням в мережі, програму моделювання наскрізного і локального управління навантаженням в мережі.	14
5	Скласти програму розрахунку пропускної спроможності й оптимального розміру вікна для максимальної потужності мережі.	14
6	Вивчити відомі алгоритми оптимізації структури абонентських мереж, скласти алгоритм і програму алгоритму оптимізації.	26
	Разом:	96

Самостійна робота студента (заочна форма)

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
	Основи проектування комп'ютерних мереж Сучасна технологія програмування комп'ютерних мереж.	10
	Рівні архітектурі SDN. Контролер SDN. Інтерфейси контролера SDN. SDN Програмні комутатори	14
	Програмування мережевих комутаторів за допомогою протоколу OpenFlow. Методи балансування навантаженням в SDN на основі протоколу OpenFlow Методи маршрутизації трафіку в мережі SDN. Конструювання трафіку в мережі SDN	18
1	Скласти програму розрахунку часових затримок концентратора. Провести порівняльний аналіз часових затримок для різноманітних режимів роботи концентратора. Розробити структуру концентратора.	14
2	Скласти програму розрахунку основних параметрів вузла комутації пакетів, а також програму розрахунку запам'ятовуючих пристроїв .	14
3	Скласти програму розрахунку часових характеристик узгодження мережного потоку блоків даних, провести аналіз часових характеристик і визначити оптимальну структуру пристрою узгодження мережного потоку. Розробити алгоритми управління передачею блоків даних між вузлами комутації пакетів.	14
4	Скласти програму розрахунку основних характеристик при глобальному управлінні навантаженням в мережі, програму моделювання наскрізного і локального управління навантаженням в мережі.	14
5	Скласти програму розрахунку пропускної спроможності й оптимального розміру вікна для максимальної потужності мережі.	14
6	Вивчити відомі алгоритми оптимізації структури абонентських мереж, скласти алгоритм і програму алгоритму оптимізації.	26
	Разом:	134

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час занять з навчальної дисципліни студенти повинні дотримуватись певних дисциплінарних правил:

- 1) забороняється запізнюватись на заняття;
- 2) при вході викладача, на знак привітання, особи, які навчаються в КПІ ім. Ігоря Сікорського повинні встати;
- 3) не допускаються сторонні розмови або інший шум, що заважає проведенню занять;
- 4) виходити з аудиторії під час заняття допускається лише з дозволу викладача.
- 5) не допускається користування мобільними телефонами та іншими технічними засобами без дозволу викладача.

Лабораторні роботи здаються особисто з попередньою перевіркою теоретичних знань, які необхідні для виконання лабораторної роботи. Перевірка практичних результатів включає перевірку коду та виконання тестових завдань.

В процесі навчання викладач має право нарахувати до 5 заохочувальних балів за дострокове виконання лабораторної роботи, за проявлений творчий підхід при виконанні індивідуального завдання або за активну участь у обговоренні питань, що пов'язані з тематикою лекції або практичного заняття.

За виконання та здачу лабораторної роботи після зазначеного дедлайну, за значну кількість пропущених занять, або за порушення правил поведінки на заняттях викладач може призначити до 5 штрафних балів.

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

- Поточний контроль: виконання модульної контрольної роботи

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 40 балів.

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах:

Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	Сумарна кількість балів
Виконання та захист лабораторної роботи 1	5	45
Виконання та захист лабораторної роботи 2	5	
Виконання та захист лабораторної роботи 3	5	
Виконання та захист лабораторної роботи 4	5	
Виконання та захист лабораторної роботи 5	5	
Виконання та захист лабораторної роботи 6	5	
Виконання та захист лабораторної роботи 7	5	
Виконання та захист лабораторної роботи 8	5	
Виконання та захист лабораторної роботи 9	5	
Виконання модульної контрольної роботи		15
Всього балів		60

Максимальна кількість балів за екзамен дорівнює **RE =40 балів**.

Екзаменаційний білет містить 4 завдання (одне теоретичне і три практичних) за тематикою лекцій та лабораторних робіт, що виконувались в семестрі. Кожне запитання оцінюється від 0 до 10 балів.

Критерії оцінювання кожного запитання за чотирма рівнями:

- правильна та змістовна відповідь: 9– 10 балів,

- правильна відповідь, неповні пояснення: 7 – 8 балів,
- відповідь містить помилки: 5 – 6 балів,
- немає відповіді або відповідь невірна: 0 балів.

Календарна атестація студентів (на 8 та 14 тижнях семестрів) з дисципліни проводиться за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50 % від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «не атестований».

Необхідною умовою допуску до екзамену студента є виконання і захист всіх лабораторних робіт з сумою балів не менше ніж 30 балів.

Кількість балів, що отримує студент за семестр визначається формулою

$$R = (R_{л} + R_{ПКР}) + R_{Е.} = R_{S} + R_{E}$$

Максимальна кількість балів за семестр не перевищує **R = 100**.

Таблиця відповідності 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
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

перелік теоретичних питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено в Додатку 1

Умова зарахування додаткових балів.

В рамках вивчення навчальної дисципліни «Технології програмування комп'ютерних мереж» допускається зарахування балів, одержаних в результаті дистанційних курсів на платформі "Coursera", за умови попереднього погодження програми даного курсу з викладачем та за умови отримання офіційного сертифікату.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор кафедри обчислювальної техніки, д.т.н, Кулаков Ю.О.

Ухвалено кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 13 від 10.05.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 29.06.2023)