

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
Харківський національний університет внутрішніх справ
кафедра протидії кіберзлочинності, факультет № 4

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни "Телекомунікаційні системи та мережі нового покоління"

ВК.09

вибіркових компонент
освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти

125 "Кібербезпека та захист інформації" (безпека інформаційних та комунікаційних систем)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Вченою радою факультету № 4
Протокол від 16.08.2023 № 8

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні кафедри протидії кіберзлочинності (*протокол від 15.08.2023 № 19*)

Розробник:

Завідувач кафедри протидії кіберзлочинності, к.ю.н., професор Манжай О.В.

Рецензенти:

Тулупов В.В., доцент кафедри кібербезпеки та DATA-технологій факультету № 6
Харківського національного університету внутрішніх справ к.т.н., доцент;

Павликівський В.І., перший проректор Харківського університету, д.ю.н., професор

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Шифри та назви галузі знань, код та назва спеціальності, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – <u>3</u> Загальна кількість годин – <u>90</u> Кількість тем – <u>7</u>	12 Інформаційні технології 125 Кібербезпека (Протидія кіберзлочинності; безпека інформаційних та комунікаційних систем) бакалавр	Навчальний курс <u>1</u> Семестри <u>2</u> Види підсумкового контролю: - <u>залік</u> .
Розподіл навчальної дисципліни за видами занять:		
денна форма навчання Лекції – <u>16 год</u> ; Семінарські заняття – <u>14 год</u> ; Самостійна робота – <u>60 год</u> ;	заочна форма навчання Лекції – <u>6 год</u> ; Семінарські заняття – <u>4 год</u> ; Самостійна робота – <u>80 год</u> ;	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Телекомунікаційні системи та мережі нового покоління» є формування знань з організаційно-технічних аспектів телекомунікаційних систем та мереж нового покоління і вмінь використовувати системний підхід до аналізу та синтезу мереж та систем зв'язку наступних поколінь.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Телекомунікаційні системи та мережі нового покоління»:

- ознайомлення з напрямками розвитку телекомунікаційних технологій сучасних мереж; місцем і роллю різноманітних технологій в архітектурі NGN та можливими шляхами їх інтеграції;
- використовувати системний підхід до аналізу та синтезу мереж та систем зв'язку наступних поколінь, будувати мережі NGN з використанням програмних комутаторів Softswitch в мережах IP-телефонії і ТМЗК, розраховувати характеристики систем гнучкої комутації в NGN мережах.

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна спирається на дисципліни бакалавріату: інформаційні технології; алгоритмізація та програмування; операційні системи та комп'ютерні мережі, дисципліну технології хмарних обчислень, що викладається в першому семестрі другого (магістерського) рівня і формує знання для засвоєння проходження виробничої практики та підготовки кваліфікаційної роботи.

Очікувані результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні:

знати: організаційно-технічні аспекти телекомунікаційних систем та мереж нового покоління:

- напрямки розвитку телекомунікаційних технологій сучасних мереж;
- місце і роль різноманітних технологій в архітектурі NGN та можливі шляхи їх інтеграції;
- принципи побудови та функціонування програмних комутаторів Softswitch;
- структуру протоколів H-323, SIP, SIP-T, MGCP, MEGACO/H-248, SIGTRAN, LDP;

вміти:

- використовувати системний підхід до аналізу та синтезу мереж та систем зв'язку наступних поколінь;
- будувати мережі NGN з використанням програмних комутаторів Softswitch в мережах IP-телефонії і ТМЗК;
- розраховувати характеристики систем гнучкої комутації в NGN мережах;

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 90 годин/3 кредити ECTS.

Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:		
Інтегральна компетентність		Здатність особи розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки
Загальні компетентності (КЗ)	КЗ 1	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
	КЗ 2	Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
Фахові компетентності (ФК)	КФ 1	Здатність обґрунтовано застосовувати, інтегрувати, розробляти та удосконалювати сучасні інформаційні технології, фізичні та математичні моделі, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення професійних задач у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.
	КФ.2	Здатність розробляти, впроваджувати та аналізувати нормативні документи, положення, інструкції й вимоги технічного та організаційного спрямування, а також інтегрувати, аналізувати і використовувати кращі світові практики, стандарти у професійній діяльності в сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.

Програма навчальної дисципліни

Тема 1: Основні поняття мереж зв'язку наступного покоління. Архітектура мережі наступного покоління NGN.

Основні поняття мереж зв'язку наступного покоління. Архітектура мережі наступного покоління NGN. Принципи побудови мережі NGN. Рівень послуг і додатків. Рівень магістральної транспортної мережі. Рівень доступу. Рівень управління і сигналізації. Відкрита платформа послуг NGN.

Тема 2: Напрями еволюції технологій і послуг телекомунікаційних мереж.

Характеристика технологій з комутацією каналів. Характеристика технологій з комутацією пакетів. Управління мережами наступного покоління NGN. Перспективи використання ОКС-7 в мережах NGN. Взаємодія існуючого парку мереж з мережами зв'язку наступного покоління NGN.

Тема 3: Склад, особливості і основні технології мереж доступу

Склад і особливості мереж доступу. Основні технології мереж доступу. Принципи побудови мереж доступу. Управління мережами доступу.

Тема 4 Послуги IP–телефонії в мережі NGN

Архітектура мережі, принцип роботи за стандартом H.323. Компоненти архітектури та їх роль. Сценарій установлення, підтримки та руйнування з'єднань за протоколом H-323 (RAS, H-225, H-245, RTP, RTCP, H-225).

Архітектура мережі, принцип роботи, рекомендації за стандартом SIP. Компоненти архітектури SIP та їх роль. Характеристика серверів SIP (Proxy, Redirect, Location, Register). Адресація в SIP. Сценарії встановлення, підтримки і закінчення зв'язку за протоколом SIP. Протокол управління шлюзами MGCP. Принципи декомпозиції функцій шлюзу мережі (GW). Синхронізація роботи пристроїв управління мережею. Протоколи управління шлюзами Megaco/H-248. Алгоритм встановлення, підтримки і руйнування з'єднань. Сигналізація в IP-мережах. Протокол SIGTRAN: M2UA, M2PA, M3UA, SUA, IUA, V5UA. Протокол передачі з керуванням потоками SCTP. Протоколи RTP, RTCP. Моніторинг мереж засобами Ethereal.

Тема 5: Побудова та конфігурування мережі NGN з використанням Softswitch.

Розгортання мережі з використанням Softswitch. Конфігурування і моніторинг стану Softswitch. Реєстрація абонентів. Маршрутизація викликів, авторизація та списки викликів.

Тема 6: Побудова базової мережі на основі технології IP MPLS.

Принципи побудови телекомунікаційних мереж на основі технології MPLS. Основні елементи мережі MPLS. Стек протоколів мережі MPLS.

Тема 7: Програмно-конфігуровані мережі.

Основні принципи побудови та функціонування програмно-конфігурованих мереж. Керування програмно-конфігурованими мережами. Головні компоненти OpenFlow мережі.

3. Структура навчальної дисципліни

Розподіл часу навчальної дисципліни за темами(денна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни					Вид контролю
	Всього	з них:				
		лекції	Семінарськ і заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр №2						
Тема №1. Основні поняття мереж зв’язку наступного покоління. Архітектура мережі наступного покоління NGN	14	4			10	залік
Тема №2. : Напрями еволюції технологій і послуг телекомунікаційних мереж.	10	2			8	
Тема №3. Склад, особливості і основні технології мереж доступу	18	2	4		12	
Тема №4 Послуги IP–телефонії в мережі NGN	16	2	6		8	
Тема №5 Побудова та конфігурування мережі NGN з використанням Softswitch.	18	2	4		12	
Тема №6 Побудова базової мережі на основі технології IP MPLS.	10	2			6	
Тема №7 Програмно-конфігуровані мережі.	8	2			4	
Всього за семестр №2	90	16	14		60	

заочна форма навчання

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни					Вид контролю
	Всього	з них:				
		лекції	Семінарськ і заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр №2						
Тема №1. Основні поняття мереж зв'язку наступного покоління. Архітектура мережі наступного покоління NGN	16				16	залік
Тема №2. : Напрями еволюції технологій і послуг телекомунікаційних мереж.	14				14	
Тема №3. Склад, особливості і основні технології мереж доступу	12	2			10	
Тема №4 Послуги IP–телефонії в мережі NGN	14	2	2		10	
Тема №5 Побудова та конфігурування мережі NGN з використанням Softswitch	12		2		10	

Тема №6 Побудова базової мережі на основі технології IP MPLS.	12	2			10
Тема №7 Програмно-конфігуровані мережі	10				10
Всього за семестр №2	90	6	4		80

Питання, що виносяться на самостійне опрацювання

Перелік питань до тем навчальної дисципліни		Літера-тура
Тема № 1. Основні поняття мереж зв'язку наступного покоління. Архітектура мережі наступного покоління NGN		
Опрацювати текст лекції № 1 та літературу до теми, створивши стислий конспект в електронному виді. Закінчити виконання семінарських занять. Створити мультимедійну презентацію за темою. Підготувати розгорнуті змістовні відповіді на контрольні запитання до теми.		2,3 ресурси Internet
Тема № 2. Напрями еволюції технологій і послуг телекомунікаційних мереж		
Опрацювати текст лекції № 2 та літературу до теми, створивши стислий конспект в електронному виді. Закінчити виконання семінарських занять. Створити мультимедійну презентацію за темою. Підготувати розгорнуті змістовні відповіді на контрольні запитання до теми.		3,4,9 ресурси Internet
Тема № 3. . Склад, особливості і основні технології мереж доступу		
Опрацювати текст лекції № 3 та літературу до теми, створивши стислий конспект в електронному виді. Закінчити виконання семінарських занять. Створити мультимедійну презентацію за темою. Підготувати розгорнуті змістовні відповіді на контрольні запитання до теми.		2, 4,9 ресурси Internet
Тема № 4. Послуги IP–телефонії в мережі NGN		
Опрацювати текст лекції № 4 та літературу до теми, створивши стислий конспект в електронному виді. Закінчити виконання семінарських занять. Створити мультимедійну презентацію за темою. Підготувати розгорнуті змістовні відповіді на контрольні запитання до теми.		4,9 ресурси Internet
Тема №5 Побудова та конфігурування мережі NGN з використанням Softswitch		
Опрацювати текст лекції № 5 та літературу до теми, створивши стислий конспект в електронному виді. Закінчити виконання семінарських занять. Створити мультимедійну презентацію за темою. Підготувати розгорнуті змістовні відповіді на контрольні запитання до теми.		6, ресурси Internet
Тема №6 Побудова базової мережі на основі технології IP MPLS.		
Опрацювати текст лекції № 6 та літературу до теми, створивши стислий конспект в електронному виді. Закінчити виконання семінарських занять. Створити мультимедійну презентацію за темою. Підготувати розгорнуті змістовні відповіді на контрольні запитання до		2-6, ресурси Internet

теми.	
Тема №7 Програмно-конфігуровані мережі.	
Опрацювати текст лекції № 7 та літературу до теми, створивши стислий конспект в електронному виді. Закінчити виконання семінарських занять. Створити мультимедійну презентацію за темою. Підготувати розгорнуті змістовні відповіді на контрольні запитання до теми.	1, 7, 8, ресурси Internet

4. Індивідуальні завдання

відсутні

5. Методи навчання

Аудиторні заняття проводяться у формі візуального представлення аналітично-графічного матеріалу дисципліни, на яких здобувачі вищої освіти повинні виконувати відповідні розумові, обчислювальні та практичні дії.

Самостійна робота за кожною темою передбачає вивчення теоретичних питань лекційних занять та опрацювання літератури до теми, виконання завдань семінарських занять.

6. Перелік питань та завдань, що виносяться на підсумковий контроль

Контроль проводиться по тестових завданнях на підсумковому контролі – заліку.

Контрольні питання

1. Поясніть термін «Інфокомунікаційна послуга». Наведіть приклади та характеристики сучасних інфокомунікаційних послуг.
2. Склад і особливості мереж доступу.
3. Основні технології мереж доступу.
4. Принципи побудови мереж доступу.
5. Управління мережами доступу.
6. Забезпечення та контроль параметрів якості обслуговування в NGN мережах.
7. Механізми обслуговування черг в транзитних та кінцевих вузлах.
8. Поясніть основні принципи конфігурації, основну філософію програмно-конфігурованих мереж та їх основні відмінності від класичних IP мереж.
9. Класифікація якості VoIP. Методи її підвищення.
10. Приведіть схему підключення шлюзу доступу та транзитного шлюзу в мультисервісній мережі.
11. Стек протоколів АТМ мережі. Формат комірки. Функціонали основних полів.
12. Приведіть приклади та сфери застосування протоколів рівня додатків мереж NGN.
13. Наведіть структурну схему організації послуги IP телебачення. Поясніть принцип роботи, вкажіть основні протоколи.
14. Наведіть структуру мультисервісного вузла доступу. Поясніть призначення основних функціональних блоків.
15. Порівняйте IP та АТМ технології. Які перспективи і виклики їх впровадження постають перед Українськими операторами зв'язку?
16. Опишіть методику розрахунку транзитних шлюзів.
17. Поясніть принцип лямбда комутації.
18. Формат повідомлення SIP-протоколу. Встановлення з'єднання SIP-протоколу.

19. IP телефонія. Схема організації. Основні принципи і протоколи.
20. Основні принципи побудови та функціонування програмно-конфігурованих мереж.
21. Керування програмно-конфігурованими мережами.
22. Головні компоненти OpenFlow мережі.
23. Моделі побудови IP-телефонних мереж.
24. Основні протоколи IP-телефонії.
25. Набір рекомендацій H.323.
26. Протокол SIP.
27. Процедури обробки мови в IP-телефонії.
28. Принципи побудови телекомунікаційних мереж на основі технології MPLS.
29. Основні елементи мережі MPLS.
30. Стек протоколів мережі MPLS.

8. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання здобувачів

Контрольні заходи включають у себе поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль.

До форм поточного контролю належить оцінювання:

- рівня знань під час практичних і лабораторних занять;
- якості виконання індивідуальної та самостійної роботи.

Поточний контроль здійснюється під час проведення семінарських занять і має за мету перевірку засвоєння знань, умінь і навичок здобувачем вищої освіти (далі – здобувач) з навчальної дисципліни.

У ході поточного контролю проводиться систематичний вимір приросту знань, їх корекція. Результати поточного контролю заносяться викладачем до журналів обліку роботи академічної групи за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Оцінки за самостійну та індивідуальну роботи виставляються в журнали обліку роботи академічної групи окремою графою за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Результати цієї роботи враховуються під час виставлення підсумкових оцінок.

При розрахунку успішності здобувачів враховуються такі види робіт: навчальні заняття (практичні, лабораторні тощо); самостійна та індивідуальна роботи (виконання домашніх завдань, ведення конспектів першоджерел та робочих зошитів, виконання розрахункових завдань, підготовка рефератів, наукових робіт, публікацій, розроблення спеціальних технічних пристроїв і приладів, моделей, комп'ютерних програм, виступи на наукових конференціях, семінарах та інше); контрольні роботи (виконання тестів, контрольних робіт у вигляді, передбаченому в робочій програмі навчальної дисципліни). Вони оцінюються за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Здобувач, який отримав оцінку «незадовільно» за навчальні заняття або самостійну роботу, зобов'язаний перескласти її.

Загальна кількість балів (оцінка), отримана здобувачем за семестр перед підсумковим контролем, розраховується як середньоарифметичне значення з оцінок за навчальні заняття та самостійну роботу, та для переводу до 100-бальної системи помножується на коефіцієнт **10**.

$$\text{Загальна кількість балів (перед підсумковим контролем)} = \left(\left(\text{Результат навчальних занять за семестр} + \text{Результат самостійної роботи за семестр} \right) / 2 \right) * 10$$

Підсумковий контроль. Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на певному ступені вищої освіти або на окремих його завершених етапах.

Для обліку результатів підсумкового контролю використовується поточно-накопичувальна інформація, яка реєструється в журналах обліку роботи академічної групи. Результати підсумкового контролю з дисциплін відображаються у відомостях обліку успішності, навчальних картках здобувачів, залікових книжках. **Присутність здобувачів на проведенні підсумкового контролю (заліку, екзамену) обов'язкова.** Якщо здобувач вищої освіти не з'явився на підсумковий контроль (залік, екзамен), то науково-педагогічний працівник ставить у відомість обліку успішності відмітку «не з'явився».

Підсумковий контроль (екзамен, залік) оцінюється за національною шкалою. Для переводу результатів, набраних на підсумковому контролі, з національної системи оцінювання в 100-бальну вводиться коефіцієнт **10**, таким чином максимальна кількість балів на підсумковому контролі (екзамені, заліку), які використовуються при розрахунку успішності здобувачів, становить **50**.

Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру, та балів, набраних на підсумковому контролі (екзамені, заліку).

$$\text{Підсумкові бали навчальної дисципліни} = \text{Загальна кількість балів (перед підсумковим контролем)} + \text{Кількість балів за підсумковим контролем}$$

Здобувач вищої освіти, який під час складання підсумкового контролю (екзамен, залік) отримав незадовільну оцінку, складає його повторно. Повторне складання підсумкового екзамену чи заліку допускається не більше двох разів з кожної навчальної дисципліни: один раз – викладачеві, а другий – комісії, до складу якої входить керівник відповідної кафедри та 2-3 науково-педагогічних працівники.

Якщо дисципліна вивчається протягом двох і більше семестрів з семестровим контролем у формі екзамену чи заліку, то результат вивчення дисципліни в поточному семестрі визначається як середньоарифметичне значення балів, набраних у поточному та попередньому семестрах.

$$\text{Підсумкові бали навчальної дисципліни} = \text{Підсумкові бали за поточний семестр} + \text{Підсумкові бали за попередній семестр} / 2$$

Незадовільні оцінки виставляються тільки в відомостях обліку успішності. Здобувачам вищої освіти, які отримали не більше як дві незадовільні оцінки (нижче ніж 60 балів) з навчальної дисципліни, можуть бути встановлені різні строки ліквідації академічної заборгованості, але не пізніше як за день до фактичного початку навчальних занять у наступному семестрі.

Робота під час навчальних занять	Самостійна та індивідуальна робота	Підсумковий контроль
Отримати не менше 3 позитивних оцінок	Підготувати реферат, підготувати конспект за темою самостійної роботи, розв'язати задачі.	Отримати за підсумковий контроль не менше 30 балів

9. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
97-100	Відмінно ("зараховано")	A	"Відмінно" – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
94-96			
90-93			
85 – 89	Добре ("зараховано")	B	"Дуже добре" – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані , якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального , робота з двома – трьома незначними помилками.
80-84			
75 – 79			
70 – 74	Задовільно ("зараховано")	C	"Добре" – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані , якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками , робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.
65-69			
60 – 64			
40–59			"Достатньо" – теоретичний зміст курсу освоєний частково , деякі практичні навички роботи не сформовані , частина передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані , або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального , робота, що задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.
			"Умовно незадовільно" – теоретичний зміст курсу освоєний частково , необхідні практичні навички роботи не сформовані , більшість передбачених програм навчання, навчальних завдань не виконано , або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до

21-40	Незадовільно ("не зараховано")	FX	мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання), робота, що потребує доробки
1-20		F	"Безумовно незадовільно" – теоретичний зміст курсу не освоєно , необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

10.Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна:

1. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Ільїн О.О. Побудова SDN мереж. – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2019. – 190 с.
2. Телекомунікаційні системи та мережі. Структура та основні функції / В. В. Поповський та ін. Т. 1. Харків: СМІТ. Друге видання. Виправлено та доповнено. 2018.
3. Заїка В.Ф. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління./ В.Ф. Заїка, О.Г. Варфоломєєва, К.О.Домрачева, Г.О. Гринкевич Навчальний посібник- Київ: ДУТ, 2019. – 352 с.
4. Методи наукових досліджень в телекомунікаціях. У 2-х томах. Т. 1.: навчальний посібник/під ред. В.В. Поповського. – Х .: Компанія СМІТ, 2013. – 390 с.
5. Комп'ютерні мережі Частина 2: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізації «Інженерія програмного забезпечення інформаційно управляючих систем» та «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 372 с

Допоміжна:

6. Беркман Л.Н. Оцінювання показників стійкості мережі майбутнього (FN) до зовнішніх дестабілізуючих факторів / Л.Н. Беркман, С.І. Отрох, В.О. Ярош, Є.П. Гороховський, Ю. М. Зіненко // Журнал “Зв’язок”. – 2017. – №2. – С. 25-28.
7. Методи наукових досліджень в телекомунікаціях [Текст]. У 2-х томах. Т. 2 .: навчальний посібник / під ред. В.В. Поповського. – Х .: Компанія СМІТ, 2013. – 330 с.

Інформаційні ресурси в інтернеті:

8. <https://netwave.ua/direction/programno-konfigurovana-merezha-sdn/>
9. <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/84-1.pdf>
10. https://uk.wikipedia.org/wiki/Shortest_Path_Bridging