

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної



АНТОНІЙ АНТЕЛЕЙМОНОВ

2020 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Компоненти складних комп'ютерних мереж

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 12 «Інформаційні технології»

спеціальність 125 – «Кібербезпека»

освітня програма Кібербезпека

спеціалізація

вид дисципліни обов'язкова

факультет комп'ютерних наук

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету (інституту, центру)


“ 31 ” серпня 2020 року, протокол № 12

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Малахов Сергій Віталійович, кандидат технічних наук, с.н.с., доцент кафедри безпеки інформаційних систем і технологій.

Програму схвалено на засіданні кафедри безпеки інформаційних систем і технологій

Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

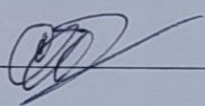
Завідувач кафедри безпеки інформаційних систем і технологій


(підпис)

Рассомахін С.Г.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) Кібербезпека
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи) Рассомахін Сергій Геннадійович

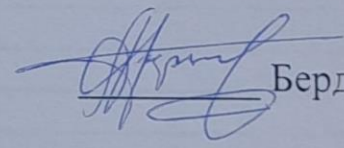

(підпис)

Рассомахін С.Г.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Бердніков А. Г.

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни «Компоненти складних комп'ютерних мереж».

Дію робочої програми продовжено: на 2021/2022 н. р.

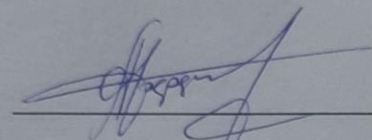
Заступник декана факультету з навчальної роботи



Світлана КОЛОВАНОВА

« » серпня 2021 р.

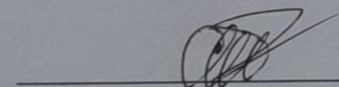
Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Анатолій БЕРДНІКОВ

« » серпня 2021 р.

Програму погоджено з гарантом освітньої програми 125 «Кібербезпека»
Гарант освітньої програми 125 «Кібербезпека»



Сергій РАССОМАХІН

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «[Компоненти складних комп'ютерних мереж](#)» складена відповідно до освітньої програми підготовки першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю [125](#) - «[Кібербезпека](#)», освітня програма [Кібербезпека](#).

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета навчальної дисципліни

Дисципліна має на меті: надати студентам чітке уявлення про принципи побудови складних комп'ютерних мереж (СКМ) та шляхи забезпечення інформаційної безпеки (ІБ) в сучасних системах множинного доступу. Дисципліна сфокусована на формуванні у студентів відповідних компетенцій в галузях захисту інформації та побудови сучасних СКМ. Навчальна дисципліна містить основні відомості стосовно принципів дії сучасних мультисервісних систем множинного доступу, та розглядає особливості парировання відомих загроз ІБ, що характерні до кожного з різновидів відповідних систем.

1.2. Основні завдання дисципліни:

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

формування у студентів знань про принципи роботи СКМ з каналами зв'язку різної фізичної природи; вивчення основ побудови систем супутникового зв'язку та особливостей компактного представлення даних в сучасних телекомунікаційних системах; формування уявлення про принципи організації багатоканального зв'язку і множинного доступу та визначення особливостей захисту інформації, що характерні до кожного з різновидів відповідних систем.

1.3. Кількість кредитів – 4.

1.4. Загальна кількість годин – 120.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-
Семестр	
5-й	-
Лекції	
32 год.	-
Практичні і заняття	
32 год.	-
Семінарські заняття	
	-
Самостійна робота	
56 год.	-
Усього годин 120год.	

1.6. Заплановані результати навчання:

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

Знати:

1. Принципи побудови та обміну інформацією в сучасних мультисервісних СКМ;
2. Особливості розподілу та використання фізичного ресурсу каналів зв'язку в сучасних телекомунікаційних системах;
3. Основні можливості та особливості функціонування існуючих систем супутникового зв'язку;
4. Принципи компактного представлення контенту в сучасних мультисервісних системах;
5. Методи та засоби захисту інформації в системах багатоканального зв'язку і множинного доступу;
6. Основи запобігання несанкціонованому доступу та витоку даних в СКМ.

Уміти:

1. Використовувати сучасні інформаційні методи аналізу параметрів функціонування окремих компонентів СКМ;
2. Впевнено орієнтуватися в специфіці функціонування сучасних систем багатоканального зв'язку, що використовують канали зв'язку різної фізичної природи;
3. Обґрунтовувати вимоги до основних характеристик перспективних мультисервісних систем багатоканального зв'язку і множинного доступу;
4. Визначати потенційні вразливості СКМ різного призначення;
5. Проводити сегментацію наявних інформаційних та апаратних ресурсів СКМ та формувати пропозиції щодо їх захисту;
6. Орієнтуватися в тематиці питань попередження несанкціонованого витоку даних та впровадження сучасних DLP-рішень.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Канали і лінії зв'язку СКМ.

Тема 1. Основні визначення і класифікація систем електрозв'язку.

Предмет та завдання дисципліни її місце у системі підготовки фахівців. Загальні відомості про розвиток систем електрозв'язку. Проблеми і напрями розвитку сучасних СКМ. Мультисервісні мережі та питання забезпечення їх ІБ. Вплив інтернет технологій на розвиток послуг зв'язку.

Тема 2. Характеристики ліній зв'язку різної фізичної природи.

Фізичні лінії зв'язку і хвильові процеси. Поняття лінії та каналу зв'язку (ЛЗ/КЗ). Особливості роботи Wi-Fi та Ir (бездротових оптичних) ліній зв'язку.

Тема 3. Кількісна і якісна оцінка інформації.

Кількісні міри інформації. Поняття ентропії. Ймовірнісний опис повідомлень. АБГШ.

Тема 4. Сегментація ресурсів СКМ за типом використовуваної лінії зв'язку.

Визначення вразливостей СКМ при використанні ЛЗ різної фізичної природи. Принципи сегментації ресурсів СКМ та забезпечення їх безпеки.

Розділ 2. Цифрові системи передачі інформації.

Тема 5. Цифрові системи передачі даних.

Оптимізація цифрового уявлення аналогових джерел. Методи компактного представлення цифрових даних різного типу. Формати представлення графічної інформації. Алгоритми JPEG та MPEG. Технології ATM, ADSL, MPLS та MIMO.

Тема 6. Системи супутникового зв'язку (ССЗ).

Етапи розвитку ССЗ. Закони Кеплера. Параметри орбіт СЗ. Основні елементи ССЗ.

Тема 7. Технічні особливості функціонування елементів ССЗ.

Способи стабілізації СЗ. Зони покриття СЗ. Діапазони частот. Особливості обробки даних в ССЗ. Бортове та наземне устаткування ССЗ.

Тема 8. Види послуг сучасних ССЗ.

Фіксований супутниковий зв'язок. Мобільний СЗ. Супутникове мовлення. Супутниковий Інтернет. Супутникова навігація. ССЗ GlobalStar та Iridium. Економічні та комерційні аспекти використання окремих послуг. Перспективи розвитку окремих ССЗ. Технологія VSAT.

Розділ 3. Основні принципи багатоканального зв'язку і множинного доступу в СКМ.

Тема 9. Методи раціонального розподілу ресурсів в сучасних системах зв'язку і передачі даних.

Причини появи та перспективи рішення проблеми дефіциту наявного спектру. Поняття ресурс зв'язку. Пропускна здатність каналу зв'язку. Поняття про межі Шеннона. Підвищення ефективності використання каналного ресурсу СКМ. Частотне, часове, кодове, просторове, поляризаційне та хвильове мультиплексування. Технологія MIMO.

Тема 10. Технологія частотного розподілу каналів.

Принцип роботи. Етапи перетворень та основні елементи апаратури ущільнення. Приклади реалізації систем з частотним поділом каналів (FDMA). Шляхи підвищення ефективності роботи FDMA-систем. OFDM-мультиплексування. Основні недоліки та приклади використання FDMA-систем.

Тема 11. Технологія часового розподілу каналів.

Основна ідея та принцип роботи. Етапи перетворень і основні елементи апаратури. Приклади реалізації систем з частотним поділом каналів (TDMA). Шляхи підвищення ефективності роботи TDMA-систем. Різновиди інтерлівінгу. Недоліки TDMA-систем.

Тема 12. Мультиплексування з поділом за довжиною хвиль (WDM).

Принцип роботи WDM. Основні елементи апаратури системи ущільнення. Етапи розвитку та особливості технології WDM. Основні конструкції «каплерів». Відмінності різних версій WDM-систем. Переваги та обмеження технології WDM.

Тема 13. Технологія кодового розподілу каналів.

Множинний доступ з кодовим розподіленням каналів. Принцип роботи та основні особливості апаратури систем з кодовим розподіленням каналів. Відмінності різних версій технології. Шляхи підвищення ефективності та основні недоліки.

Тема 14. Характерні вразливості систем з різним принципом розподілу каналів.

Характерні вразливості та види атак на системи з різним принципом дії. Питання комплексного захисту ресурсів в системах багатоканального зв'язку. Запобігання несанкціонованого витоку даних та захист від несанкціонованого втручання в роботу сучасних СКМ. DLP-системи.

Розділ 4. Мобільні і транкінгові мережі. Інтеграція апаратури різних систем.

Тема 15. Мобільна стільникова телефонія. Системи NMT-450 і AMPS.

Класифікація і принципи побудови відомих систем. Механізм повторного використання частот. Принципи побудови кластерів. Розмірності типових кластерів для аналогових та цифрових систем. Принцип роботи систем NMT-450 і AMPS, та її різновидів.

Етапи перетворень і основні елементи апаратури. Типова структура стаціонарного сегмента. Питання безпеки та Ідентифікації обладнання. Основні недоліки та особливості використання.

Тема 16. Системи стільникового зв'язку стандартів GSM та CDMA.

Структура частотно-временного плану і каналного інтервалу в GSM-900. Побудова системи і особливості роботи системи GSM-900. Особливості автентифікації.

Технології CDMA та WiMAX. Етапи перетворень і основні елементи апаратури. Механізми забезпечення безпеки передаваних даних і інформації об абонентах. Особливості алгоритму автоматичного регулювання потужності. Питання інтеграції мереж різних стандартів (технологій).

Тема 17. Транкінгові системи та Mesh-технології СКМ.

Особливості технології транкінгового зв'язку. Різновиди транкінгових систем. Множинний доступ з наданням ресурсу за вимогою. Сценарії виділення каналів передачі даних. WMN-технологія. Застосування активних і проактивних інструментів забезпечення ІБ в СКМ. Розміщення елементів системи захисту.

3. Структура навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		Л	ПЗ	СЗ	Лаб.	С.Р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Тема 1. Основні визначення і класифікація систем електрозв'язку.	8	2				4
Тема 2. Характеристики ліній зв'язку різної фізичної природи.	8	2	2			4
Тема 3. Кількісна і якісна оцінка інформації	10	2	4			4
Тема 4. Сегментація ресурсів СКМ за типом використовуваної лінії зв'язку.	6	2				4
Контрольне опитування (за матеріалами Розділу 1)	2		2			
Тема 5. Цифрові системи передачі даних.	16	2	10			4
Тема 6. Системи супутникового зв'язку (ССЗ).	2	2				
Тема 7. Технічні особливості функціонування елементів ССЗ.	5	1				4
Тема 8. Види послуг сучасних ССЗ.	3	1				4
Контрольне опитування (за матеріалами Розділу 2)	2		2			
Тема 9. Методи раціонального розподілу ресурсів в сучасних системах зв'язку і передачі даних.	4	2	2			
Тема 10. Технологія частотного розподілу каналів.	4	2	2			
Тема 11. Технологія часового розподілу	2	2				

каналів.						
Тема 12. Мультиплексування з поділом за довжиною хвиль (WDM).	6	2				4
Тема 13. Технологія кодового розподілу каналів.	6	2				4
Тема 14. Характерні вразливості систем з різним принципом розподілу каналів.	7	2				5
Контрольне опитування (за матеріалами Розділу 3)	1		1			
Тема 15. Мобільна стільникова телефонія. Системи NMT-450 і AMPS.	7	2				5
Тема 16. Системи стільникового зв'язку стандартів GSM і CDMA.	13	2	6			5
Тема 17. Транкінгові системи та Mesh-технології СКМ.	7	2				5
Контрольне опитування (за матеріалами Розділу 4)	1		1			
Усього годин	120	32	32		-	56

4. Теми практичних (ПЗ) та семінарських (СЗ) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<i>Розділ 1</i>		
1	ПЗ: - Розрахунок затухання сигналу та рівнів передачі (потужності) в лініях зв'язку.	2
2	ПЗ: - Моделювання сигналів в аналогових і цифрових системах передачі та: - вивчення основних можливостей «MathCAD»	2
3	ПЗ: - Моделювання сигналів в аналогових і цифрових системах передачі: - вивчення способів побудови моделей гауссових джерел випадкових сигналів.	2
<i>Розділ 2</i>		
4	ПЗ: - Моделювання роботи рівномірного квантувача.	2
5	ПЗ: - Методи компактного представлення цифрових даних без втрат інформації: Арифметичний код і код Хаффмана.	2
6	ПЗ: - Моделювання компактного представлення цифрових даних із частковою втратою інформації: Алгоритм стиску JPEG.	4
7	ПЗ: - Дослідження пропускну здатності двійкового симетричного каналу	2
<i>Розділ 3</i>		
8	ПЗ: - Моделювання перетворювачів частоти в системах FDMA (ч.1): - перенесення спектрів індивідуальних сигналів в балансному модуляторі.	2
9	ПЗ: - Моделювання перетворювачів частоти в системах FDMA (ч.2): - зворотне перетворення спектра одного каналу ТЧ в балансному модуляторі.	2

<i>Розділ 4</i>		
10	ПЗ: - Системи CDMA: - дослідження показників якості систем з когерентним квазіортогональним розподілом сигналів.	4
11	ПЗ: - Моделювання процесу генерації m-последовностей на основі дзеркальних поліномів в CDMA системах	2
Разом		32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види та зміст завдання	Кількість годин
1	<i>Підготовка до лекцій.</i>	8
1.1	Повторення основних положень теорії ймовірності.	2
1.2	Повторення питань статистичної обробки дискретних сигналів.	2
1.3	Відновлення основних відомостей щодо принципів роботи амплітудної та частотної модуляції.	2
1.4	Вивчення принципів роботи технологій ATM і ADSL.	2
2	<i>Підготовка до практичних занять та лабораторних робіт.</i>	10
2.1	Відновлення навичок роботи з додатком «MathCAD».	2
2.2	Уточнення взаємозв'язку смуги пропускання КЗ з типом використовуваного мультиплексування.	2
2.3	Повторення основних принципів роботи технології CDMA та її різновидів (<i>ПВРЧ та пряме розширення спектру</i>). Механізми забезпечення ІБ в CDMA-системах.	2
2.4	Моделювання процесу генерації m-последовностей на основі дзеркальних поліномів в системі зв'язку стандарту CDMA.	4
3	<i>Підготовка до контрольних експрес-опитувань</i>	12
3.1	Канали та лінії зв'язку.	2
3.2	Методи компактного представлення даних.	2
3.3	Системи супутникового зв'язку.	2
3.4	Принципи організації множинного доступу та системи з частотним розподілом каналів.	2
3.5	Системи с часовим мультиплексуванням та WDM.	2
3.6	Системи стільникового мобільного зв'язку.	2
4	<i>Підготовка до семінарських занять</i>	11
4.1	Технології MPLS та MIMO (<i>тематика за Розділом 1</i>).	3
4.2	Фрактальні методи стиску зображень та графічний формат «GIF» (<i>тематика за Розділом 1</i>).	3
4.3	Вивчення структури та принципу роботи ССЗ «Global Star» та «Iridium». Технологія VSAT (<i>тематика за Розділом 2</i>).	2
4.4	Формування пропозицій щодо параметрів контентної фільтрації корпоративного трафіку та організації захисту від витоку даних в залежності від структури СКМ та характеристик трафіку.	2
4.5	Визначення типових умов застосування активних та проактивних інструментів забезпечення ІБ в СКМ (<i>тематика за Розділами 3-4</i>).	3
5	<i>Робота з додатковою літературою та електронними джерелами за відповідною тематикою дисципліни.</i>	10
Разом		56

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання (*курсова робота*) – не передбачено.

7. Методи навчання

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторне. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

8. Методи контролю

Контроль засвоєння студентами навчального матеріалу на лекційному занятті здійснюється шляхом зосередження уваги аудиторії постановкою відповідних запитань за матеріалами раніш вивчених занять, які пов'язані з тематикою лекції що викладається.

Оцінка знань по вивчених *розділах* дисципліни здійснюється на початку визначених ПЗ, методом проведення контрольних експрес-опитувань (*письмово*). Рівень знань, продемонстрований студентами на кожному контрольному опитуванні оцінюється 4 балами.

Контроль засвоєння матеріалу *практичних* занять (ПЗ) здійснюється шляхом оцінки якості відпрацювання відповідного звіту та його наступного захисту. Рівень знань, студента за результатами виконання ПЗ оцінюється 3 балами.

Присутність студента на *семінарському* занятті (СЗ) оцінюється в 1 бал.

Наявність якісного конспекту лекцій по дисципліні – *тах* 7 балів.

Максимальна кількість балів за результатами контролю поточної успішності складає 60 балів.

До іспиту не допускаються студенти, що не захистили 2/3 ПЗ та не пройшли в повному обсязі контрольні опитування по розділах дисципліни.

Підсумковий контроль здійснюється шляхом проведення іспиту.

Екзаменаційний квиток включає два питання, по 20 балів кожен.

Максимальна кількість балів за результатами іспиту складає 40 балів.

Максимальна кількість балів за результатами вивчення дисципліни складає 100 балів.

9. Схема нарахування балів

Бали за поточний контроль знань по розділу 1 протягом семестру (по темах)											контр ольне експр ес- опиту вання	Контрольна робота, передбачен а навчальним планом 1	Контрольна робота, передбачен а навчальним планом 2	Разом сума балів у семестрі	Іспит	Загаль на сума балів
П З 1	ПЗ 2	П З 3	ПЗ 4	П З 5	П З 6	П З 7	ПЗ 8	ПЗ 9	ПЗ 10	ПЗ 11	14	10	10	60	40	100
2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3						

ПЗ 1 ... ПЗ 11 – теми практичних занять по різних розділах дисципліни.

Рівень знань, продемонстрований студентами, оцінюється наступним чином:

- виконане та захищене ПЗ – 3 бала;
- успішна здача контрольного опитування (всього 6) – 4 бала.

Критерії оцінювання

Критерії оцінювання знань студентів за контрольне експрес-опитування

Визначення	Кількість балів
Відповідь без помилок.	4
Відповідь містить певну кількість помилок котрі, в цілому, не заважають висвітленню питання.	2
Невірна відповідь, наявні грубі помилки, продемонстровано нерозуміння суті питання.	0

Критерії оцінювання знань за виконання ПЗ

Визначення	Кількість балів
ПЗ виконане самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті роботи підтверджено розуміння суті, порядку виконання та змісту проведених досліджень.	3
ПЗ виконане в повному обсязі. Звіт оформлений відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті роботи підтверджено розуміння суті проведених досліджень але виявлені помилки у знанні теоретичного матеріалу.	2
ПЗ виконане але звіт оформлений з помилками та недоліками. При захисті роботи повністю відсутні коментарі або виявлені суттєві помилки у знанні теоретичного матеріалу.	1

Критерії оцінювання знань студентів за виконання контрольній роботи

Визначення	Кількість балів
Дані повні відповіді на кожне практичне питання показано тверде знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань, зроблені повні і правильні висновки	10
У відповідях на поставлені практичні питання показано знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань за наявності незначних помилок зроблені достатньо повні і правильні висновки	5-9
У відповідях на поставлені практичні питання показано достатньо знання навчального матеріалу при наявності суттєвих помилок, зроблені висновки	2-4
У відповідях показано розуміння суті поставлених питань за наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань, відсутні висновки	1
У відповідях на показано слабкі знання навчального матеріалу при наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань,	0,5

відсутні висновки	
-------------------	--

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт

Визначення	Кількість балів
При відповіді на екзаменаційний квиток, обидва питання освітлені повністю. Відсутні помилки при використанні термінів та понять за тематикою.	40
При відповіді на екзаменаційний квиток, обидва питання освітлені повністю. Є помилки при використанні термінів та понять за тематикою.	30-39
При відповіді на екзаменаційний квиток, обидва питання освітлені повністю. Не коректне використання термінів та понять. Є помилки в математичних виразах.	20-29
При відповіді на екзаменаційний квиток, обидва питання освітлені поверхнево (не повністю). Не коректне використання термінів та понять. Є помилки в математичних виразах.	10-19
Повністю відсутня відповідь на одне питання або обидві відповіді надані з суттєвими помилками. Не коректне використання термінів та понять. Є помилки в математичних виразах.	1-9

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для 4-рівневої шкали оцінювання (іспит)
90 – 100	Відмінно
70 - 89	Добре
50 - 69	Задовільно
1 - 49	Незадовільно

10. Рекомендована література

Основна література

1. Лосев Ю.І., Шматков С.І. Основи теорії інформації: Навчальний посібник. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009. 126 с.
2. Сорока Л.С. Основи теорії мінімально-надлишкових сигналів. Математичні методи та засоби обробки: Монографія. – Х.: МОУ, ОНП ВС, 2005. – 280 с.
3. Гепко И. А. Эволюция технологии CDMA: взгляд в третье тысячелетие // Зв'язок, 2000. – № 2 (22). – С.14-17.

4. Лосев Ю.І., Шматков С.І. Основи теорії передачі інформації: Навчальний посібник. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. 292 с.
5. Т.М. Наритник, В.М. Почерняев, Ю.В. Уткін Радіорелейні та тропосферні системи передачі: Навч. посіб. – 2007. – 312 с.