

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра безпеки інформаційних систем і технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

2020 р.



Робоча програма навчальної дисципліни

Безпека бездротових мереж

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 12 «Інформаційні технології»

спеціальність 125 – «Кібербезпека»

освітня програма Безпека інформаційних і комунікаційних систем

спеціалізація

вид дисципліни обов'язкова

факультет комп'ютерних наук

2020 / 2021 навчальний рік

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

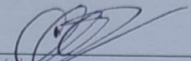
“ 31 ” серпня 2020 року, протокол № 12

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Сватовський Ігор Іванович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри безпеки інформаційних систем і технологій.

Програму схвалено на засіданні кафедри безпеки інформаційних систем і технологій

Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

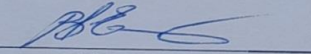
Завідувач кафедри безпеки інформаційних систем і технологій


(підпис)

Рассомахін С.Г.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) Безпека інформаційних і комунікаційних систем
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи) Єсін Віталій Іванович

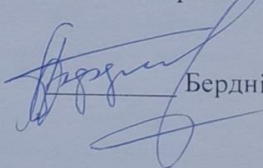

(підпис)

Єсін В.І.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

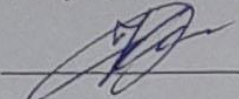
Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Бердніков А. Г.

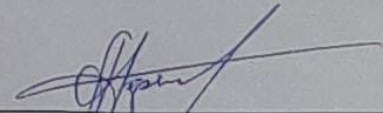
Додаток до робочої програми навчальної дисципліни “ Безпека бездротових мереж ” Дію робочої програми продовжено: на 2021/2022 н. р.

Заступник декана факультету з навчальної роботи


_____ Євгенія КОЛОВАНОВА

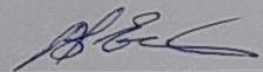
« » серпня 2021 р.

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»


_____ Віталій ЄСІН

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “ Безпека бездротових мереж ” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів спеціальності 125 Кібербезпека спеціалізації «Безпека інформаційних і комунікаційних систем».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є закладення у студентів термінологічного фундаменту сучасних принципів організації захисту інформації в бездротових мережах (БМ) різного призначення для забезпечення безпеки процесів обробки, зберігання та передачі інформації в інформаційних і комунікаційних БМ з урахуванням сучасного стану та прогнозу розвитку методів, систем і засобів здійснення загроз по відношенню до БМ з боку потенційних порушників.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни є формування у студентів певних знань та вмінь з теорії та практики організації безпечного використання БМ, як складової частини сучасних інформаційно-комунікаційних систем.

В результаті вивчення курсу студент повинен знати основні технології передачі сигналів в бездротових мережах, класифікацію і стандарти сучасних бездротових мереж, тенденції їх розвитку та основи безпечного використання, особливості експлуатації розподілених транкінгових та супутникових систем, загрози безпеці БМ та стратегії побудови захищених бездротових мереж.

1.3. Кількість кредитів - 7

1.4. Загальна кількість годин – 210

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	
Семестр	
2-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	
Лабораторні заняття	
16 год.	
Самостійна робота	
146 год.	
Індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання

МАТИ КОМПЕТЕНЦІЇ

Загально – професійні:

- базові уявлення про основні положення організації та функціонування захищених БМ різного призначення та з радіоканалами різних діапазонів коливань;
- володіння стандартизованими на міжнародному та національному рівнях методами, механізмами, системами, протоколами та засобами захисту інформації в захищених БМ різного призначення;
- здатність здійснювати аналіз захищеності БМ з використанням обґрунтованих критеріїв та показників захищеності і ефективності.

Спеціалізовано – професійні:

- базові уявлення про загрози безпеці та механізми протидії ним у БМ різного призначення;
- здатність використовувати професійно-профільовані знання й практичні навички при проектуванні, експертизі, дослідній експлуатації та застосуванні БМ різного призначення;
- володіння основними спеціалізованими програмно-технічними засобами для проведення оцінки вразливостей та рівня захищеності БМ різного призначення.

ЗНАТИ:

- основи застосування при проектуванні та експлуатації найбільше поширених і розвинених технологій та стандартів бездротових мереж;
- основні особливості мобільних мереж різних діапазонів частот при проектуванні та використанні безпечних бездротових мереж;
- основні особливості розподілених транкінгових та супутникових систем при їх проектуванні та безпечній експлуатації;
- основи планування й реалізації відповідних заходів щодо забезпечення безпечного використання бездротових мереж.

ВМІТИ:

- застосовувати при проектуванні та безпечній експлуатації основні технології і стандарти бездротових мереж;
- враховувати при проектуванні та безпечній експлуатації бездротових мереж особливості мобільних мереж різних діапазонів частот;
- враховувати при проектуванні та безпечній експлуатації бездротових мереж особливості розподілених транкінгових та супутникових систем;
- планувати й реалізовувати відповідні заходи щодо забезпечення безпечного використання бездротових мереж;
- використовувати основні спеціалізовані програмно-технічні засоби для проведення оцінки вразливостей та рівня захищеності БМ різного призначення.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Технології побудови та особливості використання бездротових мереж.

Тема 1. Предмет та завдання дисципліни, її місце у системі підготовки фахівців. Бездротові мережі: класифікація і технології. Методи організації доступу в бездротових мережах.

Розглядаються основні принципи побудови та сучасний стан розвитку БМ, основні методи забезпечення множинного доступу в БМ різних типів.

Тема 2. Основні принципи побудови систем мобільного зв'язку стандарту GSM, сигнальні протоколи, методи формування і передачі сигналів, методи підвищення швидкості передачі інформації – GPRS, EDGE, LTE. Особливості мобільних мереж на основі технології CDMA.

Розглядаються основні принципи побудови систем мобільного зв'язку стандарту GSM, сигнальні протоколи, методи формування і передачі сигналів, методи підвищення швидкості передачі інформації – GPRS, EDGE, LTE. Особливості мобільних мереж на основі технології CDMA.

Тема 3. Принципи побудови бездротових персональних мереж стандартів Bluetooth, WiMedia, ZigBee. Протоколи, топології мереж, технології доступу.

Розглядаються основні принципи побудови бездротових персональних мереж стандартів Bluetooth, WiMedia, ZigBee. Протоколи, топології мереж, технології доступу.

Тема 4. Принципи побудови бездротових локальних мереж стандарту DECT та сімейства стандартів IEEE 802.11. Стек протоколів, архітектура мережі та режими взаємодії її елементів, особливості стандартів. Технології множинного доступу в локальних мережах.

Розглядаються основні принципи побудови бездротових локальних мереж стандарту DECT та сімейства стандартів IEEE 802.11. Стек протоколів, архітектура мережі та режими взаємодії її елементів, особливості стандартів. Технології множинного доступу в локальних мережах.

Тема 5. Принципи побудови бездротових мереж широкосмугового доступу WiMAX сімейства стандартів IEEE 802.16 . Особливості стандартів WiMAX, архітектура і специфікації мереж, основи управління і організації з'єднань. Технології підвищення якості в мобільних варіантах WiMAX.

Розглядаються основні принципи побудови бездротових мереж широкосмугового доступу WiMAX сімейства стандартів IEEE 802.16 . Особливості стандартів WiMAX, архітектура і специфікації мереж, основи управління і організації з'єднань. Технології підвищення якості в мобільних варіантах WiMAX.

Тема 6. Принципи побудови супутникових систем зв'язку. Архітектура супутникових систем, множинний доступ. Особливості транкінгових цифрових систем зв'язку, аналіз стандартів і побудови мереж.

Розглядаються основні принципи побудови супутникових систем зв'язку. Архітектура супутникових систем, множинний доступ. Особливості транкінгових цифрових систем зв'язку, аналіз стандартів і побудови мереж.

Розділ 2. Методи та засоби захисту бездротових мереж.

Тема 7. Аналіз основних загроз безпеці бездротових мереж та їх класифікація. Оцінка вірогідності реалізації загроз та шкоди від них. Загальні дані про протоколи безпеки для бездротових мереж.

Розглядаються питання аналізу основних загроз безпеці бездротових мереж та їх класифікація. Оцінка вірогідності реалізації загроз та шкоди від них. Загальні дані про протоколи безпеки для бездротових мереж.

Тема 8. Базові механізми захисту бездротових мереж: аутентифікації, конфіденційності, цілісності. Особливості забезпечення безпеки в стільникових мережах мобільного зв'язку стандартів GSM (GPRS, EDGE), CDMA, UMTS, LTE, 5G.

Розглядаються базові механізми захисту бездротових мереж: аутентифікації, конфіденційності, цілісності. Особливості забезпечення безпеки в стільникових мережах мобільного зв'язку стандартів GSM (GPRS, EDGE), CDMA, UMTS, LTE, 5G.

Тема 9. Особливості механізмів безпеки в бездротових персональних мережах стандартів Bluetooth, WiMedia, ZigBee. Основні заходи безпеки в супутникових та цифрових транкінгових мережах.

Розглядаються особливості механізмів безпеки в бездротових персональних мережах стандартів Bluetooth, WiMedia, ZigBee. Аналізуються основні заходи безпеки, які застосовуються в супутникових та цифрових транкінгових мережах.

Тема 10. Аналіз заходів безпеки в бездротових локальних мережах стандарту DECT та сімейства стандартів IEEE 802.11. Вразливість технологій аутентифікації та WEP-шифрування в мережах 802.11, підвищення рівня безпеки за рахунок використання алгоритмів WPA, WPA2, WPA3.

Розглядаються питання аналізу заходів безпеки в бездротових локальних мережах стандарту DECT та сімейства стандартів IEEE 802.11. Вразливість технологій аутентифікації та WEP-шифрування в мережах 802.11, методи підвищення рівня безпеки за рахунок використання алгоритмів шифрування WPA, WPA2, WPA3.

Тема 11. Підвищення безпеки в бездротових локальних мережах з системами виявлення втручання в їх роботу. Технології забезпечення конфіденційності і цілісності даних за рахунок використання бездротових VPN та тунельних протоколів типу IPSec.

Розглядаються питання підвищення рівня безпеки в бездротових локальних мережах з системами виявлення втручання в їх роботу. Технології забезпечення конфіденційності і цілісності даних за рахунок використання бездротових VPN та тунельних протоколів типу IPSec.

Тема 12. Особливості механізмів безпеки в бездротових мережах широкосмугового доступу сімейства стандартів IEEE 802.16 та IEEE 802.20. Перспективи розвитку бездротових мереж та методів підвищення їх захищеності. Основні заходи розробки стратегії (політики) безпеки бездротових мереж та побудови захищеної бездротової мережі.

Розглядаються особливості реалізації механізмів безпеки в бездротових мережах широкосмугового доступу сімейства стандартів IEEE 802.16 та IEEE 802.20. Проводиться огляд перспектив розвитку бездротових мереж та методів підвищення їх захищеності. Основні заходи розробки стратегії (політики) безпеки бездротових мереж та побудови захищеної бездротової мережі.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Технології побудови та особливості використання бездротових мереж												
Разом за розділом 1	80	12	12			56						
Розділ 2. Методи та засоби захисту бездротових мереж												
Разом за розділом 2	130	20	4	16		90						
Усього годин	210	32	16	16		146						

4. Темі семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні сучасні методи організації множинного доступу в бездротових мережах.	2
2	Сигнальні протоколи, методи формування і передачі сигналів в мережах GSM, CDMA, UMTS, LTE, 5G.	2
3	Протоколи, топології мереж, технології доступу в бездротових персональних мережах.	2
4	Дослідження особливостей побудови і функціонування бездротових персональних мереж стандартів Bluetooth, WiMedia, ZigBee.	2
5	Стек протоколів, архітектура мереж та режими взаємодії їх елементів, особливості сімейства стандартів IEEE 802.11.	2
6	Дослідження особливостей побудови і функціонування бездротових локальних мереж стандарту DECT та сімейства стандартів IEEE 802.11.	2
7	Особливості стандартів WiMAX, архітектура і специфікації мереж, основи управління і організації з'єднань.	2
8	Архітектура, множинний доступ супутникових і транкінгових цифрових систем зв'язку.	2
9	Загальні дані та особливості застосування протоколів безпечного обміну інформацією для бездротових мереж.	2
10	Особливості забезпечення безпеки в стільникових мережах мобільного зв'язку стандартів GSM (GPRS, EDGE) , CDMA, UMTS.	2
11	Дослідження особливостей механізмів безпеки та їх ефективності в бездротових персональних мережах стандартів Bluetooth, WiMedia, ZigBee.	2

12	Основні заходи безпеки в супутникових та цифрових транкінгових мережах.	2
13	Вразливість технологій WEP-шифрування та аутентифікації WPA в мережах 802.11, підвищення рівня безпеки за рахунок використання алгоритмів WPA2, WPA3.	2
14	Дослідження ефективності заходів безпеки в бездротових локальних мережах сімейства стандартів IEEE 802.11.	2
15	Технології забезпечення конфіденційності і цілісності даних за рахунок використання бездротових VPN та тунельних протоколів типу IPSec.	2
16	Основні заходи розробки стратегії (політики) безпеки бездротових мереж та побудови захищених бездротових мереж.	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Методи організації множинного доступу в бездротових мережах.	8
2	Сигнальні протоколи, методи формування і передачі сигналів в мережах CDMA, UMTS, LTE, перспективних мережах 5G.	14
3	Протоколи, топології мереж, технології доступу в бездротових персональних мережах.	8
4	Стек протоколів, архітектура мережі та режими взаємодії її елементів, особливості стандартів IEEE 802.11.	8
5	Особливості стандартів WiMAX, архітектура і специфікації мереж, основи управління і організації з'єднань.	8
6	Архітектура, множинний доступ супутникових і транкінгових цифрових систем зв'язку.	10
7	Загальні дані про протоколи безпечного обміну інформацією в бездротових мережах.	8
8	Особливості забезпечення безпеки в стільникових мережах мобільного зв'язку стандартів GSM (GPRS, EDGE), CDMA, UMTS, LTE, 5G.	16
9	Основні заходи безпеки при передачі інформації в супутникових та цифрових транкінгових мережах.	20
10	Вразливість технологій WEP-шифрування та аутентифікації в мережах 802.11, підвищення рівня безпеки за рахунок використання алгоритмів аутентифікації WPA2, WPA3.	16
11	Технології забезпечення конфіденційності та цілісності даних з використанням бездротових VPN та тунельних протоколів типу IPSec.	20
12	Основні заходи розробки стратегії (політики) безпеки бездротових мереж та побудови захищеної бездротової мережі.	10
	Разом:	146

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не застосовуються.

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 концентрації уваги студентів постановкою питань за раніше вивченим матеріалом, пов'язаним з тематикою лекції.

На лабораторних та практичних заняттях контроль засвоєння студентами навчального матеріалу здійснюється шляхом оцінки якості оформлення звітів та їх захисту. Рівень знань, продемонстрований студентами при оформленні і захисті звітів з лабораторних та практичних занять оцінюється окремо для кожного заняття кількістю балів відповідно до наведеної нижче таблиці.

Контроль засвоєння студентами навчального матеріалу здійснюється в ході контрольної роботи, що передбачена навчальним планом. Рівень знань, продемонстрований студентами на контрольній роботі оцінюється кількістю балів відповідно до наведеної нижче таблиці.

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

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують студенти за результатами контролю поточної успішності

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка $O_{\text{сес}}$
<i>Практичні заняття</i>	
Основні сучасні методи організації множинного доступу в бездротових мережах.	2
Сигнальні протоколи, методи формування і передачі сигналів в мережах CDMA, UMTS, LTE, перспективних мережах 5G	4
Протоколи, топології мереж, технології доступу в бездротових персональних мережах	2
Стек протоколів, архітектура мережі та режими взаємодії її елементів, особливості сімейства стандартів IEEE 802.11	4
Особливості стандартів WiMAX, архітектура і специфікації мереж, основи управління і організації з'єднань	2
Дослідження особливостей побудови і функціонування бездротових локальних мереж стандарту DECT та сімейства стандартів IEEE 802.11	4
Архітектура, множинний доступ супутникових і транкінгових цифрових систем зв'язку	2
Загальні дані про протоколи безпечного обміну інформацією в бездротових мережах	2
Особливості забезпечення безпеки в стільникових мережах мобільного зв'язку стандартів GSM (GPRS, EDGE), CDMA, UMTS, LTE, 5G	4

Основні заходи розробки стратегії (політики) безпеки бездротових мереж та побудови захищених бездротових мереж.	2
<i>Лабораторні заняття</i>	
Дослідження особливостей механізмів безпеки та їх ефективності в бездротових персональних мережах стандартів Bluetooth, WiMedia, ZigBee	4
Вразливість технологій WEP-шифрування та аутентифікації WPA в мережах 802.11, підвищення рівня безпеки за рахунок використання алгоритмів WPA2, WPA3	8
Дослідження ефективності заходів безпеки в бездротових локальних мережах сімейства стандартів IEEE 802.11	4
Технології забезпечення конфіденційності і цілісності даних за рахунок використання бездротових VPN та тунельних протоколів типу IPSec	4
<i>Контрольна робота</i>	
Контрольна робота	12

Згідно рішення кафедри безпеки інформаційних систем і технологій до іспиту не допускаються студенти, що не захистили звіти з практичних, лабораторних занять, не брали участь у виконанні контрольних робіт.

Підсумковий контроль здійснюється шляхом проведення іспиту.

Екзаменаційний білет включає два теоретичних і одне практичне питання. Теоретичні питання оцінюються в 15 балів кожне, практичне – в 10 балів.

Максимальна кількість балів за результатами іспиту складає 40 балів.

Максимальна кількість балів за результатами вивчення дисципліни складає 100 балів.

9. Критерії оцінювання

Критерії оцінювання знань студентів за виконання практичних, лабораторних занять

Визначення	Кількість балів*
Завдання з практичного, лабораторного заняття виконано самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті звіту показано розуміння суті і змісту проведених досліджень	N_{max}
Завдання з практичного, лабораторного заняття виконано самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	$N_{max} - \frac{N_{max}}{4}$
Завдання з практичного, лабораторного заняття виконано в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно, в оформленні звіту є незначні недоліки. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	$N_{max} - 2 \times \frac{N_{max}}{4}$
Завдання з практичного, лабораторного заняття виконано. Звіт оформлений з помилками і недоліками. При захисті звіту були виявлені суттєві помилки у знанні теоретичного матеріалу	$N_{max} - 3 \times \frac{N_{max}}{4}$

* – максимальна кількість балів для відповідного заняття відповідно до таблиці 7.1.

Критерії оцінювання знань студентів за виконання контрольної роботи

Визначення	Кількість балів
Дані повні відповіді на кожне питання показано тверде знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань, зроблені повні і правильні висновки	12
У відповідях на поставлені питання показано знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань за наявності незначних помилок зроблені достатньо повні і правильні висновки	9-11
У відповідях на поставлені питання показано достатньо знання навчального матеріалу при наявності суттєвих помилок, зроблені висновки	6-8
У відповідях показано розуміння суті поставлених питань за наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань, відсутні висновки	3-5
У відповідях на поставлені питання показано слабкі знання навчального матеріалу при наявності принципових помилок, відсутні висновки	1-2

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Визначення	Кількість балів
При відповіді на екзаменаційний білет питання висвітлені повністю, завдання вирішено правильно, зроблені висновки	40
При відповіді на екзаменаційний білет питання достатньо висвітлені, завдання вирішено правильно з незначними помилками, зроблені висновки	35-39
При відповіді на екзаменаційний білет питання висвітлені з помилками, завдання вирішено правильно з незначними помилками. Зроблені неповні висновки	25-34
При відповіді на екзаменаційний білет питання висвітлені з суттєвими помилками, завдання вирішено з помилками. Зроблені неповні висновки	15-24
При відповіді на екзаменаційний білет питання висвітлені з суттєвими помилками, завдання вирішено частково або не повністю. Висновки неповні або відсутні	1-14

Розподіл балів

Бали за поточний контроль знань по розділам протягом семестру		Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом сума балів у семестрі	Іспит	Загальна сума балів
Розділ 1	Розділ 2	12	60	40	100
24	24				

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно

10. Рекомендована література

Основна література

1. Goldsmith A. Wireless Communications. Cambridge University Press, 2012.
2. CWSP Certified Wireless Security Professional Official Study Guide. Second edition - 2016 by CertiTrek Publishing. – 444 p.
3. Hong-Chuan Yang and Mohamed-Slim Alouini Advanced Wireless Transmission Technologies. Analysis and Design. - Cambridge University Press, 2020. – 409 p.
4. 5G CORE NETWORKS Powering Digitalization / Rommmer Stefan and oth. - Academic Press is an imprint of Elsevier, 2020. – 484 p.
5. Aragón-Zavala A. Indoor Wireless Communications From Theory to Implementation John Wiley & Sons Ltd, 2017.
6. Božanić M., Sinha S. Mobile Communication Networks: 5G and a Vision of 6G. Springer Nature Switzerland AG, 2021.
7. 5G Mobile and Wireless Communications Technology edited by Afif Osseiran and oth. - Cambridge University Press, 2016. – 406 p.p.

Допоміжна література

1. The Future of Wireless Networks. Architectures, Protocols, and Services. Edited by Mohesen Guizani and oth. - CRC Press, 2016 by Taylor & Francis Group. – 409 p.
2. R.K. Ghosh Wireless Networking and Mobile Data Management - Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2017. – 546 p.
3. Security in Wireless Communication Networks/ Yi Qian and oth. John Wiley & Sons Ltd, 2022.
4. 5G System Design An End to End Perspective / Wan Lei and oth. - Springer Nature Switzerland AG, 2020. – 393 p.
5. Jyrki t. J. Penttinen Wireless Communications Security. - John Wiley & Sons, Ltd, 2017. – 305 p.
6. Wolfgang Osterhage Wireless Network Security, Second Edition. - CRC Press Taylor & Francis Group, 2018. – 185 p.
7. William Stallings Cryptography and network security. Principles and practice. Seventh edition. – Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, 2017. – 753 p.
8. Robert W. Beggs Mastering Kali Linux for Advanced Penetration Testing. - Published by Packt Publishing Ltd., 2014. – 336 p.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. ETSI - European Telecommunications Standards Institute
2. <http://www.etsi.org/>
3. ETSI standards are available free of charge:
4. <http://www.etsi.org/standards>
5. ISO27k infosec management standards
6. <http://www.iso27001security.com/index.html>
7. NIST Computer Security Publications | CSRC

8. <https://csrc.nist.gov/publications>
9. CERT-UA (скор. – Computer Emergency Response Team of Ukraine – команда реагування на комп'ютерні надзвичайні події України):
10. <http://cert.gov.ua/>
11. Wireless Communications, Lectures (Videos) of Andrea Goldsmith
12. <https://web.stanford.edu/class/ee359/lectures.html>
13. <https://ieee802.org/15/index.html>
14. <https://www.ieee802.org/11/>
15. MIT OpenCourseWare, Computer Systems Security » Lecture Videos:
16. <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-858-computer-systems-security-fall-2014/video-lectures/>