

Міністерство освіти і науки України  
Державний університет телекомунікацій

# **РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

з дисципліни:  
„Системи бездротового широкосмугового  
доступу”

Київ – 2015

**Міністерство освіти і науки України  
Державний університет телекомунікацій**

**Затверджую**

Декан факультету ТК

Коршун Н.В.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2015 року

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

з дисципліни: „Системи бездротового широкосмугового доступу”  
напряму підготовки 0907 „Радіотехніка”  
освітньо – кваліфікаційного рівня – магістр

**Програму рекомендовано**  
кафедрою Радіо технологій  
протокол № \_\_\_\_\_  
від „\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2015 року  
Завідуючий кафедрою:

Сайко В. Г.

## I. ПРЕДМЕТ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### **Предметом навчальної дисципліни є :**

Загальні принципи побудови, логічної та фізичної структури бездротових систем передачі інформації, включаючи персональні системи (стандарти Bluetooth, IEEE 802.15.1 (3,3a,4), локальні бездротові системи (стандарти IEEE 802.11 та DECT), регіональні системи стандарту широкосмугового мовлення IEEE 802.16, стільникові телефони мережі, системи цифрового теле- та радіомовлення, супутникові системи та оптичні атмосферні системи зв'язку.

Принципи побудови та реалізації антенних систем широкосмугових систем зв'язку. Основи розробки та принципи функціонування smart-антен та технології МІМО, що базується на них та зложені в основу широкосмугових стандартів IEEE 802.11n та IEEE 802.16-2004. Новітні технології побудови широкосмугових бездротових мереж з використанням висотних платформ.

Способи забезпечення безпеки бездротових мереж. Основні етапи побудови мереж бездротового доступу. Огляд радіообладнання бездротового зв'язку.

### **Метою вивчення навчальної дисципліни є :**

*надання студентам знань щодо*

- принципів побудови, логічної та фізичної структури бездротових широкосмугових систем передачі інформації, включаючи персональні системи (стандарти Bluetooth, IEEE 802.15.1 (3,3a,4), локальні бездротові системи (стандарти IEEE 802.11 та DECT), регіональні системи (стандарту IEEE 802.16(16e)), супутникові системи; основних систем модуляції та сигнально-кодові конструкції; перспектив розвитку систем та мереж широкосмугового бездротового доступу;
- архітектури та технічних засобів бездротових регіональних мереж; загальних принципів побудови, логічної та фізичної структури стільникових телефонних мереж, систем цифрового теле- та радіомовлення, супутникових систем та оптичних атмосферних систем зв'язку; принципів побудови та реалізації антенних систем широкосмугових систем зв'язку; технології побудови широкосмугових бездротових мереж з використанням висотних платформ; надширокосмугових технологій в системах радіодоступу; практичних аспектів впровадження широкосмугових бездротових технологій.

**Завданнями навчальної дисципліни є формування наступних умінь:**

- аналізувати структуру побудови та технічні характеристики бездротових широкосмугових систем передачі інформації; оцінювати та оптимізувати пропускну здатність бездротової мережі; розраховувати необхідний частотний ресурс для мереж WiMAX;
- добирати програмно-технічні засоби комплектації широкосмугових бездротових мереж (високошвидкісні радіомодеми, керовані антенні пристрої і т.д.) вітчизняного та зарубіжного виробництва; вміти оцінювати ефективність та економічно та оперативно проектувати телекомунікаційні інфраструктури під керівництвом протоколів IEEE 802.11(16); самостійно опанувати новітні бездротові широкосмугові технології систем зв'язку.

## II.1. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА СЕМЕСТРАМИ І ВИДАМИ ЗАНЯТЬ

Семестр	Всього Годин	Розподіл навчального часу за видами занять					Семестрова атестація
		Лекц.	Лабор.	Практ.	МК	СРС	
<b>1</b>	<b>162</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>104</b>	<b>Залік</b>
<b>Усього</b>	<b>162</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>104</b>	

## II.2. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ І ВИДАМИ ЗАНЯТЬ

Номери та найменування тем	Всього годин	Розподіл навчального часу за видами занять				
		Лекц.	Лабор.	Практ.	МК	СРС
<b>МОДУЛЬ 1</b>						
<b>Розділ 1. Принципи побудови, логічна та фізична структура бездротових мереж широкосмугового доступу</b>	<b>62</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>30</b>
<b>Тема 1 Стан та перспективи розвитку бездротових телекомунікаційних технологій широкосмугового доступу.</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>
<b>Тема 2. . Основи теорії широкосмугової передачі. Системи модуляції та сигнально-кодові конструкції</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>6</b>
<b>Тема 3 Основні принципи побудови та функціонування мереж на основі IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16.</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>2</b>

<b>Тема 4. Базові положення стандарту IEEE 802.11n для мереж Wi-Fi</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>6</b>
<b>Тема 5. Регіональні мережі широкосмугового бездротового доступу сімейства стандартів IEEE 802.16(WiMAX)</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>12</b>
<b>МОДУЛЬ 2</b>						
<b>Розділ 2. Архітектура та технічні засоби бездротових регіональних мереж. Новітні технології широкосмугових систем бездротового доступу</b>	<b>52</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>26</b>
<b>Тема 6. Персональні мережі бездротового доступу. Bluetooth.</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>12</b>
<b>Тема 7. Персональні мережі бездротового доступу. Система передачі даних за допомогою світла Li-Fi.</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>
<b>Тема 8. Спотворюючі фактори в мережі WiMAX.</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>
<b>Тема 9. Забезпечення максимального покриття території країни доступом до послуг інформаційних мереж</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>8</b>
<b>Усього</b>	<b>114</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>56</b>

## **Перелік практичних робіт:**

1. Основні принципи побудови та функціонування мереж на основі стандартів IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16.
2. Задачі прийому та синтезу широкосмугових сигналів.
3. Математичні методи оцінювання частотно-часового ресурсу, пропускну здатності широкосмугових систем. Моделювання радіосот.
4. Багаточастотна модуляція та OFDM.
5. Планування розгортання конкретної радіомережі – типові рішення.
6. Аналіз характеристик та структурні складові нового стандарту 4G зв'язку LTE.
7. Системні рішення для телекомунікаційних систем широкосмугового радіодоступу міліметрового діапазону.

## **III. ЗМІСТ**

### **МОДУЛЬ 1**

#### **Тема 1. Стан та перспективи розвитку систем та мереж широкосмугового бездротового доступу**

Класифікація та характеристики мереж бездротового доступу. Основні технології широкосмугового бездротового доступу. Методи доступу до середовища в бездротових мережах. Сучасні тенденції розвитку послуг стандартів 3G, 4G, Wi-Fi, WiMAX. Достоїнства та недоліки вузькосмугових та широкосмугових систем. Сучасні тенденції розвитку цифрових, аналогових радіотехнічних систем (PТС), PТС на основі „класичних” синусоїдних сигналів та на основі сигналів складної форми.

#### **Тема 2. Технологія побудови бездротових мереж широкосмугового доступу**

Технологія та архітектура персональних та локальних мереж. Технологія побудови глобальних мереж сімейства стандартів IEEE 802.16. Мобільні стільникові технології. Архітектура та основні принципи роботи супутникових систем зв'язку. Широкомовні системи цифрового телебачення та радіо.

#### **Тема 3. Основи теорії широкосмугової передачі. Системи модуляції та сигнально-кодові конструкції**

Модуляція як перенос сигналу по спектру. Дискретна модуляція. Сигнально-кодові конструкції в Гауссовому каналі. Опис блокових та загортальних сигнально кодових конструкції в Гауссовому каналі. Модель каналу з міжсимвольною інтерференцією(МСІ). Перетворення каналу з МСІ у паралельні канали. Пропускна здатність каналу з МСІ. Побудова сигнально-кодових конструкцій для каналу МСІ та змінними параметрами OFDM.

#### **Тема 4. Персональні бездротові мережі (стандарти Bluetooth, Home RF, IEEE 802.15.3(4))**

Створення та розвинення основних стандартів персональних мереж бездротового доступу. Технічні аспекти побудови та функціонування мереж технології Bluetooth. Структура пристроїв для систем Bluetooth. Високошвидкісні персональні мережі. Специфікація стандарту 802.15.3(3a). Типи антен для систем Bluetooth. Низькошвидкісні мережі стандарту IEEE 802.15.4.

#### **Тема 5. Бездротові локальні мережі (DECT IEEE 802.11)**

Основні принципи IEEE 802.11. MAC-рівень стандарту. Фізичний рівень стандарту IEEE 802.11b. Апаратна реалізація стандарту. Особливості стандартів IEEE 802.11a та IEEE 802.11g. Схема розподільного керування в локальних мережах. Характеристики базового обладнання мереж Wi-Fi.

Ефективність локальної мережі для випадку ідеального каналу та високого навантаження на всі станції. Ефективність механізму базового доступу та альтернативного механізму RTS-CNS. Вплив завад на ефективність роботи мережі та механізму фрагментації пакетів. Пропускна здатність бездротових систем типу „Hot spot”. Моделювання ширококомовної бездротової мережі. Оцінка та оптимізація пропускної здатності бездротової мережі.

#### **Тема 6. Регіональні мережі ширококутового бездротового доступу сімейства стандартів IEEE 802.16(WiMAX)**

Мережі ширококутового доступу під керуванням IEEE 802.16-2004. MAC-рівень IEEE 802.16. Фізичний рівень стандарту IEEE 802.16-2004. Режим WirelessMAN-SC та WirelessMAN-OFDM. Підтримка адаптивних антенних систем. Особливості реалізації апаратури стандарту IEEE 802.16-2004. Механізми керування Mesh-мережею. Апаратна підтримка стандарту IEEE 802.16 (особливості реалізації, інтегральна елементна база). Перспективи розвинення стандарту WiMAX. Мережі WiMAX мобільного доступу IEEE 802.16e. Загальні відомості про стандарт IEEE 802.16e. Базова мережна модель для мобільних систем зв'язку. Визначення дальності на основі OFDM. Механізм керування потужністю. Формування кадру OFDM. Огляд мережевого та абонентського обладнання стандарту IEEE 802.16 в Україні та країнах СНД. Оцінка пропускної здатності міських та регіональних мереж. Моделювання радіосоти. Чисельні результати досліджень міської радіосоти. Оцінка максимальної ефективності бездротового доступу в Інтернет. Застосування централізованого управління. Динамічне опитування в бездротових мережах з централізованим управлінням. Дослідження та оптимізація міської бездротової системи. Математичні методи топологічного проектування ширококутових бездротових мереж. Широкомовні системи цифрового телебачення та радіо. Методика розрахунку необхідного частотного ресурсу для мереж WiMAX. Приклади розрахунку необхідного частотного ресурсу для мереж WiMAX.



## МОДУЛЬ 2

### **Тема 7. Перспективні стандарти бездротового доступу.**

Перспективна система бездротового доступу BreezeMAX. Обладнання базової станції BreezeMAX. Базова станція High Density та її основні модулі. Обладнання базової станції BreezeMAX. Мініатюрна базова станція для сільських районів та областей. Абонентське обладнання BreezeMAX (внутрішні та зовнішні модулі, абонентські пристрої з функціями голосового шлюзу та мережевого шлюзу). Технологія бездротового зв'язку WiBro. Технічні можливості та перспективи системи WiBro. Технологія мобільного широкосмугового бездротового доступу Flash OFDM (стандарт IEEE 802.20). Функціональні можливості систем Flash OFDM. Еталонна модель систем Flash OFDM. Пристрій BreezeMAX Si, що самостійно інсталується.

### **Тема 8. Надширокопasmугові технології в системах радіодоступу.**

Історія розвитку надширокопasmугових технологій. Властивості надширокопasmугових сигналів. Генерація коротких електромагнітних імпульсів. Особливості прийому надширокопasmугових сигналів. Проблеми впровадження UWB-систем.

### **Тема 9. Супутникові, стратосферні системи широкопasmугового доступу. Оптичні атмосферні лінії зв'язку та мережі**

Методи множинного доступу в супутникових системах зв'язку. Технології висотних платформ. Український проект системи зв'язку на основі безпілотної системи „Фаетон”. Бездротові мережі на основі прив'язаних аеростатів. Існуючі та перспективні проекти широкопasmугового доступу до мереж через низькоорбітальні штучні супутники Землі. Оптичні атмосферні лінії зв'язку та мережі.

### **Тема 10. Архітектура та технічні засоби бездротових регіональних мереж**

Фідерні лінії та елементи НВЧ-тракту. Основні поняття. Дводровові та коаксіальні лінії. Прямокутні та круглі хвилеводи. Спрямовані розгалужувачі та хвилеводні мости. Феритові фазообертувачі та циркулятори. Класифікація антенних систем. Елементарні системи евклидової. Фрактальні системи. SMART-антени. Цифрові антенні ґратки. MIMO-системи на базі цифрових антенних ґраток.

### **Тема 11. Практичні аспекти впровадження широкопasmугових бездротових технологій.**

Основи вибору раціональних технічних рішень на базі технологій радіодоступу. Оглядовий аналіз характеристик широкопasmугових безпроводних технологій та мобільних систем зв'язку. Основні принципи конвергенції широкопasmугових бездротових технологій та мобільних систем зв'язку. Особливості впровадження систем стільникового зв'язку 3-го покоління в Україні. Аналіз пропускнуої здатності радіоканалів

технологій широкосмугового бездротового радіодоступу. Випробування систем бездротового зв'язку IEEE 802.16-2004 в Україні. Порівняльний аналіз технологій GSM/EDGE, UMTS/HSDRA, 262CDMA2000, WiMAX. Розвинення інфокомунікаційних послуг в Україні. Основні принципи конвергенції широкосмугових бездротових технологій та мобільних систем зв'язку. Особливості впровадження систем стільникового зв'язку 3-го покоління в Україні. Аналіз пропускної здатності радіоканалів технологій широкосмугового бездротового радіодоступу. Випробування систем бездротового зв'язку IEEE 802.16-2004 в Україні. Проблемні питання впровадження бездротових мереж України.

#### IV. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<b>Семестр 9</b>		
					<b>Модуль 1</b>		
					<b>Принципи побудови, логічна та фізична структура бездротових мереж широкосмугового доступу</b>		
					<b>Тема 1. Стан та перспективи розвитку бездротових телекомунікаційних технологій широкосмугового доступу.</b>		
1.	Лекція 1	6	2	4	<b>Заняття 1. Стан та перспективи розвитку бездротових телекомунікаційних технологій</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Класифікація та характеристики мереж бездротового доступу.</li> <li>2. Основні технології широкосмугового бездротового доступу.</li> <li>3. Методи доступу до середовища в бездротових мережах</li> <li>4. Сучасні тенденції розвитку послуг стандартів 3G, 4G, Wi-Fi, WiMAX.</li> <li>5. Технологія побудови глобальних мереж сімейства стандартів IEEE 802.16.</li> </ol> <b>Завдання на СРС.</b>		Основна література: [1] гл.1 р.1.1-1.5, [2] р.2

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Достоїнства та недоліки вузькосмугових та широкосмугових систем.</li> <li>2. Сучасні тенденції розвитку цифрових, аналогових радіотехнічних систем (РТС), РТС на основі „класичних” синусоїдних сигналів та на основі сигналів складної форми.</li> </ol>		
					<b>Тема 2. Технологія побудови бездротових мереж широкосмугового доступу</b>		
2.	Практичне заняття 1	6	2	4	<p><b>Заняття 2. Загальні положення. Основні принципи побудови та функціонування мереж на основі стандартів IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні етапи побудови мереж бездротового доступу.</li> <li>2. Основи частотно-територіального планування мереж бездротового доступу.</li> <li>3. Електромагнітна сумісність радіоелектронних засобів систем та мереж радіодоступу.</li> </ol> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розрахунок радіуса зон обслуговування базових станцій технологій WiMAX.</li> <li>2. Виконати індивідуальний варіант задачі.</li> </ol>		Основна література: [1] гл.2 р.2.1-2.5, [2] р.3,4
					<b>Тема 3. Системи модуляції та сигнально-кодові</b>		

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<b>конструкції</b>		
4.	Лекція 2	6	2	4	<p><b>Заняття 3. Основи теорії широкосмугової передачі. Системи модуляції та сигнально-кодові конструкції</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуляція як перенос сигналу по спектру.</li> <li>2. Дискретна модуляція.</li> <li>3. Сигнально-кодові конструкції в гаусовому каналі.</li> <li>4. Опис блокових та згорткових сигнально кодових конструкції в Гаусовому каналі.</li> </ol> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель каналу з міжсимвольною інтерференцією(МСІ).</li> <li>2. Перетворення каналу з МСІ у паралельні канали.</li> <li>3. Пропускна здатність каналу з МСІ.</li> <li>4. Побудова сигнально-кодових конструкцій для каналу МСІ та змінними параметрами OFDM.</li> </ol>		Основна література: [1] гл.5 р.5.1-2.9,
					<b>Тема 3. Персональні бездротові мережі (стандарти Bluetooth, Home RF, IEEE 802.15.3(4))</b>		
5.	Лекція 3	6	2	4	<p><b>Заняття 4. Основні принципи побудови та функціонування мереж на основі IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Створення та розвинення основних стандартів персональних мереж бездротового доступу.</li> </ol>		Основна література: [1] гл.2 р.2.1-2.5, [2] р.4

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<p>2. Технічні аспекти побудови та функціонування мереж технології Bluetooth.</p> <p>3. Структура пристроїв для систем Bluetooth.</p> <p>4. Високошвидкісні персональні мережі. Специфікація стандарту 802.15.3(3a).</p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <p>1. Типи антен для систем Bluetooth.</p> <p>2. Низькошвидкісні мережі стандарту IEEE 802.15.4.</p>		
6.	Практичне заняття 2	6	2	4	<p>1. <b>Заняття 5.</b> Особливості передачі інформації по каналу зв'язку.</p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <p>Ортогональне кодування широкосмуговими сигналами.</p>		Основна література: [2] р.5
					<b>Тема 4. Бездротові локальні мережі (DECT IEEE 802.11)</b>		
7.	Лекція 4	6	2	4	<p><b>Заняття 6. Базові положення стандарту IEEE 802.11n для мереж Wi-Fi</b></p> <p>1. Основні принципи IEEE 802.11. MAC-рівень стандарту.</p> <p>2. Фізичний рівень стандарту IEEE 802.11b</p> <p>3. Апаратна реалізація стандарту.</p> <p>4. Особливості стандартів IEEE 802.11a та IEEE 802.11g.</p>		Основна література: [1] гл.2 р.2.2 [2] р.3

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<b>Завдання на СРС</b> 1. Схема розподільного керування в локальних мережах. 2. Характеристики базового обладнання мереж Wi-Fi.		
9.	Практичне заняття 3	6	2	4	<b>Заняття 7. Передача по каналам цифрових систем. Модуляція, обробка цифрових потоків.</b>  <b>Завдання на СРС</b> 1. Список варіантів антен для базової станції. 2. Порівняння варіантів побудови магістральної мережі.		Основна література: [2] р.5
					<b>Тема 6. Регіональні мережі широкосмугового бездротового доступу сімейства стандартів IEEE 802.16(WiMAX)</b>		
10.	Лекція 5	6	2	4	<b>Заняття 8. Структура й особливості стандарту широкосмугового доступу IEEE 802.16-2004</b>  1. Мережі широкосмугового доступу під керуванням IEEE 802.16-2004 2. MAC-рівень IEEE 802.16.		Основна література: [1] гл.8 р.8.1-8.5, [2] р.5

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<p>3. Фізичний рівень стандарту IEEE 802.16-2004. Режим WirelessMAN-SC та WirelessMAN-OFDM</p> <p>4. Підтримка адаптивних антенних систем.</p> <p>5. Особливості реалізації апаратури стандарту IEEE 802.16-2004.</p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <p>1. Механізми керування Mesh-мережею.</p> <p>2. Апаратна підтримка стандарту IEEE 802.16 (особливості реалізації , інтегральна елементна база).</p> <p>3. Перспективи розвинення стандарту WiMAX.</p>		
11.	Практичне заняття 4	6	2	4	<p><b>Заняття 9. Передача по каналам цифрових систем. Модуляція, обробка цифрових потоків _ 1. Багаточастотна модуляція та OFDM.</b></p> <p><b>Завдання на СРС</b> Оформлення практичної роботи.</p>		Основна література: [1] гл.8 р.8.1-8.5, [2] р.5
13.	Практичне заняття 5	6	2	4	<p><b>Заняття 10. Передача по каналам цифрових систем. Модуляція, обробка цифрових потоків _ 2. Планування розгортання конкретної радіомережі – типові рішення</b></p>		Основна [2] р.5



№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бездротові мережі з максимальною зоною обслуговування.</li> <li>2. Бездротові мережі з пропускнуою здатністю.</li> <li>3. Планування фізичного розміщення радіомережі.</li> <li>4. Організація бездротового мосту між стільниками.</li> </ol> <p><b>Завдання на СРС</b> Виконання індивідуального завдання.</p>		
14.	Лабораторне заняття 1	6	2	4	<p><b>Заняття 11. Вивчення компонентів радіоканалу зв'язку на обладнанні RADWIN</b></p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зовнішній блок (ODU);</li> <li>2. Внутрішній блок (IDU);</li> <li>3. Пристрої Power over Ethernet.</li> </ol>		Основна [2] р.5
	Лабораторне заняття 2	6	2	4	<p><b>Заняття 12. Вивчення компонентів радіоканалу зв'язку на обладнанні RADWIN</b></p> <p><b>Завдання на СРС</b></p>		

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Антени.</li> <li>2. Система управління мережею RADWIN.</li> </ol>		
	Лабораторне заняття 3				<p><b>Заняття 13. Конфігурування сучасних цифрових радіо засобів RADWIN</b></p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планування вузла каналу зв'язку.</li> <li>2. Обстеження місця розгортання вузла зв'язку.</li> <li>3. Порядок установки обладнання.</li> </ol>		
	Лабораторне заняття 4				<p><b>Заняття 14. Конфігурування сучасних цифрових радіо засобів RADWIN</b></p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установка зовнішнього обладнання.</li> <li>2. Установка усередині приміщення.</li> </ol>		

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
15.	Лабораторне заняття 5	6	2	4	<p><b>Заняття 15. Конфігурування сучасних цифрових радіо засобів RADWIN</b></p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <p>1. Підключення і юстировка блоків обладнання. 2. Початок роботи з ПЗ RADWIN MANAGER.</p>		Додаткова література: [1] гл.1,2,3
16.	МК1	6	2	4	<p><b>Заняття 15. Перевірка знань по темам модуля 1: письмова контрольна робота.</b></p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <p>Підготовка до МК по темам 1-5</p>		Кваліфікаційне завдання за модуль 1
					<p align="center"><b>Модуль 2</b></p> <p align="center"><b>Розділ 2. Архітектура та технічні засоби бездротових регіональних мереж. Новітні технології широкосмугових систем бездротового доступу</b></p>		
					<p><b>Тема 7. Стандарти персональних мереж бездротового доступу.</b></p>		
17.	Лекція 6	6	2	4	<p><b>Заняття 16. Персональні мережі бездротового доступу. Bluetooth.</b></p> <p>Обладнання базової станції BreezeMAX. Базова станція High Density та її основні модулі.</p> <p>1. Обладнання базової станції BreezeMAX. Мініатюрна базова станція для сільських районів</p>		Основна література [2] р.6

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					та областей. 2. Абонентське обладнання BreezeMAX (внутрішні та зовнішні модулі, абонентські пристрої з функціями голосового шлюзу та мережевого шлюзу).  <b>Завдання на СРС</b> Пристрій BreezeMAX Si, що самостійно інсталується.		
18.	Лекція 7	6	2	4	<b>Заняття 17. Персональні мережі бездротового доступу. Система передачі даних за допомогою світла Li-Fi.</b> 1. Технічні можливості та перспективи системи WiBro. 2. Технологія мобільного широкосмугового бездротового доступу Flash OFDM (стандарт IEEE 802.20). 3. Функціональні можливості систем Flash OFDM. 4. Еталонна модель систем Flash OFDM.  <b>Завдання на СРС</b> Пристрій BreezeMAX Si, що самостійно інсталується.		Основна література: [2] р.6
19.	Практичне заняття 6	6	2	4	<b>Заняття 18. Рівень помилок в каналі DVB як функція відношення C / N (S / N Eb / No).</b>		Основна література: [2] р.5,6

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<b>Завдання на СРС</b> Оформлення практичної роботи		
20	Лабораторне заняття 6		2		<b>Заняття 19. Налагодження вузла і каналу зв'язку RADWIN</b>  <b>Завдання на СРС</b> 1. Планування вузла каналу зв'язку. 2. Обстеження місця розгортання вузла зв'язку. 3. Порядок установки обладнання		
21	Лабораторне заняття 7				<b>Заняття 20. Налагодження вузла і каналу зв'язку RADWIN</b>  <b>Завдання на СРС</b> 1. Установка зовнішнього обладнання. 2. Установка усередині приміщення.		
					<b>Тема 8. Вплив спотворюючих факторів в мережах радіодоступу.</b>		
20.	Лекція 8	6	2	4	<b>Заняття 21. Спотворюючі фактори в мережі WiMAX.</b>  <b>Завдання на СРС</b> Проблеми впровадження UWB-систем.		Основна література: [2] р.7
					<b>Тема 9. Практичні аспекти впровадження широкосмугових бездротових технологій</b>		

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
21.	Лекція 9	6	2	4	<p><b>Заняття 22. Забезпечення максимального покриття території країни доступом до послуг інформаційних мереж</b></p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Існуючі та перспективні проекти ширококосмугового доступу до мереж через низькоорбітальні штучні супутники Землі.</li> <li>Оптичні атмосферні лінії зв'язку та мережі.</li> </ol>		Основна література: [1] гл.2 р.2.4, [2] р.8
22.	Практичне заняття 7	6	2	4	<p><b>Заняття 23. Отримання необхідного рівня SNR в системі WiMAX</b></p>		Основна література: [1] гл.9 р.9.1-9.3,
23	Лабораторне заняття 8		2		<p><b>Заняття 24. Визначення пропускної здатності каналу зв'язку</b></p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Планування вузла каналу зв'язку.</li> <li>Обстеження місця розгортання вузла зв'язку.</li> <li>Порядок установки обладнання.</li> </ol>		
24.	Практичне заняття 8	6	2	4	<p><b>Заняття 25. Визначення дальності зв'язку в каналі мережі WiMAX</b></p>		Основна література: [1] гл.9 р.9.4-9.6,

№ з/п	Вид заняття	Всього годин	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Ауд. зан.	СРС			
					<b>Завдання на СРС</b> МІМО-системи на базі цифрових антенних ґраток.		
24.	Практичне заняття 9	6	2	4	<b>Заняття 26. Вплив характеристики тракту на якість каналу зв'язку. Практичні аспекти впровадження широкосмугових бездротових технологій</b>		Основна література: [2] р.9
25.	Лабораторне заняття 9	6	2	4	<b>Заняття 27. Визначення основних параметрів бітового і символьного потоків в тракті з одночастотної модуляцією</b> <b>Завдання на СРС</b> Визначити фактори, які обумовлюють реальну технічну спроможність мереж та реальну швидкість бездротових широкосмугових систем передачі даних.		Основна література: [2] р.9
27.	МК2	6	2	4	<b>Заняття 27. Перевірка знань по темам модуля 2: письмова контрольна робота.</b> Завдання на СРС Підготовка до МК по темах 6-11		Кваліфікаційне завдання за модуль 2

## V. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

### V.1. Індивідуальні завдання

Вид індивідуальних завдань	Тематика індивідуальних завдань	Всього годин	Із них	
			Ауд. Занять	СРС
Розрахунково-графічні роботи	Комплексне завдання по дисципліні «системи бездротового широкосмугового доступу» Оформлення звітів з лабораторних робіт. Виконання індивідуальних варіантів задач.	40	-	40
Теми та окремі питання, які пропонуються для повністю самостійного або поглибленого вивчення	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Достоїнства та недоліки вузькосмугових та шорокосмугових систем.</li> <li>2. Сучасні тенденції розвитку цифрових, аналогових радіотехнічних систем (РТС), РТС на основі „класичних” синусоїдальних сигналів та на основі сигналів складної форми.</li> <li>3. Широкомовні системи цифрового телебачення та радіо. Розрахунок радіуса зон обслуговування базових станцій технологій WiMAX.</li> <li>4. Виконати індивідуальний варіант задачі.</li> <li>5. Модель каналу з міжсимвольною інтерференцією(MCI).</li> <li>6. Перетворення каналу з MCI у паралельні канали.</li> <li>7. Пропускна здатність каналу з MCI.</li> <li>8. Побудова сигнально-кодових конструкцій для каналу MCI та змінними параметрами OFDM.</li> <li>9. Типи антен для систем Bluetooth.</li> <li>10. Низькошвидкісні мережі стандарту IEEE 802.15.4.</li> </ol>	68	-	68



Вид індивідуальних завдань	Тематика індивідуальних завдань	Всього годин	Із них	
			Ауд. Занять	СРС
	<p>11.Опис відбиття частотного регулювання на конфігурації мережі.</p> <p>12.Схема розподільного керування в локальних мережах.</p> <p>13.Характеристики базового обладнання мереж Wi-Fi.</p> <p>14.Моделювання широкомовної бездротової мережі.</p> <p>15.Оцінка та оптимізація пропускної здатності бездротової мережі.</p> <p>16.Список варіантів антен для базової станції.</p> <p>17.Опис настроювання радіочастотного передатчика.</p> <p>18.Список настроювання 1P маршрутизації та керування пропускною здатністю.</p> <p>19.Порівняння варіантів побудови магістральної мережі.</p> <p>20.Механізми керування Mesh-мережею.</p> <p>21.Апаратна підтримка стандарту IEEE 802.16 (особливості реалізації , інтегральна елементна база).</p> <p>22.Перспективи розвинення стандарту WiMAX.</p> <p>23.Огляд мережевого та абонентського обладнання стандарту IEEE 802.16 в Україні та країнах СНД.</p> <p>24.Дослідження та оптимізація міської бездротової системи.</p> <p>25.Математичні методи топологічного проектування широкосмугових бездротових мереж.</p> <p>26.Системи розподілу цифрових сигналів з наземними станціями VSAT.</p> <p>27.Супутникові мультисервісні телекомунікаційні мережі.</p> <p>28.Пристрій BreezeMAX Si, що самостійно інсталується.</p> <p>29.Проблеми впровадження UWB-систем.</p> <p>30.Існуючі та перспективні проекти широкосмугового доступу до</p>			

Вид індивідуальних завдань	Тематика індивідуальних завдань	Всього годин	Із них	
			Ауд. Занять	СРС
	<p>мереж через низькоорбітальні штучні супутники Землі.</p> <p>31.Оптичні атмосферні лінії зв'язку та мережі.</p> <p>32.Феритові фазообертувачі та циркулятори</p> <p>33.МІМО-системи на базі цифрових антенних ґраток.</p> <p>34.Проблемні питання впровадження бездротових мереж України.</p> <p>35.Порівняльний аналіз технологій GSM/EDGE, UMTS/HSDRA, 262CDMA2000, WiMAX.</p> <p>36.Систематизувати знання по тематичним розділам.</p> <p>37.Фактори, які обумовлюють реальну технічну спроможність мереж та реальну швидкість бездротових широкосмугових систем передачі даних.</p>			
Всього		108	-	108

## V.2. Контрольні заходи

Назва контрольного заходу	Всього годин	Із них	
		Ауд. занять	СРС
Модульний контроль 1	6	2	4
Модульний контроль 2	6	2	4
Всього	12	4	8

## VI. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Дисципліна „Системи широкосмугового бездротового доступу” (є курсом поглибленої підготовки студентів і призначається для прискорення адаптації молодих спеціалістів на підприємствах радіозв'язку та телебачення.

Базою для вивчення дисципліни „Системи широкосмугового бездротового доступу” є курси „Супутникові та радіорелейні системи передачі”, „Системи радіомовлення”, „Основи цифрової комутації”, „Основи мережних технологій”, „Основи електромагнітної сумісності” та інше. Вивчення дисципліни здійснюється на різних видах занять : лекції, практичні і лабораторні заняття та самостійна робота студента. Лабораторні заняття проводяться на конкретних зразках устаткування WaveIP , а також на ПЕОМ у комп'ютерному класі. Контроль засвоєння студентами учбового матеріалу виконується індивідуально в процесі навчання , а також при модульному контролі.

Під час проведення лекцій викладач акцентує увагу на пунктах плану та виділяє матеріал, який необхідно засвоїти самостійно. Для кращого засвоєння матеріалу перед лекцією студентам видають схеми, що дають змогу кращого розуміння матеріалу. Використання плакатів під час лекцій дає змогу студентам краще засвоїти викладений матеріал.

На лабораторних роботах студенти отримують практичні навички визначення стану обладнання, визначення відхилення параметрів, ліквідацію таких відхилень користуючись інструкціями та методичними керівництвами.

Дисципліна має два модулі, кожний має наступні завдання:

- модуль 1 – **Принципи побудови, логічна та фізична структура бездротових мереж широкосмугового доступу;**
- модуль 2 – **Архітектура та технічні засоби бездротових регіональних мереж. Новітні технології широкосмугових систем бездротового доступу.**

*Практичні заняття* сприяють подальшому засвоєнню і закріпленню матеріалу по темах. На практичні заняття відбирається такий навчальний матеріал, який забезпечує практичне використання знань, здобутих на лекціях. Задачі практичних занять, як правило, мають прикладний характер, пов'язаний з апаратурою систем зв'язку. В кінці заняття викладач виставляє в журнал оцінки і проводить аналіз заняття, на якому відмічає: ступінь підготовленості групи до занять; ступінь засвоєння матеріалу; характерні помилки та їх аналіз; найбільш і найменш підготовлених студентів.

*Лабораторні заняття*, як правило, являються заключним заняттям по темі. На занятті студентам прищеплюються навички експериментальних досліджень основних характеристик та параметрів аналогових вузлів пристроїв радіозв'язку, ставляться задачі засвоєння методики вимірювання

параметрів і придбання навичок в роботі з вимірювальною апаратурою. До початку роботи практикується проведення допускаючого опитування за темою даного заняття.

*Самостійна робота* студента, організується у відповідності з навчальною програмою курсу аналогові електронні пристрої. При цьому студенти мають встановити, які питання програми і в якому обсязі висвітлені в лекції, а які частково залишаються для самостійної роботи. Для полегшення роботи викладач може назвати ці питання, а також рекомендувати основну та додаткову літературу, дати методичні поради. Для самостійної роботи студентів разом з рекомендованою літературою доцільно користуватися електронними версіями підручників, посібників, документів, словників та довідників, підготовленими на кафедрі та представленими в Інтернеті, інформаційній мережі університету або на оптичних дисках.

*Контроль знань* студентів проводиться у формі захисту виконаного комплексного завдання, заліку, за допомогою засобів модульного контролю. Головна мета контролю - визначення якості засвоєння студентами навчального матеріалу для практичного застосування та втілення у процесі фахової діяльності майбутнього спеціаліста з систем радіозв'язку.

Підготовка до модульного контролю спирається на використання навчальної програми з дисципліни, а також кваліфікаційних завдань відповідного виду контролю.

Модульний контроль складається з індивідуального виконання кваліфікаційного завдання згідно фонду кваліфікаційних завдань за Модулем та відповіді - бесіди з викладачем. Відповідь студента повинна бути стислою та вичерпною за змістом. Він зобов'язаний показати уміння правильно формулювати основні поняття, розуміти сутність принципів, що лежать в основі побудови бездротових систем ширококутового доступу.

Переведення отриманої студентом суми балів до академічної оцінки здійснюється відповідно до наведеної нижче шкали:

Національна шкала академічної оцінки	Шкала ECTS	Шкала навчального закладу
5 (відмінно)	A	90-100
4 (добре)	BC	75-89
3 (задовільно)	DE	60-74

2 (незадовільно з можливістю повторного складання)	FX	35-59
2 (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)	F	1-34

## VII.ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### Список літератури

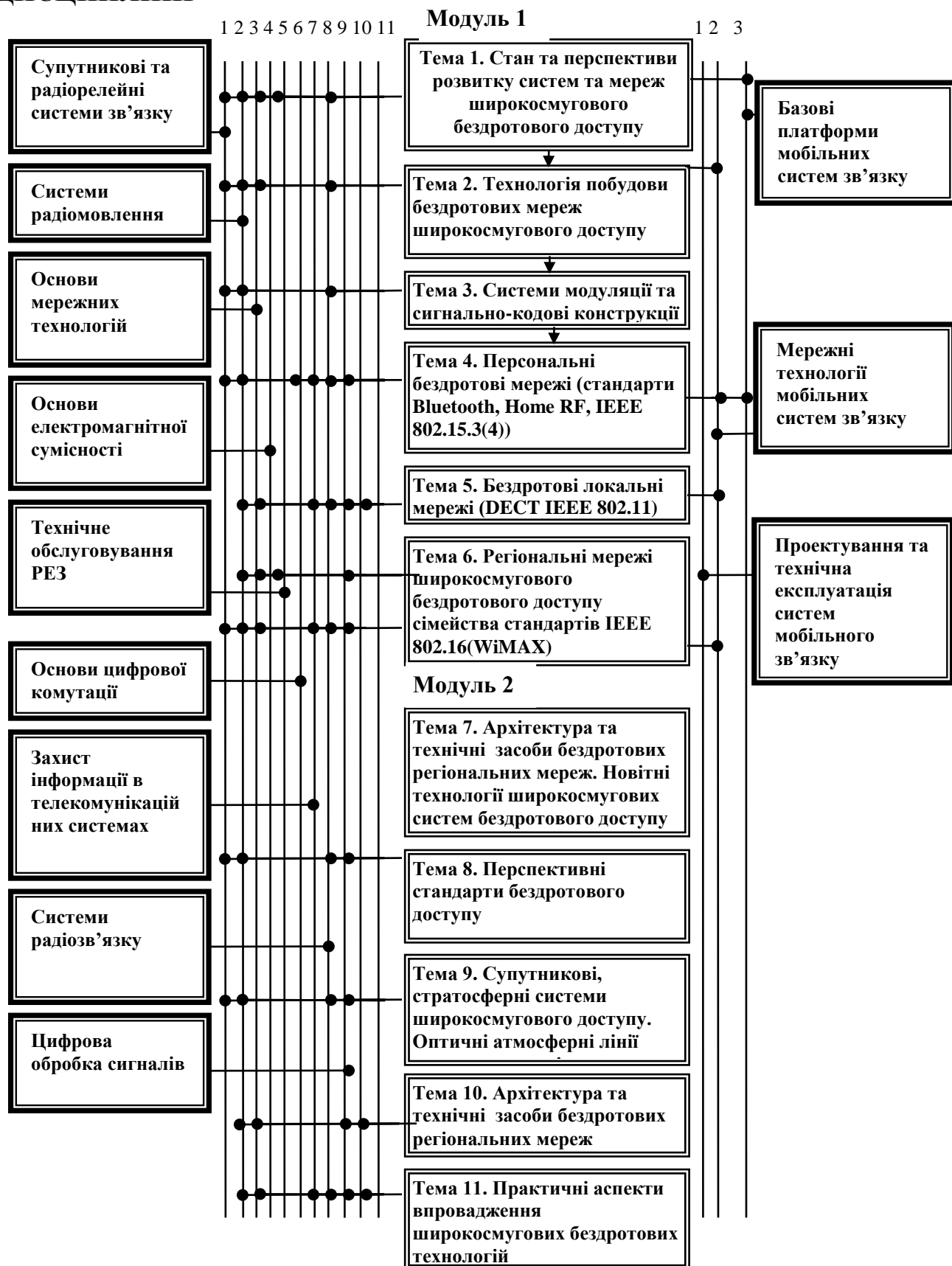
#### 1.Основна

1. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. В.Вишне夫斯基, А.Ляхов, С.Портной, И.Шахнович.М.: Горячая линия, 2005, -596 с.
2. Комп'ютерні мережі з бездротовим доступом. В.Ф. Олійник, С.Г.Бунін та ін. – К.:Ніка-Центр, 2007. -296 с.
3. Мультисервисные сети и услуги широкополосного доступ. А.Т., Гургенидзе, В.И. Кореш В.И. Изд. Наука и Техника, Санкт Петербург, 2003,- 400 с.
4. Современные технологии беспроводной связи. И.В.Шахнович. Изд. Техносфера, 2006.- 288 с.

#### 2.Додаткова

1. Системы цифрового телевидения и радиовещания. Под ред. Н.С.Мамаева. – М.:Горячая линия – Телеком, 2006. -254 с.
2. Системы связи с шумоподобными сигналами. Л.Е.Варакин. Изд.Наука и техника, 1989,-356 с.

## VIII. СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



Розробник навчальної програми:  
Старший викладач кафедри РТЛ

Кременецька Я.А.