СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МЕРЕЖЕВЕ ПЛАНУВАННЯ СИСТЕМ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ, РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТА РАДІОДОСТУПУ»

Лектор курсу			**Дакова Лариса Валеріївна**, к.т.н. каф. Мобільних та відеоінформаційних технологій		**Контактна інформація лектора (e-mail), сторінка курсу в Moodle**	**e-mail:** dakova@ukr.net сторінка курсу в Moodle – https://dn.dut.edu.ua/enrol/index.php?id=388	
Галузь знань			17 – Електроніка та телекомунікації		**Рівень вищої освіти**	магістр	
Спеціальність			172 – Електронні комунікації та радіотехніка		**Семестр**	1	
Освітня програма			Апаратура радіозв'язку, радіомовлення та телебачення		**Тип дисципліни**	Основна	
Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:				
			Лекцій	Семінарських занять	Практичних занять	Лабораторних занять	Самостійна підготовка
	5	120	24	-	30	-	66
АНОТАЦІЯ КУРСУ							
Мета курсу:	Метою викладання дисципліни є отримання теоретичних знань і практичних навичок щодо системного погляду на побудову і функціонування мереж та систем цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління.						

4. Взаємозв'язок у структурно-логічній схемі	
Освітні компоненти, які передують вивченню	1. Основи сучасної теорії електрозв'язку з акцентом на фізичне тлумачення процесів, які відбуваються під час передавання повідомлень та сигналів у системах зв'язку; 2. Математичний опис основних фізичних процесів передавання сигналів і завад та методи забезпечення граничних характеристик систем зв'язку як за достовірністю, так і за швидкістю передачі інформації; 3. Процеси передавання сигналів каналами зв'язку при наявності завад з математичної точки зору.
Освітні компоненти для яких є базовою	1. Вища математика; 2. Теорія електричних кіл та сигналів; 3. Основи теорії систем; 4. Кінцеві пристрої абонентського доступу.
5. Компетенції відповідно до ОПП та вимог роботодавців:	
Компетенції відповідно до ООП	
Знати	**Вміти**

1. Ознайомитись із загальними принципами побудови систем рухомого радіозв’язку. Основні стандарти стільникових систем зв’язку. Принцип повторного використання виділеного ресурсу частот.	1. Вміти характеризувати системи електрозв’язку, типові сигнали та завади, характеризувати та оцінювати основні характеристики сигналів, аналізувати переваги і недоліки конкретних видів модуляції, проводити розрахунки характеристик випадкових сигналів на виході каналів, чітко характеризувати процес дискретизації сигналів за теоремою Котельникова.
2.Структура логічних каналів управління. Алгоритм встановлення вихідного з’єднання (→BTS,MS МС→БС). Алгоритм встановлення вхідного з’єднання (→MS,BTS БС→МС).	2. Вміти розуміти сутність та оцінювати значення, здійснювати класифікацію каналів електрозв’язку та характеризувати математичні моделі дискретних та неперервних каналів, диференціювати, інтегрувати, уніфікувати, оцінювати зміст теорії передачі інформації каналами телекомунікаційних мереж.
3.Вваріант реалізації кодового розділення. Принцип вибору сімейства адресних послідовностей.	3. Вміти узгоджувати параметри джерела та каналу зв’язку, застосовувати завадостійкі коди та методи оптимальної демодуляції, реалізувати алгоритми оптимального прийому багатопозиційних сигналів багатоканальних модемів.
4.Система передачі сигналів електрозв'язку. Особливості поширення радіохвиль різної довжини. Зони обслуговування радіостанцій. Сигнали електрозв'язку та їх характеристики. Модулірующие сигнали електрозв'язку.	4. Вміти аналізувати завадостійкість систем електрозв’язку з різними видами модуляції та методами приймання, застосовувати теорію лінійного розподілу сигналів, проводити аналіз архітектури сучасних телекомунікаційних мереж, окремих технічних рішень на мережах зв’язку і прогнозувати очікувані результати.
Компетенції відповідно до вимог роботодавців	
1.Загальні особливості функціонування сучасних мереж безпроводового зв’язку. Модульовані сигнали електрозв'язку. Використання енергетичного потенціалу передавачів при різних видах модуляції.	1. Моніторинг безпроводових локальнх мереж за допомогою програми NetStumler.
2. Технічні характеристики та стандарти сучасних безпроводових, мобільних та інфраструктурних мереж.	2. Моніторинг та проектування безпровдових локальних мереж за допомогою програми Ekahau Site Survey.
3.Типові конфігурації та оптимізаційні задачі при проектуванні безпроводових мереж IEEE 802.16 WiMAX. Проектування безпроводових мереж WiMAX (outdoor).	3. Проектування безпроводових мереж за допомогою програми awe commun cations WinProp.
4. Завадостійкість систем багаточастотних широкосмугових сигналів.	4. Проектування безпроводових та мобільних мереж за допомогою програми Radio Mobile Deluxe.

Результати навчання відповідно до ОПП
1. Володіння методиками проведення тестових випробувань систем та мереж цифрового радіозв'язку, радіодоступу на відповідність вимогам міжнародних документів та мереж мобільного зв'язку, цифрового радіозв'язку.
2. Володіння загальними принципами планування систем бездротового зв'язку, показники ефективності систем радіозв'язку та радіодоступу, та якості обслуговування їх користувачів.
3.Володіння теоретичними основами керування радіочастотним ресурсом, здатність до ефективного користування, перевіряти якість та практичність отриманих результатів аналізу.
4.Володіння основами мережевих технологій широкосмугового доступу, застосування цифрових методів передавання в системах абонентського доступу, основами технологій побудови систем доступу, модернізації та проектування ліній передачі систем доступу.
5.Здатність складати технічне завдання проекту мережі радіодоступу та радіозв'язку і також аналізувати потреби та характеристики послуг, які вона забезпечує.
6.Здатність розробляти мережеві плани систем бездротового зв'язку ,методики та технологічні алгоритми проведення випробування радіосистем передачі на всіх рівнях мережної ієрархії.

План вивчення освітньої компоненти

Змістовний розділ	Вид заняття	Тема	Знати	Вміти	План заняття	Лекція, методична розробка
Розділ 1. Теоретичні основи радіозв'язку та побудови безпроводових комунікаційних систем						
	Лекція 1	Тема: Закони електромагнетизму та електромагнітні хвилі	1. Історичний огляд розвитку систем радіозв'язку та комунікаційних систем. 2. Рівняння електродинаміки та їх зв'язок із хвильовим рівнянням. 3. Аналітичний розв'язок хвильового рівняння та його аналіз.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Лекція 2	Тема: Загальні методи інженерних розрахунків мереж безпроводового зв'язку	1. Принцип радіозв'язку та класифікація електромагнітних хвиль. 2. Моделі згасання електромагнітних хвиль. 3. Моделі відбиття електромагнітних хвиль. 4. Моделі дифракції		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс

			електромагнітних хвиль. 5. Аналіз впливу електричних параметрів навколоземної атмосфери на поширення електромагнітних хвиль. 5. Загальні особливості функціонування сучасних мереж безпроводового зв'язку.			
	Лекція 3	Тема: Основи теорії кодування сигналів	1. Класифікація кодів 2. Звичайні цифрові коди. 3. Код грея, код 4В/5В, алгоритми скрамблювання.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Лекція 4	Тема: Завадостійкі коди	1.Основи завадостійкого кодування та параметри кодів. 2. Коди Хеммінга. 3. Циклічні коди. 4. Сучасні методи кодування інформації.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Лекція 5	Тема: Модуляція сигналів у системах безпроводового зв'язку	1. Основи теорії модуляції. 2. Методи кодоімпульсної модуляції, які використовуються у радіоканалах безпроводових комп'ютерних мереж.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Лекція 6	Тема: Інтеграція безпроводових, мобільних та інфраструктурних мереж	1. Огляд технічних характеристик та стандартів сучасних безпроводових, мобільних та інфраструктурних мереж. 2. Моделі поширення електромагнітних хвиль		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс

			для радіомереж та алгоритми проектування.			
	Практичне заняття 1	Тема: Знайомство з средой matlab. математичні моделі випадкових величин з заданим законом розподілу.		1. Придбання навичок побудови моделей систем при допомоги пакета Simulink; моделювання випадкових величин з заданим законом розподілу; аналіз статистичних характеристик імітованих випадкових процесів (шумів).		
	Практичне заняття 2	Тема: Дослідження моделей авторегресії і ковзаючего середнього першого і другого порядків.		1.Вивчення авторегресійних моделей, а також моделей змінного середнього, що дозволяють імітувати випадкові процеси з заданим спектром і кореляційної функцією; аналіз статистичних характеристик імітованих випадкових процесів.		
	Практичне заняття 3	Тема: Аналіз перешкодостійкі системи цифровий зв'язку за наявності завад і завмиранням в канал зв'язку.		1. Вивчення імітаційної моделі системи цифрового зв'язку, аналіз її завадостійкості; придбання навичок створення підсистем і їх маскування.		
	Практичне заняття 4	Тема: Моделювання випадкових потоків і систем масового обслуговування з відмовами.		1. Вивчення моделей випадкових потоків; аналіз статистичних характеристик випадкових потоків; імітаційне		

				моделювання системи масового обслуговування з відмовами за допомогою пакету Simulink.		
	Практичне заняття 5	Тема: Поширення радіохвиль у вільному просторі.		1.Вивчення закономірностей поширення радіохвиль у вільному просторі і дослідження їх за допомогою віртуальної лабораторної установки.		
	Практичне заняття 6	Тема: Зони Френеля. Істотна зона поширення радіохвилі.		1. Вивчення поширення радіохвиль і визначення області простору, в якій переважно відбувається передача енергії радіохвилі. Дослідження проводиться за допомогою віртуальної лабораторної установки.		
Розділ 2. Проектування та оптимізація безпроводових мереж Wi-Fi, WiMAX, WSN						
	Лекція 7	Тема: Проектування та оптимізація безпроводових мереж Wi-Fi.	1. Оптимізаційні задачі при проектуванні безпроводових мереж WLAN IEEE 802.11 2. Проектування безпроводових мереж WLAN (indoor). 3. Модель Multi-Wall Model, MWM. 4. Алгоритм Site Finder Drop Algorithm, SFDA. 5. Алгоритм Multicolor Ink Spot Algorithm, MCISA.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Лекція 8	Тема: Проектування та оптимізація безпроводових мереж	1. Типові конфігурації та оптимізаційні задачі при проектуванні безпроводових		посилання на електрон	посилання на електронний ресурс

		WiMAX.	мереж IEEE 802.16 WiMAX. 2. Проектування безпроводових мереж WiMAX (outdoor). 3. Алгоритм та модель Height Map Model, HMM. 4. Оптико-променеві алгоритми Ray Tracing, Ray Launching та Dominant Path Prediction. 5. Приклади проектування безпроводових мереж у програмі CANDY Site Finder.		ний ресурс	
	Лекція 9	Тема: Проектування та оптимізація безпроводових мереж WSN .	1.Актуальність безпроводових сенсорних пікомереж. 2.Огляд наявних безпроводових сенсорних пікомереж автоматизації.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Лекція 10	Тема: Енергозберігаючі методи проектування безпроводових пікомереж.	1. Методи відбору енергії Energy Harvesting та менеджменту енергоспоживання. 2. Оптимізація розташування сенсорів. 3. Оптимізація метода. доступу до середовища. 4. Оптимізація топології.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Лекція 11	Тема: Моделі поширення у радіотехнічних системах	1. Метод LEACH оптимізації вихідної топології пікомережі . 2. Інтегрований метод проектування безпроводових пікомереж (Cross-Layered Design). 3. Інтегрований метод		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс

			проектування у системі EnOcean. 4. Інтегрований метод проектування у системі Cool Sensornet. 5. Подальші алгоритми оптимізації розташування сенсорів.			
	Лекція 12	Тема: Огляд засобів проектування безпроводових мереж	1.Моніторинг безпроводових локальнх мереж за допомогою програми NetStumler. 2.Моніторинг та проектування безпровдових локальних мереж за допомогою програми Ekahau Site Survey. 3.Проектування безпроводових мереж за допомогою програми awe commun cations WinProp 4.Проектування безпроводових та мобільних мереж за допомогою програми Radio Mobile Deluxe.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Лекція 13	Тема: Огляд функцій сапр комбінованих мереж	1.Вимоги до функцій та основні компоненти математичних моделей безпроводових мереж.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Практичне заняття 7	Тема: Поширення радіохвиль поблизу поверхні Землі.		1.Вивчення закономірностей поширення радіохвиль поблизу поверхні Землі. В рамках даного розділу		

				будемо вважати земну поверхню плоскою, що допустимо в межах 20% зоною прямої видимості. Дослідити вплив геометричних параметрів радіолінії і електромагніт них характеристик земної поверхні за допомогою віртуальної лабораторної установки.		
	Практичне заняття 8	Тема: Поширення радіохвиль в тропосфері.		1.Вивчення електричних властивостей тропосфери і закономірностей поширення радіохвиль в ній.		
	Практичне заняття 9	Тема: Поширення радіохвиль в іоносфері.		1.Вивчення будови іоносфери і її впливу на поширення радіохвиль.		
	Самостійна робота	Тема 1. Види модуляції сигналів. Тема 2. Завадостійкість систем багаточастотних широкосмугових сигналів. Тема 3. Мімо-системи на базі цар.	1.Квадратурне представлення сигналу. 2.Ансамбль широкосмугових сигналів з багатьма піднесущими. 3.Ортогональне кодування сигналів.	1. Модуляція з декількома несущими. 2. Оцінка завадостійкості прийому широкосмугового багато частотного сигналу. 3. Просторово-частотне кодування.		

8. Мова вивчення освітньої компоненти

(**українська**, англійська, розділи, що викладаються англійською мовою)

9. Інформаційне забезпечення освітньої компоненти

Рекомендовані джерела та інші навчальні ресурси: вказати підручники, навчальні посібники не пізніше 2010 року видання, які є у нас у бібліотеці на державній мові; електронні ресурси, посилання, електронна бібліотека ДУТ, іншомовні джерела

1.The evolution of security in 5G. 5G Americas Whitepaper. February 2018, 40
2. Build 5G faster and smarter with small cell solutions. Dr. Mohamed Nadder Hamdy Paolo di Carne. 2020

3. Mobile and Wireless Networks. Khaldoun Al Agha Guy Pujolle Tara Ali-Yahiya. First published 2016 in Great Britain and the United States by ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc. 309
4. LTE and the Evolution to 4G Wireless. Bonus Material: Security in the LTE-SAE Network.38
5. Security in LTE backhauling by NGMN Alliance. 29 February 2017
6. Wireless and Mobile Network Security. Edited by Hakima Chaouchi Maryline Laurent-Maknavicius.657

10. Методи оцінювання, підсумкові звітності за освітньою компонентою

(заліки, **екзамени**, курсові проекти, тестування)

Умовою допуску до екзамену є позитивні оцінки поточного контролю.
За умов кредитно-модульної системи організації навчального процесу до підсумкового контролю допускають студентів, які набрали в сумі за всіма змістовими модулями більше 30 % балів від загальної кількості з дисципліни (або більше 50 % балів з поточного контролю за всіма змістовими модулями).
Відповіді оцінюються за 4-х бальною системою національної шкали, тестові завдання – за 100-бальною системою оцінювання за шкалою ECTS. В обох випадках оцінки згідно з методикою переведення показників успішності знань студентів перекладаються у відповідну систему оцінювання (таблиця 1)
- оцінка “відмінно” виставляється, коли студент виявляє глибокі і всебічні знання з курсу, рекомендованої літератури, аргументовано і логічно викладає навчальний матеріал, При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу.
- оцінка “добре” виставляється, коли студент твердо знає предмет, рекомендовану літературу, аргументовано викладає матеріал, вміє застосовувати теоретичні знання для аналізу успішного працевлаштування.
- оцінка “задовільно” виставляється, коли студент в основному знає предмет, рекомендовану літературу і вміє застосовувати отримані знання для аналізу успішного працевлаштування.
- оцінка “незадовільно” виставляється, коли студент не засвоїв зміст навчальної дисципліни.

11. Матеріально-технічне забезпечення освітньої компоненти

MathCad, LabVIEW.

Інформаційний пакет освітньої компоненти, яка викладається англійською мовою, додатково розміщується на сторінці кафедри на англійській мові