



## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### СИСТЕМИ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Шифр та назва спеціальності	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Назва освітньо-професійної програми	Безпроводові та медійні технології
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Факультет	Телекомунікацій та радіотехніки
Кафедра	Радіоелектронних систем і технологій
Статус навчальної дисципліни	ОК-20 ОПП «Безпроводові та медійні технології»
Форма навчання	Денна

#### Викладачі

Рожновський Михайло Васильович  
[mihail.exp@gmail.com](mailto:mihail.exp@gmail.com)



Доцент кафедри радіоелектронних систем і технологій,  
кандидат технічних наук, доцент

#### Загальна інформація про дисципліну

Анотація до дисципліни	<p>Дисципліна «Системи мобільного зв'язку» має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує, відповідно до свого предмету, знання з таких дисциплін: «Теорія електричних кіл та сигналів», «Технічна електродинаміка та поширення електромагнітних хвиль», «Схемотехніка пристроїв зв'язку», «Радіоприймальні та передавальні пристрої», «Антени та пристрої мікрохвильового тракту».</p> <p>Навчання спрямовано на:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) формування у здобувачів вищої освіти системного уявлення про принципи побудови систем і мереж мобільного</li></ol>
------------------------	---

	<p>зв'язку, а також принципи їх роботи та методики проектування;</p> <p>2) розвиток умінь застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів для проектування систем та мереж мобільного зв'язку;</p> <p>3) підвищення рівня комунікативної компетентності у сфері інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж, зокрема в контексті обговорення проблемних питань з колегами, громадянами та іншими стейкхолдерами;</p> <p>4) мотивування на активну участь у процесі прийняття індивідуальних/групових рішень, відповідальність за якість прийнятих рішень та успішність їх реалізації в галузі електроніки, автоматизації та електронних комунікацій.</p>
<b>Мета дисципліни</b>	– формування системних знань та розвиток умінь щодо принципів побудови систем і мереж мобільного зв'язку, принципів їх роботи та методик проектування.
<b>Компетентності, формуванню яких сприяє дисципліна</b>	<p>ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК-4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК-7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>СК-3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.</p> <p>СК-4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.</p> <p>СК-5. Здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (закони України, технічні регламенти, міжнародні та національні стандарти, рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку і т.п.) для вирішення професійних завдань.</p> <p>СК-6. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.</p> <p>СК-8. Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.</p> <p>СК-9. Здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів.</p> <p>СК-10. Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування електронних комунікацій та радіотехніки.</p> <p>СК-11. Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, систем електронних комунікацій та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.</p> <p>СК-15. Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, систем електронних комунікацій та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.</p>
<b>Результати навчання</b>	ПРН-5. Вміння проводити розрахунки елементів систем та мереж електронних комунікацій, інфокомунікаційних,

	<p>радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно.</p> <p>ПРН-6. Вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізував-ти існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) систем електронних комунікацій та радіотехнічних систем, систем телевізійного та радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-7. Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) систем електронних комунікацій, систем телевізійного та радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-8. Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних систем електронних комунікацій, радіотехнічних систем та систем телевізійного і радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-9. Вміння адмініструвати системи, та мережі електронних комунікацій.</p> <p>ПРН-11. Вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) систем, та мереж електронних комунікацій, радіотехнічних систем і систем телевізійного та радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-13. Здатність до вибору методів та інструментальних засобів вимірювання параметрів та робочих характеристик систем та мереж електронних комунікацій, радіотехнічних систем і систем телевізійного та радіомовлення і їх елементів.</p>
<b>Обсяг дисципліни</b>	Загальний обсяг дисципліни: 6 кредитів ЄКТС 180 годин). Для денної форми навчання: лекції – 24 години, практичні заняття – 20 годин, лабораторні заняття – 20 годин, самостійна робота – 116 годин.
<b>Форма підсумкового контролю</b>	Екзамен
<b>Терміни викладання дисципліни</b>	Дисципліна викладається у 4-му семестрі

### Програма дисципліни

<b>Тема 1.</b>	<p><b><i>Функціональні пристрої радіоканалу систем мобільного зв'язку. Основні визначення. Історія розвитку систем стільникового зв'язку.</i></b></p> <p>Поняття «мобільний зв'язок». Основні визначення: служби і види радіозв'язку, радіочастотний ресурс, радіоканал, радіостанція, радіолінія, радіомережа, система радіозв'язку; класифікація систем і мереж мобільного зв'язку; функціональна схема радіоканалу, апаратні засоби мобільного зв'язку. Функціональна схема радіомережі мобільного зв'язку. Основні віхи в історії розвитку стільникового зв'язку. Еволюція технологій передачі даних в стільникових системах зв'язку. Стандарт NMT. Структура мережі стандарту NMT, функції основних блоків.</p>
<b>Тема 2.</b>	<p><b><i>Принципи побудови систем і мереж мобільного зв'язку.</i></b></p> <p>Принципи побудови систем мобільного зв'язку зі стільниковою структурою: стільниковий принцип організації зв'язку; частотно-територіальний розподіл каналів у системах зв'язку зі стільниковою структурою; поняття комірки, кластера, захисної відстані; визначення припустимої розмірності кластера; внутрішньосистемні завади, їх походження і методи зменшення. Попередній розрахунок основних</p>

	<p>параметрів мереж мобільного зв'язку; визначення навантаження на мережу, максимально припустимого радіуса комірки і числа комірок у мережі. Розрахунок відношення сигнал/внутрішньосистемна завада та визначення мінімально припустимої розмірності кластера. Принципи частотно-територіального планування в мережах стільникового зв'язку; фіксований і динамічний розподіл каналів між комірками стільникової мережі; перспективні способи частотно-територіального планування в мережах рухомого радіозв'язку зі стільниковою структурою.</p>
<b>Тема 3.</b>	<p><b><i>Принципи роботи й особливості побудови мереж стільникового зв'язку з частотно-часовим розділенням каналів.</i></b></p> <p>Система стільникового зв'язку стандарту GSM: основні технічні характеристики GSM 900 (1800); архітектура і топологія сучасних мереж мобільного зв'язку; склад обладнання та структурна схема його взаємодії в мережах стільникового зв'язку GSM; призначення елементів мережі, їх основні функції. Інтерфейси між пристроями, що входять до складу мережі мобільного зв'язку GSM; швидкість передавання даних на різних ділянках мережі; організація радіоінтерфейсу: частотний план у стандартах GSM і EGSM, організація фізичних каналів. Організація логічних каналів у стандарті GSM; класифікація і призначення логічних каналів; організація логічних каналів трафіка TCH/F і TCH/H. Організація передавання логічних каналів керування у стандарті GSM; структура мультикадру каналу керування. Методи підвищення якості передачі сигналів в GSM: керування потужністю, боротьба з багатопроменевістю, стрибки по частоті, переміщення. Передача даних в мережах стандарту GSM: технології GPRS (General Packet Radio Service) і EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution).</p>
<b>Тема 4.</b>	<p><b><i>Принципи роботи й особливості побудови мереж стільникового зв'язку з частотно-кодним розподіленням каналів.</i></b></p> <p>Система стільникового зв'язку стандарту CDMA2000: основні технічні характеристики (порівняльний аналіз); архітектура і топологія сучасних мереж мобільного зв'язку; склад обладнання та структурна схема його взаємодії в мережах стільникового зв'язку CDMA2000; призначення елементів мережі, їх основні функції; основи організації кодового розділення каналів; синхронне кодове розділення з використанням функцій Уолша; сутність та властивості функцій Уолша, отримання їх за допомогою матриць Адамара. Асинхронне кодове розділення з використанням m-последовностей; генерація m-последовностей за допомогою регістру зсуву; особливості частотно-територіальної організації мереж з кодовим розділенням каналів. Організація радіоінтерфейсу у системах мобільного зв'язку з кодовим розділенням каналів; частотний план, організація фізичних та логічних каналів; перехід до систем зв'язку третього та четвертого поколінь. Методи підвищення якості передачі сигналів в CDMA: контроль потужності в прямому і зворотному каналі, RAKE-приймач. Мережа пакетної комутації (PCN) в CDMA2000. Функції основних блоків.</p>
<b>Тема 5.</b>	<p><b><i>Антенні пристрої радіосистем мобільного зв'язку.</i></b></p> <p>Основні типи спрямованих антен та елементів антенно-фідерного тракту, що використовуються у системах мобільного радіозв'язку; фазовані антенні решітки; основи теорії антенних решіток. Основні типи слабкоспрямованих антен абонентських терміналів, методи мініатюризації антен; основи теорії приймальних антен; шумова температура антен.</p> <p>Анени базових станцій систем мобільного зв'язку та абонентських терміналів (основні характеристики і конструктивні особливості).</p>

## Список рекомендованих джерел

1. Nathan Blaunstein, Christos G. Christodoulou “Radio propagation and adaptive antennas for wireless communication links,” USA.: Includes index. ISBN-13: 978-0-471-25121-7, ISBN-10: 0-471-25121-6, TK7871.67.A33.B55 2007. – 614 p.
  2. Бойко М.П. Системи стільникового зв'язку: конспект лекцій / М.П. Бойко. – Одеса: ОНАЗ, 2004. – 76 с.
  3. Constantine A., “Balanis Modern antenna handbook,” USA.: Includes index. ISBN 978-0-470-03634-1 (cloth) 1. Antennas (Electronics) I. Title. TK7871.6.B354 2008. – 1700 p.
  4. Base Station Antennas, Filters, Combiners and Amplifiers for Mobile Communications 790...6000 MHz / KATHREIN Antennen Electronic / Catalogue Issue 01.2009. – www.kathrein.de.
  5. CDMA systems engineering handbook / Jhong S. Lee, Leonard E. Miller. – Artech House mobile communication library, 1998. – 1231 p.
- Інформаційні ресурси**
6. www.anisimoff.org/lte/lte.html
  7. Mamta Agiwal Next Generation 5G Wireless Networks:A Comprehensive Survey / Mamta Agiwal, Abhishek Roy, Navrati Saxena//IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, VOL. 18, NO. 3, THIRD QUARTER 2016
- Додаткова
8. Рожновський М. В. Моделювання та аналіз явища завмирання сигналу на вході радіоприймача / М. В. Рожновський, Р. А Фокін // Цифрові технології. - 2017. - Вип. 22. - С. 52-55.
  9. Рожновский М.В. Алгоритм проектування мережі радіодоступу системи стільникового зв'язку четвертого покоління /М.В. Рожновский, І.А. Дубина// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2015. — № 2. — С. 194 — 197.
  10. Rozhnovskiy M.V., Rozhnovskaya I. Yu. “Application of machine learning method in massive MIMO antenna technologies” *Advanced Technology in Information and Communication Engineering: International Conference*, July, 18, 2023.: proc. of conf. – Odesa, Ukraine, pp. 98 – 101, 2023.

## Інформація про консультації

**Щовівторка** з 12<sup>45</sup> до 14<sup>05</sup> год., ауд. 209 – доц. М. В. Рожновський

## Загальна схема оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Шкала ЄКТС	Оцінка за національною шкалою		Нарахування балів	Бали нараховуються таким чином: <i>Оцінювання знань здобувачів вищої освіти здійснюється за 100-бальною шкалою і становить: за поточну успішність (участь у практичних заняттях, виконання практичних завдань та контрольних робіт) – до 60 балів, за результати екзамену – до</i>
		для іспиту	для заліку		
90-100	A	Відмінно	зараховано		
82-89	B	Добре			
74-81	C				
64-73	D	Задовільно			

60-63	E			40 балів.
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання	
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

### Політика опанування дисципліни

**Відвідування:** Здобувачі вищої освіти самостійно планують відвідування лекційних занять, що проводяться в межах дисципліни. Присутність на практичних заняттях та контрольних заходах (екзамен/залік) є обов'язковою. При проведенні занять в онлайн режимі, присутність здобувача враховується у разі відкритого вікна.

**Дотримання принципів академічної доброчесності:** Підготовка усіх завдань, письмових робіт і т. ін., що виконуються в межах дисципліни, здійснюється здобувачем вищої освіти самостійно, на засадах академічної доброчесності.

**Умови зарахування пропущених занять:** виконання практичних/лабораторних робіт може бути завершено протягом семестру до екзаменаційної сесії. Невчасно здані роботи передбачають усний захист.